

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXXIII. Band.

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

6. Heft. 1896.

Ueber Spurerweiterung.

Von F. Kreuter, Professor an der Technischen Hochschule in München.

(Schluß von Seite 95.)

IV. Schlußbemerkungen.

Nach dem Vorangegangenen ist es, wenn man folgerichtig verfahren will, jedenfalls geboten, eine Vergrößerung der Spurweite noch beträchtlich über die durch § 2³ der T. V. festgesetzte Grenze ($r_2 = 500$ m) hinaus anzubringen.*)

Für die Gerade bestimmen die T. V. einen Spielraum von mindestens 10 mm, und unsere Formel Gl. 7a) ergibt in der That für $r = 500$ m noch $e = 10,8$ mm. Man könnte sonach meinen, der Spielraum von 10 mm werde auch noch anstatt der Spurerweiterung für einen Bogen von 500 m Halbmesser genügen. Dem ist aber nicht so. Denn, wenn zugegeben wird, daß schon in der Geraden erfahrungsgemäß ein Spielraum von 10 mm mindestens nothwendig ist, so darf man diesen eben so wenig für Bögen als noch ausreichend bezeichnen, als man anderseits einen geringern Spielraum für die Gerade gestattet.

Vom praktischen Standpunkte aber ist es ganz dieselbe Arbeit, ob man ein Bogengleis mit oder ohne Spurerweiterung verlegt, denn die Handhabung der verstellbaren Spurlöhre ist genau die nämliche, wie die der festen und über die Mühe des Einstellens nach der ein- für allemal gerechneten Spurerweiterungstabelle wird wohl Niemand im Ernste sich beklagen wollen.

In der Ausübung wird bis jetzt die Spurerweiterung ganz verschiedenartig gehandhabt.**) Am Bequemsten haben es sich wohl jene gemacht, die an Stelle der Hyperbel eine Gerade setzten. Wenn in diesem Falle ein e dem zugehörigen r wirklich entspricht, so sind alle übrigen Werthe zuverlässig falsch. Auch eine Formel, welche man die »theoretische« nennt, ist in Eisenbahnkreisen üblich.

*) Die österreichische Kaiser Ferdinands-Nordbahn schreibt für Bögen von 2000 m Halbmesser noch 2 mm Spurerweiterung vor, von da ab erst wird keine mehr angewendet. Siehe deren »Anhang zur Instruction III, Nr. 15 für die Bahnerhaltung«, Wien 1892, S. 14.

**) Siehe hierüber im IX. Erg.-Bd. des »Organ« 1884, S. 64 u. 65.

Sie lautet

$$\text{Gl. 11) } c = \frac{11339}{r},$$

und ist der Form nach richtig. Hier ist also $e_1 r_1 = 11339$ und für $e_1 = 30$ mm müßte $r_1 = 377,97$ m sein. Ein Vortheil besteht unstreitig darin, daß nach Gl. 10) noch Wagen mit $l \leq 4,8$ m sich in der naturgemäßen Stellung durch Bögen bewegen können, deren Halbmesser $r \geq 380$ m.

Der im Februar 1893 zu Berlin eingesetzte Unterausschuß des V. d. E. V. hat eine Gebrauchsformel

$$\text{Gl. 12) } c = \frac{(m - r)^2}{n}$$

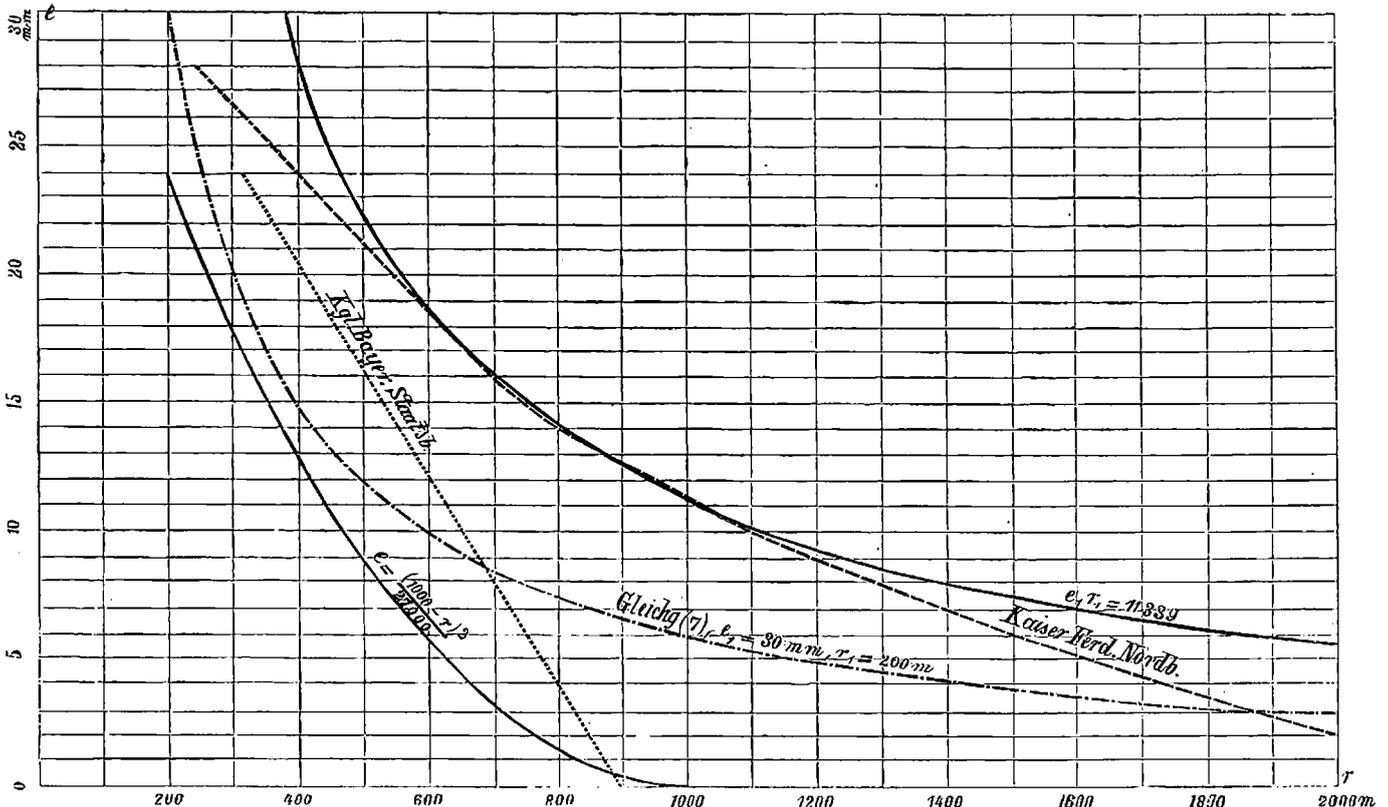
empfohlen, worin r den Krümmungshalbmesser in Metern, m und n Erfahrungszahlen bezeichnen. Das Ergebnis liefert Millimeter, und zwar wurde vorgeschlagen $m = 1000$, $n = 27000$ zu rechnen.*) Diese Formel vermag jedoch, so wie die Sachen liegen, keinerlei Aufklärung herbeizuführen, auch wenn eine noch so große Zahl von Erfahrungsergebnissen gesammelt wird, weil der Ausdruck für e unter keinen Umständen die Form Gl. 12) annehmen kann. Man bedenke nur, daß für $r > m$ die Linie wieder ansteigen würde!

Wenn große auf Versuche zu verausgabende Kosten nutzbringend verwendet werden sollen, hat man sich nur um so mehr von der Theorie leiten zu lassen, ohne sich aber kleinlich in die rechnungsmäßige Verfolgung von Nebenumständen zu verlieren, bezüglich deren man mehr oder weniger auf Vermuthungen angewiesen ist.

Wenn sich bei den Beobachtungen Widersprüche ergeben, muß man deren Grund erforschen, nicht aber willkürlich Formeln aufstellen, welche nicht in Einklang stehen mit der

*) In Textabb. Fig. 64 (S. 112) ist neben den nach Gl. 11) und 12) berechneten Linien eine nach Gl. 7) für $e_1 = 30$ mm und $r_1 = 200$ m erhaltene, sowie, als Beispiele aus der Praxis die Spurerweiterungsvorschrift der Kaiser Ferdinands-Nordbahn und die der K. Bayrischen Staatsbahnen bildlich dargestellt.

Fig. 64.



Natur der Sache und daher auch durch Beobachtung nie eine Bestätigung erfahren können.

Spurerweiterung und Schienenüberhöhung verlaufen gleichzeitig neben einander und im nämlichen Sinne. Nichtsdestoweniger aber stehen Beide keineswegs in solchem Zusammenhange, daß sie nicht getrennt für sich beurtheilt werden könnten und müßten. Allerdings wird überall, wo man eine Schienenüberhöhung braucht, auch eine Spurerweiterung nöthig, aber aus ganz verschiedenen Ursachen. Um daher aus der Beantwortung der im frühern Aufsatz*) angedeuteten Fragen betreffs der Schienenüberhöhung brauchbare Schlüsse ziehen zu können, müßte vor Allem die Spurerweiterung auf sämtlichen Versuchsgleisen einheitlich nach der richtigen Gebrauchsformel 7), die an Einfachheit gewiß Nichts zu wünschen läßt, bemessen werden, damit man den Einfluß der Spurerweiterung aus den Beobachtungsergebnissen auszuschneiden im Stande sei.

Wir haben alle die vorstehenden Ergebnisse aus der Be-

*) Organ 1896, S. 95.

trachtung eines einzigen Fahrzeuges gewonnen. Die naturgemäße Stellung der einzelnen, zu einem Zuge aneinandergehängten Fahrzeuge ist indessen im Bogen nicht die nämliche, wie die des freien, einzelnen Fahrzeuges. Sie hängt von der Art der Kuppelung, von der Länge und Schwere des Zuges u. s. w., kurz von Umständen ab, hinsichtlich deren man ausschließlich auf Annahmen beschränkt ist, die möglicher Weise ganz unzutreffend sein können. Daher werden hierauf eingehende Rechnungen nicht nur überaus verwickelt, sondern auch von zweifelhaftem Werthe sein.

Da aber die Beweglichkeit eines Zuges sicherlich mit der Beweglichkeit der einzelnen Fahrzeuge innig zusammenhängt, so darf man wohl behaupten, was für die Bewegung des einzelnen Fahrzeuges im Bogen angemessen oder günstig ist, sei es auch für die Bewegung ganzer Züge, und das Grundgesetz für die Bewegung eines einzelnen Fahrzeuges müsse auch die Bewegung einer Gesamtheit von einander abhängiger Fahrzeuge beherrschen. In diesem Sinne können wir es bei unseren Ausführungen füglich bewenden lassen.

Dreiachsige, dreifach gekuppelte Locomotive mit lenkbaren Kuppelachsen (Bauart Klose) der Württembergischen Staatsbahnen.

Mitgetheilt von Kittel, Oberinspector in Stuttgart.

(Hierzu Zeichnungen auf Taf XVII.)

Die auf Taf. XVII dargestellte Locomotive ist im Jahre 1894 in Dienst gestellt worden und seitdem mit 20 Stück zur Nachbeschaffung gelangt. Veranlassung zu ihrer Einführung gab das Bedürfnis nach Locomotiven, welche auf den vielen sehr ungünstigen Linien des gebirgigen Landes möglichste Leistungs-

fähigkeit mit allgemeiner Verwendbarkeit verbinden. Zuerst war beabsichtigt, um die Leistungsfähigkeit einer Güterlocomotive hinsichtlich Zugkraft und gleichzeitig die höhere Fahrgeschwindigkeit einer Personenlocomotive erreichen zu können, drei gekuppelte Achsen und eine Laufachse anzuordnen; es ergab

sich aber, daß ein sehr großer Theil der Linien des Landes hinsichtlich der Brücken die Verwendung von schwereren Locomotiven als solchen mit drei Achsen auf absehbare Zeit nicht gestattet; es mußte daher den bezeichneten Anforderungen mit einer dreiaxigen Bauart entsprochen werden.

Die Locomotiven wurden durch die Maschinenfabrik Esslingen nach den Angaben des Herrn Oberbaurath Klöse zur Ausführung gebracht und unterscheiden sich von bisherigen derartigen Locomotiven hauptsächlich durch folgende Eigen thümlichkeiten.

Der Achsstand ist mit 5 m verhältnismäßig groß gewählt, um einen ruhigen Gang zu erzielen; die Cylinder sind innen angeordnet, einmal aus dem nämlichen Grunde, also insbesondere in Rücksicht auf die Oberbaurhaltung, und dann auf Grund der Erfahrung, daß die innere Lage der Cylinder eine Heizstoffersparnis gewährt. Die Endachsen sind lenkbar gemacht, um in den vielen stark gekrümmten Strecken ein möglichst widerstandsloses Befahren zu ermöglichen; die Raddurchmesser sind verhältnismäßig gering gewählt, um auf den un günstigen Gebirgsstrecken die einer Güterzuglocomotive entsprechende große Zugkraft zu erreichen.

Weiter ist hervorzuheben, daß verhältnismäßig lange Federn zur Verwendung gelangten, daß die Kessel in der Längsnaht geschweißt sind und daß die Steuerung nach einer neuen Anordnung zur Ausführung gelangt ist. Außerdem dürfte die Triebbremse Erwähnung verdienen, welche durch Dampf betrieben wird und zwar derart, daß sie durch Dampfauslaß aus dem Bremscylinder in Thätigkeit tritt.

Die Locomotive besitzt folgende Hauptabmessungen und Gewichte:

Gesamtachsstand	5000 mm
» mit Tender	10500 »
Cylinderdurchmesser	450 »
Kolbenhub	612 »
Raddurchmesser (neu)	1380 »
Kesselüberdruck	14 at
Heizfläche (feuerberührte):	
in der Feuerbüchse	6,64 qm
in den 205 Röhren	110,11 »
insgesamt	116,75 »
Rostfläche, gesammte	1,4 »
» freie	0,7 »

Achsdrücke der Locomotive auf die Schienen:

	leer	im Dienste
Vorderachse	12,6 t	13,9 t
Triebachse	11,8 t	13,8 t
Hinterachse	11,3 t	13,8 t
Gesamttgewicht	35,7 t	41,5 t

Hinsichtlich des Verhältnisses der Rostfläche zur Gesamt-

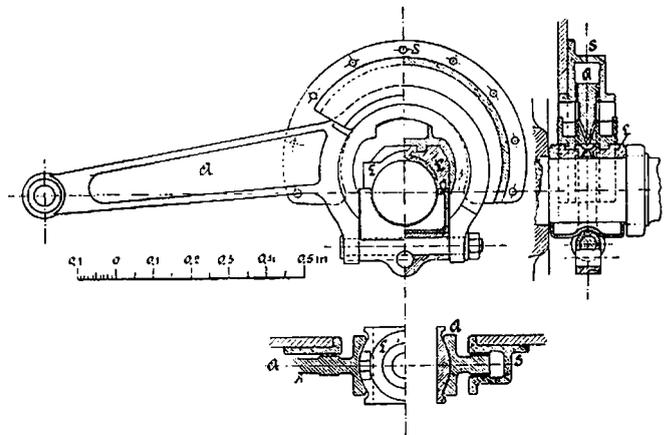
heizfläche $\frac{1,4}{116,75} = \frac{1}{83,4}$ mag erwähnt werden, daß auf den

Württembergischen Staatseisenbahnen infolge der geographischen Lage nur beste Kohlen und zwar vorzüglich Saarstückkohlen zur Verfeuerung kommen, und daß hierbei diese Rostfläche erfahrungsgemäß auch für die höchsten Leistungen genügend groß ist.

Bezüglich der Einzelheiten der Locomotive sei nachstehendes angeführt. Das Rahmengestell der Locomotive bildet wie bei allen neuen Locomotiven ein für sich bestehendes Ganzes, versteift und fest verbunden wie ein Kastenträger, an dessen steifen Wänden das Lauf- und Triebwerk angebracht und auf welchem der Kessel leicht aushebbar gelagert ist.

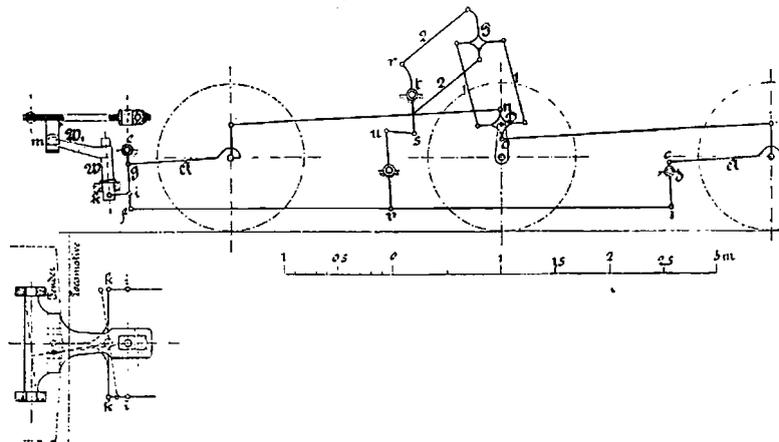
Die Achsen sind folgendermaßen angeordnet: Die mittlere Triebachse ist in dem innenliegenden Hauptraum in gewöhnlicher Weise gelagert und durch Schleifbacken geführt, außer-

Fig. 65.



dem als Kurbelachse auch noch in einem besonderen mittleren Hilfsrahmen gelagert. Die Endachsen sind durch armförmige Achsbüchsen A (Armlager) (Textabbildung Fig. 65) gefaßt, welche in seitlichem Sinne durch am Rahmen angenietete Schleifbacken S geführt werden; in diese Armlager ist die eigentliche Achslagerschale L etwas drehbar eingesetzt, so daß die Achse durch Verschiebung der beiden Armlager und damit der Achshälse in entgegengesetztem Sinne verdreht werden

Fig. 66.



kann. Hierzu sind die Enden der Armlager durch Hebel b c und e f (Textabb. Fig. 66) gefaßt, die so im Rahmen gelagert und unter sich verbunden sind, daß die Verschiebung einer Achsbüchse in der Längsrichtung eine gleich große, entgegengesetzt gerichtete, sowohl der zweiten zur gleichen Achse gehöri gen, als auch der auf der gleichen Rahmenseite gelegenen Achsbüchse der andern Endachse bedingt, so daß also jeweils die auf derselben Rahmenseite gelegenen Achsbüchsen sich in entgegengesetztem, die einander übereck gegenüberliegenden in

gleichem Sinne verschoben werden. Die Verbindung geschieht durch Stangen bf und den Doppelhebel kk.

Um zu bewirken, daß sich die Einstellung der vordern und hintern Locomotivachse in Gleisbögen stets in Uebereinstimmung mit der entsprechenden Winkelstellung der Längsachse des Tenders zu der der Locomotive befindet, ist der Doppelhebel kk durch die Welle W und den Arm W_1 , dessen Stein m zwischen Backen der Dreieckkuppelung greift, mit dem Tender zwangsläufig verbunden. Hierbei sind die Abmessungen der Hebel derart gewählt, daß die Locomotiv-Vorder- und Hinterachse in Krümmungen stets nach dem Krümmungsmittelpunkte gestellt werden.

Die der Verstellung der Endachsen entsprechende Verlängerung und Verkürzung der Kuppelstangen, welche die Endachsen mittels Kugelzapfen erfassen, erfolgt durch die Ausgestaltung des mittleren Kuppelzapfenlagers zu einem Kreuze D (Differenzialkopf), welches durch Verdrehung die Kuppelstangen länger oder kürzer werden läßt, unbeschadet der Kraftübertragung in hin- und hergehender Richtung (Textabb. Fig. 66). Die durch die Punkte n und o abgegebenen Schubkräfte sind gleich, da die Druckaufnahme in der Mitte des Kreuzes erfolgt. Um zu vermeiden, daß das Kreuz infolge ungleicher Widerstände umkippt, ist es zwangsläufig mit der beschriebenen Einstellvorrichtung der Endachsen verbunden, so daß jeder Stellung dieser Achsen im Rahmen eine bestimmte Winkelstellung des Kreuzes und somit eine bestimmte zugehörige Gesamtlänge der Kuppelstangen entspricht. Diese Verbindung ist hergestellt durch die Parallelogramm-Stangen 1,1 und 2,2 und das Stück P mit dem in t am Rahmen gelagerten Hebel rs, dessen Stellung durch die Stange su und einen Hebel uv in Abhängigkeit von der Verbindungsstange bf und damit der Endachsstellung gebracht ist.

Die Abmessungen der ganzen Vorrichtung sind derart gewählt, daß die Einstellung der Achsen bis in Krümmungen von 150^m Halbmesser erfolgen kann.

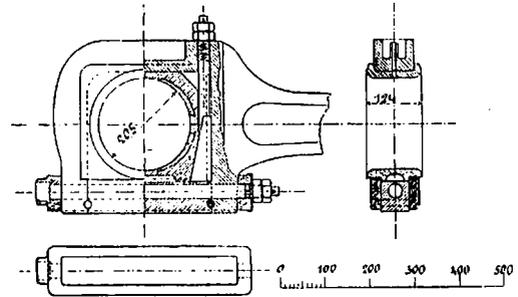
Die Tragfedern folgen den Achsbüchsen in der Längsrichtung und sind entsprechend unterstützt und aufgehängt. Sie haben bei 1160^m Länge 16 Blätter von 78^m Breite und 13^m Stärke.

Hinsichtlich der Dampfmaschine ist Folgendes zu bemerken: Die zwei Dampfzylinder sind in einem Stücke zusammengewachsen, welches gleichzeitig Schieberkasten und Kesselager bildet. Die Kreuzkopfführung ist breit gebaut und die Sohlen umschließend angeordnet, um gute Schmierung zu ermöglichen und Verunreinigungen abzuhalten. Die Pleuellstange ist mit nach unten zu öffnendem Lagerkopfe in besonders dauerhafter Weise ausgeführt (Textabb. Fig. 67).

Besondere Beachtung verdient die Steuerung. Sie ist in einer senkrechten Ebene mit den Pleuellstangen angeordnet, indem an die Pleuellstange mittels der Glieder xx (Textabb. Fig. 68) der Pleuellhebel y angeschlossen ist, welcher mit seinem Ende den Stein in der verstellbaren Joy-Schwinge auf- und abschleibt. Die Anordnung ist einfach und ergibt mit Füllungen von 0,2 bis 0,79 eine gute Dampfvertheilung.

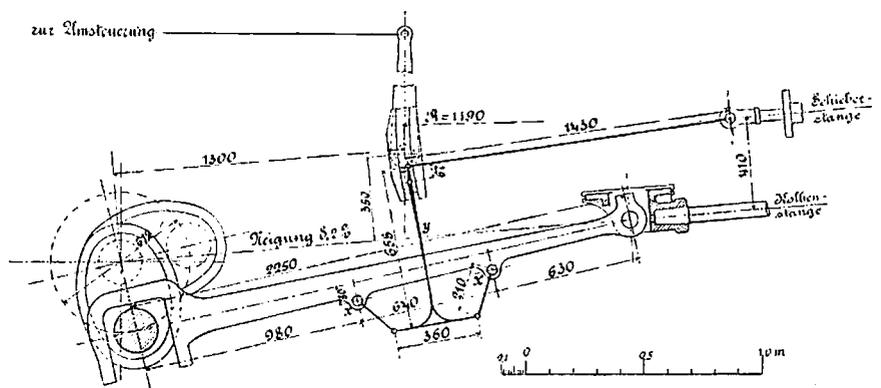
Der Langkessel besteht aus zwei gleichen in der Längsnaht geschweißten Schüssen von 1350^m äufserm Durchmesser und $14,5^m$ Blechdicke, welche durch einen ebenfalls geschweißten Laschenring verbunden sind. Die angewendeten Flußeisenbleche

Fig. 67.



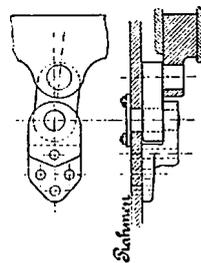
hatten 40,3 bis 41,2 kg/qmm Festigkeit, 28 % Dehnung, 49,8 bis 54,8 % Querschnittsminderung. Die Bleche des Stehkessels und die kupfernen Feuerbüchswände sind 17^m stark, die Stehbolzenentfernung beträgt 90^m . Die flußeisernen Feuerrohre

Fig. 68.



von $41/45^m$ Durchmesser haben 4169^m Länge zwischen den Rohrwänden bei einem gegenseitigen Achsabstande von 63^m . Die Rauchkammer ist zur Einschränkung des Funkenfluges verhältnismäßig lang gebaut, durch sie führt in der lothrechten Mittelebene der Locomotive hinter dem Blasrohre angeordnet ein einfaches Einströmungsrohr, welche Anordnung durch die Lage des Schieberkastens gerade unter der Rauchkammer ermöglicht war.

Fig. 69.



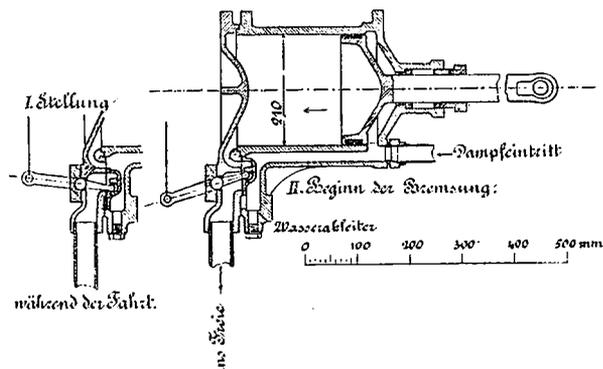
Erwähnenswerth dürfte noch sein, daß die Kesselauftragung und Niederhaltung an der Feuerbüchse mittels Rothguß-Stelzen erfolgt, welche nach Textabb. Fig. 69 ausgeführt sind.

Die Locomotiven sind, wie oben erwähnt, außer mit den Einrichtungen für die Luftdruckbremsung von Tender und Zug noch mit einer Triebbradbremse ausgerüstet, welche in der Weise durch Dampf betrieben wird, daß die Bremsklötze mittels Hebel und Dreiecken an die Mittelräder gepreßt werden, wenn der stets auf beiden Seiten eines Kolbens befindliche Dampf einerseits auf möglichst unmittelbarem Wege

ausgelassen wird. Hierdurch ist erreicht, daß der Cylinder stets erwärmt und der Dampfkolben jederzeit zu rascher Bewegung bereit ist, während bei anderen Anordnungen, bei welchen der austretende Dampf erst einen Vertheilungsschieber am Führerstande durchströmen muß oder bei welchen der Betriebsdampf

in Stellung II veranlaßt und es ist dieser Schieber so angeordnet, daß seine Bewegung von außen durch einen im Ausströmungrohr gelagerten Daumen erfolgt und keinerlei Stopfbüchse erfordert.

Fig. 70.



dem Cylinder erst im Falle der Bremsung zugeführt wird, die rasche Wirkung wegen des Niederschlages in den langen Röhren oder dem kalten Cylinder ungünstig beeinflusst wird. Der Dampfaustritt der hintern Kolbenseite und damit die Einleitung der Bremsung durch den Ueberdruck auf die vordere Kolbenseite wird durch Umstellen des kleinen Schiebers (Textabb. Fig. 70)

Die mit der vorstehend beschriebenen Locomotive in acht-zehnmonatlichem Betriebe gemachten Erfahrungen sind günstig. Ihre Zugkraft ist derjenigen der dreifachgekuppelten Güterzuglocomotive gleich; gleichzeitig kann die Locomotive schwere Personenzüge, insbesondere auf starken Steigungen, mit Vortheil befördern und hierbei anstandslos mit einer Geschwindigkeit bis zu 65 km/St. verkehren. Auf Strecken, wo Personenlocomotiven von 4^m Achsstand bis zum ersten Radabdrehen 24 000 km und Güterzuglocomotiven von 3,3^m Achsstand 30 000 km zurücklegten, liefen diese Locomotiven sämmtlich 50 000 km, ehe ein Abdrehen nöthig wurde.

Erwähnung mag schliesslich noch finden, daß auch einige dieser Locomotiven mit Verbundeinrichtung und mit zwei Aufsencylindern von 480^{mm} und 685^{mm} Durchmesser, sonst aber ganz gleichen Abmessungen und Gewichten, zur Ausführung gelangten und daß sich bei gleichen Dienstleistungen der durchschnittliche Heizstoffverbrauch in Kohlen umgerechnet bei beiden Locomotiven als annähernd gleich ergeben hat, nämlich bei der Zwillingmaschine zu 10,00 und 14,18 kg, bei der Verbundlocomotive zu 10,18 und 14,26 kg als Mittelwerthe von je 6 bzw. 7 monatlichem Dienst.

Betriebs-Ergebnisse der Verbund-Locomotiven ohne Anfahr-Vorrichtung, Bauart Gölsdorf.

(Hierzu zeichnerische Darstellung in Fig. 1, Taf. XVIII.)

Nach Angaben des Herrn Friedmann in Wien haben sich die bezüglich der Verbundlocomotiven ohne Anfahrvorrichtung, Bauart Gölsdorf früher*) mitgetheilten Betriebsergebnisse auch ferner bestätigt.

Ein Vergleich bezüglich des Brennstoffverbrauchs, angestellt auf der Strecke Wien-Amstetten im Monat October 1894 zwischen vier Verbund-Güterzug-Locomotiven (Serie 59) der K. K. österreichischen Staatsbahnen und 15 der im Kessel vollkommen gleichen älteren Normal-Güterzug-Locomotiven gewöhnlicher Bauart (Serie 56) derselben Bahnverwaltung giebt für die Serie 59 auf 1000 tkm einen mittleren Kohlenverbrauch von 64,2 kg für die Locomotiven der Serie 56 einen mittleren Kohlenverbrauch von 78,5 kg.

Die Verbundlocomotiven haben somit eine Kohlenersparnis von etwa 18% ergeben.

Nach Mittheilung A. Friedmann's befindet sich jetzt auch eine Verbund-Schnellzug-Locomotive, Bauart Gölsdorf, bei der K. K. österreichischen Staatsbahn im Betriebe, welche sich sehr gut bewährt hat. Die Locomotive sollte ein Gewicht des Wagenzuges von 200 t bei anhaltender Steigerung 1:100 mit einer Geschwindigkeit von 50 km/St. befördern können, einen Achsdruck von 14,5 t aber nicht überschreiten. Sie hat zu diesem Zwecke folgende Hauptverhältnisse erhalten:

Cylinderdurchmesser Hochdruck	500 mm
« Niederdruck	740 «
Kolbenhub	680 «
Triebraddurchmesser	2120 «
Laufraddurchmesser	1024 «
Gesamtachsstand	7300 «
Rostfläche	2,9 qm
Wasserberührte Heizfläche der Feuerkiste	11 «
« « « Feuerrohre	144,5 «
Gesamt-Heizfläche	155,5 «
Größte Füllung	92 %
Füllung in der Mittelstellung	10 %
Feuerrohre Anzahl	205
« Länge	4400 mm
« Aufsendurchmesser	51 «
Dampfüberdruck	13 at
Dienstgewicht I. Achse	12900 kg
« II. «	13900 «
« III. «	14400 «
« VI. «	14400 «
Gesamtwicht:	55600 kg
Leergewicht	49600 kg
Lineares Voreilen	8—9 mm
Größte Kanalöffnung bei 30 % Füllung	11 «

*) Organ 1894, S. 66.

Die Steuerung ist nach der Bauart Heusinger's von Waldegg ausgeführt.

Die Locomotive besitzt ein vorn liegendes zweiachsiges Drehgestell und zwei hinten liegende Triebachsen. Ihre Kesselmitte liegt verhältnismäßig hoch, nämlich 2,580 m über S.-O. Diese Anordnung ist durch die über den Innenrahmen hinaus-tretende Feuerkiste und den großen Durchmesser des Langkessels 1,420 m bedingt, hat indes die Ruhe des Ganges nicht beeinträchtigt. Cylinder und Steuerung liegen außen, die Rahmen innen, letztere sind vor der Triebachse eingezogen, so daß der Abstand der Cylindermitten nur 1,920 m beträgt und das Drehgestell vollkommen zugänglich ist. Das Verbindungsrohr zwischen beiden Dampfcylindern liegt größtenteils im Rauchkasten und trägt auf der höchsten Stelle ein auf $5\frac{1}{2}$ at belastetes Sicherheitsventil. Das Haupteinströmungsrohr führt vom Dome unmittelbar zum Hochdruckcylinder.

Die Bohrungen für den Eintritt des Frischdampfes in den Niederdruckcylinder sind derart angeordnet, daß deren Oeffnung bei einer Füllung von 62 % bis 65 % beginnt.

Mit einer dieser Locomotiven (No. 601) wurde am 16. Nov. 1894 eine Versuchsfahrt auf der 88 km langen Strecke Wien-Abtsdorf-Sigmundsb. angestellt, über welche Fig. 1, Taf. XVIII in Betreff der Fahrgeschwindigkeiten, der Leistungen in Pferdestärken, der Dampfspannungen, der Regleröffnungen und der Cylinderfüllungen ausführliche Angaben bringt.

Auf dieser Fahrt wurden auf der Strecke von km 0 bis km 40 mit einer mittlern Steigung von $0,375\frac{0}{100}$, bei einer Cylinderfüllung von 0,61 %, der Regleröffnung von 0,5 % bis 0,75 % und einer Fahrgeschwindigkeit von 70—80 km/St. 720 bis 770 P.-S. geleistet, während auf der Strecke von km 40 bis km 88 mit einer mittlern Steigung von $5,15\frac{0}{100}$ einer Cylinderfüllung von 0,55 % bis 0,7 % voller Regleröffnung und einer Fahrgeschwindigkeit von etwa 60 km/St. 680 P.-S. geleistet sind.

Diese Locomotiven haben sich hier noch als sehr leistungsfähig erwiesen.

Die Wipphebel-Entlastung an Brückenwaagen.

(Gesetzl. geschützt.)

Rieser Waagenfabrik von Zeidler & Co.

(Hierzu Zeichnungen Fig. 2 u. 3 auf Taf. XVIII.)

Bei dem stetig wachsenden Güterverkehre der Eisenbahnen werden an die Leistungen der Gleisbrückenwaagen stets gesteigerte Ansprüche gestellt, sowohl hinsichtlich der Betriebssicherheit als auch hinsichtlich der Leistungsfähigkeit. Die erste Forderung erfüllt im befriedigenden Maße die allgemein bewährte Bauart ohne Gleis-Unterbrechung.*) Die Leistungsfähigkeit aber hängt von der Entlastungsvorrichtung ab; je leichter und sicherer, d. h. ungefährlicher deren Handhabung, desto größer die Leistungsfähigkeit der Waage selbst. Eine bezüglich Schnelligkeit, Leichtigkeit und Ungefährlichkeit der Bedienung leistungsfähige Anordnung ist die in Fig. 2 u. 3, Taf. XVIII dargestellte Wipphebel-Entlastung.

Die Wirkung der Entlastung beruht auf dem Grundsatz der vollständigen Gegenwiegung der in dem Eigengewichte der Brücke, der Hebel u. s. w. enthaltenen unveränderlichen toten Last und des veränderlichen jeweiligen Gewichtes der zu wägenden Belastung. Ein am freien Ende des Wipphebels II bei r sitzendes Gewicht q gleicht die todt Last aus, so daß sich der Wipphebel bei unbelasteter Waage leicht auf- und niederstellen läßt, wobei die Waagenbrücke zwangläufig gehoben und gesenkt wird. Zur Wägung eines über der Waage stehenden Wagens treibt man mittels der Kurbel und Kettenantriebes das auf dem Wipphebel rollende Gewicht Q nach dessen freiem Ende hin vorwärts, wodurch sich der Wipphebel wagerecht stellt und die Brücke sich an die Räder anlegt bis das auf dem wagerechten Hebel rollende Gewicht Q das Uebergewicht über das Wagengewicht erlangt, der Wipphebel sich nach unten neigt, die Brücke steigt und den Waggon von den Fahrschienen abhebt. Nach Maßgabe des Wagengewichtes genügen zum er-

forderlichen Vorschube des Rollgewichtes schon einige Umdrehungen der Kurbel. — Sobald der niedergehende Wipphebel sich seiner tiefsten Lage nähert, hebt der Anschlagbolzen t den hintern Gewichtarm h der Sperrklinke aus, setzt diese also in Wirkung und verhindert so, trotz der geneigten Lage des Hebels II, das Weiterrollen von Q. Die Wagestellung ist hiermit erreicht. Nach ausgeführter Wägung wird mit der Kurbel das Rollgewicht zurückgezogen, wodurch der Wagen das Uebergewicht bekommt, sich auf die Fahrschienen aufsetzt und den Wipphebel wagerecht stellt, bis endlich das Rollgewicht in seiner Ruhelage eintrifft, wobei der Wipphebel durch ein der todt Last belassenes geringes Uebergewicht nach oben gestellt wird, die Brücke also in ihre tiefste Lage sinkt, somit das Gleis frei giebt. Recht klar tritt der Vortheil dieser Wipphebel-Entlastung aus nachfolgendem Vergleiche hervor, dem die Forderung zu Grunde liegt, daß eine einzige Person am Windwerk eine Last von 30 000 kg auf der Brücke heben muß. Bei den älteren Gleiswaagen ohne Gleisunterbrechung mit gewöhnlichem Entlastungswindwerke, aber mit Ausgleichgewicht für die todt Last und einen Theil der Verkehrslast*) sind zum vollständigen Aushube der Brücke erforderlich

bei innenliegenden Wäge-Schienen 18 Kurbelumdrehungen

bei außenliegenden Wäge-Schienen

(Querschwellenrost-Bauart) 12

«

und zwar sind diese 18 bzw. 12 Kurbelumdrehungen sowohl beim Heben der leeren Brücke ohne Verkehrslast als auch mit der größten Last, also stets erforderlich. Wird dagegen die Querschwellenrost-Bauart mit der Wipphebel-Entlastung vereinigt, so genügen schon

*) Organ 1893, S. 174.

*) Organ 1893, S. 174.

zum Anhuben der leeren Brücke . . .	$\frac{1}{3}$	Kurbelumdrehungen	
zum Anhuben der Brücke mit 15 000 kg Last	2	<	
zum Anhuben der Brücke mit 30 000 kg Last	4	<	

d. h. die erforderliche Zahl der Kurbelumdrehungen steigt und fällt mit der Größe der Last und hierin liegt der Vortheil dieser Bauart. Da ferner bei der Querschwellenrost-Bauart mit aufliegenden Wäge-Schienen ein Brückenhub von 20^{mm} erfahrungsgemäß vollständig ausreicht, so liegen die Spurräder der Räder auch bei ganz hochgewundener Brücke immer noch über die Hälfte unter Schienenoberkante, so daß ein Abrollen über die Schienenköpfe nicht stattfinden kann, selbst wenn die Waage in der Nähe einer Weiche oder Gleiskrümmung eingebaut ist. Die Ersparnis an Kraft und Zeit, die dadurch gesteigerte Leistung der Waage selbst wiegen die einmaligen Mehrkosten der Wipphebel-Entlastung bereits nach kurzem Gebrauche auf.

Als Vorzüge der Anordnung betont die Bauanstalt die folgenden:

1. Die Bauart ist einfach, sie enthält nur eine Kurbel und eine selbstthätig gesteuerte Sperrklinke.

2. Die Handhabung geht auch bei voller Belastung durch einen Mann mittels nur einiger Umdrehungen der Kurbel schnell und leicht vor sich.
3. Ein- und Auslegen von Klinken ist nicht nöthig, Zurückschlagen von Kurbeln oder Hebeln ist ausgeschlossen, die Bedienung ist also auch bei schwerster Last gefahrlos.
4. Alle Theile sind der Grubenfeuchtigkeit entzogen, mit einem Blicke zu übersehen und zugänglich, die Unterhaltung ist daher einfach und billig.
5. Die Anzahl der Theile ist eine äußerst geringe, daher der Reibungswiderstand unbedeutend; lange Seil- oder Kettenzüge mit Leitrollen, Kurbeln, Sperrklinken, auch besondere Hebel zur Bethätigung der Körperkraft des Wärters fehlen, also ist der Kraftverlust gering.
6. Die Brückengrube wird durch Gegengewichte und deren Führungen nicht beeinträchtigt, bleibt vielmehr ganz frei.
7. Die Anordnung bedingt keine besondere Ausgestaltung der Untermauerung oder der Grube, sie kann deshalb an Stelle der älteren Windstützen überall leicht eingebaut werden.
8. Der Raumbedarf ist so gering, daß die Einrichtung auch im engsten Gleisabstande der Bahnhöfe noch Platz findet.

Metallstopfbüchse nach amerikanischem Muster.

Von v. Borries, Regierungs- und Baurath in Hannover.

(Hierzu Zeichnungen Fig. 4 bis 6 auf Taf. XVIII.)

Die in meinen Reiseberichten von 1891 und 1893*) erwähnte Stopfbüchse ist seither an einer größeren Anzahl von Locomotiven der Preussischen Staatsbahnen in der auf Taf. XVIII in Fig. 4 bis 6 abgebildeten Ausführung zur Anwendung gelangt. Die Liderung besteht aus einem oder aus zwei, zusammen 25^{mm} hohen Dichtungsringen, welche einmal, oder wo nöthig zweimal schräg aufgeschnitten sind und durch eine kräftige Spiralfeder in eine sie umgebende Hülse mit kegelförmigem Boden mittels eines Druckringes hineingedrückt werden. Zwischen die Hülse und den Stopfbüchsendeckel ist ein linsenartiger Ring mit einer ebenen und einer Kugelfläche eingeschaltet, so daß die Hülse mit den Dichtungsringen den kleinen seitlichen Bewegungen der Stange zwanglos folgen kann.

Die Dichtungsringe führen daher die Stange nicht, sondern stellen nur den dampfdichten Abschluß her. Sie brauchen also nur mit geringem Drucke an der Stange anzuliegen und sind der Abnutzung weit weniger ausgesetzt als diejenigen Metalldichtungen, welche gleichzeitig als Führungen dienen. Infolgedessen halten diese Dichtungsringe bei guter Ausführung nicht selten von einer Ausbesserung der Locomotive bis zur nächsten aus. Die Stangen müssen aber von vorn herein genau cylindrisch und blank sein. Wo diese Stopfbüchsen nicht lange hielten, fanden sich in der Regel mangelhaft ausgeführte Stangen vor. Der Ersatz der Dichtungsringe ist ihres geringen Gewichtes wegen sehr billig. Der Bewegungswiderstand der Stangen in den Dichtungsringen ist gering.

Fig. 4, Taf. XVIII zeigt eine hintere Kolbenstangen-Stopfbüchse mit zwei Ringen ohne Grundbüchse, Fig. 6, Taf. XVIII einen dazu gehörigen Dichtungsring, welcher von einigen Werkstätten vorgezogen wird. Die Dichtungsringe müssen ganz leicht zwischen Hülse und Stange hineingehen, damit bei der Erwärmung durch den Dampf kein Klemmen eintritt. Sind, wie bei der Schieberstangen-Stopfbüchse Fig. 5, Taf. XVIII, Grundbüchsen zur Führung der Stange vorhanden, so macht man diese so lang, daß sie bis nahe vor den Druckring reichen, um bei etwa eintretendem Klemmen ein Zurückgehen der Dichtungsringe zu begrenzen.

Es ist zweckmäßig, den Durchmesser der Hülsen am Boden nur 2^{mm} größer als den der Stangen herzustellen, damit sich die Dichtungsringe nicht in den Zwischenraum hineindrücken. Nöthigenfalls kann die Hülse hierfür einen getheilten Bodenring erhalten.

Zum dichten Anlegen der Dichtungsringe genügt anfangs ein sauberes Zusammenpassen, später drücken sie sich auf der Kegelform des Bodens der Hülse der Abnutzung entsprechend von selber weiter an; die Schnittfugen erhalten daher keine meßbaren Spielräume. Die Metallmischung für die Dichtungsringe muß weich genug sein, um der Abnutzung zu folgen, aber auch hart genug, um ein Einklemmen zwischen Hülse und Stange zu vermeiden. Hier wird eine Mischung aus 89 Th. Zinn, 7 Th. Antimon und 4 Th. Kupfer verwendet. Vielleicht würde sich auch eine billigere Bleimischung verwenden lassen, indes scheinen die Stangen in der Zinnmischung mit weniger Reibung und sauberer zu laufen.

*) Organ 1894, S. 107.

Technische Angelegenheiten des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.*)

Statistik über die Dauer der Schienen.

Erhebungsjahre 1879/1890.

Herausgegeben von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, Berlin 1893.

(Mit 18 Blatt Zeichnungen.)

Bei der großen wirtschaftlichen Bedeutung, welche der Abnutzung und Dauer der Schienen zukommt, dürfte eine Mittheilung der bisherigen Ergebnisse der über Anregung der Technischen Commission des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen von der VI. Technikerversammlung zu Düsseldorf im Jahre 1874 bezw. von der Generalversammlung des Vereines zu München im Jahre 1876 im Vereinsgebiete eingeführten und von der Technischen Commission zu Coblenz im Jahre 1879 wesentlich vervollkommneten Schienenstatistik auch in weiteren Eisenbahnfachkreisen willkommen sein.

Wir bringen deshalb nachstehend das Wesentlichste aus der Einleitung zu der letzterschienenen Bearbeitung der Schienenstatistik, umfassend die Erhebungsjahre 1879/1890 zum Abdrucke und theilen die Schlusfolgerungen, zu welchen der mit dieser Bearbeitung betraute besondere Ausschufs gelangte, vollinhaltlich mit.

Auf der im Jahre 1874 in Düsseldorf abgehaltenen Techniker-Versammlung des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen wurde die Führung einer allgemeinen Statistik der in der freien Bahn verlegten Schienen »zur Ermittlung einer durchschnittlichen Schienendauer, und um über die Bedeutung derjenigen Factoren, welche aufser der über die Schienen bewegten Bruttolast auf die Zerstörung der Schienen von Einfluss sind, Klarheit zu erhalten«, für nothwendig erachtet.

In Verfolg dieser Anregung unterbreitete die Technische Commission des Vereines im Jahre 1876 der General-Versammlung zu München eine bezügliche Vorlage, auf Grund deren die Einführung einer Schienenstatistik, beginnend vom 1. Januar 1877, beschlossen wurde, für welche die Vereins-Verwaltungen alljährlich Aufzeichnungen nach vorgeschriebenem Muster (Fragebogen) an die geschäftsführende Verwaltung einzusenden hatten.

Die Bearbeitung der ersten Aufzeichnungen der Vereins-Verwaltungen über das Verhalten der Schienen (Erhebungsjahr 1877) führte zu der im Jahre 1879 veröffentlichten »Statistik über die Dauer der Schienen auf den Bahnen des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen«. Die das Erhebungsjahr 1878 umfassende gleiche Statistik ist nur im Manuscript fertig gestellt; von der Drucklegung bezw. Veröffentlichung dieser Arbeit wurde abgesehen, weil man inzwischen zu der Ueberzeugung gelangt war, daß eine weitere Bearbeitung der Schienenstatistik nach den bisherigen Grundsätzen brauchbare Ergeb-

nisse kaum liefern würde, woran namentlich die Fassung des Fragenheftes (Formular für die Eintragung der Erhebungen) die Schuld trug, welches ursprünglich nur für Eisenschienen bestimmt, später zur Benutzung auch für das Verhalten von Stahlschienen mit einigen nothdürftigen Zusätzen versehen worden war, welche nach den inzwischen gewonnenen Erfahrungen über das Verhalten dieser Schienen nicht ausreichten, um die Abnutzungserscheinungen in der zur Gewinnung sicherer Schlüsse nothwendigen Schärfe hervortreten zu lassen.

Die damalige »Commission für Technische und Betriebs-Angelegenheiten« beschloß deshalb ein vollständig neues Fragenheft auszuarbeiten und dessen Einführung bei der Generalversammlung des Vereines in Antrag zu bringen. Die betreffenden Anträge der Commission, welche von der Baden-Badener Generalversammlung (1880) unverändert angenommen wurden und im Wesentlichen noch heute für die Führung der Schienenstatistik maßgebend sind, finden sich des Näheren erläutert in einem Berichte, welcher dem betreffenden Generalversammlungsprotokolle (s. daselbst Seite 114 u. f.) als Anlage beigelegt ist, und auf dessen Inhalt an dieser Stelle noch besonders hingewiesen sein mag.

Dem Beschlusse der Baden-Badener Generalversammlung zufolge hat vom Jahre 1879 ab eine Bearbeitung der Schienenstatistik nur alle 3 Jahre stattgefunden und sind demgemäß von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereines herausgegeben worden:

1. im Jahre 1884:

Die Statistik über die Dauer der Schienen in den Hauptgleisen der Bahnen des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, Erhebungsjahre 1879/81;

2. im Jahre 1885:

Ein Nachtrag zu vorgenannter Statistik;

3. im Jahre 1887:

Die Statistik über die Dauer der Schienen in den Hauptgleisen der Bahnen, Erhebungsjahre 1879/84 und

4. im Jahre 1890:

Die Statistik über die Dauer der Schienen in den Hauptgleisen der Bahnen (Zusammenstellung der ermittelten Gruppen — Durchschnittswerthe), Erhebungsjahre 1879/1887.

*) Diese Abtheilung steht unter der Schriftleitung des Unterausschusses des Ausschusses für technische Angelegenheiten.

Die vorliegende Statistik umfaßt bis zum Schluß des Jahres 1890 bzw. bis in den Anfang des Jahres 1891 reichende Beobachtungen und Aufzeichnungen von 26 Vereinsverwaltungen.

Die Anlage der Statistik erfolgte, um eine Vergleichung mit den früheren Ergebnissen zu ermöglichen, genau nach dem Vorbild der letzten Veröffentlichungen. — Die in Bahnkrümmungen zu verzeichnenden Schienenabnutzungen, welche in der vorliegenden Bearbeitung zum ersten Male getrennt nach äußerem und innerem Schienenstrang angegeben sind, ließen sich unschwer in das bisherige Schema einfügen. Neu hinzugekommen sind die »zeichnerischen Darstellungen« der beobachteten Schienenabnutzungen.

Die Statistik zergliedert sich hiernach in

- a) Aufzeichnungen über eingleisige Versuchsstrecken (getrennt nach Verwaltungen),
- b) Aufzeichnungen über zweigleisige Versuchsstrecken (getrennt nach Verwaltungen),
- c) Zusammenstellung der »gleichartigen« eingleisigen Versuchsstrecken und Ermittlung der hinsichtlich der Schienenauswechslung und Schienenabnutzung sich ergebenden Durchschnittswerte in den einzelnen Gruppen,
- d) desgleichen, jedoch auf zweigleisige Versuchsstrecken bezogen,
- e) Zusammenstellung der Ermittlungen über die durchschnittliche Auswechslung der Schienen,
- f) Zusammenstellung der Ermittlungen über die durchschnittliche Abnutzung der Schienen,
- g) zeichnerische Darstellungen der Schienenabnutzungen in eingleisigen Bahnstrecken,
- h) zeichnerische Darstellungen der Schienenabnutzungen in zweigleisigen Bahnstrecken,
- i) zeichnerische Darstellungen der für die einzelnen Gleisgruppen ermittelten durchschnittlichen Schienenabnutzungen.

Die Aufzeichnungen über die Versuchsgleise enthalten — getrennt nach berichtenden Verwaltungen — eine übersichtliche Wiedergabe sämtlicher in Bezug auf die Schienenstatistik gemachten Mittheilungen; dieselben erstrecken sich auf:

1. Lage, Länge und Gestaltung der Versuchsgleise,
2. Abmessungen, Art und Gattung der Schienen und des Oberbaues,
3. Inanspruchnahme der Schienen während der Betriebszeit,
4. Schienenauswechslungen während der Betriebszeit,
5. Schienenabnutzung während der Beobachtungszeit.

Gegenüber früheren Bearbeitungen sind die in Rede stehenden Aufzeichnungen in einigen wenigen Punkten abgeändert bzw. ergänzt worden; beispielsweise enthalten dieselben, um ein Urtheil über den Grad der Genauigkeit der einzelnen Ermittlungen zu gewinnen, noch Angaben über das bei den einzelnen Verwaltungen zur Ermittlung der Bruttolast angewendete Verfahren, sowie Mittheilungen über den Apparat, mit dem die Schienenmessungen ausgeführt worden sind.

Wo dies erforderlich wurde, ist in Klammern das Maß der Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges hinzugefügt worden.

Es erschien ferner zweckmäßig, in den Tabellen auch noch die Erzeugungsart des Schienenmaterials zum Ausdruck

zu bringen. Die betreffende Spalte hat daher anstatt der früheren Bezeichnung »Fabrikant bzw. Erzeugungsart der Schienen« die Ueberschrift »Fabrikant bzw. Material der Schienen« erhalten.

Eine Zusammenfassung dieser Angaben ergibt, daß

- 497 Versuchsgleise aus Bessemerstahlschienen,
- 16 Versuchsgleise aus Thomasstahlschienen und
- 22 Versuchsgleise aus Martinstahlschienen

der Beobachtung unterzogen wurden.

Außer diesen Mittheilungen über Flußstahlschienen enthalten die unter a) und b) genannten Aufzeichnungen noch nachrichtlich einige Angaben über das Verhalten von Schienen aus verschiedenartigem Material (Bessemerstahlkopfschienen u. s. w.) Da diese Schienen jedoch einer längst verlassenen Erzeugungsart angehören und im Ganzen nur 11 Versuchsstrecken hier in Frage stehen, so sind die bezüglichen Mittheilungen bei der weiteren Bearbeitung der Statistik unberücksichtigt geblieben.

Die Angaben über »Anordnung und Art der Bremsen, Material der Bremsklötze« sind in der vorliegenden Statistik gänzlich aufgelassen, da dieselben fast übereinstimmend lauten: »Durchgehende und Einzel-Bremsen, hölzerne und eiserne Bremsklötze«. — Bremsstrecken, die vor Stationen liegen und auf denen behufs Anhaltens der Züge regelmäßig gebremst wird, sind in die Statistik nicht mit einbezogen worden; es erschien demzufolge auch überflüssig, diejenigen Gefällsstrecken als Bremsstrecken besonders zu bezeichnen, auf welchen behufs Mäßigung der Fahrgeschwindigkeit gebremst werden muß.

Die unter c) und d) genannten Aufzeichnungen enthalten die auf Schienenauswechslung, Schienenverlust und Zahl der Schienenbrüche, sowie die auf Abnutzung der Schienen unmittelbar Bezug habenden Angaben, und zwar geordnet nach Versuchsstrecken von gleichen bzw. annähernd gleichen Anlageverhältnissen sowohl für Gleise auf Querschwellen, als auch für Gleise auf Langschwellen.

In den unter e) und f) genannten Aufzeichnungen folgt sodann eine Nebeneinanderstellung der aus den Aufzeichnungen c) und d) für die einzelnen Gleisgruppen ermittelten Durchschnittswerte, und zwar enthalten die Aufzeichnungen unter e) die für die Schienenauswechslung u. s. w., jene unter f) die für die Abnutzung der Schienen sich ergebenden Durchschnittswerte derart aufgeführt, daß dieselben — getrennt nach Querschwellenoberbau und Langschwellenoberbau —

- a) für Schienen in eingleisigen Strecken,
- b) für Schienen in zweigleisigen Steigungs- und
- c) für Schienen in zweigleisigen Gefällsstrecken

behufs leichterer Vergleichung nebeneinander gestellt erscheinen.

Die zeichnerischen Darstellungen erstrecken sich auf eine bildliche Wiedergabe der wesentlichsten, auf die Abnutzung der Stahlschienen Bezug habenden Angaben:

1. die Beobachtungszeit,
2. die Zahl der während dieser Zeit über die Versuchsstrecken gerollten Millionen Tonnen Bruttolast,
3. die Zahl der ausgeführten Schienenmessungen,
4. die auf 1 Million Tonnen Bruttolast entfallenden Höhen- und Flächenabnutzungen in Versuchsstrecken, die in Krümmungen liegen, außerdem noch

5. das Maß der Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges und

6. die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit.

Diese Angaben sind für jede Versuchsstrecke derart veranschaulicht, daß die einzelnen Werthe von der Nulllinie aus als Höhen auf senkrechte, die Versuchsstrecken darstellende Linien aufgetragen wurden, so daß die Verbindungslinien der gleichnamigen Höhenendpunkte ein Bild der Schwankungen geben, welche die in Betracht gezogenen einzelnen Werthe zeigen.

Aus der vorliegenden Statistik ergeben sich nachstehende

Schlussfolgerungen.

Wie bereits in den Vorworten der früheren statistischen Nachrichten über die Dauer der Schienen mehrfach hervorgehoben ist, kann der Zweck der Statistik, einen zahlenmäßigen Nachweis zu erbringen über die Dauer der Schienen, je nach Art ihrer Verwendung in verschiedenartig angelegten Versuchsstrecken, naturgemäß nur erreicht werden durch langjährige Erfahrungen, wobei der Werth der Endergebnisse der Länge der Beobachtungsdauer entspricht.

Wenn nun auch bei der großen Lebensdauer der Flusstahlschienen, um welche es sich hier lediglich handelt, eine 12jährige Beobachtungszeit noch nicht als ausreichend zu erachten ist, um aus den bezüglichen Mittheilungen einwandfreie Schlüsse abzuleiten, so mögen doch in Nachstehendem die Ergebnisse der vorliegenden Statistik etwas näher beleuchtet werden.

Es kann sowohl aus den Mittheilungen über die beobachteten Schienenauswechselungen, als auch aus den Mittheilungen über die Abnutzung der Schienen ein Schluss auf die voraussichtliche Dauer derselben gezogen werden.

Die Nachrichten über die nothwendig gewordenen Schienenauswechselungen dürften theoretisch in erster Linie geeignet erscheinen, die Frage der Schienendauer zu beantworten, denn die Auswechslung der Schienen hängt nicht allein ab von der Abnutzung der Schienen, sie wird vielmehr meist früher bedingt durch anderweitige Zufälligkeiten, wie durch das Zerfahren des Schienenkopfes an den Stößen, durch Brüche der Schienen infolge zu großer Härte des Materials, durch andere Materialfehler (Gufsblasen) u. s. w. — Für die Auswechslung der Schienen sind daher neben der übergerollten Bruttolast und Lage der Bahn in Krümmung und Neigung auch noch die durchschnittliche Radbelastung, Zugszahl und Zugsgeschwindigkeit, die Schienenstoßverbindungen und die Schwelleneintheilungen von besonderer Bedeutung.

Als Vergleichseinheit bei Ermittlung der Auswechslungscoefficienten ist nach dem Vorbild der früheren Bearbeitungen die Inanspruchnahme des Gleises durch 1 Million Tonnenkilometer angenommen, d. h. alle für die Auswechslung der Schienen in Frage kommenden Angaben sind zur Ermöglichung eines bequemen Vergleichs derart umgerechnet, daß sie sich auf ein Gleis von 1 km Länge beziehen, über welche eine Bruttolast von 1 Million Tonnen gerollt ist.

Eine nähere Betrachtung des Endergebnisses der Ermittlungen über die Auswechslungen der Stahlschienen läßt

jedoch erkennen, daß, obgleich hier die Versuchsstrecken nach ihrer verschiedenartigen Inanspruchnahme in Neigung und Krümmung getrennt aufgeführt erscheinen, der Abgang der Schienen ganz ungleichmäßig erfolgt und daß weder mit zunehmender Neigung, noch mit zunehmender Krümmung der Strecken ein stetiges Wachsen der Auswechslungsziffer eintritt. Dies Ergebnis kann nicht überraschen. In den Auswechslungsziffern sind zunächst auch die Schienenbrüche, also ganz zufällige Vorkommnisse enthalten, und ist schon dieser Umstand allein geeignet, eine etwa vorhandene Gesetzmäßigkeit der normalen Auswechslung nicht hervortreten zu lassen.

Außerdem sind die Auswechslungsergebnisse von Zufälligkeiten desto freier, und daher um so verlässlicher, je länger die betreffende Versuchsstrecke ist. — Da aber die Längen der Versuchsstrecken zwischen 22^m und 6600^m schwanken, so können die aus denselben berechneten Durchschnittswerthe nicht untereinander von gleicher Genauigkeit sein, selbst dann nicht, wenn die Materialbeschaffenheit aller Schienen die gleiche wäre, was bekanntlich nicht der Fall ist.

Hierzu kommt noch weiter, daß den vorliegenden statistischen Ermittlungen als Vergleichseinheit die über ein Gleis gerollte Bruttolast zu Grunde liegt, während das Ergebnis nicht nur von dieser, sondern auch von der Zahl und Fahrgeschwindigkeit der Züge, welche diese Bruttolast geführt haben, und davon abhängig ist, ob dieses Brutto auf Fahrzeugen mit geringer oder starker Radbelastung befördert wurde.

Es ist daher von den Ziffern der Gesamtauswechslung der Schienen und des gesammten Schienenverlustes zunächst eine Gesetzmäßigkeit nicht zu erwarten. Dieselben können lediglich nur dazu dienen, eine ganz beiläufige Vorstellung über den Schienenverbrauch in bestimmten Anlageverhältnissen der Bahn zu geben, und auch dies nur dann, wenn der betreffende Durchschnittswerth aus einer größeren Anzahl längerer Versuchsstrecken gewonnen worden ist.

Wird der — ohne Rücksicht auf Bahnneigungen und Bahnkrümmungen infolge einer Inanspruchnahme des Gleises durch 1 Million Tonnenkilometer ermittelte — durchschnittliche Schienenverlust von 1,57^m der Berechnung der durchschnittlichen Dauer des Querschwellenoberbaues zu Grunde gelegt, so ergibt sich bei der Annahme, daß der Abgang der Schienen stets gleichmäßig fortschreitet und eine Strecke die Grenze der Ausnutzung erreicht hat, sobald 25% der erstverlegten Schienen zerstört sind, als Zerstörungslast des Gleises $\frac{2000 \times 0,25}{1,57} = 318,5$ Millionen Tonnen. — Dieses Ergebnis

ist allerdings mit großer Vorsicht aufzunehmen, denn abgesehen davon, daß die Nachrichten über die Auswechslung der Schienen bei der Kürze der Beobachtungszeiten noch einen geringen Werth haben, ist auch die Annahme nicht zutreffend, daß der Abgang der Schienen stets gleichmäßig fortschreitet; derselbe wird vielmehr an der Grenze der Betriebssicherheit schneller vor sich gehen.

Nach v. Stockert (siehe Organ 1890, S. 258 u. f.) schreitet die Zerstörung der Stahlschienen annähernd nach dem Gesetze einer Vierteilellipse fort, deren Abscissen x die über die betreffende Strecke beförderten Bruttolasten, und die zu-

gehörigen Ordinaten y die hierbei erfolgten Schienenauswechslungen (mit Ausschluß der Brüche) in Procenten des Gesamtbestandes vorstellen. Die wagerechte Halbaxe a der Viertelellipse bedeutet demnach diejenige Bruttolast, welche bis zur Zerstörung des ganzen Bestandes über die Schienen befördert werden könnte, und die senkrechte Halbaxe $b = 100\%$ den zu beobachtenden Schienenbestand. Die wahrscheinliche Zerstörungslast des ganzen Bestandes ist hier-

$$a = \frac{100 x}{\sqrt{200 y - y^2}};$$

für die 484 Versuchsstrecken der vorliegenden Statistik — welche Querschwellenoberbau betreffen — ergibt sich die durchschnittlich über dieselben beförderte Bruttolast mit 24,376 Millionen Tonnen, und die hierdurch hervorgerufene Auswechslung (mit Ausschluß der Brüche) zu 2,568% des ursprünglichen Schienenbestandes.

Hiernach würde sich unter Zugrundelegung der von Stockert'schen Formel die durchschnittliche Zerstörungslast aller Schienen dieser 484 Versuchsstrecken ergeben mit:

$$a = \frac{100 \times 24,376}{\sqrt{200 \times 2,568 - 2,568^2}} = 108,3 \text{ Millionen Tonnen.}$$

Da es sich nach v. Stockert ferner empfiehlt, die Auswechslung einer ganzen Strecke aus wirthschaftlichen Gründen schon dann vorzunehmen, wenn 20 bis 30% (also im Mittel 25%) des ursprünglichen Bestandes ausgewechselt sind, so findet man diejenige wahrscheinliche Bruttolast, welche bis zur thatsächlich erfolgenden Auswechslung des Schienenbestandes über die oben genannten 484 Versuchsstrecken mit Querschwellenoberbau im Durchschnitt befördert werden könnte, aus der Gleichung:

$$108,3 = \frac{100 x}{\sqrt{200 \times 25 - 25^2}}; \text{ d. h. } x = 71,6 \text{ Mill. Tonnen.}$$

Da indess auch der v. Stockert'schen Betrachtung lediglich die Bruttolast zu Grunde liegt und die Zugzahl und Fahrgeschwindigkeit, sowie die Größe der Radbelastung darin nicht zum Ausdruck kommt, so erscheint es geboten, von einer Schlussfolgerung in dieser Richtung zunächst noch abzusehen, und sind die vorliegenden Berechnungen nur als Beispiele anzusehen, welche darauf aufmerksam machen sollen, zwischen welchen weiten Grenzen die Ergebnisse derartiger rechnerischer Ermittlungen sich bewegen, je nach den der Rechnung zu Grunde gelegten Annahmen.

Weit verlässlicher als die Ergebnisse über die Auswechslungen, die — wie bereits erwähnt — von vielen Zufälligkeiten abhängig sind, sind die Ermittlungen, welche auf Abnutzung der Schienen Bezug haben.

Da von der Beobachtung solche Strecken, die vor Stationen liegen und auf denen behufs Anhaltens der Züge regelmäÙig gebremst werden muß, ausgeschieden sind, so sind für die Abnutzungen der Schienen im Wesentlichen nur die übergerollten Bruttolasten, die Lageverhältnisse der Strecken in Neigung und Krümmung, die Radlasten, die Zugzahl und die Zugsgeschwin-

digkeiten sowie die Festigkeitseigenschaften des Schienenmaterials — nicht aber die Längen der Versuchsstrecken von Bedeutung. Demgemäß ist in diesem Falle auch als Vergleichseinheit die Inanspruchnahme des Gleises durch 1 Million Tonnen Bruttolast angenommen.

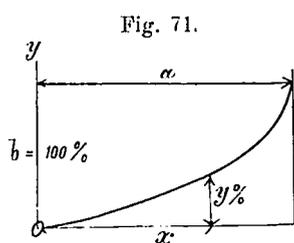
Wie aus der betreffenden Tabelle ersichtlich, weisen die Mittheilungen über die Abnutzungen der Schienen auch erheblich weniger Widersprüche und Auffälligkeiten auf, als diejenigen über die Auswechslung der Schienen.

Die auf den ersten 15 Blättern enthaltenen zeichnerischen Darstellungen — Zusammenstellung der Versuchsgleise, geordnet nach Strecken von gleichen bzw. annähernd gleichen Anlageverhältnissen — gestatten einen bequemen Vergleich der einzelnen Abnutzungsergebnisse und der wichtigsten, die Abnutzung der Schienen bedingenden Ursachen; sie ermöglichen auch einen Vergleich anzustellen über das Verhalten der Schienen, getrennt nach den verschiedenen Lieferungswerken. Sofern die Schienen der einzelnen Versuchsstrecken aus anderem Material als Bessemerstahl bestehen, ist dies in den zeichnerischen Darstellungen durch besonderen Hinweis (Thomasstahl, Martinstahl) ersichtlich gemacht.

Das Verhalten der Thomasstahlschienen (in 16 Versuchsstrecken) und der Martinstahlschienen (in 22 Versuchsstrecken) war zwar ein verhältnismäÙig günstigeres, indem ihre Abnutzung zumeist unter dem betreffenden Gruppen-Durchschnittswerthe verblieb; es kann jedoch aus diesen wenigen Beobachtungen ein zuverlässiger Vergleich mit den Bessemerstahlschienen (in 497 Versuchsstrecken) nicht gemacht werden.

Für die in Krümmungen liegenden Versuchsstrecken sind unter Angabe der Ueberhöhung des äußern Schienenstranges und der mittleren Fahrgeschwindigkeit der auf der Strecke fahrenden Züge die Abnutzungsergebnisse getrennt für den äußern und innern Schienenstrang dargestellt worden. Es ergibt sich, daß die Flächenabnutzung nicht in demselben Verhältnis zunimmt wie die Höhenabnutzung; die Flächenabnutzung ist im Allgemeinen im äußern Schienenstrang größer als im innern. Die Gesamtabnutzung der Schienen erscheint vielfach am geringsten (siehe z. B. die Angaben der Kaiser Ferdinands-Nordbahn), wenn die Ueberhöhung des äußern Schienenstranges derart gewählt ist, daß die Flächenabnutzung im äußern Schienenstrange größer wird als im innern, die Höhenabnutzung aber im innern Schienenstrang größer wird, als im äußern, und wird dieser Wahrnehmung in der Folge noch besondere Beachtung zu schenken sein.

Die Abnutzungswerte in den einzelnen Gleisgruppen weisen immer noch erhebliche Schwankungen auf; indessen wird eine auffällige Uebereinstimmung dieser Werthe kaum jemals erreicht werden, da hier Schienen verschiedener Werke und verschiedener Jahrgänge einander gegenüber stehen und auch die unvermeidlichen Fehler sowohl bei den Messungen der Schienen wie auch bei der Bestimmung der Bruttolasten das Endergebnis beeinträchtigen. Immerhin können aber wohl die für die einzelnen Gruppen ermittelten durchschnittlichen Abnutzungsziffern — sofern der Ermittlung eine größere Anzahl von Versuchsstrecken zu Grunde lag — als das Maß angesehen werden,



welches eine unter ähnlichen Anlageverhältnissen verlegte gute Schiene mindestens aushalten muß.

Die letzten 3 Blatt Zeichnungen veranschaulichen endlich die Abnutzungswerthe, wodurch ein bequemerer Vergleich des Verhaltens der Schienen

- a) in eingleisigen Bahnstrecken,
- b) in zweigleisigen Steigungsstrecken und
- c) in zweigleisigen Gefällsstrecken

ermöglicht ist.

Von noch vereinzelt vorkommenden Widersprüchen abgesehen, läßt sich aus der erwähnten Darstellung erkennen, daß sowohl in eingleisigen, als auch in zweigleisigen Bahnstrecken die Abnutzung der Schienen mit größer werdender Neigung und Krümmung der Strecken stetig im Wachsen begriffen ist.

In eingleisigen Strecken ist die Abnutzung größer als in zweigleisigen. Die Frage, ob bei zweigleisigen Strecken die Abnutzung im Gefälle oder in der Steigung erheblicher ist, läßt sich aus den vorliegenden Mittheilungen mit Sicherheit nicht beantworten.

Hingegen scheinen die »ohne Rücksicht auf die Bahnkrümmungen« vorgenommenen Endzusammenstellungen zu beweisen, daß die geringsten Abnutzungen nicht auf der geraden, wagerechten Strecke, sondern auf schwach fallenden Strecken (Neigung $1:333\frac{1}{3}$ bis $1:250$) vorkommen, was darin auch wohl seine Erklärung findet, daß auf diesen Strecken die Zugkraft der Locomotive nicht in Wirkung kommt, andererseits die Bremsen hier nur selten oder gar nicht in Benutzung genommen werden.

Wird nun, um aus den Beobachtungen der Schienenabnutzungen die Dauer der Schienen zu ermitteln, angenommen, daß bei einer Höhenabnutzung des Profils von rund 6 mm , die Grenze der Betriebssicherheit des Gleises erreicht ist, und wird ferner die sich für Querschwellenoberbau per 1 Million Tonnen Bruttolast im Durchschnitt ergebende Schienen-Höhenabnutzung von $0,097\text{ mm}$ der betreffenden Berechnung zu Grunde gelegt, so ergibt sich in diesem Falle als Zerstörungslast des Gleises

$$\frac{6}{0,097} = 61,9 \text{ Millionen Tonnen.}$$

Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die angegebene Rechnung nur dann geeignet ist, annähernd richtige Werthe zu liefern, wenn die zulässige Schienen-Höhenabnutzung des betreffenden Oberbaues festgestellt ist, und daß demgemäß das hier angeführte Zahlenergebnis nur als Beispiel für einen Oberbau gelten kann, dessen Schienen thatsächlich eine Höhenabnutzung von etwa 6 mm zulassen.

In der vorliegenden Statistik ist ein wichtiger Factor — die Materialbeschaffenheit der Schienen — noch außer Betracht geblieben, weil die bezüglichen Unterlagen hierfür nicht ausreichend waren, indem Schlag- und Biegeproben der auf ihre Abnutzung u. s. w. beobachteten Schienen überhaupt noch nicht, Zerreißproben bisher nur vereinzelt und überdies nach den verschiedenartigsten Grundsätzen ausgeführt wurden. Nachdem inzwischen die geschäftsführende Verwaltung des Vereins auf Anregung des Technischen Ausschusses den Vereins-Verwaltungen unter Mittheilung von »Vorschriften für die Einrichtung und Bearbeitung einer mit besonderer Rücksichtnahme auf die Materialgüte geführten Schienenstatistik« die Einrichtung neuer Versuchsgleise empfohlen hat (vergl. Rundschreiben vom 30. Juli 1891, Nr. 2477), dürfte in der demnächst erscheinenden, die Erhebungsjahre 1879/93 umfassenden Statistik über die Dauer der Schienen auch der Einfluß der Materialbeschaffenheit berücksichtigt werden können, und wird dadurch die Statistik voraussichtlich ganz besonders an Werth gewinnen.

Eine zahlreiche Betheiligung der Vereins-Verwaltungen an der Statistik mit besonderer Rücksichtnahme auf die Materialgüte der verlegten Schienen erscheint hiernach sehr wünschenswerth.

Hoffentlich werden von Erhebungsperiode zu Erhebungsperiode die heute noch vorhandenen Widersprüche mehr und mehr verschwinden und in späterer Zeit die Feststellung zuverlässiger Vergleichsziffern sich ermöglichen lassen. Von besonderem Werth für die Statistik würde es auch sein, wenn hinsichtlich der Versuchsgleise, die bis zur Grenze der Betriebssicherheit ausgenutzt sind, unmittelbar vor der Auswechslung nochmals genaueste Erhebungen für die Schienenstatistik stattfinden möchten und über das Ergebnis dieser Erhebungen bei der nächstfälligen Lieferung der Grundlagen zur Schienenstatistik ebenfalls berichtet würde.

Nach den vorstehenden Mittheilungen sind zuverlässigere Schlussfolgerungen erst aus den eine größere Erhebungsperiode umfassenden Beobachtungen zu gewärtigen und soll in Hinkunft auch der Einfluß der Materialbeschaffenheit der Schienen eine besondere Berücksichtigung erfahren.

Da nun bereits im laufenden Jahre die nächste Bearbeitung der die Erhebungsjahre 1879 bis 1893 umfassenden Beobachtungen fällig ist, so dürfen wir in nächster Zeit einen neuen Beitrag zur Schienenstatistik gewärtigen, der voraussichtlich neue Aufschlüsse über das Verhalten der Schienen im Betriebe bringen wird.

H. R.

Vereins - Angelegenheiten.

Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Statistische Nachrichten von den Eisenbahnen des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen für das Rechnungsjahr 1894.

Aus dem Vereinsberichte für das Jahr 1894 theilen wir in folgendem die wichtigsten Endergebnisse mit, denen vergleichshalber die Ziffern der beiden Vorjahre beigefügt sind.

Das Rechnungsjahr liegt nicht ganz gleich für alle Bahnen, es bezieht sich für 23 unter den 43 deutschen Eisenbahnen auf die Zeit vom 1. April 1894 bis zum 31. März 1895 und für die Chimay-Bahn auf die Zeit vom 1. October 1893 bis zum 30. September 1894. Bei allen übrigen Vereins-Bahnen fällt das Rechnungsjahr mit dem Kalenderjahre zusammen.

Im Ganzen gehörten dem Vereine 82 verschiedene Bahnbezirke an, wobei die einzelnen Verwaltungsbezirke größerer Staatsbahnnetze gesondert gezählt sind.

Jahr	Die gesammten Längen betragen					
	Bahnlänge km		Betriebslänge km			
	am Ende des Jahres					
	Hauptbahnen	Bahnen untergeordneter Bedeutung	Im Ganzen	Bahnen für Verkehr von Reisenden	Gütern	Im Ganzen
1894	57911	18440	76351	77914	78860	79018
1893	57633	17141	74774	76638	77521	77696
1892	57554	16312	73866	75549	76485	76607

Ueber die Gleislängen geben die folgenden Zahlen Aufschluss:

Jahr	Von der Bahnlänge sind km			Länge aller Nebengleise km	Von der ganzen Gleislänge sind in			Gesamtgleislänge km
	ein-gleisig	zwei-gleisig	drei-gleisig		ein-gleisigen Strecken %	zwei-gleisigen %	Nebengleisen %	
	1894	57608	19568	108	29578	45,5	30,9	
1893	56519	19095	90	28689	45,7	30,9	23,2	123710
1892	56232	18440	82	27934	46,4	30,4	23,0	121331

Bei der Vertheilung der Gleise in Hunderttheilen auf die Strecken sind die dreigleisigen ausgelassen, die in den Jahren 1892 und 1893 0,2%, im Jahre 1894 dagegen 0,3% der Gleise ausmachten.

Bezüglich des Oberbaues giebt die nachstehende Zusammenstellung die Ausdehnung der auf Querschwellen liegenden Gleise und die Bauart an:

Jahr	In dem Gesamtgleis liegen													
	Schienen aus			Schienen auf Querschwellen				Holzquerschwellen, Tausend Stück						
	Eisen	Stahl	Eisen und Stahl	bis 27 kg	27—32 kg	32—37 kg	über 37 kg	eichene	buchene	lärchene	tannene	Im Ganzen	getränkt	nicht getränkt
	km	km	km	km	km	km	km							
1894	25193	95837	5681	9210	23142	75871	13376	66556	8969	3634	38572	120474	72477	44395
1893	26297	91480	5932	8703	22199	75543	11835	66764	7935	3669	37451	118509	70452	44466
1892	27740	87311	6279	8303	23116	72637	11439	64904	7331	3639	36127	114711	66860	44292

Unter den Einzelangaben über die Holzschwellen fehlen die der Niederländischen Staatseisenbahnen, weshalb die Summe nicht mit den Einzelzahlen übereinstimmt. Auch liegen über die Anzahl der in den Linien der Großen Belgischen Centralbahn vorhandenen getränkten Schwellen keine Nachrichten vor.

Die Neigungsverhältnisse sind nach % der Längen folgende:

Jahr	Neigungen				
	1:∞	bis 1:1000	1:1000 bis 1:200	1:200 bis 1:40	steiler als 1:40
	%	%	%	%	km
1894	31	8	34	27	187
1893	31	8	35	26	163
1892	31	8	35	26	138

Die Krümmungsverhältnisse stellen sich in % der Länge wie folgt:

Jahr	gerade	R \geq 3000	R \leq 1000	R \leq 400	R \leq 200	R < 200
	%	%	%	%	%	km
1894	71	1	9	12	7	346
1893	72	1	9	12	6	310
1892	72	1	9	12	6	289

Die Aufwendungen für die Bahnanlagen betragen in Mark:

am Ende des Jahres	im Ganzen	auf 1 km
1894	18 316 945 922	245036
1893	17 933 456 647	245833
1892	17 537 104 028	244836

Im Verkehre der Reisenden wurden geleistet:

Jahr	Personenkilometer. Millionen.						Verkehr auf 1 km						Vom Verkehre für 1 km kommen in % auf				
	I	II	III	IV	Militär	Im Ganzen	I	II	III	IV	Militär	Im Ganzen	I	II	III	IV	Militär
1894	456,4	3242,4	11352,1	3670,2	1076,3	19797,4	5980	42486	148747	48091	14103	259407	2,3	16,4	57,4	18,5	5,4
1893	431,9	3084,6	10830,2	3627,6	1042,9	19017,2	5769	41197	144647	48451	13929	253993	2,3	16,2	56,9	19,1	5,5
1892	424,1	2935,2	10100,9	3320,3	935,6	17715,9	5732	39672	136526	44878	12645	239453	2,4	16,6	57,0	18,7	5,3

Die entsprechenden Leistungen im Güterverkehre sind folgende:

Jahr	Eilgut			Stückgut			Wagenladungen			Frachtpfl. Dienstgut			Lebende Thiere			Im Ganzen			Frachtfrei
	Kilometer-Tonnen	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Kilometer-Tonnen	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	Tonnen-Kilometer	Tonnen auf 1 km Bahn	Tonnen auf 1 km Bahn in %	
1894	223605366	2894	0,6	2384190109	30852	6,2	33257210656	430364	86,7	1755452991	22716	4,6	728741351	9430	1,9	35349200473	496256	100	1743043600
1893	205572040	2711	0,5	221513045	30611	6,2	32604829344	429922	87,0	1741422883	22962	4,7	587106383	7741	1,6	37460443695	493947	100	1534161081
1892	187952880	2509	0,5	2203951723	29421	6,3	30363672519	405336	86,6	1772852143	23666	5,0	545307155	7280	1,6	35073736420	468212	100	1279220938

Die Einnahmen des ganzen Netzes stellten sich in den drei Jahren wie folgt:

Jahr	Verkehr der Reisenden										Güterverkehr										Gesamteinnahme							
	Einnahme auf 1 Personen-Kilometer						Von den Einnahmen für 1 km mittlerer Betriebslänge kommen % auf				Gesamteinnahme	Einnahmen für 1 Tonnen-Kilometer					Von der Einnahme für 1 km mittlerer Betriebslänge kommen % auf					Gesamteinnahme überhaupt	Es kommen % auf					
	I	II	III	IV	Militär	überhaupt	I	II	III	IV		Militär	Eilgut	Stückgut	Wagenladungen	Frachtpfl. Dienstgut	lebende Thiere	überhaupt	Eilgut	Stückgut	Wagenladungen		Frachtpfl. Dienstgut	lebende Thiere	Nebeneinnahmen	Reisende	Güter	Sonstiges
1894	6,70	4,53	2,59	1,97	1,47	2,82	5,5	26,2	52,5	13,0	2,8	1492688134	20,79	9,71	3,80	1,79	7,18	3,81	3,5	15,5	73,6	2,1	3,5	2,2	2117444590	27,4	70,5	2,1
1893	6,65	4,55	2,62	1,99	1,48	2,84	5,3	26,0	52,5	13,3	2,9	1453540200	21,32	9,95	3,29	1,82	7,39	3,79	3,0	15,9	73,7	2,2	3,0	2,2	2056189470	27,2	70,7	2,1
1892	6,79	4,63	2,67	1,98	1,51	2,90	5,6	26,5	52,4	12,8	2,7	1371775755	21,48	9,94	3,32	1,83	7,26	3,82	2,9	16,0	73,6	2,4	2,9	2,2	1945302106	27,4	70,5	2,1

Die Ausgaben betragen für:

Jahr	Allgemeine Verwaltung		Bahn-Aufsicht und -Erhaltung		Verkehrsdienst		Zugförderungs- und Werkstätten dienst		Gesamte Betriebsausgaben	
	Im Ganzen	Für 1 km Betriebslänge	Im Ganzen	Für 1 km Betriebslänge	Im Ganzen	Für 1 km Betriebslänge	Im Ganzen	Für 1 km Betriebslänge	Im Ganzen	Für 1 km Betriebslänge
1894	119974843	1548	285378659	3682	446672104	5762	323124956	4168	1175150562	15160
1893	111848826	1472	294318400	3873	435146943	5727	314455192	4139	1155769361	15211
1892	108119287	1440	290357267	3869	431702492	5752	327643896	4365	1157822892	15426

Die Ueberschufsergebnisse zeigt die folgende Zusammenstellung, in welcher die wirklichen Ueberschüsse und Minderbeträge besonders kenntlich gemacht, auch die Verhältnisse der Betriebsausgabe zur Gesamteinnahme in % angegeben sind:

Jahr	Einnahme-Ueberschufs		Betriebs-Ausgabe in % der Gesamteinnahme
	Im Ganzen M.	Auf 1 km Betriebslänge M.	
1894	942299029 - 5001	12170	55,5
1893	900476132 - 56023	11850	56,2
1892	787550640 - 71426	10492	59,5

Betriebsunfälle sind nach Ausweis der nachfolgenden Zusammenstellung vorgekommen:

Jahr	Entgleisungen			Zusammenstöße			Sonstige Unfälle			Im Ganzen		
	Freie Bahn	Bahnhof	Im Ganzen	Freie Bahn	Bahnhof	Im Ganzen	Freie Bahn	Bahnhof	Im Ganzen	Freie Bahn	Bahnhof	Im Ganzen
1894	269	691	960	55	508	563	1284	3062	4346	1608	4261	5869
1893	251	739	990	79	481	560	1069	2507	3576	1399	3727	5126
1892	288	789	1077	81	502	583	1183	2823	4006	1552	4114	5666

Ueber die vorgekommenen Tödtungen (t) und Verwundungen (v) giebt die nachstehende Zusammenstellung Auskunft:

Jahr	Reisende										Beamte						Dritte Personen						Im Ganzen												
	unverschuldet		durch eigene Schuld		im Ganzen						unverschuldet	durch eigene Schuld	im Ganzen				unverschuldet	durch eigene Schuld	im Ganzen				unverschuldet		durch eigene Schuld		zusammen								
	t	v	t	v	überhaupt	auf je 1000000				überhaupt			auf 1000000	überhaupt	auf 1000000	überhaupt			auf 1000000	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v	t	v		
						Personen-Kilometer	Wagen-achs-Kilometer	Personen-Kilometer	Wagen-achs-Kilometer		Personen-Kilometer	Wagen-achs-Kilometer					Personen-Kilometer	Wagen-achs-Kilometer																Personen-Kilometer	Wagen-achs-Kilometer
1894	7	209	55	183	62	392	0,003	0,020	0,003	0,018	30	308	501	2527	531	2835	0,02	0,13	21	62	409	387	430	449	0,02	0,02	58	579	0,03	965	3097	0,19	1023	3676	0,21
1893	4	153	83	169	87	322	0,005	0,017	0,004	0,015	32	326	582	2483	614	2809	0,03	0,13	10	115	363	358	373	473	0,02	0,02	46	594	0,03	1028	3010	0,19	1074	3604	0,22
1892	3	199	61	134	64	333	0,004	0,019	0,003	0,016	31	387	532	2307	563	2694	0,03	0,13	14	46	390	317	404	363	0,02	0,02	48	632	0,03	983	2758	0,18	1031	3390	0,22

An Achs-, Reifen- und Schienenbrüchen fielen vor:

Jahr	Achsbrüche		Reifenbrüche		Schienenbrüche							Zahl der Unfälle durch Schienenbrüche
	Anzahl	Zahl der Unfälle durch Achsbrüche	Anzahl	Zahl der Unfälle durch Reifenbrüche	Anzahl							
					bei eisernen Schienen	bei Stahlschienen	bei Stahlkopfschienen	im Ganzen	davon auf eisernen Langschwelen	auf 1 km Betriebslänge		
1894	120	29	2748	43	314	10574	371	11259	1458	0,14	8	
1893	118	31	2611	42	337	10302	443	11082	1525	0,14	9	
1892	140	28	2915	33	338	11330	391	12059	2811	0,16	16	

Die vorstehenden Zifferangaben bilden nur einen kurzen Auszug aus dem Berichte, der für jeden der 82 Bahnbezirke

die eingehendsten Einzelmittheilungen über Bau, Betrieb, Verwaltung, Zahl der Angestellten u. s. w. enthält.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Köpcke's Sandgleis.

Im Anschlusse an frühere Veröffentlichungen*) macht Herr Geheimer Finanzrath Köpcke in Dresden wiederholt darauf aufmerksam, dafs die besten Signaleinrichtungen das Ueberfahren von Signalen wegen bösen Willens, Krankheit, Trunkenheit und Unfällen der Zugmannschaft, wegen Versagens der Bremsen infolge von Fehlern, großer Geschwindigkeit auf starkem Gefälle oder ungünstiger Witterung, wegen Nebels u. s. w. nicht verhüten und dafs dann schwere Unfälle unausbleiblich sind. Er betont, dafs man neben den Signalen ein Mittel verwenden mufs, welches verkehrt laufende Züge zwangsweise und sicher zugleich schützt und unschädlich macht. Als solches hat sich das Sandgleis bewährt, die Entgleisungsweiche genügt nicht, weil sie den Zug selbst in größte Gefahr bringt.

Bei der Anlage zweigt Köpcke mittels niedriger Schiene zwischen zwei Längsbalken, oder zwischen Fahrschiene und auf die Querschwellen gebolztem Führungswinkel eine Gleisschleife bloß mit Zungenspitzen ohne Herzstücke von den Fahrschienen ab, so dafs der Kopf der Schleifenschiene in einem beiderseits geschlossenen Kasten tiefer, als der der Fahrschiene liegt, und dieser Kasten wird bis zum Kopfe der Fahrschiene mit Sand gefüllt, so dafs ein in die Schleife laufender Zug zwar noch in einem Kasten und über einer Schiene sicher geführt wird,

*) Organ 1893, S. 115.

wegen des sehr großen Widerstandes im Sande aber schnell zum Stehen kommt.

Eine solche Anlage ist bei der Einfahrt von Görlitz in den Güterbahnhof Dresden-Neustadt ausgeführt, wo früher bei der Fahrt im Gefälle ein grosser Unfall vorgekommen ist. Die Güterzüge sollen hier vor der Einfahrt in ein Güterneben Gleis (Aufstellung) an einer bestimmten Stelle des Einfahrgleises halten. In dem Nebengleise liegt hinter dem Merkpfehle die Schleifenweiche des angelegten Sandgleises. Bei »Halt«-Stellung des Einfahrsignals für das Hauptgleis steht die erste Weiche für das Nebengleis und die zweite für das Sandgleis, in das also ein durchgegangener Güterzug einläuft; steht das Signal für Fahrt im Hauptgleis, so steht die Weiche des Nebengleises entsprechend und das Sandgleis wird auch in seiner Weiche abgeschnitten. Alle Güterzüge sollen vor der Einfahrt in das Nebengleis halten, gehen sie durch, so gehen auch sie in das Sandgleis; halten sie richtig, so wird nun das Einfahrsignal für das Nebengleis gestellt, welches von der Stellung der Abzweigung und der Sandgleisweiche für das Nebengleis abhängig ist, die Umstellung der Sandgleisweiche und damit des Fahrsignals für das Nebengleis ist nicht eher möglich als bis der ganze Zug über die Sandgleisweiche weg in das Nebengleis gefahren ist. Eine selbstthätige Leitung von Personenzügen in das Sandgleis ist nicht vorgesehen; es würde aber im Nothfalle der Signalarbeiter auch einen solchen in das Sandgleis lenken können.

Eine weitere Ausführung von 170^m Sandgleis enthält ein Nebengleis des gefährlich liegenden Bahnhofes Kratzau (Linie Reichenberg-Zittau), und mehrere kleinere Anlagen sind über das Netz der sächsischen Staatsbahnen vertheilt. Im Verschiebbahnhöfe Friedrichstadt-Dresden*) fängt man weggelaufene Wagen mittels kurzer Sandgleise auf, eine wichtige und erfolgreiche sichernde Ergänzung des Verschiebens mittels Ablaufens.

Die allgemeine Einführung stößt auf Hindernisse, weil Kosten dadurch verursacht werden, welche manchen noch nicht genügend begründet erscheinen und weil man Verletzungen und Entgleisungen leerer Wagen im Sandgleise fürchtet. Dem hält Herr Köpcke Folgendes entgegen: Dafs ein Zug von 13 Wagen, mit leeren in der Mitte, bei 170,5 t Gewicht bei einer Widerstandszahl von 0,0675 ohne den geringsten Schaden im Sandgleise zum Stehen kam, ist früher schon mitgetheilt. Die Frage, ob man gleiches auch bei langen Zügen von 75 Wagen erwarten kann, führt zu folgenden Erörterungen:

Die Bremsung des Zuges beginnt am Kopfe, die dadurch entstehenden Drucke in der Stofsvorrichtung sollten die im Betriebe vorkommenden nicht überschreiten. Eine Locomotive mit 56 t Reibungs-Nutzgewicht giebt rund 9 t Druck, bedeutend gröfser sind die an Wasserbuffern beobachteten Drucke**), welche bis rund 22,5 t nachweisbar sind, auch der Organ 1894, S. 37 angegebene Prellbock liefert höhere Drucke.***)

Wird nun die Sandschicht mit gleichmäfsiger Stärke ausgeführt, ist die Achslast q , die Zuglänge in Achsständen l , der zulässige Druck P , der Widerstandswert der Bahn c , der der Sandschicht allein f , die Neigung des Sandgleises $\pm \frac{1}{n}$, die Erdbescheinigung g und ist der Zug mit der Länge von x Achsständen im Sandgleise angelangt, so ist die Verzögerung $p = \frac{g}{1} \left(c \pm \frac{1}{n} l + f x \right)$ und der größte Druck am Anfange des Sandgleises $P = \frac{q(1-x)}{g} p - q(1-x) c \mp \frac{q(1-x)}{n}$; in beiden Ausdrücken gilt $+$ für steigendes, $-$ für fallendes Gleis. Wird p eingesetzt, so ist der größte Druck $P = \frac{qf}{1} (1x - x^2)$ unabhängig von Gleiswiderstand und Neigung. Er erreicht den höchsten Werth $P_{gr} = \frac{qfl}{4}$ bei $x = \frac{1}{2}$. Nach den früheren Mittheilungen war der Widerstand des Sandgleises nach Abzug des gewöhnlichen Gleiswiderstandes und des Luftdruckes = 0,0625. Wäre also das Zuggewicht $ql = 500$ t, so wird der größte Längsdruck im Sandgleise $\frac{1}{4} 0,0625 \cdot 500 = 7,8$ t. Demnach kann ein Zug von 60 8 t schweren Achsen unbedenklich in ein Sandgleis mit gleichmäfsiger Schicht des Widerstandes 0,0625 einfahren. Kurze Wagengruppen sind noch sicherer, also können kurze Sandgleise für Verschiebbahnhöfe gleichmäfsig mit 5 bis 8 cm Sand beschüttet werden. Um aber sehr schwere Züge auf-

zufangen, ist es besser, den Sandwiderstand allmählig anwachsen zu lassen, d. h. das Sandgleis mit einer Sandspitze zu versehen, welche durch allmähliges Anwachsen der Sandhöhe den Widerstand, mit 0 beginnend, etwa nach geradlinigem Gesetze auf die volle Höhe wachsen läfst.

Bei der Spitzenlänge a ist der Widerstand im Abstände x vom Spitzenende $\frac{x}{a} \cdot f$. Bewegt sich ein Zug auf der Sandspitze, so übertrifft der Widerstand in der vordern Hälfte des Zuges den mittlern um ebensoviele, wie der der hintern hinter diesem zurückbleibt; dieser Unterschied ist zugleich die größte Bufferkraft, die in der Zugmitte auftritt, ihr Betrag ist also, wenn das vordere Zugende um x_1 in die Sandspitze eingefahren ist, $\frac{1}{2} q \left(\frac{x_1 f}{a} - \frac{(x_1 - 0,5l) f}{a} \right) l = \frac{f \cdot q \cdot l^2}{8 \cdot a}$. Ist also der zulässige Bufferdruck P , so mufs $a = \frac{f \cdot q \cdot l^2}{8 P}$ sein. Für 150 Achsen

und $f = 0,0625$ mufs also $a = 175,78 \frac{q}{P}$ sein. Soll also der größte Bufferdruck der Achslast gleich werden, so mufs $a = 175,78$ Achsständen gleich sein.

In der voll besetzten Strecke würden keine Bufferdrucke auftreten, wenn nicht die ersten Wagen in dem frischen Sande einen vergrößerten Widerstand erführen; denkt man sich diese Vergrößerung durch Hinzufügung einer Zahl von Achsen am Zugkopfe ersetzt, so ergeben die Versuche, dafs diese Zahl höchstens etwa 5 beträgt, was bei langen Zügen nur geringen Einflufs hat.

Legt man den Sandgleis-Einlauf stufenförmig an, so darf bei dem Bufferdrucke P der Widerstand der ersten Stufe nach der oben ermittelten Formel für gleichmäfsige Sandschüttung $f = \frac{4 P}{q l}$ sein, bei $l = 150$ Achsen und $q = P = 8$ t also $\frac{4 \cdot 8}{8 \cdot 150} = 0,02667$ betragen und diese Stufe wäre für 75 Achsen einzurichten. Legt man die nächste Stufe für 10 Achsen an, so würde bei unverändertem Widerstande der Bufferdruck am Anfange des Sandgleises nach $P = \frac{q f}{1} (1x - x^2)$, und wenn wieder $P = q = 8$ t sein soll, so darf der ganze Widerstand $f = \frac{150 \cdot 8}{8 \cdot (150 \cdot 85 - 85^2)} = 0,02715$ sein. Dieser höhere Durchschnittswiderstand der ersten und zweiten Stufe ist durch Steigerung des Widerstandes der 10 Achsweiten langen zweiten Stufe zu erzielen. Der Widerstand f_2 der zweiten Stufe folgt also aus $f_2 \cdot 10 + 0,02667 \cdot 75 = 0,02715 \cdot 85$ mit $f_2 = 0,0308$. Ebenso können die zulässigen Widerstände neuer Stufen beliebiger Länge berechnet werden.

Vergleichende Berechnung ergibt, dafs die stufenförmige Anordnung ziemlich erheblich mehr Widerstandsarbeit liefert, als die Sandspitze.

Bei der Berechnung der Widerstandsarbeit sind die Widerstände des gewöhnlichen Gleises und der Steigung zu berücksichtigen. In Dresden-Neustadt fällt das Sandgleis mit $1:55$ (0,01818), also bleibt Gesamtwiderstand $0,0625 + 0,005 - 0,01818 = 0,04932$. Der mittlere Widerstand der Sandspitze ist um die Hälfte des reinen Sandwiderstandes ge-

*) Organ 1895, S. 5.

**) Soll ein 200 t schwerer Zug bei 3,9 m/Sec. Geschwindigkeit auf 2,5^m Länge aufgehalten werden, so ist der erforderliche Druck $\frac{200 \cdot 3,9^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 2,5} = \text{rund } 62$ t.

***) Centralblatt d. Bauverwaltung 1890, S. 399.

ringer, er beträgt also $0,04932 - \frac{1}{2} \cdot 0,0625 = 0,01807$. Die einzelne Achse erfährt eine Widerstandsarbeit, welche bei 112,5 Länge der Spitze, 30,37 Länge des Gleises und 3,5 m Achsstand $3,5(112,5 \cdot 0,01807 + 30,37 \cdot 0,04932) = 12,347$ m Hebung einer Achse, d. h. einer Einlaufgeschwindigkeit unter Verrechnung des Einflusses der drehenden Massen mit 5,3 % von $v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{12,347}{1,053}} = 15,17$ m/Sec. oder 54,6 km/St. entspricht, wobei 500 m Sandgleislänge angenommen sind.

Bei krummen Sandgleisen muß ein Bogen des Halbmessers r ein Seitendruck $k = \frac{P}{r}$ und die Fliehkraft $\frac{m v^2}{r}$ aufgenommen werden. Ist $r = 50$ Achsständen $= 175$ m und die Geschwindigkeit $v = 15$ m/Sec., so ist bei dem zugelassenen Längsdrucke von 8 t der Seitendruck für eine Achse $k = \frac{8}{50} = 0,16$ t und die Fliehkraft $\frac{8}{9,01} \frac{15^2}{175} = 1,05$ t, Kräfte, welche die Sandgleiseinfassungen ohne Gefahr aufnehmen können; letztere kann man auch durch entsprechende Querneigung des Sandgleises noch wesentlich einschränken.

Die für verschiedene Versuchszüge ermittelten Widerstandszahlen sind die folgenden:

Nr.	Zusammensetzung des Zuges Wagen	Geschwindigkeit m/Sec.	Widerstandszahl
1	2 leere, offen . . .	3,75	0,0880
2	4 « « . . .	4,17	0,0830
3	8 « « . . .	5,882	0,0664
4	10 beladene, offen . .	7,692	0,0543
5	3 leere, 10 beladene .	8,823	0,0675
6	2 « 9 « . . .	8,333	0,0632
7	9 beladene . . .	10,0	0,0622
8	9 « . . .	12,5	0,0760

Die bisher erzielten Ergebnisse der Versuche und Untersuchungen sind kurz folgende:

Sandgleise sind im Stande, auch die stärksten Züge aufzufangen, ohne daß zu hoher Bufferdruck und zu starke Pressung in Bögen nach außen entstände. Sie wirken allmählig, wie mit 1 : 16 steigende Gleise und sind daher namentlich Prellböcken überlegen: die Sandspitze wirkt wie eine Ausrundung gegen das Gefälle. Die Widerstandsarbeit einer Sandspitze entspricht einer Hebung um 19,25 m, für eine Achse ist also die Bremsarbeit $8 \cdot 19,25 = 154$ m/t. Die Anlage bei Dresden im Gefälle 1 : 55 giebt noch eine Widerstandsarbeit entsprechend 12,3 m Höhe.

Lange Sandspitzen verbessern die Wirkung gegenüber gleichmäßiger Sandschicht wesentlich. Die Anlage kann ohne erhebliche Schwierigkeiten auf den Querschwellen des Fahrgleises erfolgen. Bei Verwendung alter Schienen ohne Unterlegplatten und von Längshölzern als Begrenzung hat in Dresden-Neustadt eine Anlage von 500 m Länge rund 7150 M. gekostet.

Ein practischer Erfolg des Dresdener Sandgleises wurde am 21. December 1895 erzielt, wo ein Eilgüterzug auf dem Gefälle mit 8 besetzten Bremsen auf 55 Achsen nicht aufgehalten werden konnte. Der Zug war 246,8 m lang und wog im Ganzen 417 t. Der Zug kam zum Stehen als der Kopf über eine 100 m lange schwach besandete Einlaufstufe weg 225 m in das Sandgleis mit 5 cm Deckung gelaufen war. Die Einlaufgeschwindigkeit betrug nach Schätzung eines Wärters etwa 40 km/Std. $= 11,1$ m/Sec., die entsprechende Fallhöhe mit Berücksichtigung der drehenden Massen $\frac{11,1 \cdot 1,053}{2 \cdot 9,81} = 6,65$ m. Das lothrechte Gefälle der durchlaufenen Neigung ist 5,87 m, dem gewöhnlichen Gleiswiderstande von 0,005 entsprechend gehen davon $325 \cdot 0,005 = 1,62$ m ab, die zu leistende Bremsarbeit betrug also:

$$417(6,65 + 5,87 - 1,62) = \text{rund } 4545 \text{ m/t.}$$

Die nachgerechnete Summe der Producte aus den einzelnen Achslasten in die von den Achsen auf der vollbesandeten Strecke durchlaufenen Wege ist 45368 m/t. 16,9 t blieben auf der schwach besandeten Strecke und legten hier 88,75 m zurück: $16,9 \cdot 88,75 = 1500$ m/t; der Rest durchlief diese Strecke ganz $(417 - 16,9) 100 = 40010$ t/m. Der Widerstand dieser Strecke ist mit $\frac{1}{4}$ der voll besandeten zu schätzen, in m/t des Lastweges bei vollem Widerstande ergeben sich also: $\frac{41510}{4} + 45368 = 55745$ m/t, also ergibt sich die Widerstandsziffer der Bremsung für das volle Sandgleis zu $\frac{4545}{55745} = f$

$= 0,08151$. Demnach bliebe gegenüber den sonst beobachteten Widerständen für die Bremsen, die im Sandgleise doch erhöhte Wirkung haben mußten, nur wenig über, es ist aber anzunehmen, daß der Zug, über den der Führer schon eine Strecke vorher die Gewalt verloren hatte, mit bedeutend größerer Geschwindigkeit als 11,1 m/Sec. einlief. Obwohl mehrere leere Wagen im Zuge waren, sind Entgleisungen und Aushebungen nicht entstanden, es wurden überhaupt alle Beschädigungen vermieden, obwohl die Vorbedingungen für ein schweres Unglück gegeben waren. Nach Reinigung des Gleises und Stellung der Ausgangsweiche ist der Zug ungestört mit 24 Minuten Verspätung weiter gefahren.

Maschinen- und Wagenwesen.

Die Höherlegung der Kesselmitte der Locomotiven.

(Le Génie Civil, 23. November 1895, S. 49. Mit Abbildungen.)

Es herrscht im Allgemeinen bezüglich des Entwerfens von Locomotiven die Ansicht, daß es zweckmäßig sei, die Kesselmitte möglichst tief zu legen, weil hierdurch die Standsicherheit vergrößert wird. Dies hat die bekannten Uebelstände zur Folge, daß Kessel und Feuerkiste zwischen die Räder zu liegen kommen und so der Entwicklung und Leistungsfähigkeit des Kessels eine feste Grenze gesetzt ist. Besonders machen sich

diese Uebelstände bei den Schnellzuglocomotiven mit großen Rädern geltend, indem die unter der Feuerkiste liegende Hinterachse die Tiefe der Feuerkiste erheblich einschränkt, so daß die Verbrennung unvollkommen und die Rohrwand starker Ueberhitzung ausgesetzt ist. Erst in neuerer Zeit haben sich die Engländer und dann die Amerikaner dazu verstanden, den Schwerpunkt höher zu legen und dadurch Kessel und Feuerkiste mehr und mehr unabhängig von den übrigen Theilen zu machen. Beide haben dasselbe Ziel auf verschiedenen Wegen

erreicht. In England sah man sich bei den Schnellzuglocomotiven mit innenliegenden Cylindern und mit Rädern bis zu 2,35^m Durchmesser gezwungen, den Kessel höher zu legen, um den für die Stangenköpfe der gekröpften Achsen nöthigen Raum zu gewinnen. In den Vereinigten Staaten lagen die Cylinder aufsen, und es konnte bei der stetig wachsenden Zuglast die Leistungsfähigkeit der Locomotive nur durch Vergrößerung des Kesseldurchmessers gesteigert werden, zu welchem Zwecke der Kessel über die Räder gelegt werden mußte.

In Deutschland ist die Höhenlage der Kesselachse über Schienenoberkante bei den neueren Schnellzuglocomotiven 2,25^m, in Frankreich 2,20^m bis 2,28^m, in England stets über 2,27^m, jedoch bei Locomotiven mit innenliegenden Cylindern 2,33^m bis 2,41^m in Belgien 2,37^m, in Oesterreich 2,50^m; in den Vereinigten Staaten beträgt dieses Maß stets über 2,50^m, häufig sogar bis 2,75^m. Diese hohen amerikanischen Locomotiven befördern täglich die schnellsten Züge auf Bahnen, welche nur geringe Schienenneigung haben, so daß der Beweis erbracht ist, daß die Grenzen der Standsicherheit noch nicht erreicht sind. Es hat sich sogar gezeigt, daß der durch die Fliehkraft oder durch Schlingern erzeugte Stoß der Radflanschen gegen die Schienen bei hoher Lage des Schwerpunktes bedeutend sanfter erfolgt, was sich aus der Zwischenschaltung längerer elastischer Körper erklärt.

Die Schienen werden also bei hoher Lage nicht so leicht verschoben, aber mehr belastet. Neben dem Oberbau werden zugleich die Achsen und Lager geschont.

Bei 2,60^m Höhenlage kann der Kesseldurchmesser schon 1,65^m sein, also die Spurweite überschreiten. Die zwischen den Rahmen liegenden Theile werden zugänglicher. Da das Gewicht des Kessels einschließlic des Wasserinhaltes etwa ein Viertel des Gesamtgewichtes der Locomotive beträgt, so wird die Höhenlage des Schwerpunktes der ganzen Locomotive nur um den vierten Theil der Verschiebung der Kesselmitte vergrößert.

W—r.

Wagen der französischen Ostbahn mit einem von der üblichen Bauart abweichenden Untergestelle.

(Revue générale des chemins de fer, Oktober 1895, S. 155.
Mit Abbildungen.)

Bereits in den Jahren 1888 und 1889 wurden in Amerika, England und Italien Wagen nach »Goodfellow und Cushman« gebaut, welche sich besonders durch die Eigenart ihrer Längsträger und deren Verbindung mit den Querträgern auszeichneten. Das Untergestell bestand aus 4 Längsträgern, deren jeder aus 2 eisernen Röhren derart zusammengesetzt war, daß die Querträger zwischen ihnen angeordnet werden konnten.

In neuester Zeit hat die französische Ostbahn den Gedanken, die Längsträger aus 2 Theilen zusammensetzen, wieder aufgegriffen, jedoch die Röhren, deren Verbindungen mit den übrigen Gestelltheilen sehr schwierig waren, durch gängige Walzeisen von geringer Höhe ersetzt.

Ein zweiachsiger Güterwagen von 1894 hat 7^m Länge, 3,6^m Achsstand, 0,50^m Bordhöhe und ein Ladegewicht von 12 t bei mälsiger oder 8 t bei großer Geschwindigkeit. Das Untergestell besteht aus 4 Längsträgern. Während die an

Stelle der eigentlichen Hauptträger getretenen Längsträger aus je 2 U-Eisen von 8 cm Höhe bestehen, welche einen gegenseitigen Abstand von 9 cm haben, sind die beiden äußersten je aus einem obenliegenden U-Eisen von ebenfalls 8 cm Höhe und einem untenliegenden Winkeleisen von 80 × 60 × 8^{mm} gebildet. Zu beiden Seiten der Räder sind nun 2 U-Eisen als Querträger derart unter jedem der Längsträger-U-Eisen angeordnet, daß sie bis an die Seitenwände des Wagenkastens vortreten und so die üblichen Kragstücke ersetzen. Das oben erwähnte Winkeleisen der äußersten Längsträger ist so tief als möglich, also unterhalb des zweiten querliegenden U-Eisens angebracht. Zweck dieser Anordnung ist, zwischen den beiden Befestigungsstellen jeder Seitenrunge eine möglichst große Entfernung zu schaffen, um sie den einwirkenden Kräften gegenüber widerstandsfähiger zu machen; zugleich ist man wegen der längslaufenden Walzeisen bezüglich der Vertheilung der Rungen nicht abhängig von der Lage der Querträger; vielmehr hat man diese vertheilt, nachdem man die seitlichen Thüren an beiden Seiten versetzt nach Rücksicht der bequemen Entladung des Wagens festgelegt hat. Zu erwähnen ist noch, daß je 2 zusammengehörige Walzeisen nach Art eines Fachwerkes miteinander durch Pfosten und Schrägbänder verbunden sind.

Der hölzerne Bodenbelag des Wagenkastens ist an den Längsträgern befestigt, ohne diese durch Bolzenlöcher zu schwächen. Die Seitenwände sind Blechtafeln von 4^{mm} Dicke, welche an die Rungen genietet und gegen Durchbiegungen durch ein schräglaufendes Winkeleisen versteift sind.

Das Wagengewicht leer beträgt 6960 kg. 700 dieser Wagen befinden sich jetzt im Betriebe.

Als besondere Vortheile werden aufgeführt: Vermeidung von Holz mit Ausnahme des Bodenbelages, einfache Ausbildung des Untergestelles und Kastengerippes infolge der Verwendung handlicher, gangbarer Walzeisen und Vermeidung aller Biegungen, Kröpfungen und Stöße, sowie möglichst geringe Verwendung von Schmiedestücken. Die Kosten sind geringer als bei Wagen mit üblicher Bauart, da sich die Arbeiten zum größten Theile auf Abschneiden, Lochen und Vernieten der Walzeisen und Blechtafeln beschränken.

In ähnlicher Weise ist ein bedeckter 3achsiger Eilgutwagen behandelt worden, der natürlich eine größere Verwendung von Holz verlangt. Im Allgemeinen werden jedoch gleiche Vortheile wie oben an Hand von Abbildungen aufgeführt.

W—r.

Vergleich zwischen Seil- und Riemenantrieb.

(Mémoires de la Société des Ingénieurs civils, Juli 1895, S. 28.
Mit Tafeln. Von Dubreuil.)

Seit dem Jahre 1875 hat der Ingenieur Dubreuil sich mit der Lösung der Frage beschäftigt, welche Art der Bewegungsübertragung, Seil- oder Riemenantrieb, die zweckmäßigere sei, und stellte im Laufe der Jahre Versuche an 114 Dampfmaschinen mit zusammen 56494 P. S. und der zugehörigen Kraftübertragung an, um nach Möglichkeit allgemein gültige Ergebnisse zu erhalten. Im Jahre 1894 wurde vom Génie civil de la Société Industrielle du Nord ein Ausschuss von angesehenen Fachmännern unter dem Vorsitze des Ver-

fassers mit der Aufgabe betraut, die Arbeitsverluste bei Kraftübertragungen mittels Faserseilen oder Riemen durch die sorgfältigsten Versuche festzustellen, eine Aufgabe, welche der Ausschuss in anererkennungswerther Weise ausführte, und deren Ergebnisse in einem Berichte mit zahlreichen Tabellen niedergelegt worden sind.

Die hierbei verwandten Seile, die ausschließlich in Keilnuthenrädern liefen, bestanden entweder aus Manilla-Hanf oder Baumwolle; ersterer ist wohlfeiler und meist dauerhafter, letztere jedoch geschmeidiger. Aus den Versuchen, sowie den persönlichen Erfahrungen Dubreuil's ergibt sich folgendes:

Bei zweckmäßiger Anlage und gleichen Verhältnissen erzeugen Faserseile und Riemen gleiche Verluste; jedoch sei erwähnt, daß der durch Gleitung (Schliff) hervorgerufene Theil der schädlichen Widerstände in eingehendster Weise untersucht wurde, wobei sich ergab, daß dieser bei Riemen das zweifache desjenigen bei Seilen überstieg. Zu Gunsten des Seilantriebes spricht infolge seiner Vielspurigkeit die Möglichkeit, die Kraft auf mehrere Triebwerkswellen von einer Seilscheibe aus zu übertragen, sodafs sich eine wesentliche Vereinfachung der Wellenleitungen ergibt. Die Faserseile haben ferner einen

sehr weichen Gang, der selbst an der Verbindungsstelle bei guter Instandhaltung geräuschlos ist. Man hat die Beobachtung gemacht, daß die Schwingungen, welche die Seile bei Veränderung der Triebkraft oder des Widerstandes ausführen, nur günstigen Einfluß ausüben, indem dadurch der Gang der Triebwerkswellen gleichmäßig erhalten wird. In einfacher Weise gestaltet sich auch bei den Seilen die Bewegungsübertragung bei nicht gleichgerichteten Wellen. Im Gegensatze zu der sonst üblichen Anordnung, wo das führende Seil sich unten befindet, hält der Verfasser, sofern es die örtlichen Verhältnisse gestatten, die umgekehrte Anordnung für zweckmäßiger, da hierdurch eine Verminderung der schädlichen Widerstände eintreten soll. Infolge des hohen Reibungswiderstandes der Keilnuthen ist die Spannung beider Seiltheile bei gleicher Kraftübertragung geringer als die bei Riemenantrieb. Die Anlagekosten sind bei Seilen geringer, als bei Riemen.

Gewifs leisten die Riemen auch gute Dienste, doch sichern nach Dubreuil's Ansicht obenerwähnte Vortheile dem Seilantriebe bei größeren Kraftübertragungen den Sieg über die Riemen und werden ihm daher immer mehr Eingang in die Werkstätten verschaffen.

W—r.

B e t r i e b.

Schnellfahrt der Pennsylvania-Bahn.

(Railroad Gazette 1896, S. 39. Mit bildlicher Darstellung.)

Am 18. September 1895 wurden an einem Zuge der Pennsylvania-Bahn auf der Fahrt von Jersey-City nach Philadelphia Messungen vorgenommen. Der Zug wog annähernd 300 t, Locomotive und Tender 93 t, zusammen 393 t, der durchschnittliche Kesselüberdruck betrug 12,25 at, während 1 St. 12 Min. und 25 Sec. arbeiteten die Speise-Strahlpumpen. Die Durchschnittsgeschwindigkeit der ganzen Fahrt war 86,5 km/St., auf der rund 66 km langen Strecke Princeton-Junction bis Mantua 97,2 km/St.

Am 24. October waren die Gewichte 248,0 t, 93 t bzw. 341,0 t, die Dampfspannung betrug 12,47 at, die Strahlpumpen arbeiteten 1 St. 16 Min., die Fahrt dauerte 1 St. 33 Min. 21 Sec., die Ramsbottom-Füllvorrichtung wurde bei Monmouth nicht benutzt und füllte im Troge bei Bristol den Tender nicht voll. Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Fahrt war 92,5 km/St., auf der vorbezeichneten Theilstrecke 100 km/St. Die Züge wurden von je einer »L« Locomotive der Pennsylvania-Bahn gezogen.*)

*) Railroad Gazette 1895, December, S. 852.

A u f s e r g e w ö h n l i c h e E i s e n b a h n e n.

Drahtseilbahn in Havre.

(Le Génie civil, 19. October 1895, S. 389. Mit Abbildungen.)

Der Betrieb der neuen Drahtseilbahn in Havre erfolgt mit zwei gleichzeitig in der Fahrt begriffenen Wagen, von denen einer bergwärts, der andere thalwärts fährt. Beide Wagen werden durch Dampf betrieben, welcher in Serpollet-Kesseln erzeugt wird, und sind durch ein Drahtseil verbunden, das unterirdisch geführt und am Kopfende über zwei Seilscheiben geleitet ist.

Die Strecke hat eine Gesamtlänge von 750 m und folgt, an der Rue de Normandie beginnend, zunächst der Rue Clovis, durchschneidet die Côte Sainte-Marie in einem etwa 240 m langen Tunnel und endigt auf der Höhe der Rue du Général-Rouelle. Die größte Steigung ist 1 : 11 und der kleinste Krümmungshalbmesser 50 m. Das Gleis von 1440 mm Spur ist in der untern Hälfte einfach, in der obern doppelt, um die Schwierigkeiten zu vermeiden, auf die man bei ähnlichen Drahtseilbahnen z. B. von Belleville und London gestossen ist. Genau

in der Mitte der Strecke ist eine Ausweichstelle angeordnet, die unmittelbar im Eingange zum Tunnel liegt und zugleich den Wagenschuppen entbehrlich macht. Um ein selbstthätiges Ausweichen zu ermöglichen, trägt nur die eine Seite der Wagenachsen Radflanschen, welche in Schienen mit Spurriz-rille geführt werden. Oberhalb der Weiche sind die beiden Gleise so nahe an einander verlegt, daß der zur getrennten Führung beider Seile nöthige Abstand der Gleismitten nur 25 cm beträgt. Die beiden inneren Schienen sind gewöhnliche Breitfuß-Schienen. In der Spurmitte befindet sich ein aus Blechplatten und Winkeleisen gebildeter Graben von 300 mm Höhe und 179 mm Breite, oben mit einem Schlitz von 29 mm Breite, um das Seil und die Leitrollen aufzunehmen. Die Schienen sind auf 190 mm hohe, flusseiserne Böcke genietet, welche ihrerseits durch ein querliegendes Winkeleisen verbunden sind. Da die Strecke zugleich von Straßensfuhrwerk befahren wird, ist zwischen den Schienen Holzpflaster angebracht.

Das Seil besteht aus 6 Litzen mit je 7 Stahldrähten von 2^{mm} Durchmesser und hat eine Bruchfestigkeit von 170 kg/qmm. Für den Fall, daß ein Beiwagen angehängt wird, ist noch 7fache Sicherheit vorhanden, gegenüber 9facher von Territet-Glion und vom San Salvatore bei 60% Steigung. An seinen beiden Enden trägt das Seil eine durch Schweifung mit den Drähten verbundene Hülse, welche sich gegen einen am Wagen befestigten Greifer legt. Während das Seil auf gerader Strecke über Leitrollen von 110^{mm} Durchmesser läuft, die nur 8^m von einander abstehen, sind in der Krümmung Leitrollen von 160^{mm} Durchmesser in 4^m Abstand verlegt. Auf dem Gipfel der Bahn wird das Seil über 2 Seilscheiben geführt, von denen die eine um so viel geneigt ist, als zur Ablenkung um 25 cm, der Gleismittentfernung, nöthig ist. Diese Bauart ist bei Drahtseilbahnen nur dann anwendbar, wenn Steigung in einem Sinne vorhanden ist. Die Bedingung, daß beide Wagen zugleich halten müssen, kann unter Umständen große Betriebsstörungen hervorrufen; da jedoch hier die obere Strecke wegen des langen Tunnels für Fußgänger unzugänglich ist, so sind nur an den beiden Endpunkten Haltestellen vorgesehen. Die größte Geschwindigkeit der Wagen ist 3 m/Sec.; stündlich fahren mindestens 12 Züge.

Die Wagen sind von Cail in Paris gebaut und haben Serpollet-Kessel von je 8 qm Heizfläche. Bei gleicher Belastung beider Wagen arbeitet die Maschine des aufsteigenden

Wagens mit 4 at, die des absteigenden mit 1—2 at. Versuche haben bewiesen, daß zum Aufwärtsfahren eines beladenen Wagens ohne Drahtseil ein Kesseldruck von 18 at genügt. Die Dampfzylinder von 160^{mm} Durchmesser und 150^{mm} Hub liegen außerhalb des Rahmens zwischen beiden Achsen, der Kessel und sämtliche Steuerungsvorrichtungen auf der vordern Endbühne. Beide Wagenenden haben Handhebel für die Backenbremse. Es genügt nur einen Wagen zu bremsen, um sofort beide Wagen zum Stillstande zu bringen.

Der für 50 Fahrgäste vorgesehene Wagen wiegt leer 9,5 t, beladen 13 t; ein ohne Seil aufsteigender beladener Wagen würde eine Leistung von 75 P. S. erfordern, welche durch Verwendung des Seiles auf folgende Werthe vermindert wird:

aufwärts	abwärts	mittlere Leistung	höchste Leistung
leer	leer	15 P. S.	25 P. S.
beladen	beladen	21 «	40 «
beladen	leer	43 «	58 «
leer	beladen	3 «	9 «

Als Mittelwerth ergeben sich also 21 P. S.

Der Verfasser giebt in Anschluß hieran einen Kostenanschlag zur Begründung des gewählten Dampfbetriebes nach Serpollet, gegenüber elektrischem Betriebe, aus dem hervorgeht, daß ersterer sich auf 10 000 Fr., letzterer auf über 16 000 Fr. Betriebskosten für das Jahr beläuft.

W—r.

Technische Litteratur.

Meyer's Conversations-Lexikon *). Ein Nachschlagewerk des allgemeinen Wissens. Fünfte, gänzlich neu bearbeitete Auflage. Band XI: »Langenbeck« bis »Manri«. Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut, 1896.

Das Erscheinen eines neuen Bandes des nun schon in glanzvollem Umfange erstehenden Werkes bietet jedes Mal neue Anregung. Dieses Mal ist es namentlich eine große Zahl trefflicher Stadtpläne (Leipzig, London, Magdeburg, Marseille, Mainz und viele andere), welche in erster Linie in's Auge fallen und insbesondere für unsern Leserkreis durch die vollständige und klare Darstellung der Bahnverbindungen beachtenswerth erscheinen. Aber auch sonst findet der Eisenbahntechniker vieles, was ihm nahe liegt, wir nennen nur die Stichworte: Läutewerk, Magnetismus, Locomotive, Maschine, Markthalle, Luftpumpe, Locomobile, Lithographie, Leuchtgas, Lehrgerüst, Lartigue, in denen schon ein reicher Schatz des Wissenswerthen enthalten ist. Das Auge wird auch in diesem Bande durch schöne Darstellungen erfreut, die Aufsätze: Lärche, Linde, Leipziger Bauten und viele andere sind mit vorzüglich scharfen

und reizvollen Aetzungen oder Stichen in schwarzer Darstellung, andere wieder mit gelungenen Farbendruckern ausgestattet. Der Mars zeigt sich mit seinen räthselvollen Liniennetzen nach Schiaparelli's Beobachtungen und nach Brenner in verschiedenen Zuständen, die malaiische Cultur wird den neuesten Forschungen entsprechend dargestellt, kurz, Gewerbe, Kunst, Handel und Wissenschaften finden gleichmäßige und gründliche Berücksichtigung. Die Suche nach Mängeln bietet keine reiche Ausbeute, und so benutzen wir auch das Erscheinen dieses Bandes, um unseren Lesern das Werk angelegentlich zu empfehlen.

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin. Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichtscommission 1895. XIII. Jahrgang. 6. Heft.

Wieder einmal veröffentlicht die Leitung der Versuchsanstalten in diesem Hefte eine Uebersicht über ihre Thätigkeit im Etatsjahre 1894/95 und regt durch die Reichhaltigkeit der aufgeführten Arbeiten zu deren eingehender Verfolgung an, welche auch auf dem Gebiete der Baustoffkunde für Bau und Betrieb der Eisenbahnen schätzenswerthe Fingerzeige bietet.

*) Organ 1896, S. 46.