

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXXII. Band.

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

6. Heft. 1895.

### Elektrische Beleuchtung und Kraftübertragung in der Hauptwerkstätte Oppum.

Von Staby, Königl. Regierungs-Baumeister in Köln.

(Hierzu Zeichnungen Fig. 1 bis 4 auf Taf. XIX und Fig. 1 bis 9 auf Taf. XX.)

(Schluss von Seite 94.)

Das Verschieben der Wagen erforderte nachstehenden Stromaufwand:

Klemmenspannung 110 Volt.

Leerlauf des Spills . . . . .	3—4 Ampère
Anziehen von 3 Wagen von je 6 t Gewicht . . . . .	20 "
Bewegen derselben mit 1,2 <sup>m</sup> Geschwindigkeit . . . . .	15 "

Die Anlagekosten haben betragen:

Verschiebspill einschl. Grundmauerwerk . . . . .	1050 M.
Elektrischer Antrieb nebst Leitung und Zubehör . . . . .	840 "
1 Zugseil . . . . .	140 "
zusammen . . . . .	2030 M.

Eine Leitrolle einschliesslich Grundmauerwerk kostete 600 M.

Vor dem Kesselhause ist zum Bewegen der mit Kohlen und Betriebs-Materialien ankommenden, sowie der entleerten Wagen ein drittes Verschiebspill angelegt.

Die zur Erzeugung des elektrischen Stromes erforderlichen Maschinen und Vorrichtungen sind in dem in der Nähe des Hauptlagerhauses gelegenen Maschinenhause untergebracht. Als Betriebsmaschinen sind zwei Verbundmaschinen mit Dampfnierschlag aufgestellt (Fig. 2, Taf. XIX), welche bei 90 Umdrehungen in der Minute und  $\frac{1}{10}$  Füllung (bezogen auf den Niederdruckcylinder) durchschnittlich je 150 P. S. liefern. Die vor den Maschinen auf dem Fußboden gelagerte Vorgelegewelle wird durch Baumwollenseile angetrieben und überträgt die Bewegung durch Riemen auf die einzelnen Dynamomaschinen (Fig. 2, Taf. XIX). Die Seilscheiben sitzen auf einer Hohlwelle, durch welche die eigentliche Antriebswelle gesteckt ist. Auch die Riemenscheiben laufen auf besonderen, hohlen Scheibenträgern, durch welche die Antriebswelle durchgeht. Da nun sämtliche Seil- und Riemenscheiben mit ausrückbaren Zahnkuppelungen versehen sind, so lässt sich bei dieser Anordnung jede Dynamomaschine durch jede Dampfmaschine betreiben. Ferner ist in der Mitte der Vorgelegewelle noch eine Reibungs-

kuppelung eingebaut, sodass auch jede Seite für sich laufen kann. An der einen Seite der Dampfmaschinen sind eine große und eine kleine Dynamomaschine, auf der anderen Seite zwei große Dynamomaschinen vorgesehen, von welchen zur Zeit jedoch erst eine vorhanden ist.

Der Größenbemessung der elektrischen Anlage wurden nachstehend angeführte Angaben zu Grunde gelegt.

Stromverbrauch:

für die Beleuchtung des ausgebauten Theils der Werkstätte . . . . .	380 Ampère
für die Locomotivwerkstätte . . . . .	300 "
zusammen . . . . .	680 Ampère
für die Kraftübertragung in der Wagenwerkstätte und Schmiede . . . . .	400 Ampère
in der Locomotivwerkstätte . . . . .	320 "
zusammen . . . . .	720 Ampère.

Demnach sind für Beleuchtung und Kraftübertragung ungefähr gleich große Strommengen aufzuwenden. Es wurden daher zur Stromerzeugung drei gleich große Dynamomaschinen von 720 Ampère mittlerer Leistung vorgesehen, von denen die eine den Strom für die Kraftübertragung, die zweite den für die Beleuchtung liefert, während die dritte als Ersatz für jede der beiden dient. Von der Aufstellung einer dritten Dampfmaschine wurde Abstand genommen, da die Leistung jeder Maschine bei größerer Füllung bis auf das Doppelte gesteigert werden kann.

Die großen Dynamomaschinen sind mit Verbundwicklung versehen und liefern Gleichstrom von 120 Volt Spannung; sie arbeiten, wie aus der Fig. 3, Taf. XX dargestellten Schalteinrichtung ersichtlich ist, auf eine gemeinsame Sammelschiene, von welcher aus der Strom den beiden Sammelschienen für die Beleuchtung und Kraftübertragung zugeführt wird. An die

letzteren sind die Vertheilungsleitungen nach den einzelnen Verbrauchsstellen angeschlossen.

Zwischen der Hauptsammelschiene und den beiden Vertheilungsschienen ist ein selbstaufzeichnender Strommesser so eingeschaltet, daß je nach der Stellung eines Umschalters die für die Beleuchtung oder die für die Kraftübertragung verbrauchte Strommenge gemessen und aufgeschrieben wird. Gleichzeitig verzeichnet diese Vorrichtung die Anzahl der Brennstunden für die Beleuchtung.

Nach dem Ausbau der ganzen Werkstätte werden während der Beleuchtungszeit zwei Dynamomaschinen zusammenarbeiten müssen. Damit sich die Belastung auf beide Maschinen gleichmäßig vertheilt, sind die positiven Pole derselben durch eine Ausgleichsleitung verbunden.

Auf dem an der linken Seite der Dampfmaschinen errichteten Schaltbrette sind die erforderlichen Vorrichtungen und Meßwerkzeuge, Strom- und Spannungsmesser für jede Maschine, doppelpolige Bleisicherungen für jede Leitung, einpolige Ausschalter, Signalspannungsmesser, Nebenschlußwiderstände u. s. w. in der in Fig. 4, Taf. XX gezeichneten Anordnung untergebracht.

Sowohl der für die Beleuchtung, als auch der für die Kraftübertragung verbrauchte Strom wird nach Ausweis des Schaltbildes (Fig. 3, Taf. XX) derselben Maschine entnommen. Da bei dem wechselnden Stromverbrauche der Kraftübertragungsanlage größere Spannungsschwankungen zu befürchten waren, welche sich auf die Glühlampenleitungen übertragen und ein unruhiges Brennen und geringe Brenndauer der Lampen verursachen könnten, so wurden in beide Glühlampennetze selbstthätige Spannungsregler eingebaut, welche je nach den Spannungsschwankungen Widerstände ein- oder ausschalten. Die Thätigkeit dieser Regler beschränkt sich jedoch meist auf die Regelung der Spannung während des Ein- und Ausschaltens der ganzen Beleuchtung, während welcher Zeit bei der außerordentlich wechselnden Belastung der Anlage die Innehaltung der Betriebsspannung lediglich von der Geschicklichkeit der Maschinenwärter abhängt. In der übrigen Zeit werden Spannungsschwankungen infolge der vorzüglichen Wirkung der Verbundwicklung der Dynamo, sowie der schweren Massen der Dampfmaschinenschwungräder schnell ausgeglichen.

Die sämtlichen Leitungen sind so bemessen, daß bei Vollbelastung ein Spannungsverlust von 10 Volt zugelassen ist.

Zur Erzeugung des für die Hofbeleuchtung erforderlichen Stromes von 24 Ampère bei 500 Volt Spannung dient eine besondere, kleine Dynamomaschine. Eine Ersatzmaschine für dieses Beleuchtungsnetz ist nicht vorgesehen, da, wie eingangs erwähnt, die Uebernahme der Beleuchtung zweier angrenzender Bahnhöfe die Aufstellung einer größern Maschine erforderlich machen wird.

Die Speicherbatterien, welche die für die nächtliche Bewachung der Werkstätte dienenden Glühlampen mit Strom versorgen, besitzen eine Fassung von 180 Ampèrestunden und werden während der Betriebszeit von der Sammelschiene aufgeladen. Da die Spannung an diesen unveränderlich ist, so hätte zur Erhöhung derselben eine besondere Zusatzdynamo beschafft werden müssen, wovon jedoch wegen der geringen Größe

der Batterie und der untergeordneten Bedeutung des von derselben gespeisten Beleuchtungsnetzes abgesehen wurde. Während des Ladens wird die Batterie in 2 Reihen nebeneinander, also je 32 Zellen hintereinander geschaltet. Die Ladespannung steigt hierbei von

$$1,8 \cdot 32 = \text{rund } 58 \text{ Volt bis}$$

$$2,7 \cdot 32 = \text{« } 87 \text{ « ;}$$

die überschießende Spannung

$$120 - 58 = 62$$

$$120 - 87 = 33 \text{ Volt}$$

wird in einem Vorschaltwiderstand vernichtet.

Der gleiche Widerstand dient dazu, die Spannung während der Entladezeit zu regeln. Wenn des Abends um 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr die Glühlampen eingeschaltet werden, hat die Batterie eine Spannung von ungefähr 160 Volt, sodafs 40 Volt durch den Widerstand vernichtet werden müssen. Die Batteriespannung sinkt innerhalb der ersten halben Stunde schnell auf ungefähr 125 Volt, worauf der Widerstand ausgeschaltet wird. Diese Spannung erhält sich sodann über 12 Stunden ohne nennenswerthe Abnahme, sodafs eine Bedienung der Apparate während der Nacht nicht erforderlich ist.

Zur Erzeugung des für die Betriebsdampfmaschinen und die Heizungsanlage der Wagenwerkstätte erforderlichen Dampfes dienen vorläufig 4 Kessel, welche in besonderem Raume neben dem Maschinenhause untergebracht sind. Die Kessel sind mit seitlich gelagertem Wellrohre versehen, und haben jeder eine Heizfläche von 75 qm. Die Dampfspannung beträgt 8 at. Die Speisung erfolgt durch eine gemeinsame Speiserohrleitung durch zwei Dampfmaschinen, welche das Speisewasser einem vor dem Kesselhause gelegenen Brunnen entnehmen. Während des Heizens wird das aus den Heizkörpern der Wagenwerkstätte herrührende Niederschlagswasser durch die Dampfwasserabscheider unmittelbar mittels hochgelegener Leitungen in das Kesselhaus zurückgedrückt und wieder zum Speisen verwendet. Bei vollem Betriebe der Heizungsanlage gelangt das Niederschlagswasser mit 70—80° ins Kesselhaus zurück, sodafs durch diese Anordnung eine erhebliche Ersparnis an Brennstoff erzielt wird. Da das dem Brunnen entnommene Speisewasser einen ziemlich hohen Gehalt an Kesselsteinbildnern besitzt, so ergibt die Verwendung des Niederschlagswassers den weiteren Vortheil, daß die Wärmeübertragung von der feuerberührten Fläche nach dem Kesselwasser nicht durch starke Kesselsteinablagerungen beeinträchtigt wird.

Zur fortlaufenden Prüfung der Dampferzeugung und der Geschicklichkeit der Heizer ist in der Speiserohrleitung ein Wassermesser, Bauart Schmidt, eingebaut, dessen Messungen täglich vermerkt werden. Ebenso wird der Kohlenverbrauch dem Gewichte nach gemessen. Beide Angaben zusammen geben über den Betriebszustand der Kessel, die Beanspruchung der Anlage und die Güte des Brennstoffes jederzeit Aufklärung.

Bei der nunmehr über zwei Jahre im Betriebe befindlichen elektrischen Anlage sind bei täglich 10ständiger Arbeitszeit von 7 bis 12 Uhr Vormittags und von 2 bis 7 Uhr Nachmittags für die Kraftübertragung durchschnittlich 250 Ampère, für die Beleuchtung in den Wintermonaten 350 Ampère erzeugt und verbraucht worden.

Während die Belastung der Anlage in den Sommermonaten fast gleichmäßig bleibt, ist dieselbe nach dem auf Fig. 4, Taf. XIX dargestellten Schaubilde während der Beleuchtungszeit starken Schwankungen unterworfen. Von der Vollbelastung während der Brennstunden sinkt die Beanspruchung der Dynamomaschine nach dem Löschen des Lichtes auf fast ein Drittel herab. Dieser starke Wechsel der Belastung vollzieht sich in sehr kurzer Zeit, es muß der Innehaltung der Spannung während dieser Zeit daher besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Nachtheile der angewendeten Schaltung, den Strom für Lichterzeugung und Kraftübertragung derselben Dynamomaschine zu entnehmen, haben sich bisher nicht gezeigt, da die von dem wechselnden Stromverbrauche der Antriebsmaschinen herrührenden Spannungsschwankungen durch die Maschinen schnell genug ausgeglichen werden. Jedoch werden während der Beleuchtungszeit in der Schreinerei schwere Arbeiten auf der vierseitigen Hobelmaschine und den beiden Kreissägen nicht vorgenommen, weil der hierbei auftretende stark wechselnde Stromverbrauch Spannungsschwankungen verursacht, welche sich auf das Bogenlampennetz übertragen und ein vorzeitiges Nachregeln der Lampen bewirken. Da aber in Eisenbahnwerkstätten für jede Holzbearbeitungsmaschine nur einige Stunden tagsüber Arbeit vorhanden ist, so macht sich die vorerwähnte Betriebseinschränkung bei den genannten drei Maschinen, welche außerdem nur während der kurzen Beleuchtungszeit aufrecht zu erhalten ist, in keiner Weise bemerkbar.

Beschädigungen an den elektrischen Antrieben und Dynamomaschinen sind mehrfach eingetreten und wurden mit Ausnahme eines Falles, in welchem die Ursache nicht nachzuweisen war, durch Inductionsströme veranlaßt, welche beim Ausschalten der Maschinen auftraten. In zwei Fällen wurden durch unvorsichtiges Ausschalten die Magnetwickelungen von Antriebsmaschinen verbrannt; in einem anderen Falle wurden durch die gleiche Ursache 17 Spiralen des Nebenschlußwiderstandes auf einmal durchgeschlagen. Da sämtliche Beschädigungen sogleich bemerkt wurden, konnte größeren Zerstörungen rechtzeitig vorgebeugt werden. Auf die Ursache derartiger Beschädigungen sei hier kurz näher hingewiesen, da das Auftreten der Inductionsströme zu den unangenehmsten Zugaben des elektrischen Betriebes zählt.

Die gebräuchlichen Anlaßwiderstände der Antriebe, deren übliche Schaltung unter Weglassung des den Ankerwickelungen vorgeschalteten Widerstandes in Textabbildung 40 dargestellt ist, haben meist hohe Selbstinduction, infolge deren bei der Stromunterbrechung, d. h. beim Ausschalten, gefährliche Inductionsströme auftreten, welche das Durchschlagen der Magnetwickelungen oder der Widerstandswindungen selbst herbeiführen können. Wird eine solche Beschädigung nicht bemerkt, so kann, wie eingangs näher ausgeführt, beim darauffolgenden Ingangsetzen des Antriebes die Ankerwicklung leicht verbrannt werden. Aus diesen Gründen erscheint es angezeigt, oftmaliges Ein- und Ausschalten möglichst zu vermeiden und bei kürzeren Betriebspausen die Antriebsmaschine ruhig leer laufen zu lassen.

Neuerdings ist von Eger in Wien und Anderen\*) eine Nebenschlußschaltung angegeben, bei welcher das Auftreten von Inductionsströmen vermieden wird. Nach Textabbildung 41 ist

in der gestrichelten Stellung des Hebels der Widerstand ganz ausgeschaltet, das magnetische Feld demnach am stärksten erregt. Wird beim Ausschalten der Hebel in die ausgezogene Stellung zurückgedreht, so sind beide Leitungen unter Einschaltung des ganzen Widerstandes kurz geschlossen und die Magnetwickelungen demnach stromlos. Eine Unterbrechung des Stromes und das Auftreten des Inductionsstromes tritt bei dieser Schaltung nicht ein.

Wie schon vorstehend erwähnt, werden im Maschinen- und Kesselhause die erzeugten Ampèrestunden, sowie der Verbrauch an Speisewasser und Kohlen genau gemessen. Da auch der Dampfverbrauch der Betriebsmaschinen bei den verschiedenen Belastungen durch Dauerversuche festgestellt ist, so können die Betriebskosten der elektrischen Anlage genau bestimmt werden.

In dem Betriebsjahre 1. Juli 1893—1. Juli 1894 sind insgesamt 87 620 Kilowattstunden geleistet, von denen 17 030 für die Lichterzeugung und 70 590 für die Kraftübertragung verbraucht wurden. Die durchschnittliche Verdampfung einschließlich des Anheizens betrug 7,21 Wasser für 1 kg Kohlen, 1 Tonne Kohlen kostete im Kesselhaus 9,40 M.

Fig. 40.

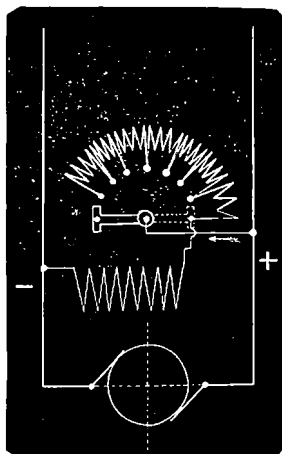
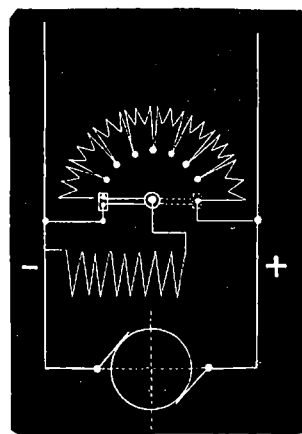


Fig. 41.



Für den angeführten Zeitraum haben die Betriebskosten für die am Schaltbrett gemessene Kilowattstunde betragen:

a) Für die Erzeugung des Stromes:	
für Kohlen . . . . .	3,28 Pfg.
« Speise- und Kühlwasser . . . . .	— «
« die Bedienung der Maschinen und Kesselanlage*)	3,84 «
« Unterhaltung der Gebäude . . . . .	0,014 «
« « « Dampfessel, Dynamomaschinen, Speicherbatterien und sonstigen Vorrichtungen . . . . .	0,409 «
« Schmier-, Putz- und Verpackungsmaterial . . . . .	1,510 «
zusammen . . . . .	9,053 Pfg.
ferner	
b) für die Verwendung des Stromes:	
für Unterhaltung der Antriebsmaschinen, Lampen und Leitungen . . . . .	0,087 Pfg.
Ersatz der Bogenlichtkohlen . . . . .	0,365 «
« an Glühlampen . . . . .	0,056 «
Bedienung der Lampen und Antriebe . . . . .	0,430 «
zusammen . . . . .	0,938 Pfg.

\*) S. Elektrotechn. Zeitschrift 1894, Heft 33, S. 453.

\*) Für die Kesselanlage nur nach dem antheiligen Dampfverbrauche.

Demnach stellen sich die Gesamtkosten auf

$$9,053 + 0,938 = 9,991$$

rund 10 Pfg. für die Kilowattstunde.

Rechnet man ferner für die Verzinsung der An-

lagekosten . . . . .	3,5 %	= 5350 M.	
für Abschreibungen, Gebäude und Leitungen	3 "		} zusammen 8990 M.
« Maschinen und Einrichtungen . . . . .	5 "		
« Dampfkessel . . . . .	7,5 "		
« Speicherbatterien und Lampen . . . . .	10 "		

so entfällt auf die Kilowattstunde

$$\frac{(5350 + 8990)}{87\ 620} \cdot 100 = 16,4 \text{ Pfg.}$$

Demnach betragen die Betriebskosten für die Kilowattstunde

$$10 + 16,4 = 26,4 \text{ Pfg.,}$$

für die 16kerzige Glühlampenbrennstunde

$$\frac{26,4}{20} = 1,32 \text{ Pfg.}$$

und für die elektrische Pferdekraftstunde

$$\frac{26,4 \cdot 7,36}{1000} = 19,4 \text{ Pfg.}$$

Es stellt sich somit trotz der zur Zeit ungünstig niedrigen Belastung der Anlage der Preis für die Kilowattstunde geringer als der bei den meisten städtischen Anlagen für die Kraftübertragung geforderte Betrag. Sobald erst die Dreherei der Wagenwerkstätte electricisch betrieben wird und die Locomotivwerkstätte ausgebaut ist, sinkt der Preis für die Kilowattstunde von 19,4 Pfg. auf ungefähr 8 Pfg.

Trotz des während der Brennstunden hohen Stromverbrauchs sind für die Beleuchtung nur rund 25 % der erzeugten Kilowattstunden aufgewendet worden. Dieser geringe Antheil hat seinen Grund in der äußerst geringen Zahl von Brennstunden, die sich bei einer Werkstättenbeleuchtung ergibt. In dem genannten Betriebsjahre sind im Ganzen nur 344 Brennstunden geleistet worden. Dafs bei solchen niedrigen Zahlen an eine wirtschaftliche Ausnutzung einer elektrischen Anlage durch reine Werkstättenbeleuchtung nicht zu denken ist, liegt auf der Hand. Erst durch Uebernahme der Beleuchtung angrenzender Bahnhöfe oder durch Verwerthung der Anlage zur Kraftübertragung kann ein wirtschaftlich vortheilhafter Betrieb erzielt werden.

Die Bedienung der im Maschinenhause aufgestellten Maschinen und Vorrichtungen ist einem Maschinisten, ehemaligem Locomotivführer, und einem Hilfsmaschinisten übertragen. Die Bedienung der Lampen und das Einsetzen der Kohlen besorgt ein Schlosser, welchem die hierfür aufgewendeten Stunden vergütet werden.

Für die Ausführung der Ausbesserungen an Antriebsmaschinen, Lampen und Leitungen sind zwei Schlosser unter Anleitung des Verfassers so weit ausgebildet, dafs sie die gewöhnlich vorkommenden Beschädigungen selbstständig aufsuchen und beseitigen können.

Sämmtliche elektrischen Antriebe und Dynamomaschinen sind von den deutschen Electricitätswerken Garbe u. Lahmeyer in Aachen geliefert, während die gesammte Einrichtung der Anlage der Firma Eggersmann und Lang in Aachen übertragen wurde. Die Betriebsdampfmaschinen stammen aus der Fabrik der Kölnischen Maschinenbau-Act.-Gesellschaft Köln, Bayenthal.

## Klapp-Brücke der Georgs-Grube in Niwka, Bauart Josef Hase.\*)

Von L. Vojáček, Ingenieur in Prag.

(Hierzu Zeichnungen Fig. 1 bis 5 auf Taf. XXII.)

Die bei der Verladung von Massengütern derzeit in Verwendung stehenden Lade-Vorrichtungen spielen eine ebenso wichtige Rolle im Bahnbetriebe, wie die Ladefähigkeit der Wagen.

Wenn nun in der neuesten Zeit einzelne Bahnverwaltungen mit der Einführung tragfähigerer Güterwagen begonnen haben, so sollte andererseits auch der Verbesserung der Lade-Vorrichtungen mehr Aufmerksamkeit zugewendet werden, welche erst die volle Ausnutzung der gröfseren Wagen gestattet.

Eine erprobte Erfindung auf diesem Gebiete ist die Hase'sche Klapp-Brücke, deren erste Ausführungen auf dem Mayrau-Schachte bei Kladno in den Fachblättern bereits wiederholt lobend erwähnt wurden †) und die mittlerweile auch anderwärts zu Ladezwecken Verwendung gefunden hat.

†) Technische Blätter XXV. Jahrg. Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1894. Stahl- und Eisen 1894 u. a.

Hier soll der Ausführung der Hase'schen Klappbrücken für die grofse Aufbereitungs- und Lade-Anlage der Georgs-Grube in Niwka †), der Sosnowicer Gesellschaft gehörig, gedacht werden.

In Niwka wurden im verflossenen Sommer von der »Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, vormals Breitfeld, Daněk u. Co.« in Prag 2 gröfsere doppelgleisige Brücken der neuen Bauart aufgestellt und weitere vier Brücken werden hier im nächsten Jahre zum Einbaue gelangen.

Die bereits in Verwendung genommenen Brücken haben gleiche Abmessungen und dienen zur Verbindung der Aufbereitungs-Anlage mit der Ladebühne.

Die Raumverhältnisse der Baustelle waren äußerst beschränkt und dieser Umstand liefs die Wahl der Hase'schen Brücken um

†) In Russisch-Polen.

so empfehlenswerther erscheinen, als sich diese neuartige Anordnung auf dem Mayrau-Schachte in Kladno unter noch ungünstigeren Raumverhältnissen während ihrer mehrjährigen starken Benutzung ganz ausgezeichnet bewährt hat, somit als eine schon wohlprobt Ausführung in Betracht kommen konnte.

Die einfache Gestaltung der beiden Niwka'er Brücken ist aus Fig. 1 bis 5, Taf. XXII ersichtlich.

Um große Steifigkeit zu erzielen, wurde hier, wie bei den nur eingleisigen Ausführungen auf dem Mayrau-Schachte, der Kragarm — der eigentliche Theil des Hase'schen Patentes — aus Gufseisen hergestellt, obwohl die Wahl einer genieteten Anordnung eine namhaft leichtere und auch billigere Ausführung ergeben hätte.

Jede der beiden Brücken besteht aus einer gut gegenwogenen, um eine wagerechte Achse drehbaren Klappe, an deren Unterseite der bereits erwähnte, aus 2 gleichen, mit einander gut verschraubten Theilen bestehende Kragarm in einer solchen Lage befestigt ist, daß er bei vollständig geöffneter Brücke genau in die Stellung eintritt, die bei geschlossener Brücke ein gleicher Fahrbahntheil inne hat, letzteren somit ersetzt. Der Kragarm bewirkt also eine selbstthätige Ueberbrückung des vor der geöffneten Brückenklappe liegenden Kammerschlitzes, wodurch in der einfachsten Weise die dauernde Freihaltung des Verkehrs längs der Bühnenkante erzielt wird.

Der Umstand, daß die geöffnete Brückenklappe — infolge der Lage des Drehpunktes — um die erwünschte freie Uferbahnbreite von der Bühnenkante absteht, ermöglicht auch einen ungehinderten Wechsel-Verkehr zwischen dem überbrückten Ladegleis und dem Ufergleise, welcher Wechselverkehr bei den anderen beweglichen Brücken an der Brückenstelle immer eine sehr störende Unterbrechung erleidet.

Durch den Einbau der Brücken erfuhr also die Ladebühne nicht die geringste Einbuße an ihrer nutzbaren Länge, auch wurde sie durch die Brückenklappen gar nicht verbaut.

In beiden Endstellungen weist die Bühnenfahrbahn keine gefährlichen Lücken auf, ohne daß für den Schluß der Lücken nach Erreichung der Endstellungen irgend welche zeitraubenden Maßnahmen nöthig wären. Im Augenblicke der Erreichung jeder der Endstellungen ist die Brücke verkehrssicher und der Verkehr auf der Brücke wie auf den überbrückten Bahngleisen ist vor Störungen geschützt, da jede Einengung des Lichtraumes an der Brückenstelle vermieden ist.

Die richtige Anordnung des Gegengewichtes wie sie sich aus dem vom Bauherrn gewünschten Verhalten der Brückenklappe während der Drehung ergibt, ist bei diesen neuartigen Klappbrücken durch die etwas bünneneinwärts gerückte Lagerung der Brückendrehachse wesentlich erleichtert, auch kann nach Wunsch des Bauherrn die Gewichtsausgleichung selbst nachträglich leicht durch eine geringfügige Verstellung des Gegengewichtes geändert werden, so daß der Brückenklappe stets das gerade zweckmäßigste Verhalten ertheilt werden kann. Die Ausführung ist einfach und die Handhabung leicht, bequem und gefahrlos.

Jeder der beiden Kragarme ist durch zwei Rippen gegen eine an der Unterseite der Brückenträger festgeschraubte Gufsplatte gestützt und diese Theile bilden ein einziges Gufstück.

Verstärkungen der Rippen nehmen die aus einer schweißeisernen Welle bestehende durchgehende Drehachse auf, welche wegen der größeren Belastung außer an ihren beiden Enden auch noch in ihrer Mitte gelagert ist.

Bei geschlossener Brücke reicht die Verlängerung der über der Drehachse angebrachten Wendeplatten bis an die feste Kammerdecke, so daß zwischen beiden nur eine schmale Fuge offen bleibt.

Hierdurch wird ein selbstthätiger Anschluß der Brückenfahrbahn an die Bühnenfahrbahn im Augenblicke des Brückenschlusses erzielt, der jede Nachhilfe und Ueberwachung durch den die Brücke bedienenden Arbeiter entbehrlich macht.

Auch bei geöffneter Brücke wird durch den Kragarm selbstthätig die Unterbrechung des längs der Bühnenkante laufenden Sturzgleises vermieden.

Bei geschlossener Brücke führt also die Hundebahn in zwei sich kreuzenden Richtungen über die Klappe und an den Bahnkreuzungen vermitteln Wendeplatten den Uebergang von der einen in die zweite Fahrrichtung; wird aber die Brücke aufgeklappt, so bleibt nicht nur das genannte Sturzgleis, sondern auch das mit demselben gleichlaufende zweite Bühnengleis frei befahrbar, so daß das Sturzgleis an der Brückenstelle keine Unterbrechung erleidet und die aufrecht stehende Brückenklappe auch die sonstigen Ladearbeiten nicht behindern kann.

Die Feststellung der Brückenklappen in den beiden Endstellungen wird durch eine selbstthätige Sperrung bewirkt. Dieselbe besteht aus zwei Einfallhaken, von denen der eine an der festen Kammerdecke, der andere an einem im Kammerschlitz eingemauerten Querträger drehbar gelagert ist. Bei erstem verhindert eine Nase, bei letzterm der Querträger das Sinken der Sperrhaken unter die Lage, in der noch ein selbstthätiges Fangen der Hinterklappe an der Welle des Gegengewichtes möglich ist.

Das Lösen der beiden Sperrungen erfolgt von Hand, dasselbe könnte jedoch, wie auch die Brückendrehung, ohne Schwierigkeit leicht aus größerer Entfernung bewerkstelligt werden.

Das aus zwei schmiedeisernen Hängelagern, einer Welle und mehreren gufseisernen Scheiben gebildete Gegengewicht erhielt auf Wunsch des Bauherrn eine solche Lage und Größe, daß die Brücke in ihren beiden Endstellungen gut im Lager ruht, ohne daß jedoch diese Stellungen mit starkem Stosse erreicht würden. Diese Anordnung bietet gewisse Vortheile.

Zunächst werden die beiden Sperrungen durch die Verkehrslasten weniger beansprucht. Dann hat die Brücke in jeder Stellung das Bestreben, eine der beiden Endstellungen zu erreichen und sich festzustellen. Die Veränderlichkeit der bewegenden Kraft ist dabei gering, und das Schließen und Öffnen der Klappe erheischt den gleichen Arbeitsaufwand, welcher überdies nicht viel größer ist, als bei genau gegenwogenen Brückenklappen.

Eine Hemmung gegen Schluß der Bewegung ist bei diesen Brücken nicht erforderlich, deshalb wurde von der Anbringung einer Bewegungsvorrichtung, die eine vollkommene Zwangläufigkeit gewähren würde, abgesehen.

Um das Öffnen der Brückenklappe zu erleichtern, wurde in der Brückenkammer eine kleine Winde aufgestellt, mit welcher

die Klappe in Bewegung gesetzt wird. Letzteres wird beim Schließen dadurch erzielt, daß der bedienende Arbeiter nach Lösung der untern Sperrung die Hinterklappe vom Anschlag wegedrückt, worauf sich die Brücke von selbst schließt.

Für größere Brückenklappen und insbesondere für Orte, welche häufig starken Winden ausgesetzt sind, wird an Stelle des angewandten Zugseiles eine gleichfalls an der Hinterklappe angreifende steife Schraubenspindel oder ein auf die Drehachse gekeiltes Zahnrad oder eine Kurbel zu empfehlen sein.

Jede Brückenklappe trägt über der Gleismitte eine Signalscheibe und Signallaterne. Saumwinkel ersetzen das Geländer. Wenn ein solches verlangt würde, könnte es auch zusammenklappbar eingerichtet werden.

Der Kragarm ist unter einem Winkel von  $90^\circ$  gegen die Brückenfahrbahn geneigt, er muß allgemein mit letzterer den Aufschlagswinkel der Brückenklappe bilden.

Meist dürfte sich, wie hier in Niwka und auch auf Mayrauschacht, ein Aufschlagswinkel von  $90^\circ$  empfehlen, weil dann die geöffneten Brückenklappen den geringsten Raum auf der Bühne wegnehmen.

In den Fällen, wo ein kleinerer Drehwinkel nicht umgangen werden kann, wo ein solcher z. B. durch zu geringe freie Höhe über der Brücke geboten ist, wird ein möglichst großer Klappenaufschlag anzustreben sein, da ein solcher fast immer die Wahl einer kleinern Brückenspannweite ermöglicht, ohne die Handhabung der Brücke nennenswerth schwieriger zu machen, als bei den Brücken mit einem kleinen Aufschlagswinkel. Dies ist selbst bei solchen Brücken zutreffend, welche infolge ihrer freien Lage zeitweise starken Winddrücken ausgesetzt sind, um so mehr als — entgegen verbreiteter Annahme — der Winddruck mit zunehmendem Aufschlagswinkel von einer gewissen Grenze an nur noch wenig wächst.

Wenn die Achslagerung gut in Stand gehalten wird, was bei ihrer geschützten Lage leicht ist, und wenn die Klappe zweckentsprechend gegengewogen wurde, so ist die Handhabung der Hase'schen Brücken einfach und erfordert einen sehr kleinen Zeit- und Arbeitsaufwand. Der unter obigen Voraussetzungen höchstens  $4\frac{0}{100}$  des ganzen Klappengewichtes betragende Bewegungswiderstand wird selbst für größere Spannweiten und Fahrbahnbreiten Handbetrieb ermöglichen, so daß die theuern Antriebe durch Maschinen wegfallen.

Die Handhabung der Brückenklappen erfolgt von der Kammer aus, sodaß keine Behinderung der Verladearbeiten eintritt.

Bei geöffneter Brücke werden die Hunde auch vom Kragarme aus in den darunter stehenden Eisenbahnwagen ausgestürzt, und auch von der geschlossenen Klappe können die Hunde entleert werden, in letzterm Falle findet also die Brücke selbst als Ladebrücke Verwendung.

Die ganze Brücken-Anlage zeichnet sich durch große Sparsamkeit im Raumerfordernis aus, welcher Vortheil die Hase'sche Anordnung für unsere räumlich sehr eingeschränkten Ladeplätze besonders geeignet macht.

Diese Brücken können nachträglich an jeder beliebigen Stelle der Ladebühne eingebaut werden, da hier die Frage der Raumbeschaffung, an der sonst so mancher Plan scheitert, wegfällt. Beim ersten Entwurfe einer Lade-Anlage braucht daher auch gar keine Rücksicht auf die später an geeigneten Punkten

zu errichtenden Verbindungs- und Lade-Klappen genommen zu werden, ohne daß dadurch Hindernisse für den spätern Einbau geschaffen würden.

Die Hase'sche Klappenbrücken können auch freischwebend, einflügelig wie zweiflügelig, ausgeführt werden. Auch können sie mit hängenden, mit den Klappen zurückschlagenden Vorderstreben versehen werden, wodurch leichtere und tragfähigere Anordnungen zu erzielen sind.

Die Hase'sche Klappbrücke ist auch anderwärts verwendbar, insbesondere bei den verschiedenen Verladungsarbeiten unserer Kohlschächte, Erzbergwerke, Bahnhöfe, Umschlags- und Hafentplätze u. s. w.

Nicht nur für leichte Förderhunde, auch für größere Ladefässer und selbst für Eisenbahnwagen können die Ladeklappen eingerichtet werden. In manchen Fällen dürfte es sich gewiß auch empfehlen, sie mit einem Wipper auszurüsten.

Das Umladen der Frachtgüter aus den Wagen der schmalspurigen Localbahnen in die Wagen der Hauptbahnen, welches gegenwärtig immer noch große Schwierigkeiten verursacht, könnte durch die Einführung der Hase'schen Ladeklappen wesentlich erleichtert und auch bedeutend verbilligt werden.

Die sehr kleine Sturzhöhe, die mit diesen sehr leicht handlichen Brücken zu erzielen ist, sowohl bei der Verladung von den Brückenklappen selbst, als auch bei der Verladung von seitwärts liegenden Bühnen, kommt den zu verladenden Frachtgütern und auch den Eisenbahnwagen, Schiffen, Kähnen u. s. w. sehr zu Statten, indem beide vor Beschädigungen bewahrt werden.

Nicht zu übersehen ist auch der Vortheil, den die Hase'schen Klappbrücken durch ihren geringen Raumbedarf bieten. Der vorgeschriebene Lichtraum ist überall, auch auf den Ladeplätzen leichter zu schaffen. Auch an Stellen, wo das Laden bisher unzulässig war, kann mit Hilfe dieser neuartigen Brücken anstandslos verladen werden, so z. B. längs der freien Bahnstrecke, insbesondere bei Localbahnen, woraus sich eine erheblich bessere Ausnutzung der Bahnanlage ergibt. An Verschiebverkehr mit den Bahngleisen würde gespart werden und dieser würde viel von seiner Gefährlichkeit verlieren; auch wäre rascherer Wagenwechsel, also bessere Wägenausnutzung ermöglicht.

Die Frachtgüter können mittels der Hase'schen Ladeklappen auch unmittelbar in die Eisenbahnwagen eingekarrt werden, indem die benutzten Rollwagen bis in dieselben, oder doch ganz nahe an dieselben geschoben werden. Die Entladung kann ebenso erfolgen. Auf diese Weise können insbesondere auch solche Güter verladen werden, bei denen das Stürzen aus irgend einem Grunde unzulässig ist.

Die theure und zeitraubende Handarbeit kann bei allen diesen Lade-Vorgängen, wenn auch nicht ganz vermieden, so doch bedeutend eingeschränkt werden. Auf den Güterbahnhöfen z. B. erleichtert die Anordnung Hase'scher Ladebrücken an den offenen Rampen und den Frachtspeichern auch das Ansammeln der Stückgüter und die Ladung der Eilgüter. Die Klappen sind dort mit einem Gleise für Rollwagen auszurüsten und können bei den Speichern zugleich auch als Thorverschlufs dienen, also wirkliche »Ladethore« bilden.

An den Kohlenbühnen der Bahnhöfe angebracht, eignen sich diese neuartigen Brücken zur Beschickung der Locomotiven,

zumal wenn Kippwagen statt der üblichen Körbe beim Kohlenfassen zur Verwendung kommen. Sehr rasch kann dann auch eine auf dem zweiten Gleise stehende Locomotive mit Brennstoff versehen werden, was besonders für die Personenzug-Locomotiven von Bedeutung ist.

Diese Kohlenklappen werden mit entsprechenden Signalen ausgerüstet und könnten auch in die Stellwerke einbezogen werden.

Was für den Eisenbahnverkehr gesagt ist, gilt ähnlich auch für die Beladung von Schiffen. Auch hier kommt die Freihaltung der Ufer für eine ausreichend breite Uferbahn der glatten Abwicklung des Verkehrs sehr zu Statten; die meisten in Verwendung stehenden Lade- und Anlande-Vorrichtungen verstellen die Ufer für den Schiffsverkehr stark und behindern die Uferbahn in störender Weise.

## Ueber Zwillings- und Verbund-Locomotiven.

Von A. Richter, Kgl. Eisenbahn-Bauinspector in Frankfurt a. M.

(Hierzu Zeichnungen auf Taf. XXIII und Zusammenstellungen auf Taf. XXIV.)

Die zahlreichen Beschaffungen von schweren Locomotiven seitens der Preussischen Staats-Eisenbahn-Verwaltung, der von manchen Fachmännern noch nicht als entschieden betrachtete Wettstreit zwischen Zwillings- und Verbund-Locomotiven, sowie die neuesten Untersuchungen über Locomotivsteuerungen liefen eingehende Versuche mit  $\frac{2}{4}$  gekuppelten Schnellzug- und Personenzug-Locomotiven und mit  $\frac{3}{4}$  gekuppelten Güterzug-Locomotiven erwünscht erscheinen. Dieselben fanden in den letzten beiden Jahren bei der Königlichen Eisenbahn-Direction Frankfurt a. M. statt; die dabei gewonnenen Ergebnisse dürften für weitere Kreise von Werth sein.

Vor allen Dingen war die Vertheilung und Ausnutzung des Dampfes in den Dampfzylindern zu ermitteln, weshalb viele Indicatorversuche ausgeführt wurden. Für den betreffenden Beobachter war ein kleines Häuschen über dem zu beobachtenden Dampfzylinder angebracht, in welchem sich auch der Indicator befand, der mit den beiden Dampfzylinderseiten durch zwei 25 mm weite, schlank gebogene und kurze Kupferrohre von gleichem Inhalte verbunden war. Die beiden Röhren führten zu einem Dreiweghahn mit 15 mm Bohrung und erst hierauf folgte der eigentliche Indicatorhahn, welcher eine Bohrung von rund 8 mm hatte. Für das Ausspritzen der Zuführungsrohre war ein besonderer kleiner Hahn am Dreiweghahnküken angebracht. Alle Röhren und Verbindungen waren gut bewickelt und vor der Aufnahme einer Schaulinie wurden der Indicator, die Röhren und der Dampfzylinder ausgespritzt bzw. angewärmt. Die Uebertragung der Kolbenbewegung auf die Papiertrommel erfolgte von dem Kreuzkopfe aus, und zwar unter Einschaltung einer Schwinge in einfacher und bekannter Weise durch einen ungleicharmigen Doppelhebel. Die Bewegungstheile waren aus Eisen gefertigt und stark gehalten, um das Federn in Folge großer Geschwindigkeiten zu vermeiden. Besonderer Werth wurde auf eine feste Lagerung der Hebelachse und auf ein gutes Passen der Bolzen gelegt. Zum Uebertragen der Bewegung vom Hebel auf die Papiertrommel fand eine scharf gedrehte, gestreckte und getränkte Schnur Verwendung, da Metalldrähte zu steif sind und leicht zerreißen. Zur Vermeidung des Schleuderns der Papiertrommel wurden deren beide Federn stark gespannt. Die benutzten 2 Indicatoren gleicher Bauart sind von der Firma Dreyer, Rosenkranz u. Droop in Hannover geliefert, und mit starken Indicatorfedern zu kurzen Schaulinien benutzt worden. Die Messung der Zuggeschwindigkeiten

geschah bei den Schnellzug- und Personenzug-Locomotiven mittels eines an der Locomotive befindlichen Geschwindigkeitsmessers von Buss, Sombart u. Co. in Buckau-Magdeburg und bei den Güterzug-Locomotiven durch eine Stechuhr (Tachometer).

Bei den Zwillings-Locomotiven waren 3 und bei den Verbund-Locomotiven 4 Beobachter nothwendig, von denen der erste die Versuche leitete und zugleich die Geschwindigkeit, Füllung, Reglerstellung, Dampfdruck und Beobachtungsstelle anmerkte, der zweite die Mefsvorrichtungen im Führerhause beobachtete, und der dritte und vierte die Indicatoren bedienten. Zum Messen der Blasrohrpressungen und der Saugwirkung in der Rauchkammer wurden hufeisenförmig gebogene Glasrohre benutzt, welche im Führerhause untergebracht und mit Quecksilber bzw. gefärbtem Wasser gefüllt waren. Sämmtliche weiter unten beschriebene Versuchs-Locomotiven befanden sich in gutem Zustande und die Eintheilung für die Steuerungsschraube war geprüft und erforderlichen Falles berichtigt. Auch Versuche mit abgenutzten Locomotiven wären von Werth gewesen, zur Beurtheilung der Güte einer Locomotive und zur Gewinnung von Unterlagen für das Entwerfen kommen sie indessen nicht in Betracht.

Bei den Versuchen selbst wurde darauf geachtet, daß die Locomotive den Beharrungszustand angenommen hatte, wenn die Aufnahme der Schaulinien erfolgte, was allerdings beim Fahren mit bestimmten Füllungen und Geschwindigkeiten nicht immer zu erreichen war, und dadurch boten die Versuche auch häufig Gelegenheit, den Widerstand des beförderten Zuges mit der indicirten Locomotivarbeit zu vergleichen. Hierbei erfolgte die Ermittlung des Widerstandes nach der Formel

$$W^{kg} = Q^t \{2,4 + 0,001 (v^{km/St})^2 \pm s^{mm}\}$$

worin bedeuten:

W = Widerstand des ganzen Zuges,

Q = Gewicht des ganzen Zuges einschließlic Locomotive und Tender,

v = Fahrgeschwindigkeit,

$\pm s$  = Neigung auf 1 km Bahnlänge,

während sich die indicirte Zugkraft der Zwillings-Locomotive ergibt aus:

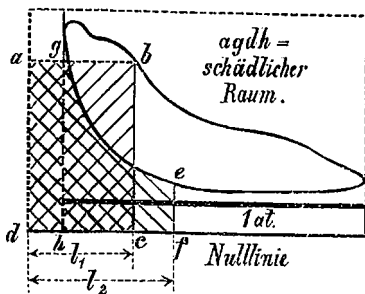
$$Z^{kg} = \frac{l^m (d^{cm})^2}{D^m} (p - p_1)^{kg/cm^2}$$

Darin bedeutet Z die Zugkraft, l den Kolbenhub, d den Kolbendurchmesser, D den Treibraddurchmesser,  $p - p_1$  den mittlern Arbeitsdruck in den Cylindern.



Die Berechnung des Dampfverbrauches geschah unter Zugrundelegung des Mariotte'schen Gesetzes in der folgenden einfachen Weise. In Textabbildung 42 sei *cb* die Füllungsordinate und das diesem

Fig. 42.



Drucke entsprechende Gewichte eines Cubikmeters Dampf  $\gamma_1$ ,  $l_1$  der Kolbenweg der wirklichen Zylinderfüllung gleich der nutzbaren Füllung zuzüglich des schädlichen Raumes,  $\gamma_2$  und  $l_2$  die entsprechenden Werthe für die Zusammendrückung mit der Gegendruckordinate *ef*, so ist der stündliche theoretische Dampfverbrauch in Kilogramm für die Zwillings-Locomotive

$$Q_1 = 1000 \cdot v \cdot \frac{d^2}{D} \cdot (l_1 \cdot \gamma_1 - l_2 \cdot \gamma_2),$$

und für eine Verbund-Locomotive, bei der nur der Hochdruckcylinder mit frischem Dampfe gefüllt wird,

$$Q_1 = 500 \cdot v \cdot \frac{d_h}{D} (l_1 \cdot \gamma_1 - l_2 \cdot \gamma_2).$$

Da die vorderen und hinteren schädlichen Räume niemals ganz gleich sind, so wurde das Mittel beider der Berechnung zu Grunde gelegt, und das Gleiche erfolgte bezüglich der Dampfspannungen am Ende der Füllung und zu Beginn des Gegendruckes der Schaulinien für die vordere und hintere Kolbenseite. Die Ordinaten wurden überall mit thunlichster Genauigkeit um  $\frac{1}{10}$  des Kolbenhubes vom Schieberabschlusse entfernt und für beide Schaulinienseiten in gleicher Entfernung vom Kolbenhubanfang angenommen. Es wurden ferner nur Ordinaten benutzt, welche ganzen oder halben Zehnteln des Kolbenhubes entsprachen.

Der durch die Abkühlung und die Undichtigkeiten hervorgerufene Dampfverlust wurde nach der Formel  $Q_2 = 5 \cdot d \cdot \sqrt{p - p_1}$ \*) für jeden Dampfzylinder berechnet, war also bei der Zwillings-Locomotive zu  $Q_2 = 10 \cdot d \cdot \sqrt{p - p_1}$  und bei der Verbund-Locomotive zu  $Q_2 = 5 \cdot d_h \cdot \sqrt{p_h - p_{h1}}$  für den Hochdruckcylinder allein zu berechnen.

Der nach diesen Formeln berechnete stündliche Dampfverbrauch in Kilogramm  $Q = Q_1 + Q_2$  entspricht dem Speisewasserverbrauche fast ganz genau, was durch besondere Versuche festgestellt wurde.

Die indicirten Arbeiten und Pferdestärken ergeben sich aus

$$N_i = 37 \cdot \frac{1 \cdot d^2}{D} \cdot v \cdot (p - p_1)$$

für die Zwillings-Locomotive und zu

$$N_i = 37 \cdot \frac{1}{D} \cdot v \{ d_h^2 (p_h - p_{h1}) + d_n^2 (p_n - p_{n1}) \}$$

für die Verbundlocomotive; das Zeichen *h* bezeichnet den Hochdruck-, *n* den Niederdruckcylinder. Aus dem Zugwiderstande *W* folgen die Pferdestärken allgemein nach

$$N_z = 0,0037 \cdot v \cdot W.$$

\*) Die Dampfmaschinen u.s.w. von Herm. Haeder, Civil-Ingenieur in Duisburg a. Rh., Druck und Commissions-Verlag von L. Schwann in Düsseldorf, 1890, S. 268.

Bevor nun die Versuchsergebnisse im Einzelnen besprochen werden, sei bemerkt, dass von den einzelnen Locomotiven nur die Hauptmasse mitgetheilt werden und insbesondere bezüglich der Steuerung vorwiegend die innere behandelt werden wird, weil nur sie in Betracht kommt, wenn die äußere richtig, das heißt so gebaut ist, dass eine gleichmäßige Dampfvertheilung stattfindet. Dies trifft für die Steuerungen sämtlicher Versuchs-Locomotiven mit genügender Genauigkeit zu.

Bei dieser Gelegenheit sei gestattet, darauf aufmerksam zu machen, dass bei den meisten Beschreibungen von Locomotiven grade die äußerst wichtigen Angaben über die innere Steuerung und die Blasrohr- nebst Schornstein-Anordnung fehlen; es dürfte sich allgemein empfehlen, diesen Punkten eine größere Beachtung zu schenken.

## A. Schnellzug- und Personenzug-Locomotiven.

### 1. Zwillings-Schnellzug-Locomotive Nr. 255.

Dieselbe ist im Jahre 1892 von Henschel u. Sohn in Cassel geliefert worden und besaß zunächst die reine Erfurter Bauart.\*)

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Gewicht der Locomotive	{ leer . . . . .	43,9 t
	{ betriebsfähig . . . . .	48,7 >
	{ Reibungsgewicht . . . . .	27,7 >
gesamnte Heizfläche . . . . .		125 qm
» Rostfläche . . . . .		2,3 >
Ueberdruck des Kesseldampfes . . . . .		12 kg/qcm
Achsenzahl	. . . . .	4
Dampfzylinder	{ lichter Durchmesser . . . . .	430 mm
	{ Kolbenhub . . . . .	600 >
Treibraddurchmesser . . . . . (neu 1960)		1930 >
Länge der Treibstange . . . . .		1750 >
Art der Steuerung . . . . . Allan mit schiefer Aufhängung und Zwischenhebel, Vor-eilungswinkel für die Excenter, vor-wärts und rückwärts, . . . . .		30°
Schieberüberdeckungen	{ äußere . . . . .	22 mm
	{ innere . . . . .	1 >
Schiebervoröffnungen	{ für 0,06 (sollt sein 0,073) Füllung = Mittelstel-lung (sollt sein 3,9) . . . . .	2,8 >
	{ für 0,3 Füllung vorwärts (sollt sein 4,0) . . . . .	2,9 >
	{ für 0,7 Füllung vorwärts (sollt sein 4,4) . . . . .	3,3 >
Dampfeinströmungskanäle . . . . .		350 × 33 >
Dampfausströmungskanal . . . . .		350 × 60 >
Stegdicken des Schieberspiegels	{ vorne . . . . .	25 >
	{ hinten . . . . .	35 >
Schieberbauart — Muschelschieber mit Umströmungskanal,		
Schädliche Räume in % des vom Kolbenhube bestimmten Cylinder-inhalts . . . . .	{ vorne . . . . .	6,0 %
	{ hinten . . . . .	10,7 >
	{ im Mittel . . . . .	8,35 >

\*) X. Ergänzungs-Band des Organs 1893, S. 11 und Taf. I, Fig 5, sowie Taf. VII.



lichter Blasrohrdurchmesser . . . . .	120 mm
oberer lichter Schornsteindurchmesser . . .	500 »
kleinster » . . . . .	350 »
Abstand der Blasrohroberkante von der Schornsteineinschnürung . . . . .	550 »
Neigung des Wandung des oberen Schornsteinkegels . . . . .	1 : 12,5.

Der Schornstein und das Blasrohr entsprechen nicht der ursprünglichen Anordnung.

Von dieser Locomotive wurden die auf Taf. XXIII unter A, Nr. 1—8 ausgezogen dargestellten Indicator-Schaulinien erhalten; diese sollen nebst den Versuchswerthen mit a bezeichnet werden.

Nun wurde die Steuerung der Locomotive durch Beseitigung der schiefen Anordnung und Einführung der theoretisch richtigen umgebaut. Die neuen Schieberspiegel wurden durch Aufschrauben von Platten hergestellt, die Schieber und Excenter erneuert, die Zwischenhebel aber beibehalten. Die in Betracht kommenden Maße der neuen Steuerung sind

Voreilungswinkel *für die Excenter	{ vorwärts . . . . .	30 °
	{ rückwärts . . . . .	36 °
Schieberüberdeckungen	{ äußere . . . . .	26 mm
	{ innere . . . . .	1 »
Schiebervoröffnungen	{ für 0,052 Füllung, = Mittelstellung, . . . . .	3,0 mm
	{ » 0,3 Füllung vorwärts . . . . .	2,5 »
	{ » 0,7 » » . . . . .	1,8 »

Dampfeinströmungskanäle . . . . .	350×34 mm
Dampfausströmungskanal . . . . .	350×60 »
Stegdicken des Schieberspiegels, vorn und hinten gleich, . . . . .	25 »

Die zu dieser Steuerung gehörigen Indicator-Schaulinien sind gestrichelt (— — — —) über die Schaulinien a gezeichnet worden; sie, nebst den zugehörigen Versuchsergebnissen, sollen mit b bezeichnet werden.

Die Versuche ließen erkennen, daß die Voröffnungen zu klein waren, es wurden deshalb unter entsprechender Berichtigung der Umströmungskanäle und der Schieberspiegel die Schieber um 1 mm verkürzt, sodafs jetzt hergestellt war:

Außere Schieberdeckung . . . . .	25,5 mm	
Schiebervoröffnungen	{ für 0,06 Füllung, = Mittelstellung, . . . . .	3,5 »
	{ » 0,3 Füllung vorwärts . . . . .	3,0 »
	{ » 0,7 » » . . . . .	2,3 »

Zu dieser Steuerung gehören die Punkt-Strich (— . . . . —) und ebenfalls über die vorgenannten gezeichneten Indicator-Schaulinien, welche nebst den betreffenden Versuchsergebnissen im Folgenden mit c bezeichnet werden.

Die Wirkungsweise dieser 3 Steuerungen hinsichtlich der bei den Versuchen in Betracht kommenden Füllungen geht aus der folgenden Zusammenstellung I hervor.

Zusammenstellung I.

Füllung in Theilen des Kolbenhubes			Lineare Voröffnung mm			Größte lineare Oeffnung des						Kolbenweg in mm des 600 mm betragenden Kolbenhubes								
						Einströmungs-Kanales mm			Ausströmungs-Kanales mm			Voreinströmung			Füllung und Dehnung			Gegendruck		
a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Mitte = 0,059   0,052   0,06			2,8 + 2,8	3,0 + 3,0	3,5 + 3,5	2,8 + 2,8	3,0 + 3,0	3,5 + 3,5	23,8	28,0	28,0	35	31	36	313	311	311	313	311	311
	0,1		"	2,9 + 2,9	3,4 + 3,4	3,1 + 3,1	3,3 + 3,3	3,7 + 3,7	24,1	28,3	28,5	19	15	21	354	358	350	270	263	271
	0,15		"	2,8 + 2,8	3,3 + 3,3	3,7 + 3,7	3,9 + 3,9	4,3 + 4,3	24,7	28,9	28,8	12	9	13	387	390	383	236	229	237
	0,20		"	2,7 + 2,7	3,2 + 3,2	4,4 + 4,4	4,8 + 4,8	5,0 + 5,0	25,4	29,8	29,5	9	6,5	8	411	415	410	211	204	210
	0,25		2,9 + 2,9	2,6 + 2,6	3,1 + 3,1	5,3 + 5,3	5,7 + 5,7	5,9 + 5,9	26,3	30,7	30,4	7	4,5	6	431	435	432	189	182	186
	0,30		"	2,5 + 2,5	3,0 + 3,0	6,2 + 6,2	6,6 + 6,6	6,9 + 6,9	27,9	31,6	31,4	5,5	3	4	449	454	451	170	162	166
	0,40		3,0 + 3,0	2,3 + 2,3	2,8 + 2,8	8,5 + 8,5	9,0 + 9,0	9,3 + 9,3	29,5	34,0	33,8	4	1,5	2	479	484	481	138	130	133

Hiernach müßte die Steuerung b die günstigste sein; das ist aber nicht der Fall, wie ein Blick auf die Indicator-Schaulinien erkennen läßt und wie weiterhin aus der Zusammenstellung II, Taf. XXIII, zu entnehmen ist.

Während bei der ursprünglichen Steuerung a nach den Schaulinien Taf. XXIV, A, Nr. 1 bis 7 die mittlere Dampfspannung in den Dampfzylindern bei Beginn des Kolbenhubes um 0,8 bis 3,7 kg/qcm kleiner ist, als die Kesselspannung, beträgt dieser Unterschied bei der Steuerung b 0,8 bis 5,2 kg/qcm, dagegen bei c nur noch 0,6 bis 2,4 kg/qcm. Somit wird die Kesseldampfspannung von der Steuerung c am besten ausgenutzt, dann folgt a und zuletzt b. Die Ursachen für dieses Verhalten sind zweierlei Art. Die Steuerungen a und b liefern nahezu gleiche Voröffnungen der Dampfschieber, b aber erzeugt zufolge der größern äußern Schieberüberdeckung einen

kleinern Gegendruck-Kolbenweg und liefert daneben eine größere Oeffnung des Ausströmungskanales. Die Folge hiervon ist, was die Schaulinien deutlich erkennen lassen, ein kleinerer Gegendruck in den Dampfzylindern, und die Voröffnung ist nicht groß genug, um bei den namentlich in Betracht kommenden kleinen Füllungen die Anfangsspannung in den Dampfzylindern noch wesentlich höher bringen zu können, als sie durch den Gegendruck erzeugt war. Auch dies beweisen die Schaulinien; denn nach Beginn des Kolbenhubes steigt die Füllungslinie schräg an, was immer gleichbedeutend ist mit einem Arbeits- und Dampfverluste. Dieser Mangel haftet auch den Schaulinien a an, jedoch in weit geringerm Maße. Die Schaulinien haben hiernach bewiesen, daß eine Voröffnung von 3 mm bei 26 mm äußerer Schieberdeckung zu klein ist, wenn sie bei fast unveränderten Verhältnissen für 22 mm Deckung noch eben aus-

reicht. Auch die laufende Nr. 21 der Zusammenstellung II beweist dies, da die Steuerung b gegen a einen Dampfverbrauch für 1 Pferdestärken-Stunde liefert, welcher bei kleinen Leistungen gröfser, bei mittleren Leistungen gleich und bei grofsen Leistungen kleiner ist. Durch die Vergrößerung der Voröffnung um 0,5<sup>mm</sup> wurden, wie die Schaulinien c und deren Ergebnisse unzweifelhaft darthun, die Mängel nicht nur beseitigt, sondern es wurde auch eine besser wirkende Steuerung erhalten. Die Steuerung c ergibt nach lfr. Nr. 10 der Zusammenstellung II und den Schaulinien einen wesentlich höhern Gegendruck als b, jedoch keinen erheblich verschiedenen von a; der Dampfverbrauch für 1 Pferdestärken-Stunde aber ist für alle Füllungen beträchtlich kleiner, als bei den Steuerungen a und b. Die Gesamtleistungen der Locomotive betragen unter Zugrundelegung der Schaulinien Nr. 1 bis 8 nach l. Nr. 15 der Zusammenstellung II mit den Steuerungen a, b und c 3152, 3479 und 3564 indicirte Pferdestärken, welchen ein stündlicher Dampfverbrauch, l. Nr. 19, von 31980, 34810 und 33710 kg gegenübersteht, so dafs für 1 Pferdestärken-Stunde im Durchschnitt 10,17, 10,03 und 9,46 kg Dampf verbraucht werden. Neben der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Locomotive liefert die Steuerung c also eine Ersparnis von 6,8 % und 5,7 % gegen a und b, womit eine noch gröfsere Kohlenersparnis verbunden ist. Dabei besitzt die Steuerung a eine kleinere äufsere Schieberüberdeckung und eine kleinere Voröffnung als c, beide aber haben annähernd gleiche kleinste Füllungen. Die letztere ist bei b noch kleiner, kann indessen nicht in Betracht kommen, da hiermit die zulässige Grenze schon überschritten war. Die Voröffnungen sind weiterhin bei der Steuerung c nur bei Füllungen unter 0,3 gröfser, als bei der Steuerung a und werden dann sogar kleiner, ohne dafs damit eine schlechtere Wirkung eintritt.

Hieraus folgt:

- a. Ein grofser Gegendruck in den Dampfzylindern ist nicht schädlich, sondern vortheilhaft, wenn er richtig bemessen ist.

- b. Die Kleinheit der Voröffnung bildet keinen Mafsstab für die Güte einer Kulissensteuerung.
- c. Die kleinste Füllung und die äufsere Deckung sind (neben der innern Deckung) für die Kulissensteuerungen bestimmend.
- d. Die Voröffnung soll bei der kleinsten Füllung am gröfsten sein und wird zweckmäfsig mit zunehmender Füllung kleiner.

Damit sind die im Organ 1893, S. 44 u. f., veröffentlichten, damals theoretisch begründeten Vorschläge durch praktische Versuche bewiesen worden.

Wenn unter a von einem richtig bemessenen Gegendrucke gesprochen wurde, so fragt es sich, wie derselbe bemessen werden soll. Er hängt wesentlich von den schädlichen Räumen ab, und diese betragen bei der Versuchs-Locomotive vorne 6 % und hinten 10,7 %, im Mittel also 8,35 % von dem durch den Kolbenhub bestimmten Dampfzylinderinhalt. Bei allen Schaulinien sehen wir, dafs für die vordere Kolbenseite mit dem kleinern schädlichen Raume die Gegendrucklinie während der Zeit der Dampfausströmung niedriger liegt und dann viel schneller und stärker ansteigt, als auf der hintern Kolbenseite mit dem gröfsern schädlichen Raume. Eine Folge hiervon ist die gröfsere Höhe der rechtsseitigen Schaulinien. Hierbei ist zu bemerken, dafs die Steuerungen sämmtlich auf gleiches Voröffnen im Betriebe eingestellt waren, indem bei der kalten Locomotive die vordere Voröffnung etwa 1<sup>mm</sup> gröfser gewählt wurde, als die hintere, weil sich im Betriebe die Schieberstange um ungefähr 0,5<sup>mm</sup> ausdehnt. Hierauf wird später zurückgekommen werden. Berücksichtigt man nun, dafs wohl nur wenige der bisherigen Zwilling-Locomotiven kleinere schädliche Räume als 8 % besitzen, so lehren die Versuche, dafs im allgemeinen die Voröffnung bei der kleinsten Füllung nicht kleiner als 3,5<sup>mm</sup> sein darf; namentlich aber sind kleine und gleiche schädliche Räume ein wichtiges Erfordernis. (Fortsetzung folgt.)

## Ueber Kessel, Feuerkisten und Siederöhren der Locomotiven.

Nach dem Berichte des Internationalen Ausschusses des Eisenbahn-Congresses.\*)

Ueber diesen Gegenstand, welcher Punkt V des Fragebogens für die im Juni 1895 in London stattfindende fünfte Sitzung des Internationalen Eisenbahn-Congresses bildet, erstattet Ed. Sauvage unter Angabe der einschlägigen Litteratur und unter Beigabe verschiedener Abbildungen einen eingehenden Bericht, der die Aeuferungen einer gröfsern Anzahl von Eisenbahn-Verwaltungen des Auslandes verwerthet, insbesondere auch die Ansprüche angiebt, welche dieselben an die zur Herstellung der Locomotivkessel verwendeten Baustoffe stellen.

Kessel aus Flusseisen finden bereits bei einer Reihe von Verwaltungen Verwendung, Feuerkisten aus Flusseisen, welche in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika allgemein

in Gebrauch sind, dagegen nur in geringem Umfange. In Europa wird fast ausschliesslich das Kupfer zu den Feuerkisten benutzt. Unter den Eisenbahn-Verwaltungen, welche gegenwärtig eiserne Feuerkisten besitzen, werden die Paris-Lyon-Mittelmeer- und die Great Eastern-Bahn angeführt. Bezüglich der bei der Verwendung von Flusseisen zu Locomotiv-Feuerkisten gemachten Erfahrungen wird auf die in der Revue générale des chemins de fer veröffentlichte Arbeit Chabal's †) Bezug genommen.

Die verschiedenen bekannten Arten des Einziehens, Befestigens und Dichtens der Siederöhre werden unter Zu-

†) Vergl. Organ 1894, S. 179.

\*) Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer 1894, Nr. 9, September, Seite 641; 1895, Nr. 3, März, S. 589. Mit Abbildungen. — S. auch Railroad Gazette 1895, Januar, S. 17; Am. Eng. Railr.-Journ. 1895, Jan., S. 20. Mit Abbildungen.

hülfenahme von Abbildungen beschrieben. Das in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika gebräuchliche Verfahren, zwischen Siederohr und Rohrwand einen Kupferring zu legen, wird in Europa nur selten angewendet und scheint nur dann gerechtfertigt, wenn Rohrwand und Rohre von Eisen sind.

Verschiedene Eisenbahn-Verwaltungen setzen dem Speisewasser Mittel hinzu, welche das Ansetzen des Kesselsteines verhindern sollen; Hauptbestandtheil dieser Mittel ist die Soda, mit deren alleinigem Zusatze sich mehrere Verwaltungen begnügen.

Zum Schutze der Kesselbleche sind verschiedene Verfahren in Anwendung: das Aufhängen von Zink im Kessel-Innern mit Hülfe von Kupferdrähten, das Einspritzen von Petroleum sowie das Belegen des untern Theiles des Langkessels mit dünnem Kupferbleche nach dem Feldbacher'schen Verfahren.\*)

Durch eine zweckmäßige Einführung des Speisewassers läßt sich erreichen, daß sich die Niederschläge nicht auf den am stärksten erwärmten Kesseltheilen ablagern und hier festbrennen. Als bezügliche Einrichtungen werden diejenigen von Carrol und Lencauchez angeführt.

Die vorherige Reinigung des Speisewassers wird von mehreren Eisenbahnverwaltungen vorgenommen. Wenn auch bei ständigem Betriebe eine vollkommene Reinigung nicht erreicht wird, so wird doch die Menge der gelösten Salze bedeutend verringert.

Ueber den Einfluß von Länge, Form und Durchmesser der Siederohre auf die Dampferzeugung sind bei der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn durch A. Henry, über dessen frühere Versuche im Organ 1891, Seite 211 eingehend berichtet wurde, neuerdings weitere Versuche\*\*) angestellt worden, deren Ergebnisse in den folgenden Schlufsergebnissen enthalten sind.

Hinsichtlich der Siederohre mit Rippen, Bauart Serve, haben die Henry'schen Versuche ergeben, daß derartige Rohre die größte Dampferzeugung und dieselbe Brennstoff-Ausnutzung wie glatte Rohre zeigen, wenn sie 2 bis 2,5 m lang, also bedeutend kürzer sind, als letztere.

Die Französische Nordbahn hat mit Serve-Rohren von 70 mm äußerem Durchmesser und 3,5—4 m Länge gute Erfahrungen gemacht.\*\*\*)

Auf Grund seiner umfangreichen Erhebungen kommt Herr Sauvage zu nachstehenden Ergebnissen:

A. 1. Die Verwendung weicher Flußeisenbleche zu den Kesseln der Locomotiven ist mehr und mehr in Aufnahme gekommen und zwar hauptsächlich deshalb, weil die Güte dieser Bleche heute diejenige der schweißeisernen übertrifft und weil das Flußeisen, namentlich wenn es sich um gekümpelte Arbeiten handelt, leichter zu bearbeiten ist als Schweißisen.

2. Die Bleche werden aus weichstem, auf dem Flammofen-Herde geschmolzenen Eisen hergestellt; sie haben eine

Zerreißfestigkeit von höchstens 45 kg/qmm, vorzugsweise aber eine solche von 35 bis 40 kg/qmm.

3. Die Bearbeitung der Flußeisenbleche erfordert keine besonderen Vorsichtsmaßregeln, sie können den für das Ausziehen, Anrichten u. s. w. erforderlichen örtlichen Erwärmungen ohne Nachtheil ausgesetzt werden. Will man vorsichtig zu Werke gehen, so kann man die Bleche nach der Formgebung und vor dem Zusammennieten ausglühen, doch ist diese Vorsichtsmaßregel nicht nöthig, wenn die Güte der Bleche durch längere Erfahrung zuverlässig festgestellt ist.

4. Durch die Verwendung von Flußeisenblechen ist man in der Lage, den Kesseldruck erforderlichen Falles ein wenig zu erhöhen, ohne die Wandstärken steigern zu müssen.

5. Flußeiserne Feuerkisten sind bei den europäischen Bahnen noch immer etwas Ungewöhnliches; sie scheinen nicht vortheilhafter zu sein als kupferne, wenigstens nicht bei Verwendung der in Europa vorhandenen Eisensorten. Für die kleinen, wenig angestregten Verschieblocomotiven können sie jedoch mit Vortheil verwendet werden.

B. 6. Siederohre aus Schweiß- und Flußeisen finden immer weitere Verbreitung; sie können die Messingrohre völlig und vortheilhaft ersetzen.

7. Werthlos ist es, an die eisernen oder stählernen Siederohre einen Vorschuh aus Kupfer anzulöthen.

8. Das Einziehen der Siederohre in die schwach kegelförmigen oder cylindrischen Rohrwandlöcher erfolgt mit Hülfe von Rohrwalzen.

9. Ein Umbörteln der Rohrenden ist nicht durchaus nothwendig.

10. Rohrringe soll man nur am Feuerkistenende der Siederohre und außerdem dann anwenden, wenn sie zum Stillen eingetretenen Rohrleckens nöthig werden.

11. Zur Verhütung des Rohrleckens ist eine sorgfältige Behandlung der Locomotive und eine sachgemäße Bedienung der Feuerung erforderlich. Beim Beschicken des Rostes mit Brennstoff muß das Eindringen kalter Luft möglichst verhütet werden; vor dem Ablassen des Wassers soll der Kessel genügend abgekühlt sein, namentlich auch dann, wenn er mit kaltem Wasser ausgewaschen werden soll. Sehr schädlich ist es, das Feuer bereits vor dem Eintreffen der Locomotive im Schuppen herauszureißen, weil dann durch die Blasrohrwirkung eine große Menge Luft in die Feuerkiste und von hier aus durch die Siederohre gesogen wird.

C. 12. Es kann von Nutzen sein, in den Kessel Mittel hineinzuthun, welche das Ansetzen des Kesselsteines verhüten; Art und Menge dieser Mittel müssen aber den verschiedenen örtlichen Verhältnissen angepaßt werden.

13. Die vorherige Reinigung der an kohlenurem Kalke reichen und besonders der gypshaltigen Speisewässer ist sehr nützlich.\*) Die Reinigungsanlagen erfordern allerdings große Ausgaben, welche sich aber oftmals durch Brennstoffersparnis und durch die verringerten Kosten des Auswaschens und der Unterhaltung bezahlt machen.

\*) Organ 1891, S. 221 ff.

\*\*) Memoires et compte rendu des travaux de la société des Ingénieurs civils de France, 1894, October, S. 574; Annales des Mines, 1894, August.

\*\*\*) Vergl. Organ 1894, S. 151.

\*) Organ 1891, S. 110.

14. Bei feststehenden Dampfkesseln findet das Verfahren, das Speisewasser in den Dampfraum des Kessels treten zu lassen, wodurch die im Wasser enthaltene Luft entfernt und die örtliche Abkühlung der Bleche vermieden wird, immer weitere Verbreitung. Es empfiehlt sich, in dieser Richtung auch bei den Locomotiven Versuche anzustellen.

D. 15. Die Länge der Siederohre sollte im Allgemeinen nicht über 4 bis 4,5 m hinausgehen und

16. der lichte Durchmesser derselben nicht unter 40 bis 50 mm gewählt werden, damit ein leichtes Abfließen der Verbrennungsgase gesichert ist. Die Stärke der zwischen den Siederohren stehenden Rohrwandstege wird zweckmäßig nicht unter 14 bis 18 mm genommen.

17. Siederohre mit Rippen\*) und einem äußern Durchmesser von 60 bis 70 mm eignen sich nur dann für Locomotiven, wenn die Rohre kurz sind. Es kann vortheilhaft sein, die gewöhnlichen Siederohre durch solche mit Rippen zu ersetzen, wenn Höhe und Länge der letzteren angemessen vermindert werden.

18. Die Siederohre werden entweder in wagerechten oder in senkrechten Reihen angeordnet; letztgenannte Anordnung wird im Allgemeinen vorgezogen, weil sie das Aufsteigen der Dampfblasen begünstigt.

19. Die Art des zur Herstellung der Siederohre verwendeten Metalles ist hinsichtlich der Dampferzeugung gleichgültig.

20. Die Größe der Rauchkammer scheint keinen besondern Einfluss zu haben. Die von verschiedenen europäischen Bahnverwaltungen versuchsweise verwendeten verlängerten Rauchkammern amerikanischer Bauart scheinen im Allgemeinen keine bessern Ergebnisse zu liefern, als Rauchkammern mittlerer Größe.

21. Von den verschiedenen Formen der Locomotiv-Schornsteine kann keine als den andern überlegen bezeichnet werden. Die nach oben sich erweiternde, schwach kegelförmige Form

\*) Organ 1892, S. 81; 1894, S. 151.

scheint im Allgemeinen vorgezogen zu werden. Zweckmäßig ist es, den untern Theil des Schornsteines in die Rauchkammer hineintreten zu lassen und hier auf Trichterform zu erweitern. Die Blasrohrmündung soll nur wenig über die oberste Siederohrreihe hinausgehen, auch wenn der Schornstein nicht in die Rauchkammer hineintritt.

22. Keiner der gebräuchlichen Funkenfänger kann als völlig zweckentsprechend bezeichnet werden; sie alle stören mehr oder weniger den Zug, ohne unbedingt wirksam zu sein. Das einfache Funkensieb genügt in fast allen Fällen.

23. Unter den verschiedenen Blasrohrformen scheint die mit ringförmiger Anordnung den andern etwas überlegen zu sein; ein verstellbarer Querschnitt macht diese Anordnung erwünscht, ist aber erwünscht.

24. Das gewöhnliche Blasrohr mit einfacher, kreisförmiger Austrittsöffnung sollte stets eine jederzeitige Aenderung der letzteren gestatten; jedoch ist darauf zu sehen, daß der Querschnitt nur bis zu einem gewissen Grade verkleinert werden kann. Die Ueberschreitung dieser Grenze ist ohne Zweifel die Ursache, daß die veränderlichen Blasrohre zuweilen schlecht beurtheilt oder gar als unbrauchbar bezeichnet werden.

Die einfache Anordnung mit zwei beweglichen Klappen erscheint zweckmäßig.

25. Die Fahrgeschwindigkeit hat keinen merklichen Einfluss auf die Dampferwicklung der Locomotive. Es geht dieses auch aus der Thatsache hervor, daß die zweicylindrigen Verbund-Locomotiven allgemein eine gute Verbrennung zeigen, die Verringerung der Zahl der Dampfschläge auf die Hälfte derjenigen der gewöhnlichen Locomotive also einen nachtheiligen Einfluss auf die Verbrennung nicht ausübt. —k.

Bemerkung. Die vorstehenden Ergebnisse stehen mit den in Deutschland gemachten Erfahrungen nicht überall im Einklange. Es ist überhaupt zu bedauern, daß sich die deutschen Bahnen von den internationalen Eisenbahn-Congressen fern halten, obgleich ihre Mitwirkung zur Förderung der Fortschritte im Eisenbahnwesen sehr erwünscht sein würde. v. B

## Die elektrische Beleuchtungstechnik und ihre Anwendung im Eisenbahnwesen.

Von C. Bischoff, Ingenieur in München.

Die ersten elektrischen Beleuchtungsanlagen von Bahnhöfen der deutschen Eisenbahnverwaltungen entstanden im Anfange des vergangenen Jahrzehnts.

Mitbestimmend für den Entschluß zu ihrer Ausführung mögen wohl die technischen Ergebnisse der Münchener elektrischen Ausstellung gewesen sein, die, obwohl im Jahre 1882, also noch während der ersten Entwicklung der elektrotechnischen Gewerbe abgehalten, alle zum Bau und Betriebe von Bogen- und Glühlichtanlagen nothwendigen Bestandtheile auf einer bereits sehr beachtenswerthen Stufe der Vollkommenheit gezeigt hatte.

Während man anfänglich alle jene vortheilhaften Eigenschaften des elektrischen Lichtbetriebes, die namentlich bei

Beleuchtung von Bahnhöfen in hohem Grade zur Geltung kommen, zu bemängeln suchte und den Bau der ersten Bahnhofbeleuchtungsanlagen zögernd und nach Einwänden verschiedener Art in Angriff nahm, hält heute der Eisenbahntechniker elektrische Lichtanlagen bereits für nothwendige Bestandtheile technisch vollkommener Bahnhöfe.

Die Statistik des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen weist nach dem Stande von Ende 1893 beiläufig 80 bestehende und 15 im Bau befindliche elektrische Bahnhofbeleuchtungsanlagen auf. Von ersteren besitzen die weitaus meisten selbstständige Stromerzeugungsstellen, während der Rest, veranlaßt durch günstige Strompreise, den Strom dem Leitungsnetze von

Einzelunternehmern oder städtischer Elektrizitäts-Werke entnimmt.

Verhältnismäßig groß ist die Zahl von Bahnhöfen, welche, ohne Knotenpunkte von größerer Verkehrsbedeutung zu sein, doch in Gegenden hoher gewerblicher Entwicklung gelegenen Güterverkehr aufweisen, Lichtanlagen mit selbständiger Stromerzeugung besitzen. Durch diese Thatsache wird die von verschiedenen Seiten ausgesprochene Ansicht widerlegt, daß nur bei Bahnhöfen von großer Längenausdehnung, oder bei solchen, deren bestehende Beleuchtungsart hohe Kosten verursacht, von einer vortheilhaften Anwendung elektrischen Lichtes die Rede sein könne. Die kleinste Anlage, die eines Rangirbahnhofes wird von einer Dynamomaschine von nur 6 P. S. Kraftbedarf betrieben, und zwar für Gleisbeleuchtung durch 6 Gleichstrombogenlampen, von welchen jede bei 12 Ampère Stromverbrauch 1200 Normalkerzen Leuchtkraft besitzt und für 16stündige Brenndauer ohne Kohlenstiftwechsel eingerichtet ist.

In den obenerwähnten 80 Anlagen sind verschiedene Stromarten verwendet worden. In den ältesten erzeugte man Gleichstrom von 50—65 Volt Spannung, in später gebauten solchen von 100—130 Volt. In den letzten Jahren entstanden Anlagen, welche mit Zweileiter-Anordnung für Wechselstrom oder mit Dreileiter-Anordnung für Drehstrom gebaut wurden und zur Beleuchtung größerer Bezirke und entfernt stehender Gebäude dienen. Seit kurzem ist eine Dreileiteranlage mit sogenannten »Spannungstheiler-Maschinen« in Betrieb, welche einzeln oder nebeneinander geschaltet, gemeinsam die Dreileitungen, nämlich den  $+$ , 0 und den  $-$  Leiter speisen können. Die bei älteren Dreileiteranlagen bestehende Nothwendigkeit, auch bei einem Mindestverbrauche an Strom, gleichzeitig 2 Dynamomaschinen hintereinandergeschaltet zu betreiben, fällt bei Anlagen mit Spannungstheiler-Maschinen weg. Ob es aber möglich ist, den bei Dreileiteranlagen älterer Bauart bestehenden Vortheil\*), den Mittelleiter blank in die Erde verlegen zu können, auch bei von Spannungstheiler-Maschinen gespeisten Leitungen auszunutzen, ist z. Z. noch unentschieden. Die Fünfleiteranordnung kann nicht zur Betriebs-Verwendung, wohl mit Rücksicht darauf, daß es auch bei geringster Maschinenbelastung hierbei nothwendig ist, gleichzeitig 4 Dynamomaschinen laufen zu lassen.

Bei einigen, namentlich den älteren dieser Anlagen, welche zum Zwecke der Beleuchtung nur eines Theilbezirkes, nicht aber des Bahnhofes in seinem ganzen Umfange gebaut wurden, mußte, nachdem man auf Grund mehrjähriger günstiger Erfahrungen im Betriebe dem Lichtbedarfe nunmehr besser zu entsprechen wünschte, auf Mittel für Erweiterungen gedacht werden. Zur Erreichung eines solchen Zieles standen zwei Wege offen.

a) In einigen Fällen tauschte man die bestehende Maschinenanlage während der Monate Juni und Juli gegen eine leistungsfähigere aus und führte gleichzeitig einen Erweiterungsbau des Maschinenhauses aus, damit späterhin, selbst bei Annahme einer ausschließlichen Verwendung der Elektrizität zur Licht-

\*) Das städtische Elektrizitätswerk Altona hat nach Vorschlägen Hermann Müller's bei der dortigen Dreileiteranlage von unterirdischer Verlegung blanker Mittelleiter den weitgehendsten Gebrauch gemacht.

erzeugung, die Aufstellung eines zweiten oder dritten Maschinensatzes von solcher Leistungsfähigkeit stattfinden konnte, daß diese im Vereine mit den zuerst aufgestellten Maschinensätzen den insgesamt erforderlichen Strom noch zu liefern im Stande sein würden. War die aufgestellte Maschinengattung entsprechend gewählt, so konnte ein Maschinensatz als Ersatz dienen.

Ein solcher Umbau, während dessen eine Aushilfsbeleuchtung mit Gasolin- oder Oellampen ausgeführt wurde, erreichte vollkommen seinen Zweck und nach Ablauf der zweimonatlichen Betriebspause konnte der elektrische Beleuchtungsbetrieb in einer den allseitigen Wünschen entsprechenden Weise aufgenommen werden.

b) In einigen anderen Fällen suchte man die Vergrößerung der Leistungsfähigkeit mit weniger durchgreifenden Mitteln und unter Einschlagen eines technisch nicht ganz einwandfreien Verfahrens zu erreichen.

Da im Maschinen- und Kesselraume noch Platz für Ersatz vorgesehen war, fügte man eine weitere Dynamo- und Antriebsmaschine hinzu. Deren Leistungsfähigkeit konnte jedoch deshalb nicht viel größer, als die des bereits aufgestellten Maschinensatzes gewählt werden, weil die im Maschinen- und Kesselraume für Ersatz freigelassenen Flächen für Maschinen und Kessel der erst verwendeten Art und Größe bemessen waren. Ein Ueberschreiten dieser Fläche hätte Unzulänglichkeit des einen oder andern, stetiger Bedienung bedürftigen Theiles zur Folge gehabt. Auch würde der gleichzeitige Betrieb zweier in Leistungsfähigkeit und Abmessungen wesentlich verschiedener Maschinensätze zu Unträglichkeiten geführt haben.

Es wurden also im Laufe der Jahre fünf und manchmal mehr Maschinensätze aufgestellt und gleichzeitig betrieben, und um für den Fall des Versagens einer Antriebs- oder Dynamomaschine dennoch dem Strombedarfe entsprechen zu können, wurde zur Aufstellung einer Speicherbatterie geschritten. Der für solche elektrische Speicher hauptsächlich geltend gemachte Vorzug, nämlich denselben zu jeder Zeit, auch bei Stillstand der zu ihrer Ladung bestimmten Dynamomaschine Strom für Beleuchtung stets dunkler Räume entnehmen oder ihren Strom für elektrisch zu betreibende maschinelle Einrichtungen (Drehscheiben, Schiebebühnen, Kralne, Werkzeugmaschinen, Lüftungsanlagen, Kartendruckmaschinen u. s. w.) verwenden zu können, fiel hier meistens weg. Nur in einigen Fällen konnte die Speicheranlage bei geeigneter Beschaffenheit der gewählten Art nach Einführung elektrischer Wagenbeleuchtung zum Laden der mitzunehmenden Speicherzellen verwendet werden.

Bei jedem der beiden Verfahren, Umbau oder Erweiterung, ergab sich die Nothwendigkeit, die Leitungen, welche von der Stromerzeugungsstelle nach den einzelnen Vertheilungspunkten führten, entsprechend der durch Verstärkung oder Vermehrung der Dynamomaschinen bedingten Stromverstärkung in ihrem Querschnitte zu vergrößern.

Der Gesamtquerschnitt der oberirdischen und auf Holz- oder Eisenträgern befestigten Kupferdrähte, wurde durch Hinzufügung und Nebenschalten weiterer Drähte vergrößert. Ein solches Verfahren, dem die Absicht zu Grunde liegt, einen bestimmten Spannungsverlust in den Freileitungen, selbst bei Auf-

treten der grössten Stromstärke nicht zu überschreiten, erscheint nicht ganz unbedenklich. Einmal werden die Drahtleitungsständer höher beansprucht: in einigen Fällen haben sie sich bleibend gekrümmt und der Umrisslinie des Lichttraumes genähert, dann vergrößert die Einfügung weiterer Drähte in den Freileitungsstrang\*) die Möglichkeit eines Kurzschlusses mit benachbarten Schwachstromleitungen.

Eine Vergrößerung des Freileitungsquerschnittes ohne gleichzeitige Mehrbelastung der Leitungsständer wäre, allerdings unter Aufwand etwas grösserer Kosten, möglich durch Nebenschalten unterirdisch zu verlegender Kabel neben den Freileitungsstrang. Die Ueberwachung der ganzen Freileitungsanlage mufste namentlich bei grosser Kälte und Wärme verstärkt werden. Die Ueberwachung bezieht sich bei den Ständern auf den Oelfarbenanstrich, bei den Absonderungskörpern auf deren Reinigung und die Prüfung bezüglich der Festigkeit ihrer Verbindung mit der Eisenstütze und bei den Drähten auf die Wahrung der gegenseitigen Abstände.

Zum Schutze des Freileitungsstranges gegen Blitzgefahr waren besondere Blitzschutzvorrichtungen notwendig und da sich nicht alle Freileitungsdrähte durch eine gemeinsame Vorrichtung schützen lassen, sondern für jeden einzelnen Draht ein solcher Blitzschützer erforderlich ist, war die Zahl der auf dem Hauptschaltbrette im Maschinenhause befestigten Blitzschutzvorrichtungen in vielen Fällen eine erstaunlich grosse.

Als Grundlage für den Entwurf einer elektrischen Beleuchtungsanlage für Bahnhöfe lassen sich folgende Herstellungsbedingungen zusammenfassen.

1) Für die Maschinen-Anlage mufs ein bestimmter Wirkungsgrad ihres maschinentechnischen und elektrotechnischen Theiles auf eine Reihe von Jahren gewährleistet werden.

2) Die Bogenlampen sollen eine gute Regelung des Kohlenanschubes und eine gewisse Brenndauer, die Glühlampen eine bestimmte durchschnittliche Lebensdauer bis zum Durchbrennen des Kohlenfadens, beide Lampenarten sollen ein gewisses, durch Lichtmessung zu überwachendes Verhältnis des Stromverbrauches zur Leuchtstärke besitzen.

3) Die Fernleitung zu den einzelnen Verbrauchsstellen soll, wenn beim gleichzeitigen Brennen aller Lampen der von ihr fortgeleitete Strom seinen höchsten Werth erreicht, nicht mehr als 10 % Verlust geben; die zur Anwendung kommenden Drahtsorten sollen ein bestimmtes Leitungsvermögen haben.

Unter Einhaltung der so festgesetzten Grundlagen soll der Entwurf nun einen Mindestbetrag an Kosten erstreben.

Der Entwurf der Maschinen-Anlage wird keine Gelegenheit zu besonderen Einschränkungen geben, da hier nur mit den besten Maschinen gerechnet werden darf.

Dasselbe gilt von den Lampen. Hier wird der Entwurf keinesfalls weniger als 120 M. für eine vollständige Bogenlampe für Innenräume und nicht weniger als 1 M. 70 Pf. für eine Glühlampe mit Fassung veranschlagen dürfen.

\*) Wohl auch „Leitungshaufen“ genannt, wenn er aus besonders vielen Drähten grossen Durchmessers besteht.

Ganz anders liegen die Verhältnisse beim Entwerfen von Freileitungen. Hier ist dem Entwerfenden Gelegenheit geboten, in weitgehendstem Mafse durch Wahl der richtigsten Anordnung Sparsamkeit walten zu lassen.

Die beiden Zusammenstellungen A und B zeigen, wie weit die Gesamtkosten zweier für verschiedene Stromarten ausgeführter, aber für Uebertragung einer gleich grossen Arbeit bestimmter Fernleitungsanlagen von einander abweichen können.

In Zusammenstellung A wird Gleichstrom von 120 Volt Betriebs- und 108 Volt Lampenspannung, in B Wechselstrom von 1000 Volt Betriebs- und 100 Volt Lampenspannung zu Grunde gelegt. Beiden Betrieben liegt die Annahme desselben Arbeitsverbrauches zu Grunde, nämlich für 200 Glühlampen zu je 50 Watt, entsprechend je 16 N.-K. Leuchtstärke. Bei 250<sup>m</sup> Entfernung des Maschinenhauses von der Verbrauchsstelle betragen die Gesamtkosten der Leitungsanlage für A rund 5 M., für B rund 7 M. für eine eingerichtete Glühlampe; bei 500<sup>m</sup> Entfernung für A rund 17 M., für B rund 10 M., und schliesslich bei 1250<sup>m</sup> Entfernung für A 87 M., für B nur 26 M. Die Gesamtkosten der Leitungsanlage bei 250<sup>m</sup> Länge sind also für A kleiner als für B, bei etwa 400<sup>m</sup> Länge sind sie gleich und bei 500<sup>m</sup> oder mehr für A grösser als für B. Beispielsweise beträgt die durch Betriebsweise B erzielte Kostenminderung der Leitungsanlage bei 1250<sup>m</sup> Länge für eine eingerichtete Glühlampe 87—26 M. = 61 M. oder bei Einrichtung von 200 Glühlampen am Bedarfsorte nicht weniger als  $61 \times 200 = 12\,200$  M. Mit Rücksicht auf diesen namhaften Minderbetrag kann der etwas höhere Anschaffungspreis der Wechselstrommaschine gegenüber jenem der Gleichstrommaschine nicht ins Gewicht fallen. Beispielsweise kostet eine zur Speisung von 400, 600, bzw. 800 gleichzeitig brennenden Glühlampen ausreichende und mit ihrer Erregermaschine unmittelbar gekuppelten Wechselstrommaschine von 20 000, 30 000 bzw. 40 000 Watt Leistung und 30, 45 bzw. 60 P.-S. Arbeitsbedarf rund 3000, 4000 bzw. 5000 M.; der Anschaffungspreis einer Gleichstrommaschine gleicher Leistung und gleichen Arbeitsbedarfes: 2200, 3400 bzw. 4600 M.

Was die Anwendung von unterirdischen Kabeln an Stelle von oberirdischen und auf Ständern verlegten Freileitungsdrähten betrifft, so kann sie mit Rücksicht auf Vermeidung von Störungen der oberirdisch verlegten Telegraphen- und Telephon-Leitungen nur zweckdienlich sein. Die Durchführung der Kabel unter den Gleisen läfst sich in Anbetracht der geringen Breite des Kabelgrabens, der mässigen Einbettungstiefe und der grossen Biegsamkeit der Kabel leicht bewerkstelligen. Die Verwendung von Leitungsträgern mit Luftleitungen ist den Verschieb- und Weichenthurmmannschaften in vielen Fällen höchst unwillkommen. Blitzschutzvorrichtungen werden in dem ausgedehnten Mafse, wie bei Luftleitungsanlagen, bei unterirdischen Leitungen nicht erforderlich, und können den Umständen nach ganz in Wegfall kommen. Sind ausser Glühlampen auch Bogenlampen für die Innenbeleuchtung vorgesehen, so kann ihre Einschaltung in die Wechselstromleitung von 100 Volt zu je dreien erfolgen. Der durch Lichtmessungen an Gleich- und Wechselstrombogenlampen zu Tage tretende Unterschied im Verhältnisse der Leuchtkraft zum Stromverbrauche zu Ungunsten der letzteren macht sich bei Innenbeleuchtung wegen

## Zusammenstellung A (Gleichstrom).

An der Verbrauchsstelle 200 Glühlampen zu 16 N. K. ohne Ersatzlampen, bezw. deren Stromverbrauch in Bogenlampen. Größter Spannungsverlust der Freileitung 10 % = 12 Volt. Stromstärke an der Verbrauchsstelle 100 Ampère. Betriebsspannung 120 Volt. Gesamtwirkungsgrad der Anlage 0,81; nämlich 0,90 (Dynamo)  $\times$  0,90 (Freileitung).

Entfernung der Stromerzeugungsstelle von der Verbrauchsstelle in m	Der blanken Kupferdrähte				Eiserne Leitungsständer						Gesamtkosten der Freileitungsanlage in M.	
	Anzahl und Durchmesser für einen Leitungspol bei 10% Spannungsverlust und einem Leistungsvermögen von 60 für die Einheit bei 15° C. qmm	Gesamtgewicht in kg bei einem Gewicht von 8,9 t/cbm	Gesamt-Anschaffungskosten in Mark bei einem Kupferpreise von 1,5 Mk./kg	betriebsfertige Einrichtung. Deren Kosten in Mk. bei 1 Mk. Lohn für die Monteurstunde	für gerade geführte Leitungen			für unter Winkel geführte Leitungen			Summe (d+e+h+l)	für eine eingerichtete Glühlampe Summe (d+e+h+l) 200
					Erforderliche Anzahl bei 50m Drahtspannweite. Geforderte Aufnahmefähigkeit an Drähten (in Klammern)	Kosten in M.		Erforderliche Anzahl bei 50m Drahtspannweite. Geforderte Aufnahmefähigkeit an Drähten (in Klammern)	Kosten in M.			
						'Zusammen	für 1 Stück, fertig aufgestellt, einmal vor- und zweimal nachgestrichen		'Zusammen	für 1 Stück, fertig aufgestellt, einmal vor- und zweimal nachgestrichen		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n
250	2 $\times$ 6,5	300	450	15	3 (4)	100	300	1 (4)	200	200	965	4,8
500	4 $\times$ 6,5	1200	1800	60	7 (8)	125	875	2 (8)	250	500	3235	16,7
750	6 $\times$ 6,5	2700	4050	135	11 (12)	150	1650	3 (12)	300	900	6735	33,6
1000	8 $\times$ 6,5	4800	7200	240	15 (16)	175	2625	4 (16)	350	1400	11465	57,3
1250	10 $\times$ 6,5	7500	11250	375	19 (20)	200	3800	5 (20)	400	2000	17425	87,1

## Zusammenstellung B (Wechselstrom).

An der Verbrauchsstelle 200 Glühlampen + 10 % Ersatz = 220 Glühlampen zu 16 N. K., bezw. deren Stromverbrauch in Bogenlampen. Betriebsspannung 1000 Volt. Größter Spannungsverlust der Kabelleitung 1 % = 10 Volt. Stromstärke an der Verbrauchsstelle 100 bis 110 Ampère. Gesamtwirkungsgrad der Anlage 83,7 %; nämlich 0,89 (Dynamo)  $\times$  0,99 (Fernleitung)  $\times$  0,95 (Umformer).

Entfernung der elektrischen Stromerzeugungsstelle von der Verbrauchsstelle in m	Der abgesonderten Lichtbleikabel			Lieferung und betriebsfertige Aufstellung eines Wechselstrom-Umformers, Umsetzungs-Verhältnis 1000/100 Volt, ausreichend zur Abgabe von 11000 Watt, demnach zur Speisung von 220 gleichzeitig brennenden Glühlampen zu 16 N. K. Leuchtkraft	Gesamtkosten der Fernleitung einschließlich Umformung in M.	
	Anzahl und Kupferquerschnitt für einen Leitungspol bei 1 % Spannungsverlust und einem Leistungsvermögen von 60 für die Einheit bei 15° C. qmm	Gesamt-Anschaffungskosten in M. bei gewährleistetem Absonderungs-Widerstande von 600 Megohm auf 1 km, gemessen bei 15° C. M.	betriebsfertige Verlegung, d. i. Erdaushub für einen Graben 50 cm tief, 25 cm breit, Einlegen der Kabel, Bedecken derselben durch eine Schicht Backsteine zum Schutz gegen äußere Beschädigung, Wiederverfüllen des Grabens; überschläglich 1 M. auf 1 m M.		Summe c + d + e	für eine eingerichtete Glühlampe Summe c + d + e 220
250	1 $\times$ 8	225	250	1100	1575	7,2
500	1 $\times$ 16	600	500	1100	2200	10,0
750	1 $\times$ 24	1200	750	1100	3050	13,9
1000	1 $\times$ 32	2100	1000	1100	4200	19,1
1250	1 $\times$ 40	3375	1250	1100	5725	26,0

der verhältnismäßig geringen geforderten Lichtmengen wenig bemerkbar. Es verbrauchen 3 in einem Stromkreise von 100 Volt brennende Wechselstrombogenlampen von je 150 Normalkerzen Leuchtkraft etwa 2,5 Ampère. Bei Glühlicht entspricht dieser Stromaufwand einer Gesamtlichtkraft von kaum 80 Normalkerzen, die sich etwa durch 3 Glühlichter von je 25 Normal-

kerzen erzielen lassen. Bei gleichem Arbeitsaufwande giebt also das Wechselstrombogenlicht mehr als die 3fache Lichtmenge, als das Glühlicht. Die Schaltung der Bogenlampen ist unabhängig von der Länge des betr. Stromkreises und es kann z. B. je eine Bogenlampe in drei entfernt von einander liegenden Räumen brennen. Soll ein Licht zeitweise nicht brennen, so kann ein



Ersatzwiderstand an dessen Stelle treten, um so unnötigen Verbrauch an Kohlenstiften zu vermeiden. Für mittelbare Beleuchtung zur Erzielung zerstreuten Lichtes für Zeichen- und Telegraphensäule, Werkstätten\*) u. s. w. ist auch das Wechselstrombogenlicht ganz gut geeignet.

Bei Außenbeleuchtung, wo große Flächen zu beleuchten sind, empfiehlt sich allein die Verwendung des Gleichstrombogenlichtes. Seine Eigenschaft, nahezu den ganzen Betrag, und unter  $40^\circ$  den Höchstwerth seiner Leuchtkraft nach unten zu werfen, macht sich hier vortheilhaft geltend. Zur Erzielung geringster Kosten für die Freileitung bzw. Kabelleitung schaltet man mehrere, wenigstens 6 Bogenlampen in einen Stromkreis. Eine derartige Reihenschaltung der Bogenlampen kann auch in großen Innenräumen, wie etwa Werkstättensälen, ohne Bedenken ausgeführt werden. Man kann dann die einzelnen Stromkreise mit höherer Spannung betreiben, als dies bei einer paarweisen Nebeneinanderhaltung von nur je 2 Bogenlampen mit nur 110 Volt Betriebsspannung möglich ist und erzielt annehmbare Leitungsquerschnitte.

Sind z. B. zu beleuchten:

- a) eine Fläche von 1600 m Länge und 50 m Breite,
- b) » » » 1300 m » » 40 m »
- c) » » » 1000 m » » 30 m »

so empfiehlt sich die Verwendung von 16, in 2 Stromkreise einzurichtenden Gleichstromlampen zu je 20, 15 bzw. 10 Ampère

\*) Organ 1895, S. 94 u. 112.

Stromverbrauch, aufgehängt an Gittermasten von 15, 12 bzw. 10 m Lichtpunkthöhe, letztere in Abständen von 100, 80 bzw. 62 m. Den für das ruhige Brennen der Bogenlampen erforderlichen Spannungsverlust erzielt man bei Freileitungen durch Verwendung von verzinktem Eisendraht, bei Kabelleitungen durch entsprechende Bemessung des Kupferquerschnittes. Dadurch lassen sich die nöthigen Spannungsverluste von 20—25 % auf die billigste Weise erzielen und künstliche Widerstände, deren Anbringung an der Schalttafel im Maschinenhause wegen Mangels an Platz meistens schwierig ist, werden entbehrlich.

Bei Wahl der Antriebsmaschinen sollte der Gedanke leitend sein, daß es zweckmäßig ist, möglichst wenige, aber entsprechend leistungsfähige Maschinen aufzustellen. Diesem Bestreben kann dadurch Rechnung getragen werden, daß beispielsweise je 2 Dynamomaschinen von einer Antriebsmaschine angetrieben werden. Hierbei können jene mit dieser entweder unmittelbar oder durch Riemen verbunden werden. In beiden Fällen läßt sich eine Reibungs-Kuppelung vortheilhaft anwenden.

Da die Kosten der Freileitung bzw. Kabelleitung hauptsächlich von der Höhe der Betriebsspannung abhängen, wird es bei Aenderungen bestehender Anlagen oder beim Entwerfen von Neuanlagen geradezu Pflicht, solche Maschinen vorzusehen, die für Hochspannungsbetriebe geeignet sind. Hierher gehört vorzugsweise die Wechselstrommaschine, gebaut für eine den vorliegenden Anforderungen entsprechende Voltzahl und die Bogenlichtmaschine für Reihenschaltung.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Maschinen- und Wagenwesen.

#### Vergleichende Versuche zwischen einer gewöhnlichen Locomotive und einer dreicylindrigen Verbund-Locomotive, Bauart Webb.

(Railway Review 1894, October, Seite 608. Mit einer Abbildung der Verbund-Locomotive.)

Am 1. April 1894 wurden auf der Strecke Crewe-Stafford der London- and North-Western-Bahn mit zwei durch den Ober-Ingenieur dieser Bahn, Herrn Webb, entworfenen schweren vierachsigen, vierfach gekuppelten Güterzug-Locomotiven Vergleichsversuche angestellt, von denen die eine eine gewöhnliche, die andere eine dreicylindrige Verbund-Locomotive\*) war. Die Verbund-Locomotive hatte einen gewöhnlichen Kessel, während die gewöhnliche Locomotive mit Webb's Patent-Verbrennungskammer\*\*) ausgerüstet war. Sämmtliche Kolben der Verbund-Locomotive wirken auf dieselbe Achse, welche nach Art der Schiffs-Kurbelwellen aus drei Theilen zusammengesetzt ist.

\*) Organ 1888, Seite 207; 1889, Seite 210.

\*\*) Organ 1889, Seite 240.

Die Versuchszüge wurden aus sorgfältig abgewogenen beladenen Kohlenwagen und den nöthigen Bremswagen zusammengesetzt; der eine Zug bestand aus einem Versuchswagen, 52 beladenen Kohlenwagen und 3 Bremswagen, der andere aus 53 beladenen Wagen und 3 Bremswagen.

Bei der Ausführung der Versuche wurde in der Weise vorgegangen, daß die beiden Züge in Crewe neben einander aufgestellt, dann mit gleicher Geschwindigkeit bis Stafford, und nach Umsetzen der Locomotiven zurück nach Crewe befördert wurden. Darauf erfolgte eine Auswechslung der Locomotiven gegen einander und nun wurden beide Züge nochmals von Crewe bis Stafford und zurück befördert. Jede der beiden Locomotiven beförderte auf diese Weise jeden der beiden Züge von Crewe bis Stafford und zurück. Die Messungen wurden mit aller Sorgfalt vorgenommen und zur genauen Feststellung des Kohlenverbrauches Kohlenbeutel mit je 38 kg Inhalt verwendet.

Die Hauptabmessungen der Versuchs-Locomotiven, die Zuggewichte und die erzielten Ergebnisse sind in der folgenden Zusammenstellung angegeben:

	Verbund- Loco- motive	Gewöhn- liche Loco- motive
Durchmesser des Hochdruckcylinders . . . mm	381 (2 Stück)	495
" " Niederdruckcylinders . . . "	762 (1 " )	
Hub . . . . . "	610	610
Raddurchmesser . . . . . "	1359	1359
Gesamttachsstand . . . . . "	5258	5258
Steuerung für die Hochdruckcylinder . . . .	Stephenson	Joy
" " den Niederdruckcylinder . . . .	Webb	
Mittlerer Kesseldurchmesser . . . . . mm	1295	1295
Höhe der Kesselmitte über SO. . . . . "	2400	2400
Anzahl der Siederohre . . . . . "	210	156
Aeusserer Durchmesser der Siederohre . . mm	48	54
Länge der Siederohre . . . . . "	4064	1473 u. 2464
Dampfdruck . . . . . at	12	11
Heizfläche in der Feuerkiste . . . . . qm	10,66	10,66
" " den Rohren . . . . . "	127,67	65,16 + 38,96
" " der Verbrennungskammer . . . . . "	—	3,63
Gesamte Heizfläche . . . . . "	138,33	118,41
Rostfläche . . . . . "	1,90	1,90
Verhältnis von Rost- zu Heizfläche . . . .	1 : 73	1 : 62
Belastung der vordern Kuppelachse . . . t	12,7	11,4
" " Treibachse . . . . . "	14,6	14,4
" " mittlern Kuppelachse . . . . . "	12,9	13,7
" " hintern " " " " " " " " " "	9,8	10,3
Gesamttgewicht der Locomotive, betriebs- fähig . . . . . "	50,0	49,8
Wasserinhalt des Tenders . . . . . cbm	9,0	9,0
Gewicht des Tenders . . . . . t	27,0	27,0
Gesamtlänge der Locomotive . . . . . mm	10465	10465
" " von Locomotive und Tender . . . . . "	15786	15786
Mittleres Zuggewicht, einschl. Locomotive und Tender . . . . . t	779,8	781,0
" " ausschl. Locomotive und Tender . . . . . "	703,0	704,0
Verhältnis des Gewichts von Locomotive und Tender zum Zuggewichte . . . . .	1 : 9,15	1 : 9,14
Zugstärke, Achsen . . . . .	120	120
Mittlere Geschwindigkeit . . . . . km/St.	28,5	28,5
Höchste " " " " " " " " " "	54,7	54,7
Gesamtlänge von 4 Versuchsfahrten . . km	154,5	154,5
Kohlenverbrauch zum Anheizen und während des Haltens . . . . . kg	471,3	471,3
" " während der Fahrten . . . . . "	2023,8	2641,6
Gesamtkohlenbrauch . . . . . "	2495,1	3112,9
Kohlenverbrauch für 1 Zugkilometer aus- schliesslich Anheizen . . . . . "	13,1	17,1
" " für 1 Zugkilometer ein- schliesslich Anheizen . . . . . "	16,1	20,1
Verdampfte Wassermenge . . . . . cbm	18,671	24,752
Verdampfungsziffer (für den gesammten Kohlen- verbrauch) . . . . .	7,48	7,95
" " (für den Kohlenverbrauch während der Fahrt) . . . . .	9,22	9,37
Geleistete Tonnenkilometer, einschl. Locomotiv- und Tendergewicht . . . . .	120477	120679
" " " " " " " " " " " " " " " "	108572	108813
Kohlenverbrauch für 100 Tonnenkilometer, einschl. Locomotiv- und Tendergewicht:		
a. ausschl. der Kohlen zum Anheizen kg	1,68	2,19
b. einschl. " " " " " " " " " "	2,07	2,58
Kohlenverbrauch für 100 Tonnenkilometer, ausschl. Locomotiv- und Tendergewicht:		
a. ausschl. der Kohlen zum Anheizen . . . . .	1,86	2,43
b. einschl. " " " " " " " " " "	2,30	2,86
Höchste Zugkraft beim Anfahren . . . . t	11,70	10,92
" " während der Fahrt . . . . . "	6,70	7,37
Höchste Arbeitsleistung der Locomotive . P. S.	656	609

Die Kohlenersparnis der Verbund-Locomotive ergibt sich aus diesen Zahlen zu:

23,38 % bei Berechnung aus der während der Fahrten selbst gebrauchten Kohlenmenge,

19,84 % bei Berechnung aus dem Gesamt-Kohlenverbrauche,

23,2 % bei Berechnung aus der auf 100 t/km verbrauchten Kohlenmenge (ausschliesslich Anheizung),

19,7 % der auf 100 t/km verbrauchten Kohlenmenge (einschliesslich Anheizung).

Der Wasserverbrauch der Verbund-Locomotive betrug 24,5 % weniger als der der gewöhnlichen Locomotive. —k.

#### Speisewagen I. Classe der London- und Nordwestbahn mit zwei dreiachsigen Drehgestellen.

(Engineering 1895, April, S. 472. Mit Abbildungen.)

(Hierzu Zeichnung Fig. 9 auf Taf. XXI.)

Der für die gleichzeitige Speisung von 20 Reisenden eingerichtete Wagen ist nach dem Entwurfe des Wagenbaudirectors der London- und Nordwestbahn, Herrn C. A. Park, in den Wagenwerkstätten dieser Bahn zu Wolverton gebaut.

Wie Fig. 9, Taf. XXI zeigt, besitzt der Wagen zwei grosse Abtheile mit je 8 Sitzplätzen und 1 Abtheil mit 4 Sitzplätzen; eines der beiden grossen Abtheile ist für Raucher bestimmt. Ferner enthält der Wagen an jedem Ende einen Waschraum mit Abort und an dem einen Ende die Küche, in welcher auf einem sehr gedrängt gebauten Sparherde mit Hilfe von Oelgas gekocht wird, welches Gas auch zur Beleuchtung und Heizung des Wagens dient. Diese Art der Verwendung des Oelgases für Kochzwecke wurde vor einigen Jahren zuerst bei der London- und Nordwestbahn zur Ausführung gebracht.

Die an die Küche grenzende, gut ausgerüstete Speisekammer ist in Eichenholztäfelung ausgeführt. Die beiden grossen Speiseräume sind mit braunem Leder ausgeschlagen, welches in Verbindung mit durch Tulpenholz-Einlagen verzierten Mahogany-Füllungen sehr gut wirkt. Das kleine Abtheil ist mit hochrothem Leder ausgeschlagen. Die Decken sind mit rahmfarbigem Laubwerke auf Goldgrund verziert, wodurch das prächtige Aussehen der Räume noch gehoben wird.

Die Lampen hängen in messingnen Leiern und haben Opalglaskuppeln, welche ein besonders sanftes Licht spenden. Der Wagen führt einen Postbriefkasten, damit die Reisenden mit etwaigem geschäftlichem Schriftwechsel nicht bis zur Beendigung der Reise zu warten brauchen.

Wagen dieser Art laufen täglich zwischen Euston und Manchester. —k.

#### Timms' durchgehende Zugvorrichtung für Eisenbahnwagen.

(Railroad Gazette 1895, März, S. 181. Mit Abbildungen.)

(Hierzu Zeichnungen Fig. 10—12 auf Taf. XXI.)

Wie die Figuren 10—12 auf Taf. XXI zeigen, sind an den Enden der mittlern Langschwelen des Wagens Gufsstücke A eingelassen, welche den Querstäben B, B<sub>1</sub> zur Führung dienen; mit diesen Querstäben sind die, die durchgehende Längs-Verbindung herstellenden Ketten K, K<sub>1</sub> verbunden.

Die Federn F sind die gebräuchlichen, ihre Lagerung zwischen den Gufsstücken C und C<sub>1</sub> ergibt sich aus den Fig. 11 und 12, Taf. XXI.

Die Vorrichtung wirkt in der Weise, dafs beim Anziehen der Locomotive die den Kuppelungskopf tragende Zugstange Z den Querstab B mitnimmt, welcher mittels der kurzen Ketten K den Querstab B' gegen das Gufsstück C<sub>1</sub> preßt und die Feder zusammendrückt. Gleichzeitig überträgt aber die lange Kette K<sub>1</sub> den Zug auf die kurze Strecke K und so auf die Zugstange Z des andern Wagenendes, wodurch auch die hier liegende Schneckenfeder zusammengedrückt wird.

Sämmtliche Gufsstücke dieser Vorrichtung sind aus schmiedbarem Gusse hergestellt.

Den Vertrieb dieser Zugvorrichtung, Patent James Timms, hat die Buckeye Malleable Iron u. Coupler Company in Columbus, O. übernommen. —k.

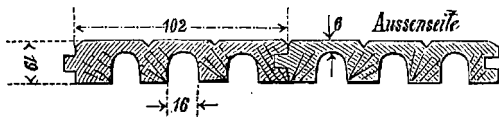
### Der Canda-Kühlwagen.

(Railroad Gazette 1894, Sept., S. 644. Mit Abbildungen.)

Dieser auf der Southern-Pacific-Bahn im Betriebe befindliche Kühlwagen ist besonders für den Californischen Fruchthandel gebaut; Obst, Gemüse, aber auch Fleischwaaren, Erzeugnisse der Molkerei, sowie überhaupt alle leicht verderbenden und deshalb kühl zu haltenden Güter werden in derartigen Kühlwagen nach dem Osten in bestem Zustande angebracht.

Eigenartig ist die Absonderung des Wagens, wozu ausser Holz nur Haarfilz und Theerpapier Verwendung gefunden haben. Die äufsere und die innere Verschalung des Wagens sind aus 19 mm starken, mit je drei nach innen gekehrten Längskehlen versehenen Brettern (Textabbildung 43) gebildet, und zwar

Fig. 43.



sind wie üblich die äusseren Schalbretter senkrecht, die inneren dagegen wagerecht angeordnet. Die Kehlungen sollen das Wagengewicht verringern und die Luftschicht verstärken. Dieses ist besonders bei der Fahrt durch die Thäler Californiens wichtig, weil hier grosse Unterschiede zwischen den Wärmegraden im Schatten und in der Sonne bestehen.

19 mm von der äussern Bekleidung entfernt ist eine 10 mm starke Holzwand angeordnet, und hinter dieser sind leichte,

19 mm starke, beiderseits mit Theerpapier benagelte Holzrahmen in das Kastengerippe des Wagens eingesetzt, wodurch mehrere ruhende Luftschichten gebildet werden. Hinter diesen Holzrahmen und durch dieselben gehalten liegt eine 25 mm starke Filzschicht, welche zugleich ein Polster gegen Stöße bildet, die den Absonderungsstoffen schaden könnten. Nun folgen eine 6 mm starke Holzwand, dann wieder mit Theerpapier überzogene, 19 mm starke Holzrahmen und schliesslich die innere Verschalung. Die Gesamtstärke der Wand beträgt 136 mm.

Besonderer Werth ist auf den Luftumlauf innerhalb des Wagens gelegt. Die an den Enden des Wagens befindlichen, von der Wagendecke aus mit Eis zu versorgenden Eisbehälter hängen in besonderen Luftkammern; die Luft kann sowohl über und unter dem Eise weg, als auch durch dasselbe und um das Eis herum streichen, um dann gekühlt durch einen über dem festen Wagenboden liegenden Lattenboden in das Wageninnere zu treten. Die Eisbehälter sind aus Latten gebildet, welche in der untern Hälfte des Behälters derart schräg über einander greifen, dafs das Leckwasser sich in einer unter dem Behälter angeordneten verzinkten Eisenschale sammeln und von hier aus abgeleitet werden kann. Diese Anordnung sichert einen guten Luftumlauf und hält gleichzeitig Wasser und Feuchtigkeit von der innern Bekleidung des Wagens fern, hierdurch auch eine gute Absonderung sichernd.

Die Anordnung und die Bauart der Thüren dieses Wagens weichen wesentlich von den sonst gebräuchlichen ab. An jeder Langseite des Wagens befindet sich eine (eingebaute) Thüröffnung, die mittels einer durch Anordnung von drei ruhenden Luftschichten und Verwendung gekehlter Bretter (Fig. 41) für die äufsere und die innere Bekleidung gegen Kälteabgabe geschützte, 100 mm starke Thür mit Hülfe eingelegerter Gummistreifen luftdicht geschlossen werden kann.

Die (eingebaute) Thür selbst ist an einem in der Flucht der äussern Wagenbekleidung liegenden Rahmen aufgehängt, welcher ähnlich wie die Thüren bei den gewöhnlichen Güterwagen auf einer obern und einer untern Schiene läuft. Von diesem Rahmen aus wird die Thür mit Hülfe eines aus vier Kniehebel wirkenden Hebels in die Thüröffnung gepreßt. Soll die Thür geöffnet werden, so wird sie durch Umlegen dieses Hebels nach der andern Seite dicht an den Rahmen herangezogen und nun mit diesem zur Seite geschoben.

Der Canda-Kühlwagen soll einen sehr geringen Eisverbrauch zeigen. —k.

## B e t r i e b .

### Die „Rotary“-Dampfschneeschleuder\*) bei der New-York-Central-Eisenbahn.

(Railroad Gazette 1895, Febr., S. 117.)

Die New-York-Central-Eisenbahn besitzt zwei »Rotary«-Dampfschneeschleudern, welche während des letzten, schwere Schneestürme aufweisenden Winters vielfach Verwendung gefunden haben.

\*) Organ 1892, S. 82.

Liegt der Schnee nicht zu hoch, so ist der gewöhnliche Schneepflug seiner Billigkeit und schnellen Arbeit wegen der Rotary-Schneeschleuder vorzuziehen. Führt man einen solchen Pflug sehr oft über die Strecke, so kann das Gleis, selbst wenn der Schnee etwas tief ist, ziemlich frei gehalten werden, ausgenommen an Stellen, welche häufigen Schneeverwehungen ausgesetzt sind.

Sobald der gewöhnliche Schneepflug durch zwei oder drei Locomotiven nicht mehr bequem vorgeschoben werden kann,

ist die Dampfschneeschleuder von Nutzen, insbesondere dann, wenn es sich darum handelt, die durch gewöhnliche Schneepflüge gemachten Einschnitte zu erweitern. Die New-York-Central-Eisenbahn hat dieses Verfahren in den letzten sechs Jahren in der Weise ausgeübt, daß der Schnee durch Arbeiter von den Seiten fort und auf das Gleis geschaufelt wurde, um nun von der »Rotary« fortgeschleudert zu werden.

In den nördlicher gelegenen Gegenden verursacht das, selbst durch vergleichsweise schwache Winde hervorgerufene Schneetreiben große Störungen. Von den hierdurch entstehenden, häufig gar nicht einmal bedeutenden Schneeverwehungen ist die Strecke durch gewöhnliche Pflüge nur schwer zu reinigen, weil es an der durch den Pflug aufgeworfenen Schneeböschung an Platz zum Ablagern weitem Schnees mangelt. Liegen derartige Schneeverwehungen auf der Strecke vor, so ist es dem Zugleiter (train despatcher) meistens nicht möglich, die Personenzüge fahrplanmäßig hindurch zu bringen; aber auch die Güterzüge sind in Gefahr stecken zu bleiben, wenn sie nicht leichter als sonst belastet werden. Um in solchen

Fällen Platz für die Züge zu schaffen, muß der Schnee durch Arbeiter von den Seiten fortgeschaufelt und so der Weg verbreitert werden.

Bei Verwendung der »Rotary« wird diese Arbeit dadurch sehr beschleunigt, daß die Arbeiter den Schnee auf das Gleis werfen können, worauf die Schneesleuder dann das Fortschaffen auf 15 m und darüber nach der einen oder andern Seite besorgt. Zweckmäßiger Weise wird zur Lagerung des Schnees die den Winden am wenigsten ausgesetzte Seite gewählt.

Die New-York-, Ontario- und Western-Bahn hat im letzten Winter mit Jull's Dampfschneesleuder\*) gute Erfolge erzielt, obgleich der Schnee an manchen Stellen über 6 m hoch lag. Die 64 km lange Strecke von Middletown bis Liberty wurde mit Hilfe der Schneesleuder viel schneller vom Schnee befreit, als es auf irgend eine andere Weise möglich gewesen wäre. —k.

\*) Organ 1889, S. 249; 1890, S. 115; 1893, S. 39.

## Aufsergewöhnliche Eisenbahnen.

### Neuere Hochbahnformen.

In letzter Zeit spielen neue Ausgestaltungen von Hochbahnen für den Verkehr im Innern großer Städte eine bedeutende Rolle in der Technischen Litteratur\*) und es ist anzunehmen, daß die Vorschläge auf diesem Gebiete in nächster Zeit wenigstens zu ausgedehnten Versuchstrecken, wenn nicht gleich zu größeren Bahnanlagen führen werden.

Die älteren Hochbahnanlagen innerhalb der Städte, namentlich die von New-York, Chicago und Liverpool können als durchaus erfolgreich angesehen werden, sowohl was die wirtschaftlichen Erfolge, wie auch was die Betriebssicherheit betrifft, Unfälle irgend erheblicher Art sind bisher nicht vorgekommen, und die Städte haben sich in die durch dieses Verkehrsmittel geschaffene Entwicklung so eingelebt, daß sie heute ohne dasselbe nicht würden bestehen können. Gleichwohl werden die Uebelstände empfunden, die mit der dort gewählten Ausbildung verbunden sind, und welche in erster Linie in der Verdunkelung und Lüftungsverschlechterung der durchzogenen Straßen durch die schwere mehr oder weniger dichte und in manchen Fällen die ganze Straßenbreite einnehmende Fahrbahn, dann in dem Lärm und der Rauchentwicklung des Locomotivbetriebes bestehen. Diese Umstände sind es, welche schon die neueren amerikanischen Anlagen in Chicago zum Theil in unbedeutende Nebenstraßen oder in das Innere der Blöcke gedrängt, und dadurch die ganz freie Benutzbarkeit immerhin etwas vermindert,

in den europäischen Städten abgesehen vom Hafen Liverpools solche Anlagen aber überhaupt hintertrieben haben.

Es ist daher verständlich, daß man sich schon lange und neuerdings bei dem starken Wachstume der Großstädte immer eifriger mit der Ausgestaltung einer Hochbahnform beschäftigt, welche in städtische Straßen eingebaut, diese auf der Bodenfläche, wie im Luftraume möglichst wenig beeinträchtigt, dabei aber im Stande ist, einen schnellen Massenverkehr abzuwickeln. Die schwerwiegendsten Uebelstände können nur durch Vermeidung eines schweren, breiten Trägerrostes und einer breiten dichten Fahrbahn umgangen werden, deshalb tritt immer wieder der Versuch auf mit einer Schiene als Gleis, als der denkbar schmalsten und leichtesten Fahrbahn auszukommen. Diese Bestrebungen, deren wir früher schon öfter\*) gedacht haben, und deren Ueberwiegen gegenüber der Planung von Untergrundbahnen wegen der unbehaglichen Eigenschaften letzterer wohl verständlich ist, treten namentlich unter den Namen Lartigue, Meigs, Enos, Cook, Langen und Dietrich auf. Sie sind mit ihren Nebenformen namentlich nach der Lage der Fahrzeuge zu den stützenden Trägern zu unterscheiden, und zwar liegen die Wagen

1. über den Trägern,
2. neben den Trägern,
3. unter den Trägern.

1. Die erstere Anordnung mit der Lage der Fahrzeuge über den Trägern wird benutzt von Lartigue und Meigs, beide unterscheiden sich jedoch wesentlich von

\*) Glaser's Annalen 1895, S. 1, 40, 71 u. 117. Deutsche Bauzeitung 1895, 16 Febr., No 14. — Centralblatt der Bauverwaltung 1895, S. 3, 17 u. 24.

\*) Organ 1885, S. 85; 1887, S. 41 u. 259; 1888, S. 253; 1889, S. 184 u. 252; 1895, S. 47.

einander. Lartigue (Fig. 44) setzt die Wagen mit den Triebrädern in der That auf eine Schiene, welche auf dreieckigen Böcken ruht und von den Wagen sattelartig übergriffen wird. Unten tragen die Wagen wagerechte Führungsrollen, welche an den Seiten der Böcke befestigt sind, und Schwankungen der Wagen verhüten. Besondere Hinderungen der Entgleisung des obern Rades sind nicht da, doch bleibt der Wagen bei solcher Entgleisung infolge seiner Form auf dem Gleise hängen ohne fallen zu können. Alle drei Schienen werden nur einseitig von Rädern berührt, und nicht zweiseitig eingeklemmt. Die

hiernach ausgeführten Bahnen sind keine eigentlichen Hochbahnen, vielmehr sind die Böcke nur eben hoch genug, um die Wagen ganz vom Boden frei zu heben, und sie sind eben nur verwendet, um mit einer Tragschiene auszukommen. Es steht

aber nichts im Wege, dieselbe Anordnung auch für eigentliche Hochbahnen zu verwenden, indem man die Wagen über Träger hängt und diese mit höheren Stützungen versieht. Da die oberen Räder ziemlich genau im Schwerpunkte der Wagen liegen, so werden die wagerechten Kräfte hauptsächlich von den Flantschen der Lauf- und Triebräder auf die obere Schiene übertragen, während die unteren Räder nur zufällige kleinere Kräfte aufzunehmen haben. Die auf die Stützung wirkenden wagerechten Kräfte übertreffen die äußeren

wagerechten Kräfte nirgends. Die Stützung Meigs' weicht hiervon erheblich ab. Er vermeidet die Beeinträchtigung des Innenraumes der Wagen, welche bei Lartigue auftritt, dadurch, daß er alles Laufwerk unter den Wagenboden legt und zwar für jeden Wagen in zwei Drehgestelle, um auch mit den längsten Wagen ganz scharfe Krümmungen durchfahren zu können, wie sie an den Straßenecken vorkommen. Auch ist die lothrechte und wagerechte Stützung grade die entgegengesetzte und der Antrieb an andere Stelle gelegt. Die Drehgestelle, welche die Wagenkasten mittels

guter Federung stützen, aber auch bei Brüchen kein Abheben des Kastens zulassen, greifen mit zwei langen dreieckigen Ansätzen sattelartig (Fig. 45) über den einen stützenden Träger, der bei einiger Breite ziemlich große Seitensteifigkeit besitzt, zumal er ganz mit Beton gefüllt ist. Auf den beiden äußeren Vorsprüngen des Untergurtes trägt er die Tragschienen, auf denen in jedem Gestelle zwei unter  $45^\circ$  nach außen geneigte Tragräder mit Keilnuthen laufen, den Wagen also gleichzeitig in lothrecht

Fig. 44.

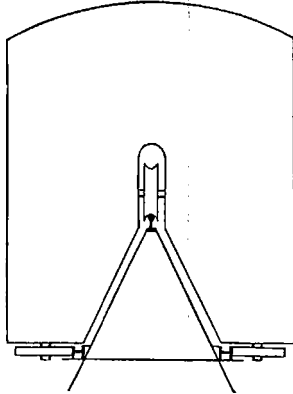
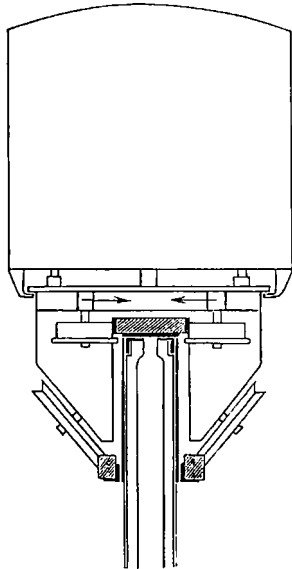
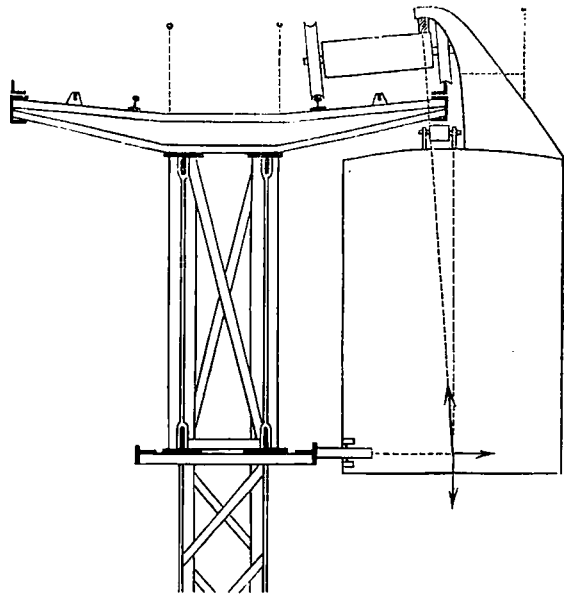


Fig. 45.



und wagerechtem Sinne stützen. Oben auf dem Träger liegt eine eisenbeschlagene breite Holzschiene, gegen welche sich die wagerechten Triebräder beiderseits anlegen. Die Lager dieser Triebräder können durch einen Dampfzylinder zusammengezogen werden, sodafs die Räder die obere Blockschiene zwischen sich pressen und so eine bedeutende Zug- wie auch Bremskraft erzeugen können. Die oberen wagerechten Räder greifen mit Spiel mittels Flantschen unter die Blockschiene, wodurch alle erheblichen Bewegungen nach oben, also ein Verlassen der Führungen verhindert wird. Wie die Anordnung von Lartigue, bedarf auch diese einer Stützenreihe unter dem Längsträger, welche die Last überträgt. Da hier jedoch der Schwerpunkt der Fahrzeuge ziemlich hoch über den wagerechten Stützebenen liegt, so ist nur der Unterschied der beiden wagerechten Trägerbelastungen gleich den angreifenden wagerechten Kräften, während die einzelnen Kräfte diese Angriffe erheblich überschreiten können; hieraus ergeben sich vergleichsweise große Verdrehungsmomente

Fig. 46.



für den Längsträger. Nimmt man zum Vergleiche der verschiedenen Anordnungen den Wagenboden als den für die Höhenlage maßgebenden Theil an, so werden die hier nur bis zur Unterkante bzw. bis zum Schwerpunkte der Wagen hinaufreichenden Tragwerke aus Träger und Pfosten niedrig, zugleich rücken dadurch die Träger aber der Straßenebene nahe.

Man bedarf nur einer Reihe gerader Stützen, und Querträger kommen nicht vor, man ist aber mit der Stützenstellung an die Mitte des Trägers unausweichlich gebunden. Bei beiden Anordnungen ist ein gesonderter Träger mit Stützenreihe für jedes Gleis erforderlich.

2. Die zweite Gruppe verlegt das Fahrzeug neben den stützenden Träger, sie ist vertreten durch die Vorschläge des Nordamerikaners Cook aus Tacoma und des Professors Dietrich in Berlin. Ersterer hat eine elliptisch geschlossene Probestrecke mit sehr scharfen Krümmungen und starken Steigungen mit Erfolg in Holz in seiner Heimat errichtet, auch war ein ganz kleines Modell im Transportation-Building der Weltausstellung in Chicago 1893 dauernd in Betrieb.

Durch die Verlegung des Fahrzeuges neben die Träger wird es möglich, die beiden Trägerseiten für zwei Gleise zu benutzen, sodafs ein Träger mit einer Säulenreihe für eine zweigleisige Anlage genügt, auch würde es wohl möglich sein, den nach oben freien Träger von oben her aufzuhängen. In der Stützung der Wagen sind die beiden aufgeführten Verschlüsse ähnlich verschieden, wie die von Lartigue und Meigs in der ersten Gruppe.

Die Anordnung Dietrich's (Fig. 46) zeigt wieder den seitlich steifen Kastenträger Meigs, der aber hier die Last oben und den Seitenschub aus der seitlichen Aufhängung des Wagens unten aufnimmt. Die oberen Trag- und Triebräder eines besondern Antriebswagens stehen nach aussen geneigt so auf einem gleichfalls geneigten Gleise, dafs der vom Antriebswagen geleistete Gegendruck durch den Schnittpunkt der Wagenmitte mit der Ebene der untern wagerechten Stützung geht, die unteren Rollen also in der That genau wagerecht zu wirken haben, und die oberen Räder in gerader Strecke keine Flanschreibung erfahren. Bei der in Fig. 46 angedeuteten einfachsten Anordnung bestehen die Mittel gegen Entgleisung nur aus einer Gegenrolle auf dem Wagendache, der Anbringung von Fangbügel steht aber nichts im Wege, durch die dann auch der Schienendruck für Zug und Bremskraft erhöht werden kann.

Cook kehrt die Aufhängung um, insofern er den untern Gegendruck nicht wagerecht, sondern schräg nach oben richtet, und unten den grössten Theil der Last aufnimmt. Die oberen wieder schräg nach aussen geneigten Räder sind nur Laufräder, die Triebräder sind die unteren. Die Richtungen des obern und untern Schienendruckes treffen sich in der Wagenachse (Fig. 47). Cook läfst die weit ausladenden Querträger Dietrich's fort und stellt deshalb die obere Laufrolle stark schräg. Gegen die untere Schiene tritt auch von unten ein drittes Rad, welches fest angepresst Entgleisungen verhindert und Zug wie Bremskraft erhöht. Ausserdem ist eine Gleitklotzbremse vorgesehen, welche dem untern Führungsrade gegenüber von aussen gegen die untere Schiene gepresst werden kann, dann die untern Laufräder entlastet und die volle gleitende Reibung unter hohem Drucke für die Bremsung ausnutzt.

Die obere Schiene hat wieder einen soweit erhöhten Aufsensrand, dafs die dahinter greifende obere Laufrolle nicht abspringen kann. Die unteren Triebräder legen sich mit Kegelform gegen die schräge Aufsenseite der Unterschiene, wodurch der Druck schräg nach oben gerichtet und zugleich für die Benutzung dieser Räder als Triebräder genügend gesteigert wird. Cook setzt einen elektrischen Antrieb unmittelbar auf die Achse des

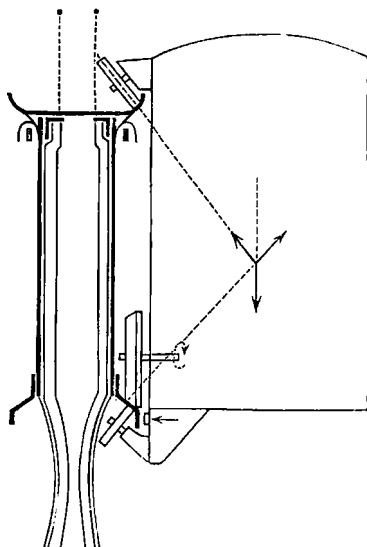


Fig. 47.

Triebrades und behauptet so eine Geschwindigkeit von 320 km/St. mit Sicherheit erreichen zu können, doch wird diese Angabe, wie alle ähnlichen, wohl den Luftwiderstand ganz ausser Acht lassen. Die Stromzuführung liegt in Form einer Kupferschiene unter einem Schutzdache unter der Oberschiene sehr gesichert.

Beiden Anordnungen ist die Eigenschaft gemeinsam, dafs das Gewicht der Wagen diese seitlich fest gegen die Träger presst, sodafs Schwankungen auch unter der Wirkung seitlicher Kräfte, wie Fliehkraft und Winddruck, welche bei den Anordnungen der ersten Gruppe nicht ganz vermieden werden können, hier ganz wegfallen, vorausgesetzt, dafs die Laufflächen der Schienen entsprechend eben und die Träger steif gegen Verwindungen sind.

Die äufseren wagerechten Kräfte vertheilen sich hier etwa gleichmäfsig auf die beiden Stützpunkte, einen entlastend, einen mehr belastend, rufen aber nahezu keine verwindenden Momente hervor. Dafür entstehen aber sehr bedeutende verwindende Momente schon aus den lothrechten Lasten an und für sich, und zwar um so gröfsere, je breiter die Wagen sind. Cook hat daher eine thunlichst geringe Wagenbreite vorgesehen, was die Leistungsfähigkeit jedenfalls beschränkt.

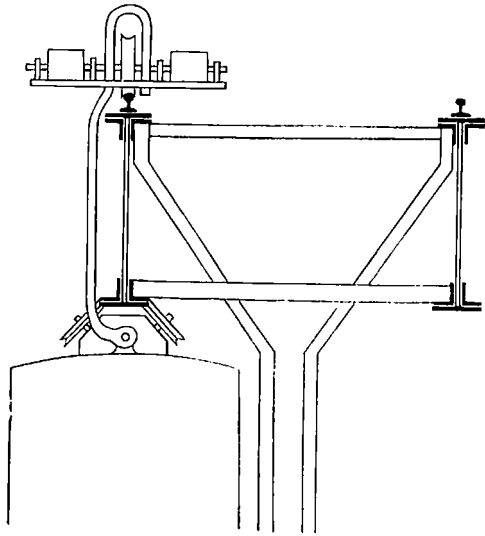
Gegen Entgleisungen geben schon die beschriebenen Theile grofse Sicherheit, beide fügen aber nach oben und unten starke Bügel hinzu, welche die vorstehenden Schienenränder ganz umgreifend auch bei völligem Zerbrechen der Räder den Wagen nach ganz geringer Bewegung auffangen. An die Stützung von unten ist man nicht gebunden, doch wird sie von beiden als Regel vorgesehen, man könnte auch den Kastenträger von oben her aufhängen, was bei den Versuchen der ersten Gruppe unmöglich ist.

Als besondern Vortheil nehmen beide den Umstand in Anspruch, dafs sowohl die Oberseite des Kastenträgers, als auch das Wagendach frei bleiben. Erstere ermöglicht eine dauernde genaue Ueberwachung der Bahn selbst und hält einen auf der Strecke betriebsunfähig gewordenen Wagen unmittelbar zugänglich. Das Wagendach kann als Aufenthalt für den Führer dienen.

3. Die dritte Gruppe verlegt die Wagen ganz unter die Bahn, so dafs eine Hängebahn entsteht.

Die ältere hierher gehörende Anordnung ist die von Enos (St. Paul, Nordamerika), welcher für jedes Gleis eine Schiene oben auf einen Träger legt und diesen an den einen Schnabel einer dreieckigen Kopfauskragung der Stützen hängt. Die Untergurte zweier zu einer zweigleisigen Linie gehörenden Träger sind unmittelbar gegen einander abgesteift (Fig. 48, S. 132). Der Hängebügel, mit dem der Wagen am obern Tragraade hängt, trägt zugleich den elektrischen Antrieb. Auf dem Wagendache sitzen zwei unter  $45^\circ$  geneigte Leiträder, welche gegen die Kanten des Untergurtes treten. Obwohl hier die Wagen also ganz unter den Trägern liegen, sind diese doch für die Stützung weder von oben noch unten unmittelbar zugänglich. Die Träger erfahren in gerader Strecke aus der Last keine Verdrehung, aus den wagerechten Kräften werden wegen der Lage des Angriffspunktes tief unter Trägermitte beträchtlich gröfsere wagerechte Kräfte als die äufseren auf die Träger übertragen, die daher auch in gerader Strecke bedeutenderen Verwindungen ausgesetzt

Fig. 48.

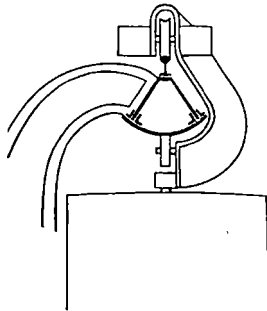


sind, als bei Meigs. Entgleisungen sind durch die Stellung der drei Rollen sehr erschwert.

Ganz ähnlich ist der Langen'sche Vorschlag für eine einschienige Hängebahn »Schwebbahn«, dessen Grundform in Fig. 49 dargestellt ist. Auch hier ist der Träger nur seitlich für die Stützung zugänglich, er hat aber eine kreisausschnittförmige Gestalt erhalten, um auch unten mit einer Gegenrolle auszukommen, welche sich bei Schwankungen auf dem kreisförmigen Untergurte verschiebt, ohne den Griff aufzugeben.

Der Träger hat demnach die wagerechten Angriffe nur in ihrer unveränderten Größe aufzunehmen, und ist in der Geraden ziemlich frei von Verwindungen. Das ist aber in dieser Form der Stützung nur erreicht, indem man die Wagen unter der Wirkung der Seitenkräfte frei ausschwingen läßt, so daß sie sich unter der Wirkung von Wind und Fliehkraft unter Umständen sehr schiefe stellen; der Verfasser bezeichnet deshalb diese

Fig. 49.



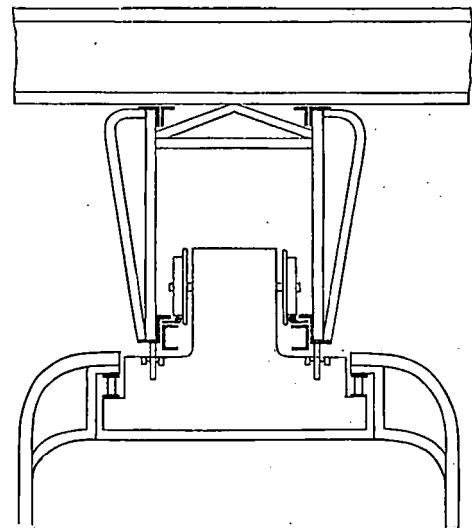
Gestalt als nur für Förderbahnen geeignet, für Hochbahnen, die dem Ortsverkehre Reisender dienen sollen, verläßt er die einschienige Anlage, und geht nach Fig. 50 zum zweiseitigen Gleise über, dessen Längsträger möglichst steif mit einander verbunden sind und unter großen Querträgern oder Querbögen hängen. Hier ist also die unmittelbare Stützung von unten ganz aufgegeben, die Querbögen finden ihre Stützen zu beiden Seiten der Straßen, und tragen zwei Gleise, müssen aber auch bei eingleisigen Anlagen verwendet werden. Auf den Schienen an den Unterkanten des Trägerkorbes läuft das Antriebsgestell mit je zwei Achsen, das unten eine Drehscheibe trägt, auf der der Wagenkasten mit abgefedertem Rollenkranz ruht. Wagerecht ist der Kasten gegen das Gestell unverschieblich, die wagerechten Kräfte werden also in ihrer unveränderten Größe auf die Trägerunterkante übertragen und ergeben ein der Trägerhöhe entsprechendes Verdrehungsmoment, außerdem eine Mehrbelastung der einen und eine Entlastung der andern Schiene.

Gegenrollen treten unter die Trägerunterkanten, Entgleisungen ver hindernd. Die Schwankungen der Wagen sind so auf die von den Federn frei gelassenen beschränkt, dafür hat die ungünstigere Wirkung der wagerechten Kräfte übernommen werden müssen. Die lothrechten Lasten erzeugen Verwindungen in der Geraden nicht.

Für jede dieser Anlagen werden von den Erfindern zahlreiche Vorzüge in Anspruch genommen, während jeder den übrigen große und zahlreiche Nachteile nachsagt. Unser Zweck war hier nur eine möglichst sachlich gehaltene, kurze Zusammenstellung zu geben, ohne ein Urtheil fällen zu wollen, was der Neuheit der Sache gegenüber auch wohl kaum möglich ist. Da aber als feststehend anzusehen ist, daß derartige Hochbahnen eines der wichtigsten Ortsverkehrsmittel der Zukunft bilden werden, so ist zu wünschen, daß ein sicheres Urtheil durch Ausführungen bald gezeitigt werden möge.

Bezüglich der Gleisverbindungen sind alle diese Hochbahnformen wegen des vollständigen oder theilweisen Hineintretens

Fig. 50.



der Wagen in die Trägerhöhe auf den Grundgedanken der Schiebephöhne oder Drehscheibe angewiesen, erstere muß auch das Drehen der Wagen vermitteln, wenn es sich nicht um einen Ringverkehr handelt, oder an den Enden der Linien Schleifen ausgefahren werden können. Diese Schwerfälligkeit, welche bei der Langen'schen Form am mildesten auftritt, ist aber kein schwerwiegender Uebelstand, da Ortsverkehrsbahnen der Gleisverbindungen nur in geringem Maße bedürfen.

Da sich bei allen Arten Drehgestelle verwenden lassen, so machen scharfe Bahnkrümmungen keine erheblichen Schwierigkeiten, abgesehen von der Verstärkung der krummen Träger gegenüber den eigenartigen Beanspruchungen. Starke Steigungen können namentlich deshalb von der Mehrzahl der Vorschläge leicht genommen werden, weil ein Einklemmen der Schiene zwischen zwei Räder, also ein künstlich erhöhter Schienendruck vorgesehen ist.

Die Belastung des Luftraumes der Straßen wird weniger von den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Anordnungen, als von der geschickten Durchbildung der gewählten abhängen; in allen Fällen ist sie wesentlich geringer, als bei den bestehenden



Hochbahnen. Wesentlich ausschlaggebend für die Wahl der Anordnung wird voraussichtlich in allen Fällen die Frage sein, ob man leichter eine Reihe von Stützenfüßen oder deren zwei unterbringen kann, und ob die seitliche Einspannung der einfachen Reihe auf große Schwierigkeiten stößt oder nicht.

Da eine innige Verbindung verschiedener Ortsverkehrlinien unter einander meist nicht verlangt wird, so halten wir es nicht für ausgeschlossen, daß gerade diese Verhältnisse zur Verwendung verschiedener Formen auf den verschiedenen Linien eines größern Netzes führen werden.

## Technische Litteratur.

**Wirkungsgrade und Kosten elektrischer und mechanischer Kraft-Transmissionen.** Von Jos. Krämer, Docent für Elektrotechnik. Leipzig 1895, O. Leiner. Preis 3 M.

Der Verfasser stellt sich in dem Buche die drei Fragen: Soll bei einer Fabrik-Neuanlage elektrische oder mechanische Uebertragung eingerichtet werden?

Ist es empfehlenswerth, bestehende mechanische Uebertragungen durch elektrische zu ersetzen?

Welche Art des elektrischen Stromes, Gleichstrom oder Drehstrom, soll angewendet werden?

Für die Entscheidung dieser heute freilich brennenden Fragen, die allgemein natürlich nicht getroffen werden kann, im Einzelfalle sucht der Verfasser die maßgebenden theoretischen und praktischen Gesichtspunkte zu eröffnen, indem er neben den Eigenschaften der verschiedenen Uebertragungsarten auch bezüglich der Kosten die erforderlichen Grundlagen mittheilt. Für minder Bewanderte wird auch die Theorie der verwickelteren Betriebsarten in ihren Grundzügen leicht faßlich mitgetheilt.

**Allgemeine und Technische Bedingungen für die Verdingung und Ausführung von Arbeiten und Lieferungen zu Ingenieur-Bauten** von L. Oppermann, Königlichen Regierungs- und Bau-rath a. D., Geheimen Baurath. Leipzig, W. Engelmann 1895. Preis 4 M.

Wer erfahren hat, welches Kopfzerbrechen oft die Abfassung der Bedingungen und Verträge für Bauarbeiten auf dem Einzelnen noch nicht geläufigen Gebiete verursacht, und das dürfte so ziemlich alle in der Bauausführung beschäftigten Ingenieure treffen, dem werden die in dem vorliegenden Werke mitgetheilten Erfahrungen eines vielbewanderten Praktikers auf allen Gebieten des Ingenieurbauwesens und die Fingerzeige für die Abfassung treffender Verträge höchst willkommen sein. Wir weisen daher auf das Werk besonders hin. Ganz besondere Sorgfalt ist den Wasserbau-Arbeiten gewidmet, für welche die Fassung guter Verträge besondere Schwierigkeiten bietet.

**Offizieller Bericht der k. k. österreichischen Central-Commission für die Weltausstellung in Chicago 1893.** Heft I und Heft VIII.

Von den beiden hier vorliegenden Heften giebt das erste eine Darstellung der Bildung und Zusammensetzung der Behörde, ihrer Thätigkeit und der rühmlichen Erfolge, welche Oesterreich bei dem großen Völkerwettkampfe zu verzeichnen gehabt hat; mehr als 80 % der österreichischen Aussteller erhielten Preise für ihre Leistungen.

Das Heft VIII bringt den Bericht des Ober-Ingenieurs v. Littrow über das Eisenbahnwesen zunächst auf der Ausstellung, dann aber auch im Lande. Der unsern Lesern wohl-bekanntere Verfasser bringt eine erschöpfende, dabei kurze und treffende Darstellung in erster Linie des ihm persönlich am nächsten liegenden Maschinen- und Wagenwesens mit einer sehr großen Zahl bildlicher Darstellungen, dann aber auch eine gedrängte Beschreibung des durchschnittlichen Bildes, welches das riesige Netz darbietet und der Art und Weise, wie sich der Verkehr darauf abwickelt, insbesondere wie die Verwaltungen bemüht sind, den nach Zeit und Ort sehr verschiedenen und wechselnden Anforderungen der Reisenden in entgegenkommendster und doch einfachster Weise Rechnung zu tragen.

Der Bericht bietet eine Fülle der Anregung, und wir können ihn unseren Lesern als bequemes und wirksames Mittel der Gewinnung eines Ueberblickes über das Eisenbahnwesen der Vereinigten Staaten empfehlen.

**Grundzüge des Eisenbahnwesens.** Im Auftrage des Königlich Preussischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten verfaßt und herausgegeben von Friedrich Müller, Königlichem Regierungsbaumeister. Berlin 1894, W. Ernst u. Sohn.

Während die bisherigen Arbeiten über das Kleinbahnwesen sich entweder auf Beschreibungen einzelner Ausführungen beschränkten oder Untersuchungen allgemeiner Art über die wirthschaftlichen Verhältnisse der Kleinbahnen — nicht immer an der Hand von Thatsachen geprüft — enthielten, auch meist nur die ländliche Kleinbahn berührt wurde, trägt das vorliegende Werk alles Thatsächliche über Bau, Betrieb und Wirthschaft der Kleinbahn des In- und Auslandes zusammen, indem dabei der Kleinbahn die weitere Bedeutung der örtlichen Bedürfnissen dienenden Bahn gegeben wird, und zwar mit einer Vollständigkeit, wie sie bisher wohl nicht erreicht wurde. Das Buch zieht also alle Formen der »Stadtbahn«, die »Vorortbahn«, die »Wirtschaftsbahn«, die »ländliche Bahn« und die »Bergbahn« in seinen Bereich.

Behandelt werden im ersten Abschnitte die allgemeine Beschreibung und Eintheilung, im zweiten Bau und Ausrüstung, im dritten die Verwaltung und wirthschaftlichen Verhältnisse der Kleinbahn. Ueberall ist der von den vorhandenen Anlagen gebotene Stoff, nach Möglichkeit einschließend der Kostenangaben, zusammengetragen, und so erscheint das Werk als eine vollständige Quelle für die weiten, an den verschiedenen Arten der Kleinbahnen beteiligten Kreise.

Der Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen übertrug mir den Debit im Buchhandel seiner officiellen Publicationen:

# Die Vereins-Lenkachsen.

== *Zweite Auflage. Preis 2 Mark.* ==

## Freie Lenkachsen

<sup>für</sup>  
Zuggeschwindigkeiten bis 90 km in der Stunde und für Wagen mit und ohne Bremsen.

== *Mit 76 Blatt Zeichnungen. Preis 6 Mark.* ==

# Zusammenstellung der Ergebnisse

der von den  
**Vereins-Verwaltungen**

in der Zeit  
vom 1. October 1891 bis dahin 1892

mit  
**Eisenbahn-Material** angestellten **Güte-Proben.**

Mit Zeichnungen. — Preis 20 Mark.

Vergleich der Ergebnisse

der  
**Radreifenbruch-Statistik**

in den Berichtsjahren 1887—1891.

*Preis 10 Mark.*

**Statistik**

über die  
**DAUER DER SCHIENEN.**

Erhebungsjahre 1879—1890.

Mit 18 Blatt Zeichnungen. Preis 20 Mk.

## Radreifenbruch-Statistik,

umfassend

Brüche und Anbrüche

an

**Radreifen und Vollrädern**

für das

Berichtsjahr 1887/1888, 1888/1889, 1889/1890, 1890/1891 u. das Rechnungsjahr 1891 u. 1892.

*Preis je 10 Mark.*

## Statistische Nachrichten

über die

auf den Bahnen des Vereins

vorgekommenen

**Achsbrüche und Achs-Anbrüche.**

**Berichtsjahr 1890, 1891.**

*Preis je 2 Mark.*

## Grundzüge

für den

**Bau und die Betriebseinrichtungen**

der

**LOKAL - EISENBAHNEN.**

Verfaßt von dem technischen Ausschusse des Vereins  
nach den Beschlüssen  
der am 29., 30. u. 31. Mai 1890 zu Berlin abgehaltenen Techniker-Versammlung des Vereins.

Herausgegeben

von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins Deutscher  
Eisenbahn-Verwaltungen.

*Preis 1 Mark.*

## Grundzüge

für den

**Bau und die Betriebseinrichtungen**

der

**NEBEN - EISENBAHNEN.**

Verfaßt von dem technischen Ausschusse des Vereins  
nach den Beschlüssen  
der am 29., 30. u. 31. Mai 1890 zu Berlin abgehaltenen Techniker-Versammlung des Vereins.

Herausgegeben

von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereins Deutscher  
Eisenbahn-Verwaltungen.

*Preis 1 Mark.*

# Technische Vereinbarungen

des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen  
der Haupt-Eisenbahnen.

Verfaßt von dem technischen Ausschusse des Vereins

nach den Beschlüssen der am 19. und 20. Juni 1888 zu Konstanz abgehaltenen Techniker-Versammlung des Vereins.

Herausgegeben

von der geschäftsführenden Direction des Vereins.

*Preis mit Nachtrag IV und V: M. 2.45.*

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.