

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXXIV. Band.

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

6. Heft. 1897.

### Die Tränkung der hölzernen Eisenbahnschwellen mit Chlorzink und mit carbolsäurehaltigem Theeröle.

Von A. Schneidt, Eisenbahnbetriebsdirektor zu Strafsburg i. E.

(Schluss von Seite 92.)

#### III. Tränkung mit einer Mischung von Chlorzink und Theeröl.

Von der Firma J. Rütger's in Berlin, die ungefähr zwanzig vorzüglich eingerichtete und geleitete Tränkungsanstalten im Betriebe hat, wurde schon Anfangs der siebziger Jahre der Vorschlag gemacht, der Chlorzinklösung eine geringe Menge carbolsäurehaltiges Theeröl beizufügen, wodurch die Schwellen gegen das Eindringen des Wassers und Auslaugen des Tränkstoffes mehr geschützt werden sollten. In der wässerigen Lösung des Chlorzinkes löst sich die im Theeröle enthaltene Carbolsäure (Phenylsäure) auf und durchdringt in dieser Lösung die Zellbündel des Holzkörpers weit leichter und sicherer, als das weniger leichtflüssige Theeröl.

Die Gegenwart der Carbolsäure erzeugt auch ein gewisses Lösungsvermögen für die harzigen Bestandtheile des Holzes, wodurch die Chlorzinklösung mehr befähigt wird, in die harzreichen Holzschichten und in den Kern einzudringen.

Nach dem Urtheile von Chemikern kann sogar angenommen werden, daß sich bei dem hohen Grade der Verdünnung der Chlorzinklösung aus dem Zinkoxychlorid durch Vermittelung der Basen der Salze, welche in der Holzasche gefunden werden, bei Gegenwart der Phenylsäure ein basisches Zinkphenylat bildet, welches als in Wasser unlöslich der Auswaschung der getränkten Schwellen auf die Dauer Widerstand leistet.

Die fäulnishindernde Wirkung der gelösten Carbolsäure ist entschieden kräftiger, als die des Chlorzinkes, und da Carbolsäure auch in Wasser viel weniger löslich ist, als Chlorzink, so wird auch durch einen geringen Zusatz von carbolsäurehaltigem Theeröle die Fäulnis des davon enthaltenden Holzes aufgehalten. Die schweren Oele des zugesetzten Theeröles dringen nicht so leicht in das Holz ein, wie die leichtflüssige Chlorzinklösung mit der gelösten Carbolsäure; erstere bleiben in den äußersten Holzschichten der Schwelle und bilden eine

sehr dünne, dem Eindringen des Wassers mehr oder minder hinderliche Schicht.

Die preussische Staatsbahnverwaltung läßt einen großen Theil der kiefernen Schwellen seit Jahren durch die Firma Rütger's mit einer Mischung von Chlorzink und Theeröl tränken. Dieses Verfahren ist auf den Rütger'schen Anstalten zu hoher Vollkommenheit ausgebildet. Die Mischung der Chlorzinklösung und des Theeröles muß eine möglichst innige sein und wird in diesen Anstalten derart hergestellt, daß der auf 65° C. erwärmten Chlorzinklösung für jede zu tränkende Schwelle ein Zusatz von 2 kg Theeröl gegeben und das Ganze durch geprefte Luft gehörig durcheinander gearbeitet wird. Abgesehen von der Carbolsäure ist das Theeröl in der Chlorzinklösung nicht löslich, so daß nur eine mechanische Verbindung der beiden Stoffe eintreten kann, was aber um so leichter erreicht wird, als die specifischen Gewichte nahezu gleich sind. Der Zusatz von 2 kg Theeröl für eine Schwelle erscheint aber etwas gering und wird auf mindestens 4 kg zu erhöhen sein, um bei der großen Oberfläche der Schwellen eine etwas stärkere Oelschicht zu erhalten. Die Mehrkosten für eine Schwelle betragen für 1 kg Theeröl ungefähr 6 Pf. Die Tränkungskosten einer kiefernen Schwelle mit der Mischung kommen auf 82 bis 94 Pf., so daß der Preisunterschied gegenüber der Tränkung mit Theeröl, die 1,8 bis 2,48 M. kostet, immer noch sehr erheblich ist.

Das als Zusatz zur Verwendung kommende Theeröl soll aus Steinkohlentheer hergestellt sein und darf höchstens 1% leichtflüchtiger Oele enthalten, welche unter 125° C. sieden. Es muß so schwerflüchtig sein, daß 75% sich über 235° C. verflüchtigen; der Siedepunkt des größten Theiles der Oele soll also zwischen 235° und 400° liegen. Der Gehalt des Oeles an Theersäuren, welche in Natronlauge von 1,15 kg/l Gewicht löslich sind, muß, wenn nur 2 kg Theeröl auf die

Schwelle zugesetzt werden, mindestens 20 ‰, bei 4 kg Zusatz mindestens 10 ‰ betragen. Das Oel muß bei 15 °C. vollständig flüssig und möglichst frei von Naphtalin sein, so daß bei der in einem Glasgefäße nach Gruppen von je 50 °C. vorgenommenen Verdampfung in Summa höchstens 5 ‰ Naphtalin abgeschieden werden. Das Gewicht des Theeröles soll bei 15 °C. nicht unter 1,020 und nicht über 1,055 kg/l bzw. nicht unter 1,045 und nicht über 1,10 kg/l betragen.

#### IV. Trocknen der Schwellen.

Sehr hindernd für das Eindringen des Tränkstoffes ist die im Holze befindliche Feuchtigkeit, namentlich bei den kiefernen Schwellen, bei denen sich der größere Theil des vorhandenen Wassers im Splinte befindet und eigentlich nur das Splintholz den Tränkstoff aufnimmt. Im frisch geschlagenen Zustande ist der Wassergehalt der Hölzer überhaupt so groß, daß sie zur Tränkung nicht geeignet sind. Nach der von Schübler und Hartig veröffentlichten Uebersicht enthalten 100 Theile frisch gefällten Holzes: »Eichenholz durchschnittlich 35, Kiefernholz 40, Buchenholz 39 Gewichtstheile Wasser«. Die Zahlen können selbstverständlich nicht unveränderlich sein, da Standort und Fällungszeit auf den zeitigen Wassergehalt von großem Einflusse sind. Bis zur Aufarbeitung der Schwellen und Abfuhr aus dem Walde verdunstet schon ein großer Theil der Feuchtigkeit; jedoch ist der Gehalt davon bei Ankunft der Schwellen auf den Lagerplätzen, auch abgesehen von den geöffneten Schwellen, noch ein so großer, daß eine längere Lagerung behufs Austrocknung unbedingt erforderlich ist. Es empfiehlt sich, die Schwellen in Haufen bis zu 3,5 m Höhe in kreuzweisen Reihen zu stapeln, so daß die eine Reihe des Haufens sieben Schwellen umfaßt, die darüber liegende aus 5 Schwellen besteht und so abwechselnd. Dadurch bilden sich je in der zweiten Reihe vier breite Luftkanäle, die man durch angereihte, in derselben Weise gestapelte Schwellenhaufen beliebig lang machen kann, wodurch ein ganz erheblicher Luftzug in den gelagerten Schwellen erzeugt wird. Jeder einzelne Haufen ist mit einem aus Schwellen gebildeten Dache abzudecken. Wesentlich ist, daß die unterste Lage der Schwellen nicht unmittelbar auf dem Boden aufliegt, sondern auf besonderen Unterlagelhölzern. Auf den Lagerplätzen der französischen Ostbahn liegen die Schwellen nicht unmittelbar aufeinander, sondern auf dünnen, mit Theeröl getränkten Lattenstückchen, die zwischen die Schwellen gelegt sind, was für die buchenen Schwellen allerdings sehr vortheilhaft ist.

Die Lagerplätze müssen vollkommen trocken und so beschaffen sein, daß das Regenwasser schnell abfließt. Je freier und offener die Plätze für den Luftdurchzug sind, um so besser ist es.

Die lufttrockenen Schwellen werden vor der Tränkung mit Theeröl noch künstlich getrocknet, indem sie in Trockenöfen 8 bis 10 Stunden lang einer trockenen Wärme von 100 °C. ausgesetzt werden. Allein die Hauptsache bleibt immer das Austrocknen an der Luft, wie aus nachstehender Zusammenstellung zu ersehen ist.

Die Beobachtungen erstreckten sich auf je 6 Schwellen jeder Gattung. Die Zunahme an Gewicht erklärt sich durch die anhaltend regnerische Witterung.

#### Zusammenstellung. (Beobachtungszeit April bis October 1896.)

Zeit der Gewichts- ermittlung	Durchschnittsgewicht einer Schwelle von 16×26×270 cm			Gegen das Gewicht bei der Anlieferung beträgt der Gewichtsverlust					
	eichene Schwelle	buchene Schwelle	kieferne Schwelle	eichene Schwelle		buchene Schwelle		kieferne Schwelle	
	kg	kg	kg	kg	%	kg	%	kg	%
Bei der Anlieferung . . . . .	110,1	99,6	85,5						
Nach der Lagerung von									
1 Monat . . . . .	104,7	92,3	65,4	5,4	4,9	7,3	7,3	20,1	23,5
2 „ . . . . .	102,3	88,6	63,7	7,8	7,1	11,0	11,1	21,8	25,5
3 „ . . . . .	101,2	87,2	69,6	8,9	8,1	12,4	12,5	15,9	18,6
4 „ . . . . .	100,6	86,4	67,6	9,5	8,6	13,2	13,2	17,9	20,9
5 „ . . . . .	101,9	89,1	66,5	8,2	7,5	10,5	10,5	19,0	22,3
6 „ . . . . .	101,1	86,7	65,9	9,0	8,2	12,9	12,9	19,6	23,0
Vor dem Ein- fahren in den Trockenofen . .	101,1	86,7	65,9	Gewichtsverlust durch die künstliche Trocknung					
				kg	%	kg	%	kg	%
Nach 8stündig. Trocknen bei 100° Celsius . .	99,4	83,9	61,3	1,7	1,7	2,8	3,2	4,6	6,0

Die Zusammenstellung zeigt, daß sich die eichenen und buchenen Schwellen nach viermonatlicher Lagerung im lufttrockenen Zustande befinden, d. h. das Holz die Grenze des Gewichtsverlustes erreicht und sich auf einen Feuchtigkeitsgehalt eingestellt hat, den es bei Regen in unregelmäßigen Schwankungen wohl verläßt, zu dem es aber nach längerer oder kürzerer Zeit wieder zurückkehrt. Bei den kiefernen Schwellen war der lufttrockne Zustand bereits nach zwei Monaten erreicht. Da das Austrocknen an der Luft langsam von Statten geht, so tritt Schwinden und Reissen nur in geringem Mase ein. Dagegen werden Schwellen, welche 8 bis 10 Stunden einer trockenen Wärme von 100 °C. in den Trockenöfen ausgesetzt werden, häufig sehr stark rissig. Besonders gilt dies für die buchenen Schwellen. Umfassende Versuche, die erst vor kurzem angestellt wurden, haben erwiesen, daß die Schwellen bei einer Wärme von 70 °C. und entsprechender Verlängerung der Dauer des Trocknens auf mindestens 12 Stunden noch genügend austrocknet wurden, um die vorgeschriebene Menge Theeröl aufzunehmen und daß sie dabei weniger reissen.

Da außerdem die Ueberheizung der Trockenöfen nicht immer vermieden und bei trockner Wärme von 110 °C. schon die Holzfasern angegriffen wird, so ist bei einer Ermäßigung der Wärme auf 70 °C. auch die Gefahr dieser Zerstörung beseitigt. Unter allen Umständen aber ist darauf zu sehen, daß die Schwellen möglichst lufttrocken in die Trockenöfen kommen. Dies setzt voraus, daß die Anfuhr der Schwellen nach den Lager-

plätzen frühzeitig erfolgt und mit deren Beschaffung nicht bis zu den jeweiligen Etatsbewilligungen gewartet wird. Vielmehr muß die Verdingung der Lieferung der für ein Jahr erforderlichen Schwellen spätestens im November des dem betreffenden Etatsjahre zweit vorhergehenden Jahres erfolgen.

An dieser Stelle soll noch das neue Verfahren Erwähnung finden, nach welchem den mit Theeröl zu tränkenden Schwellen die Feuchtigkeit ohne Anwendung von Trockenöfen entzogen wird, ja sogar das vorherige Austrocknen der Schwellen an der Luft nicht einmal unbedingt erforderlich ist. Dieses Verfahren ist von J. Rütger's ausgebildet, dessen Name mit allen Fortschritten auf dem Gebiete der Schwellentränkung innig verbunden ist.

Die Ausziehung des Wassers aus dem Holze geschieht durch erhitztes Theeröl unter Mitwirkung der Luftpumpe. Die Schwellen werden in den Tränkungskessel eingebracht, in dem eine Luftverdünnung von 60 cm Quecksilberstand hergestellt und 10 Minuten erhalten wird. Alsdann läßt man das vorgewärmte Theeröl unter anhaltender Luftverdünnung in den Tränkungskessel ein. Das Theeröl wird nach und nach bis wenigstens 105 °, höchstens 110 ° C. erwärmt und dieser Wärmegrad nach Bedarf längere Zeit erhalten. Der Tränkungskessel ist mit einem Röhrenkühler in Verbindung, welcher alle aus dem Holze entweichenden Wasserdämpfe verdichtet und das gebildete Wasser in ein mit einer Meßvorrichtung versehenes Gefäß leitet, so daß die Menge des aus den Schwellen verdampften Wassers jederzeit festgestellt werden kann. Durch die Hitze des Theeröles wird die in den Poren des Holzes enthaltene Feuchtigkeit verdampft und als Dampf durch die Luftpumpe abgesaugt. Da das erhitzte Theeröl weit unter seinem Siedepunkte bleibt, so verdampft das Theeröl nicht. Sobald den Schwellen genügend Wasser entzogen ist, wird mit der Druckpumpe die erforderliche Menge Theeröl eingepreßt.

Es ist nicht erforderlich, daß die in den Tränkungskessel eingebrachten Schwellen lufttrocken sind; nur dauert das Verfahren bei nassen Schwellen länger.

Dieses neue Verfahren verursacht zwar geringe Mehrkosten, die aber reichlich dadurch aufgewogen werden, daß keine Trockenöfen erforderlich sind, die Schwellen nicht so leicht rissig werden und auch nasse Schwellen dem Tränkungsverfahren unterworfen werden können. Frühzeitige Beschaffung der Schwellen und ihre lange Lagerung ist also nicht unbedingt erforderlich. Außerdem kann durch das Trocknen mit erhitztem Theeröl das in den Schwellen enthaltene Wasser bis zu einem Grade entfernt werden, wie es auch unter Anwendung von Trockenöfen nicht möglich ist. Beispielsweise wurden auf den Rütger'schen Anstalten buchenen Schwellen bis zu 40 kg Wasser auf die Schwelle entzogen. Dadurch wird es auch möglich, den Schwellen größere Mengen Theeröl einzupressen, als bei jedem

andern Verfahren. Die Firma Rütger's gewährleistet bei eichenen Schwellen eine Mindestaufnahme von 11 kg, bei kiefern von 36 kg, bei buchenen von 36 kg auf die Schwelle.

#### Schlufsbemerkungen.

Die Bearbeitung der Schwellen zur Herstellung des Auf-lagers für die Unterlageplatten und das Bohren der Löcher für die Schwellenschrauben soll womöglich vor der Tränkung geschehen.

Die angeführten guten Erfolge der Tränkung mit carbolsäuerhaltigem Theeröl haben zur Voraussetzung, daß nur gesunde Hölzer getränkt werden und das Tränkungsverfahren genau nach Vorschrift ausgeführt wird. Bei Abnahme der rohen Schwellen muß deshalb mit großer Sorgfalt verfahren werden. Hierbei dürfen nur Beamte Verwendung finden, welche die Eigenschaften und Krankheiten der einzelnen Holzarten genau kennen. Namentlich gilt dies bezüglich der buchenen Schwellen, bei denen die Erkennung des schädlichen rothen Kerns nicht selten geübten Abnahmebeamten Schwierigkeiten bereitet. Jede einzelne Schwelle muß nachgesehen werden; es genügt nicht, wenn von größeren Mengen Schwellen nur Stichproben genommen werden.

Die gleiche Sorgfalt muß auch auf die Ausführung der Tränkungsarbeiten und deren Beaufsichtigung verwendet werden. Jeder mit Schwellen beladene Tränkungswagen ist vor und nach der Tränkung zu wiegen, damit die Aufnahme der vorschriftsmäßigen Menge Tränkstoff gesichert ist. Die Verwiegungen dürfen nur in Gegenwart des Aufsichtsbeamten vorgenommen werden und sind genau zu verzeichnen.

Die Bedingungen für die Lieferungen der rohen Schwellen und für die Ausführung der Tränkungsarbeiten sollen nur das enthalten, was zur vorschriftsmäßigen Ausführung der Lieferungen und Arbeiten unbedingt erforderlich ist, nicht mehr. Der Abnahmebeamte muß dann aber auch mit Strenge auf genaue Befolgung dieser Vorschriften halten. Nur auf diese Weise ist es möglich, die von vielen Seiten schon oft hervorgehobenen Schäden des öffentlichen Verdingungswesens zu beseitigen. Denn nach den Erfahrungen des Verfassers, dem seit längerer Zeit jährliche Beschaffungen im Werthe von 9 bis 12 Millionen Mark obliegen, führen die unsicheren und unlauteren Lieferanten, die mit unverhältnismäßig niedrigen Preisen die Zuteilung einer Lieferung zu erreichen suchen, gewöhnlich nur einmal eine Lieferung aus; sobald sie gesehen haben, daß eine strenge Abnahme erfolgt, bleiben sie den Verdingungen fern.

Wird die Tränkung der Schwellen nicht von der betreffenden Verwaltung selbst ausgeführt, so empfiehlt es sich, die Tränkungsarbeiten einem zuverlässigen Unternehmer auf längere Zeit vertragsmäßig zu übertragen, da nur bei Sicherstellung auf längere Dauer einem Unternehmer zugemuthet werden kann, eine allen Anforderungen entsprechende Anstalt zu bauen und zu erhalten.

## Planum, Bettung und Schwellenform des Eisenbahngleises.

Von E. Schubert, Kgl. Eisenbahndirector zu Sorau.

(Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XVI und XVII.)

Im Jahrgange 1889 der Zeitschrift für Bauwesen Seite 555 u. f. \*) wurden Mittheilungen über im Kleinen angestellte Versuche gemacht, in welchen Vorgänge dargestellt und beschrieben wurden, welche sich bei der Belastung eines aus weichem Thone bestehenden Planums zutragen, und die dessen allmähliche Umbildung bewirkten. Diese Untersuchungen, die sich auf Langschwellen- wie auf Querschwellen-Oberbau erstreckten, ergaben zum Schlufs folgende Regel:

Um Thonaufquellungen zwischen den Schwellen sicher zu verhüten, mache man das Mafs von Unterkante Schwelle bis zur Oberfläche des Planums um 20 cm gröfser, als das Lichtmafs zwischen den benachbarten Schwellen.

Bei einem Schwellenabstande von 0,95 m und 0,25 m Schwellenbreite würde somit die Bettung 0,95—0,25 + 0,20 m = 0,90 m hoch sein müssen. Bei diesen Versuchen kam es jedoch darauf an, festzustellen, wann auch unter den allerungünstigsten Umständen die Thonaufquellungen aufhören müssen. Deshalb war einerseits sehr weicher Thon gewählt und anderseits eine Belastung angewendet, wie sie wohl nur sehr selten in Wirklichkeit vorkommt, nämlich von 0,5 kg/qcm beginnend und bis 10 kg/qcm und darüber. Auf Grund der hierbei erzielten Ergebnisse waren Einschnitts-Querschnitte entworfen, die für Langschwellen-Oberbau im Organ 1891, Taf. XXIV, Fig. 13, für Querschwellen im Organ 1891 Taf. XXIV, Fig. 11, mitgetheilt sind, bei denen auch die Wirkung des Frostes auf das 1,00 m und mehr unter der Bahnkrone liegende Planum ausgeschlossen, sowie dessen frostsichere Entwässerung erreicht wurde.

Im Jahre 1895 wurden Versuche über den Einfluß der Schwellenform auf Arbeitskosten und Bettungsstoffverbrauch angestellt\*\*), die in einem gewissen Zusammenhange mit den vorigen stehen und über die im Folgenden kurz berichtet werden soll, nachdem zuvor noch einige Ergebnisse über den Einfluß der verschiedenartigen Bettungsstoffe auf die Umbildung eines Thonplanums mitgetheilt werden mögen.

Ausgehend von dem Gedanken, dafs es bei solchen Versuchen nothwendig sei, die Vorgänge während des Betriebes am Gleise möglichst der Wirklichkeit nachzuahmen, wurde ein Schwellenstück a—b, c—d nebst Bettung und Planum Taf. XVI, Abb. 1 und 2 aus dem Gleise herausgeschnitten gedacht, zwischen vier feste Seitenwände und auf festen, undurchlässigen Boden gelegt und genau so belastet niedergefahren, gehoben und gestopft, wie es im Gleise auf der Strecke geschieht. Der Versuchskasten b war aus starkem Eisenbleche gefertigt, 0,95 m lang, 0,50 m tief und 0,15 m breit. (Abb. 3 und Abb. 4 Taf. XVI). In ihn wurde unten eine 0,20 m hohe Schicht aus Thon eingebracht, die dem Strange einer Ziegelpresse entnommen und

der dementsprechend weich war. Auf den genau wagrecht abgeglichenen Thon wurde der zu prüfende Bettungsstoff geschüttet und darauf genau in die Mitte des Kastens eine eiserne Querschwelle der T-Form von 0,25 m Breite und 0,15 m Länge eingebettet, auf welche dann zunächst eine kleine Holzwischlage gelegt und darauf ein Schneiden-Gufsklotz gesetzt wurde. Auf die Schneide dies Klotzes wurde ein aus zwei je 2,50 m langen Schienenstücken bestehender und bei a Abb. 3, Taf. XVI befestigter Hebel aufgelegt und dessen freies Ende so beschwert, dafs das Schwellenaufleger mit 4 kg/qcm belastet wurde. Auf eine unterhalb des Hebelendes befindliche Welle war ein Daumen c 10 cm seitlich des Mittelpunktes eingesetzt, der bei einer Umdrehung der Welle den Hebel abhob und wieder herabliefs, wodurch das Schwellenstück jedesmal ent- und belastet wurde und zwar, da der dadurch ausgeübte Druck auf die Bettung 4 kg/qcm betrug, mindestens ebenso stark, wie eine Schwelle im Gleise durch das Rad der darüber fahrenden Locomotive.

Dieses Schwellenstück wurde nun, nachdem der Hebel zuvor in die höchste Stellung gebracht worden war, mit einer gewöhnlichen Stopfhacke ebenso gestopft, wie die Schwelle im Gleise, nur mit dem Unterschiede, dafs während auf der Strecke eine Querschwelle selten mehr als einen Stopfschlag auf das laufende cm Stopfkante, also bei 2,70 m Schwellenlänge 540 Stopfschläge erhält, hier 2—3 Stopfschläge auf das laufende cm Stopfkante angewendet wurden. Es geschah dieses, um die Vorgänge zu beschleunigen und um rascher zu bestimmten Ergebnissen zu kommen, zumal eine nachtheilige Beeinflussung der Versuche nicht eintreten konnte, da die Anstopfungen bei allen in gleicher Weise durchgeführt wurden.

Nachdem die Schwelle festgestopft war, wurde die Welle in Umdrehung versetzt, so dafs sich die Schwelle unter der wechselnden Last nach und nach, anfänglich mehr und später langsamer senkte. Das Mafs, um welches dieses geschah, konnte an einer bei d Abb. 3, Taf. XVI angebrachten Theilung, und zwar bei dem gewählten Abstände in vierfacher Vergrößerung abgelesen werden. Endlich konnte man an einem Umdrehungszähler e, der durch den Schwinghebel der Dampfmaschine bewegt wurde, genau die Anzahl der eingetretenen Belastungen ablesen und somit feststellen, wie sich die Senkung, welche bei der Schwelle selbst im Ganzen 35 mm betragen konnte, nach und nach vollzog. Nachdem die Schwelle sich 35 mm gesenkt hatte, wurde sie wieder angehoben und von neuem gestopft, dann wieder be- und entlastet u. s. w., bis der Versuch als beendet angesehen wurde. Um den Einfluß der atmosphärischen Niederschläge mit zu berücksichtigen, wurde täglich zweimal die ganze Fläche des Kastens mit Wasser übergossen.

Die eine Wand des Kastens war zum Losnehmen eingerichtet, damit man in der Lage war, die Veränderungen, welche in der Lagerung der einzelnen Schichten eingetreten waren, jederzeit erkennen zu können.

\*) Siehe auch Organ 1891, S. 195.

\*\*) Zeitschrift für Bauwesen 1896, S. 79.

### 1. Der Einfluß der Bettung auf die Umbildungen des Planums.

Zum ersten Versuche war auf das 0,20 m hohe Thonplanum zunächst 0,15 m hoch reiner Mauer sand lose aufgeschüttet, genau wagrecht abgeglichen und darüber, ebenfalls 0,15 m hoch, gesiebter reiner Kies von 6—12 mm Kern aufgebracht, auf welchem dann das 0,15 m lange Schwellenstück, wegen der hohen Lage der Stopfkante von T-Querschnitt, aufgesetzt wurde.

Nachdem die Schwelle fünfmal mit je 70 Stopfschlägen gestopft und dann jedesmal 35 mm niedergefahren war, wurde die Vorderwand des Versuchskastens abgenommen, worauf sich der in Abb. 5, Tafel XVII nach Photographie wiedergegebene Querschnitt zeigte.

Die Linie 1—2 kennzeichnet die Höhenlage des Thones, Linie 3—4 die des Sandes beim Beginn des Versuches. Es hatten sich somit nicht nur beide Lagen unter der Schwelle zusammengedrückt, sondern es hatte sich auch der Thon beiderseits der Mulde etwas über die ursprüngliche Lage gehoben. Deutlicher kommt diese Erscheinung noch zum Ausdruck bei Abb. 6, Taf. XVII, die nach Beendigung der auf die elfte Stopfung folgenden Sendung aufgenommen wurde, da bei ihr nicht nur der Thon seitlich noch mehr aufgequollen, sondern auch der Sand beiderseits der Kiesmulde in die Höhe getrieben war. Letztere Erscheinung möge später näher erörtert, bezüglich der Thonmulde hier jedoch festgestellt werden, daß sie nur etwa 40 cm breit und nach einem Halbmesser von etwa 50 cm ausgerundet war. Auf diese geringe Breite von nur 0,40 m hat sich also der von der 0,25 m breiten und 0,25 bis 0,30 m höher liegenden Schwelle ausgehende Druck vertheilt.

Ein zweiter Versuch wurde mit gleich starkem Thon- und Sandlager, jedoch unter Verwendung von Basaltkleinschlag zum Stopfen ausgeführt, wobei im Uebrigen genau, wie vorher verfahren, nur der Sand gleich beim Einbringen etwas festgestampft wurde. Nach dem Niederfahren, welches auf die dritte Stopfung folgte, wurde die Seitenwand losgenommen und eine Bildaufnahme des Querschnittes bewirkt, die in Abb. 7, Taf. XVII wiedergegeben ist. Die ursprüngliche Lage des Thones ist auch hier wieder durch eine vorgespannte Schnur 1—2, diejenige des Sandes durch die Linie 3—4 gekennzeichnet. Der Querschnitt des Bettungskörpers unterscheidet sich von dem Vorigen dadurch, daß die im Thone gebildete Mulde wesentlich breiter ist, nämlich 58 cm, und sich Thonaufreibungen nicht gebildet haben.

Der Versuch wurde bis zum Niedergange nach der fünften Stopfung fortgesetzt und dann wieder eine Aufnahme des Querschnittes bewirkt (Abb. 8, Taf. XVII). Die Einsenkung in der Oberfläche des Thones hat sich zwar etwas vertieft, aber auch gleichzeitig auf etwa 70 m verbreitert und somit fast auf die ganze Breite des Kastens erstreckt, wo hingegen seitliche Aufreibungen des Thones auch hier nicht zu erkennen sind. Da die Breite der Thonmulde bei der Kiesbettung nur 0,40 m betrug, so ergibt sich, daß in Bezug auf die Druckvertheilung die Steinschlagbettung nahezu doppelt so günstig wirkt, wie diejenige aus Kies. Während der Halbmesser der Thonmulde unter dem Kies etwa 50 cm betrug, ist er hier = 125 cm. Auch rücksicht-

lich der aufgewendeten Stopfarbeit stellt sich die Steinschlagbettung doppelt so günstig, denn bei beiden Versuchen haben nahezu gleich viele Belastungen stattgefunden: 399000 beim Kies und 401000 beim Steinschlag, und doch ist die Schwelle mit Kiesbettung elfmal, die mit Steinschlagbettung nur fünfmal gestopft worden.

Bei einem dritten Versuche wurde an Stelle der Sandzwischenlage eine Packlage aus Quarzitgestein 15 cm hoch verwendet und darauf, wie vorhin, Basaltkleinschlag in gleicher Höhe aufgebracht. Der Thon war ebenso beschaffen und auch nicht weicher, als der bei den früheren Versuchen. Die Packlage war möglichst dicht gesetzt und gut verzwickelt. Nachdem die Schwelle nach der dritten Stopfung wieder die tiefste Lage eingenommen hatte, wurde ebenfalls ein Querschnitt des Bettungskörpers aufgenommen (Abb. 9, Taf. XVII) die unterhalb der Schwelle befindlichen Steine der Packlage sind bereits 10 cm tief in den Thon eingedrungen, wobei dieser zwischen ihnen in die Höhe gequollen ist. Das Planum hat dadurch eine sehr unregelmäßige Oberfläche erhalten, so daß eine Entwässerung in der üblichen Weise als ausgeschlossen betrachtet werden muß.

Abb. 10, Taf. XVII zeigt eine Bildaufnahme nach Ablauf der fünften Stopfung, nachdem etwa 480000 Belastungen eingetreten waren. Die Steine sind noch tiefer in den Thon eingedrungen, wohingegen deutlich zu erkennen ist, daß die Vertheilung des von der Schwelle ausgehenden Druckes sich fast über das ganze Thonplanum verbreitet hat, da mit Ausnahme der äußersten, an den Wänden stehenden, sämtliche Steine in den Thon eingedrungen sind und zwar die mittleren mehr, die äußeren weniger.

Es ist somit nicht zu verkennen, daß sich hier der von der Schwelle ausgehende Druck über eine noch größere Fläche des unterliegenden Planums vertheilt, als beim vorigen Versuche, eine Thatsache, die auch dadurch zum Ausdruck kommt, daß zum Niederfahren der fünf Stopfungen hier 880000 Belastungen gegen 401000 des vorigen Versuches nöthig wurden. Es würde daher diese Anordnung auch bei einem Thonplanum zweifellos als die beste anzuerkennen sein, wenn nicht erfahrungsmäßig im Verlaufe der Zeit die Thonaufquellungen noch ungünstiger zur Geltung kämen und die Möglichkeit einer ordnungsmäßigen Entwässerung des Planums ausgeschlossen wäre.

Bei einem vierten Versuche wurde eine 30 cm hohe Steinschlagbettung verwendet, unter welcher eine 5 cm hohe Sandschicht über dem Thonplanum eingebracht war. Es sollte damit erforscht werden, ob sich die Druckvertheilung bei dieser höheren Steinschlagbettung noch günstiger gestalte, als bei dem zweiten und dritten Versuche, ohne dabei eine ungünstige Umgestaltung des Thonplanums durch das Eindringen der Steine herbeizuführen. Der Versuch verlief bezüglich der Haltbarkeit im Allgemeinen ähnlich dem vorigen. Hinsichtlich der Umbildung des Thonplanums gestaltete er sich aber noch etwas günstiger, als bei der Bettung mit hoher Sandzwischenlage, wie der in Abb. 11, Taf. XVII wiedergegebene Querschnitt nach Ablauf der dritten Stopfung erkennen läßt. Hierbei sei jedoch bemerkt, daß das Thonplanum vorher etwas fester zusammengedrückt war. Abb. 11, Taf. XVII läßt eine Senkung des

Planums im Allgemeinen nicht erkennen, nur einzelne Steine sind im mittleren Theile unter der Schwelle durch die Sandlage hindurchgedrungen, und haben sich 10 bis 15<sup>mm</sup> tief in den Thon eingedrückt. In etwas höhern Mafse ist dieses bei dem in Abb. 12, Taf. XVII wiedergegebenen Querschnitte nach Niederrfahren der fünften Stopfung der Fall. Um deutlicheren Aufschluss hierüber zu erhalten, wurde nach dem Ausräumen des Steinschlages und Sandes ein Querschnitt inmitten des Kastens von der Oberfläche des Thones aufgenommen, der gestrichelt in Abb. 12, Taf. XVII eingetragen ist. Danach haben einzelne kurze Theile der Steinschlagbettung des Thonplanums 20 bis 30<sup>mm</sup> tief niedergedrückt, wobei andere inzwischen stehen geblieben sind. Die Breite der Einsenkung ist zwar wiederum, wie beim zweiten Versuche rund 70 cm, doch hat sich der Halbmesser infolge der geringern Einsenkung auf etwa 2,0<sup>m</sup> vergrößert.

Die Schlufsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Bei Kiesbettung mit Sandunterlage in einer Gesamthöhe von 0,30<sup>m</sup> ist die Kofferbildung unter der Schwelle am schmalsten, die Druckvertheilung auf das unterliegende Planum am ungünstigsten, auch bilden sich bei einem Planum aus weichem Thon beiderseits der Mulde Aufquellungen. Dahingegen gewährt Steinschlagbettung in 0,15<sup>m</sup> Stärke auf gleich starker Sandzwischenlage schon eine wesentlich günstigere Druckvertheilung, die noch verbessert wird, wenn man die Steinbettung auf 0,30<sup>m</sup> Stärke anwachsen läßt. Zur Vermeidung der Bildung von Unebenheiten auf der Thonoberfläche ist es empfehlenswerth, eine dünne Sandzwischenlage von 5 bis 8 cm Stärke einzuschalten. Packlage mit Steinschlagbettung erzielt zwar auch eine günstige Druckvertheilung, doch hat diese Anordnung den großen Nachtheil, daß die Steine im Thone versinken, und die Oberfläche des Thonplanums unregelmäßig umgestaltet wird. Letzteres läßt sich zwar möglichst vermeiden, wenn die Steine nicht hochkant gestellt, sondern flach und mit guter Augenüberdeckung verlegt werden, damit der Thon nicht zwischen ihnen in die Höhe getrieben werden kann; doch ist es besser, die zu Packlage bestimmten Steine zu zerschlagen und als Feinschlag auf das Planum aufzubringen.

## 2. Der Einfluß des Bettungsstoffes.

Nachdem im Vorstehenden der hohe Werth des Steinschlages als Stopfmittel bereits erwähnt wurde, mögen die Versuche mitgetheilt werden, die mit gesiebtm Kiese von 6 bis 12<sup>mm</sup> Korn, sowie mit Steinschlag aus einer Anzahl verschiedener Gesteinsarten angestellt wurden\*).

Die Versuchseinrichtung wich von der vorstehend beschriebenen insofern ab, als der Versuchskasten nur 0,30<sup>m</sup> hoch war und zur Beschleunigung der Versuche die vollkofferige Schwelle Nr. 51 der preussischen Staatsbahnen gewählt war, da diese erfahrungsmäßig häufiger gestopft werden muß, als eine Schwelle mit grader Unterfläche ohne Koffer.

Bei Untersuchung des Kieses, die gleichzeitig dazu diente, die erwähnte Schwellenform mit der Rippenschwelle in Vergleich zu stellen (vergl. Abschnitt 4), wurden zwei Versuche

angestellt; die Schwelle wurde im ersten Falle 17 Mal mit zusammen 1070 Stopfschlägen gestopft und dann jedesmal um 30<sup>mm</sup> herabgefahren, im zweiten Falle sogar 19 Mal mit zusammen 1287 Stopfschlägen. Die beste der dabei erzielten Senkungslinien erforderte bis zur Senkung auf 10<sup>mm</sup> 1008 Belastungen, bis zur Senkung auf 20<sup>mm</sup> 36 138 und bis zur Senkung auf 30<sup>mm</sup> 131 919 Belastungen. Nach Erreichung der im Ganzen auf 1 Million vorgesehenen Belastungen wurde auch hier die Vorderwand des Kastens gelöst, das sich darstellende Bild des Querschnittes aufgenommen (Abb. 20, Taf. XVII) und alsdann der ganze Bettungskörper getrocknet und nach der Korngröße von 6<sup>mm</sup> bis zum Staube ausgesiebt. Es ergab sich dabei, daß von Korngröße von 2<sup>mm</sup> bis zum Staube im Mittel  $7,341$  vorhanden waren, so daß bei  $\frac{1070 + 1287}{2} = 1178$

Stopfschlägen auf 1 Liter 160 Stopfschläge entfallen. Unter den 7,34 l zerstörten Bettungsstoffes befanden sich 5,31 l Staub, was auf die Stopfschläge berechnet, 221 auf 1 l ergibt. Darauf wurde Kleinschlag aus Hartgestein verwendet, die Schwelle dabei jedoch jedesmal nur 6 mal mit zusammen 419 Stopfschlägen gestopft und zur Beschleunigung der Versuche auch nur 20<sup>mm</sup> niedergefahren, wobei die Schwelle in der zweiten Hälfte der Senkung als hohl liegend behandelt, d. h. nach jeder Belastung nur ein entsprechendes Maß vom Lager abgehoben wurde. Die Aussiebung des Gesteines nach Beendigung jedes Versuches wurde in gleicher Weise vorgenommen, also die Mengen von 2<sup>mm</sup> und darunter, sowie der Staub besonders ermittelt. Ueber die einzelnen Versuche möge mit Bezugnahme auf Zusammenstellung I Folgendes bemerkt werden.

Basalt aus Sproitz bei Niesky (Kohlfurt-Falkenberg). Das Gestein war mit Brechmaschinen hergestellt, jedoch ziemlich grobkörnig. Die sechste Stopfung erforderte bis zur Senkung auf 10<sup>mm</sup> 41900 und bis zur Senkung auf 20<sup>mm</sup> 195 000 Belastungen. Da sich bei der Kiesbettung bis zur Senkung auf 20<sup>mm</sup> nur 36 138 Belastungen ergeben hatte, so geht daraus hervor, wie sehr der Basaltkleinschlag dem gesiebten Kiese überlegen ist. Recht deutlich tritt dies ins Auge beim Vergleichen der in Abb. 13, Taf. XVI dargestellten Senkungslinien. Die Aussiebung lieferte beim Basalte 1,06 l zerstörten Bettungsstoffes von 2<sup>mm</sup> Korn und darunter und 0,65 l Staub, was auf die geleisteten 419 Stopfschläge berechnet 395 Schläge auf 1 l zerstörten Bettungsstoffes und 645 Schläge auf 1 l Staub ausgesiebt; Zahlen die in beiden Fällen erkennen lassen, daß der Verbrauch von Bettungsstoff bei Basaltkleinschlag nur ein halb bis ein drittel so groß ist, wie beim Kiese.

Darauf folgten zwei Versuche mit Quarzit aus den Brüchen in See bei Niesky, bei denen das Gestein im einen Falle grobkörnig, im anderen etwas kleiner geschlagen war. Beim ersten Versuche wurden sieben Stopfungen mit zusammen 486 Schlägen angewendet und 34 910 Belastungen bis zur Senkung von 10<sup>mm</sup>, jedoch nur 86 700 bis zur Senkung von 20<sup>mm</sup> erfordert. Die Senkungslinie war unregelmäßig; sie war günstig, so lange die Schwelle festlag, fiel jedoch rasch ab, als die Schwelle unter 10<sup>mm</sup> sinkend hohl lag. Wesentlich günstiger ist die Senkungslinie

\*) Die Versuche sind eingehend beschrieben in der Zeitschrift für Bauwesen 1896, S. 97 und 1897, S. 207 und folgende.

beim zweiten Versuche gewesen, da sie erst nach 139 600 Belastungen 8,0<sup>mm</sup> und bei 169 740 Belastungen 8,2<sup>mm</sup> ergab. Wie Abb. 13, Taf. XVI erkennen läßt, erhebt sich diese Senkungslinie wesentlich über die vorigen, sie wird auch von keiner der folgenden übertroffen und zeigt somit einerseits, wie viel besser kleineres Korn zur Erzielung einer festen Lage der Schwelle sich eignet, als gröberes und wie bedeutend die Bettung aus Steinschlag die Kiesbettung übertrifft. — Der Verbrauch an Bettungsstoff war freilich höher als beim Basalte, denn beim ersten Versuche ergab sich 1,341 zerstörte Bettung, oder 11 auf 363 und 11 Staub auf 486 Schläge, beim zweiten Versuche 1,491 zerstörte Bettung oder 11 auf 281, sowie 1,11 Staub oder 11 auf 381, im Mittel somit 11 zerstörter Bettung auf 322 und 11 Staub auf 434 Stopfschläge.

Zusammenstellung I.  
Verbrauch an Bettungsstoff.

Name und Ursprung des Bettungsstoffes	Anzahl der ver- wendeten Stopfschläge		Zerstörte Bettung von 2 mm Korn u. darunter	Stopfschläge auf Durch 1000 Stopfschläge we den an Bettungsstoff zerstört	Staub	Stopfschläge auf 11 Staub	Auf 1000 Stopfschläge werden an Staub erzeugt
	1	11					
1	2	3	4	5	6	7	8
Basalt aus Sproitz .	419	1,06	395	2,53	0,65	645	1,55
Grauwacke, Wilde- mann . . . . .	419	0,94	446	2,25	0,65	645	1,55
Granit, Striegau . .	419	2,40	175	5,73	1,68	249	4,01
Diorit, Saarbrücken .	419	1,71	245	4,08	1,15	364	2,74
Quarzit, See . . . .	452	1,42	322	3,14	1,05	434	2,32
Hochofenschlacke aus Oberschlesien	419	2,77	158	6,61	2,01	208	4,79
Kies, Sagan . . . . .	1178	7,34	160	6,23	5,31	221	4,51
Quarz-Porphyr aus Neurode a. Glatz	351	0,60	585	1,71	0,44	772	1,25
Kohlensandstein vom Piesberge bei Os- nabrück . . . . .	419	1,04	403	2,48	0,75	559	1,79

Der Quarzit steht somit bezüglich des Verbrauches an Bettungsstoff um ein Fünftel bis ein Drittel gegen den Basalt zurück; bezüglich der Stopfwirkung wird letzterer zwar von ersterm in einem Falle übertroffen, doch war hieran zweifellos das gröbere Korn des Basaltes Schuld; es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß er ihm bei gleicher Korngröße nicht nachstehen wird.

Ein Versuch mit Grauwacke aus Wildemann (Goslar-Clausthal) ergab bei der sechsten Senkungslinie 16000 Belastungen bis zur Senkung auf 10<sup>mm</sup> und 188 794 bis zur Senkung auf 20<sup>mm</sup>; erreichte somit den Basalt nicht ganz, kam ihm aber bezüglich des Verbrauches an Bettungsstoff: 11 zerstörter Bettung auf 446 und 11 Staub auf 645 Stopfschläge vollkommen gleich, so daß beide Gesteine als gleichwerthig angesehen werden können.

Granit aus den besten Lagen der Brüche bei Striegau (Schlesien) erzielte 3390 Belastungen bis zu Senkung auf 10<sup>mm</sup> und 169 510 bis 20<sup>mm</sup>, hatte jedoch bedeutend größere Mengen zerstörten Bettungsstoffes (2,401), 11 auf 175 Stopfschläge, und 1,681 Staub 11 auf 249 Schläge. Ein besseres Ergebnis lieferte wieder der Diorit aus Saarbrücken, der kleineres Korn und muscheligen Bruch zeigte, denn seine sechste Senkungslinie erreichte erst nach 98 400 Belastungen die Tiefe von 10<sup>mm</sup> und bei 169 740 die Tiefe von 12<sup>mm</sup>. Der Verbrauch an Bettungsstoff war mit 11 auf 245 und 11 Staub auf 364 Schläge wieder etwas ungünstiger, als beim Quarzite.

Ein mit Hochofenschlacke aus Oberschlesien angestellter Versuch ergab 9200 Belastungen bis 10<sup>mm</sup> und 163 330 bis 20<sup>mm</sup>; sie steht mithin dem Granite nahe, ist auch bezüglich der Menge des zerstörten Bettungsstoffes (2,771) und des Staubes (2,011) diesem Gesteine ziemlich gleichwerthig.

Die Senkungslinien der versuchten Gesteine sind nach Zusammenstellung II in Abb. 13, Taf. XVI theilweise zusammengetragen, auch sind in Abb. 14—19, Taf. XVII nach photographischen Aufnahmen einige Querschnitte mit Steinbettung wiedergegeben. Wie aus diesen, und hauptsächlich auch beim Ausräumen des Versuchskastens deutlich zu erkennen war, sickert das zermalnte Gestein nach unten und lagert sich auf dem Planum ab. Eine Kofferbildung, wie beim Kiese ist zwar noch nicht zu

Zusammenstellung II.  
Verlauf der besten Senkungslinien der  
Bettungsstoffe.

Senkung in mm	Kies XV. Linie	Basalt VI. Linie	Granit VI. Linie	Diorit VI. Linie	Quarzit		Schlacken VI. Linie	Grauwacke VI. Linie
					feines Korn VI. Linie	grobes Korn VII. Linie		
2	5	333	3	908	188	0	60	0
4	46	4515	49	5600	3900	8	350	11
6	146	15300	165	17700	30200	1836	1580	80
8	428	31000	1060	44200	139600	11200	4790	424
10	1008	41900	3390	98400	169740	34910	9200	9674
12	2328	63700	10384	169740	bei 8,2 mm	39873	15700	16000
14	6528	85700	20610			42329	23680	21174
16	14733	113600	46800			45100	30810	38474
18	22334	144000	117865			54000	91380	88674
20	36138	195000	169510			86700	163330	188794
22	48724							
24	58162							
26	71470							
28	95153							
30	131919							

erkennen, doch finden sich zerkleinerte Theile des Bettungsstoffes nicht nur unterhalb, sondern auch seitlich von der Schwelle, woraus zu schliessen ist, daß eine kreisende Bewegung und Kofferbildung, wenn auch in geringerem Mafse als beim Kiese, auch hier stattfindet. Die zur Vergleichung nöthigen Zahlen sind in Zusammenstellung I angegeben, in Spalte 9 auch noch die

Anzahl der Belastungen aus den Senkungslinien an deren günstigsten Stellen ermittelt, wodurch die Liegedauer des Gleises bei dem betreffenden Gesteine gekennzeichnet wird. Für die Widerstandsfähigkeit des Gesteines gegen die zerstörenden Wirkungen beim Stopfen und während des Betriebes sind die Spalten 4 und 7 der Zusammenstellung I maßgebend. Nach ersterer steht der Porphyr, mit welchem Gesteine nachträglich noch ein Versuch angestellt wurde, obenan, ihm folgen Basalt und Grauwacke, dann Kohlensandstein, Quarzit und Diorit, während Granit, Kies und Schlacke erheblich zurückbleiben. Nach Reihe 7 ist Porphyr gleichfalls am besten, etwas zurück stehen Basalt, Grauwacke und Kohlensandstein, etwa um ein Drittel schlechter als letztere sind Quarzit und Diorit, denen sich im vorigen Verhältnisse, um etwa zwei Drittel minderwerthig, Granit, Kies und Schlacke anschließen.

Aus der Zusammenstellung der Senkungslinien (Abb. 13, Taf. XVI) ist noch recht deutlich zu ersehen, wie sehr der Kies hinter dem Steinschlage zurückbleibt. Dieses Verhältnis durch Zahlen auszudrücken würde bedingen, daß die Versuche mit den Steinen so lange ausgedehnt würden, bis dieser Bettungsstoff ebenso zermalmt und undurchlässig geworden sein würde, wie der Kies (Abb. 20, Taf. XVII), wobei die Schwelle

mit Steinschlag, wie die mit Kies jedesmal nicht nur 20<sup>mm</sup>, sondern 30<sup>mm</sup> hätte niedergefahren werden müssen, ehe wieder gestopft werden durfte. Doch selbst wenn man diese Ungleichheit zu Gunsten des Kieses bestehen läßt, aber berücksichtigt, daß wenn die Basaltschwelle bei den bewirkten sechs Stopfungen ebenfalls bis 30<sup>mm</sup> niedergefahren wäre, sie die von der Kieschwelle geleisteten 1 000 000 Belastungen sicherlich erreicht, ja übertroffen haben würde, so kann man die in den Spalten 2 und 3 der Zusammenstellung I enthaltenen Zahlen unmittelbar in Vergleich stellen. Es verhält sich danach der bei beiden Schwellen aufgewendete Arbeitslohn für Basalt: Kies wie 419:1178, rund wie 1:3 und die Mengen des verbrauchten Bettungsstoffes wie 1,06:7,34, rund wie 1:7.

Ein Eisenbahngleis mit Kiesbettung gebraucht demnach sieben Mal so viel Bettungsstoff und erfordert drei Mal so viel Arbeitslohn als dasselbe Gleis mit Bettung aus Basaltkleinschlag\*).

(Schluß folgt.)

\*) In der Zeitschrift für Bauwesen S. 228 d. J. ist auf Grund einer anderen Berechnungsweise das Verhältnis von 1:6 statt hier 1:7 ermittelt.

## Ueber einige Oberbaufragen.

Von Blum, Geheimer Baurath in Berlin.

Ueber einige Oberbaufragen liegen mehrere bemerkenswerthe Veröffentlichungen vor, die eine zusammenfassende Besprechung zweckmäßiger erscheinen lassen.

### 1. Der Schienenstofs.\*)

In der »Revue générale des chemins de fer«, 1897, S. 3, im Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer, 1897, S. 169, und in der »Schweizerischen Bauzeitung«, 1897, S. 21, verbreiten sich Freund, A. Birk und Trautweiler in mehr oder minder ausführlicher Weise über die Frage des Schienenstofs. Die drei Fachmänner bezeichnen in Uebereinstimmung mit anderen neueren Untersuchungen auf diesem Gebiete die Höhenüberstände der Schienenenden als die wesentlichste Ursache für das schlechte Verhalten und die ungenügende Widerstandsfähigkeit des gewöhnlichen Laschenstofs und erörtern daher vorzugsweise diejenigen Mittel, die auf Beseitigung oder Vermeidung der Höhenabsätze abzielen.

Birk beschränkt sich im wesentlichen darauf, eine recht lesenswerthe Darstellung der näheren Ursachen für das Ungenügen des Laschenstofs zu geben und schließt daran eine

\*) Dieser Abschnitt betrifft denselben Gegenstand, welcher schon im Organ 1897, S. 97 von Vietor behandelt wurde, bringt jedoch eine Reihe anderweiter Erwägungen, sodafs wir auch ihn mittheilen.

Die Schriftleitung.

Zusammenstellung und Besprechung der neueren schon in mehr oder minder ausgedehntem Umfange erprobten, vom Laschenstofs abweichenden Stofsaustrüstungen, insbesondere der Stofsbrücken, des Blattstofs und des Stofsanges. Der beachtenswerthen Stofsdeckung des Bochumer Vereines durch eine Stofsbrücke mit Stützlaschen, der einzigen Stofsbrückenordnung, die bisher Erfolg verspricht, erwähnt Birk leider nicht. Derselben Unterlassung macht sich auch Freund schuldig, der wie gleich hier bemerkt werden mag, die verschiedenen neueren Bauarten der Stofsdeckung gleichfalls eingehend bespricht. Birk erwähnt aber leider die Mängel der gewöhnlichen Stofsbrücken nicht, die von Freund scharf betont werden. Diese bestehen bekanntlich besonders darin, daß bei fehlender Verlaschung Seitenstöße entstehen, und daß die Höhenunterschiede der Schienen nicht nur in vollem, sondern in Folge der ruhenden Unterstützung der Schienenenden sogar in verschärftem Maße zur Wirkung kommen können; auch kann bei geringer Lockerung der schwachen Befestigung auf der Brücke durch Verbiegen der Schienen ein bleibendes Abheben der Schienenenden eintreten, besonders wenn die erste Querschwellentheilung neben dem Stofs größer ist, als die Brückenlänge, was naturgemäß zu einem sehr ungünstigen Verhalten des Schienenstofs unter den Betriebslasten führen muß. Thatsächlich haben sich denn auch die verschiedenen gewöhnlichen Stofsbrückenordnungen weniger widerstandsfähig gezeigt, als der gewöhnliche Laschenstofs. Birk irrt übrigens, wenn er die

von Zimmermann vorgeschlagene Fußverlaschung \*) zu den Stofsbrücken rechnet. Mit diesen hat der Zimmermannsche Vorschlag durchaus nichts gemein, die Zimmermann'sche Fußlasche liegt nur zwischen, nicht auf den Stofsschwellen, sie ist ein nachstellbarer Laschenstofs mit Arbeitsleisten. Birk ist wohl darin beizustimmen, dafs von einer Stofsgestaltung, die durch Keile nachstellbar gemacht wird, ein guter Erfolg zu erwarten wäre. Trotz aller Vorschläge und Versuche, die in dieser Hinsicht bisher gemacht wurden, ist aber ein wirklicher Erfolg noch nicht erzielt, wohl besonders deshalb, weil es sehr schwierig ist, eine derartige Stofsrüstung so einfach zu gestalten, dafs sie sich einfachern, wenn auch vielleicht weniger vollkommenen gegenüber im Betriebe zu behaupten vermöchte. Dies gilt, wie Freund richtig ausführt, wohl auch von den eigenthümlichen Laschenstöfsen mit wagerechten Keilen unter dem Fusse der Schienenenden, wie sie auf der Gotthardbahn und wohl noch früher auf den Badischen Staatsbahnen — die Freund nicht erwähnt — eingeführt sind.

Es wird aber wohl auch von dem von Birk mitgetheilten und empfohlenen Pressel'schen Vorschlage gelten und zwar um so mehr, als Pressel die Schienen auf Langschwellen in ruhendem Stofse anordnen will, so dafs die Unterschiede in der Schienenhöhe wie bei gewöhnlichen Stofsbrücken unvermittelt zur Geltung kommen und überhaupt alle Mängel des ruhenden Stofses sich fühlbar machen würden.

Wenn sich Birk von der Stofsfangrüstung, obgleich er anerkennt, dafs neue Räder von der Stofsfangschiene nicht unterstützt werden, doch viel verspricht in der Annahme, die Stofsfangschiene werde trotzdem durch das Futterstück zwischen ihr und der Fahrachene zum Tragen kommen, so scheint er zu überschen, dafs das nur möglich ist, wenn dieses Futterstück als gewöhnliche Lasche wirkt. Tritt diese nicht beabsichtigte Wirkung aber wirklich ein, so werden sich an dem Futterstücke auch bald alle Abnutzungserscheinungen der Laschen zeigen, und zwar in um so stärkerem Mafse, als es verhältnismäfsig sehr kurz ist; damit wird aber die mittelbare Lastübertragung auf die Stofsfangschiene bald aufgehoben werden. Auch ist bei Besprechung der Stofsfangrüstung der ungünstigen Einwirkung abgenutzter Radreifen auf starken Verschleifs der Stofsfangschiene keine Erwähnung gethan. Dieser Verschleifs wird aber bald so weit gehen, dafs nicht nur neue, sondern auch Räder mittlerer Abnutzung nicht mehr auflaufen. Die Mängel des Stofsfanges werden dagegen von Freund gebührend beleuchtet, der dieser Stofsrüstung bei aller Anerkennung des Grundgedankens überhaupt nur dann eine Zukunft in Aussicht stellt, wenn es gelingt, die Lauffläche so zu gestalten, dafs die Radreifen ohne empfindliche Abweichung von ihrer gewöhnlichen Lage über den Stofs geführt werden können und am Stofse auch thatsächlich unterstützt bleiben.

Beiläufig sei noch bemerkt, dafs alle Vorzüge, die Birk der Stofsfangrüstung der Dresdener Bank neben der Anordnung der Stofsfangschiene noch nachrühmt, nicht als Eigenarten dieser Bauart gelten können, sondern dem gewöhnlichen Laschenstofse der preussischen Staatsbahnen angehören und

lediglich von dieser Stofsgestaltung auf die Stofsfangrüstung übertragen wurden.

Eigenthümlich berührt es, wenn der deutsche Leser in einer in deutscher und französischer Sprache erschienenen Veröffentlichung den Sinn aus der französischen Uebersetzung in einzelnen Fällen schärfer erfassen kann, als aus dem deutschen Urtexte. So bezeichnet z. B. Birk die Schwellenschrauben, d. h. die Schrauben zur Befestigung der Schienen auf Holzschwellen mit Hakenschrauben, d. s. Schrauben zur Befestigung der Schienen auf Eisenschwellen, erst das französische Wort tirefonds löst die Zweifel.

Der Vorschlag Trautweiler's läuft darauf hinaus, die Höhenüberstände am Schienenstofse durch eine sorgfältigere Abnahme der Schienen und schärfere Abnahmebedingungen zu vermeiden, oder doch auf ein unschädliches Mafs herabzudrücken. Er will die Schienen bei der Abnahme nach Höhenunterschieden von 0,1<sup>mm</sup> sondern und grundsätzlich nur gleich hohe aneinanderstofsen, beim Uebergange von einer Sorte zur andern aber nachgehobelte gekröpfte Laschen solcher Form verwenden, dafs diese den Höhenunterschied beseitigen.

Ob sich durch Einschränkung der noch zulässigen Fehlergrenzen bei der Abnahme ohne eine sehr wesentliche Vertheuerung der Schienen in dieser Hinsicht viel erreichen liefs, mufs bezweifelt werden. Höhenunterschiede lassen sich in Folge der ungleichen Wärme, mit der die Schienen die Fertigwalze verlassen, niemals vermeiden, auch sind allmählig eintretende Abnutzungen der Walzen nicht zu umgehen. Diese beiden Umstände können nicht nur auf Unterschiede in der Gesamthöhe der Schienen einwirken, sondern auch auf Unterschiede in der Höhe der Laschenkammer und in deren Lage zur Lauffläche.

Es ist zwar zuzugeben, dafs man durch sehr sorgfältige Untersuchung der Schienen diese Unterschiede feststellen und die Schienen entsprechend eintheilen könnte, aber das wäre doch ein recht umständliches Verfahren, das durch Herstellung und Bearbeitung besonderer Laschen nicht vereinfacht würde. Und trotz alledem wäre kein durchschlagender Erfolg zu erzielen, weil die Höhenüberstände auch bei ursprünglich vollkommen stetiger Lauffläche in Folge ungleichmäfsiger Abnutzung der Laschen im Betriebe bald wieder eintreten, wie dies schon wiederholt theoretisch nachgewiesen wurde \*) und leider überall in der Praxis bestätigt wird. Diese bedauerliche Thatsache auf die auch Bösch in der »Schweizerischen Bauzeitung« 1897, S. 41, in Entgegnung auf Trautweiler's Vorschläge, hinweist, läfst diese als verfehlt erscheinen, jedenfalls würde, wenn man die Absätze durch veränderliche Höhen der Laschen ausgleichen will, viel eher das Einlegen von Futterblechen in Frage kommen, als die Herstellung besonderer Laschen, ein Verfahren, das für die Unterhaltung bestehender Gleise von Alters her bekannt ist, und für das Freund in Anerkennung früherer Vorschläge Ast's von neuem warm eintritt. Freund nimmt an, dafs auf diese Weise je nach Bedarf wieder in

\*) Siehe u. A. Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 3; 1892, S. 244, 410; 1894, S. 466; Zeitschrift f. Bauwesen 1893, S. 415.

\*) Centralblatt der Bauverwaltung 1892, S. 3.

Stand gesetzte Stöße ebenso lange halten werden, wie das sonstige Gleis und schätzt die Lebensdauer der alten, im Stofse verstärkten Gleise der französischen Ostbahn mit 8 m langen, 30 kg/m schweren Schienen auf 10 Schwellen, bei 420 mm Stofstheilung auf 500 000 Zugübergänge! Auch dem Kohn'schen Vorschlag\*), die abgenutzten Stöße durch das Einziehen neuer verstärkter Laschen unter gleichzeitiger Verringerung der Stofstheilung widerstandsfähiger zu machen, der auf den preussischen Staatsbahnen in weitgehendem Mafse zur Durchführung gelangt, hält Freund für recht geeignet, die Lebensdauer des Stofses derjenigen des übrigen Gleises nahezubringen.

Es wäre im Interesse der Betriebssicherheit und zur Herabminderung der Gleiserneuerungskosten gewifs erwünscht, wenn diese Annahmen Freund's zuträfen, aber dafs selbst das beste Gleis 500 000 Zugübergänge sollte aushalten können, mufs doch bezweifelt werden. Das ergäbe z. B. bei täglich 40 Zügen, also bei einer schon ziemlich starken Belastung eine Zeitdauer von etwa 34 Jahren, also ein Zeitraum, der die Holzschwellendauer jedenfalls weit übersteigt und auch nach den bisherigen Erfahrungen im Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, in Belgien u. s. w. von der Schienendauer nicht erreicht wird. Nimmt man z. B. für 10 bis 20 Millionen t übergerollter Betriebslast eine Schienenabnutzung von 1 mm\*\*) und ein durchschnittliches Zuggewicht von nur 400 t an, so ergeben 500 000 Züge schon 200 Millionen t Belastung, also eine Schienenabnutzung von 20 bis 10 mm; bis zu solcher Abnutzung wird man die Schienen aber nicht in Hauptgleisen lassen, ganz abgesehen davon, dafs die kürzere Schwellendauer die Auswechslung des ganzen Gleises schon wesentlich früher veranlassen wird. Damit soll aber keineswegs abgerathen werden, die vorgeschlagenen, einfachen und jedenfalls in recht weitgehendem Mafse auch wirksamen Stofsverstärkungen anzuwenden, sie sind im Gegentheile nachdrücklichst zu empfehlen.

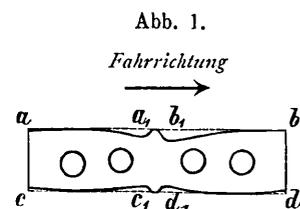
Das Einziehen neuer, verstärkter Laschen ist jedenfalls einfacher, wenn auch wohl kostspieliger, als das Einfügen von Futterblechen, dieses ist aber besser geeignet, sich der ungleichmäfsigen Abnutzung der Laschen und der Schienen anzupassen der sich neue Laschen ohne umständliche Nacharbeit niemals vollkommen anschliessen können. Allerdings wird behauptet\*\*\*), dafs sich die Laschen beim Anziehen der Laschenschrauben derart verbiegen, dafs sie auch bei den Verschlussstellen der Schienen zur festen Einspannung kommen; das mag bis zu einem gewissen Mafse zutreffen, aber bei stark eingefahrenen Stöfen ist die Abnutzung der Anlauf- und Ablaufschiene in der Laschenkammer sehr verschieden, und ob die Laschenverbiegung auf die kurze Stofslückenbreite so erheblich sein kann, dafs beide Schienenenden zu festem Auflager auf den Laschen kommen, mufs bezweifelt werden. Wenn aber, wie dies wohl meistens der Fall sein wird, der Verschleifs an der Laschenanlagefläche des Kopfes der Anlaufschiene stärker ist, als bei der Ablaufschiene, so läfst sich auch mit verstärkten Laschen dem Niederfallen des Rades von der Ablauf- auf die Anlaufschiene nur unvollkommen vorbeugen.

\*) Centralbl. d. Bauverw. 1893, S. 548.

\*\*) Oesterreich. Eisenbahnzeit. 1886, No. 9.

\*\*\*) Centralbl. d. Bauverw. 1895, S. 44.

Ueber die Verschiedenheit der Abnutzung der Laschen macht Freund sehr beachtenswerthe Angaben. Auf der französischen Ostbahn haben sich für die verschiedenen Abnutzungsstellen folgende Durchschnittswerthe ergeben (Textabb. 1).



Es beträgt bei einer Abnutzung bei  $a_1$  von 1,5 mm die Abnutzung bei:

$$a = \frac{a_1}{5}; \quad b_1 = 2 a_1; \quad b = 0,$$

$$c = \frac{2 a_1}{5}; \quad c_1 = \frac{2 a_1}{3}; \quad d_1 = \frac{a_1}{3}; \quad d = \frac{a_1}{2},$$

wodurch die früheren Mittheilungen Bräunings und Anderer im wesentlichen\*) bestätigt werden.

Nachdem Freund die verschiedenen neueren Anordnungen des Stofsfanges nach Neumann, Dresdener Bank, sowie die Blattstofsaustrüstung von Ruppell-Kohn, die Wechsellage der Viotor und endlich den Schwellenschienens, den er gewissermalfen zum Blattstofs rechnet, beleuchtet, und zur Anstellung von Versuchen empfohlen hat, macht er selbst einen eigenartigen Vorschlag auf Erprobung eines Zahnstofses, Stufenstofses (joint à redans), bei dem die Schienenenden mit 50 mm langer Lagerfläche in der Stegmitte verfalzt sind und der außerdem in gewöhnlicher Weise durch Laschen gedeckt sein soll. Er erwartet davon eine vollkommene und dauernde Vermeidung jeden Höhenabsatzes, da es bei der Ausarbeitung der Zähne nicht schwer sei, den Falz so zu legen, dafs oberhalb an beiden Schienenenden genau gleiche Höhe bleibt und die belastete Anlaufschiene auf der entlasteten Ablaufschiene lagert, diese also niederdrückt, so hofft er die ungleiche Abnutzung der Laschen bei  $a_1$  und  $b_1$  (Textabb. 1) zu verhüten.

Ich fürchte, diese Erwartung wird nicht erfüllt werden. Die Ablaufschiene kann und wird sich auch hier selbstständig niederbiegen, die Einleitung der Zerstörung wird daher, wie dies auch für den gewöhnlichen Laschenstofs anzunehmen ist, durch Verschleifs bei  $a_1$  beginnen. Sobald hier aber eine solche Abnutzung vorhanden ist, dafs das Ende der Ablaufschiene unter der Radlast unter die Fahrfläche der Anlaufschiene sinkt, wird das Rad um die Oberkante des Höhenabsatzes nach oben geschleudert, und schlägt sofort wieder auf die Anlaufschiene nieder, wodurch bei  $b_1$  und  $d$  starke Pressungen und demnächst Abnutzungen entstehen werden. Zugleich werden aber auch die beiden Falz-Zähne der Stege aufeinander stofsen und es ist zu fürchten, dafs besonders hier bei der Kleinheit der Druckflächen bald Stauchungen eintreten, die die Wirkung der Zahnung mit der Zeit aufheben werden.

Freund empfiehlt Verbesserungsvorschläge, die nach wissenschaftlichen Betrachtungen lebensfähig erscheinen, von möglichst vielen verschiedenen Verwaltungen durch Versuche von ausreichendem Umfange erproben zu lassen, weil man dadurch am ehesten zu einem unparteiischen Urtheile gelangen

\*) Zeitschrift f. Bauwesen 1893, S. 415; Centralbl. d. Bauverw. 1894, S. 466.

werde, dagegen mit der probeweisen Einführung von Vorschlägen die schon der kritischen Betrachtung nicht zu widerstehen vermögen, vorsichtiger zu sein, als man es bisher war und dieser Anschauung ist wohl beizutreten. Aber da sich gerade bei Oberbaufragen und besonders beim Schienenstofs die wissenschaftliche Beleuchtung schon oft als unzuverlässig erwiesen hat — man denke an den Langschwollenoberbau, an Stofsbrücken u. s. w. —

so möchte ich trotz der geringen Hoffnung, die ich bezüglich der Bewährung des geistreichen Freund'schen Vorschlages habe, Versuche mit seinem Zahnstofs dringend empfehlen und eine zu weitgehende Beschränkung in der Anstellung von Versuchen überhaupt widerrathen. Denn die versuchsweise Erprobung ist bisher doch die einzig zuverlässige Lehrmeisterin in Oberbauingen gewesen. (Schluss folgt.)

## Ueber die Steuerungen der Verbund-Locomotiven.

### Viercylinder-Locomotive mit zwei Steuerungen.

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

#### 1. Das Verhältniß der gleichzeitigen Füllungsgrade in den Hoch- und Niederdruckcylindern.

Das Verhältniß der gleichzeitigen Füllungsgrade im Hoch- und Niederdruckcylinder wird noch sehr verschieden angenommen. Die preussischen Staatsbahnen geben dem Niederdruckcylinder etwa 10 % Füllung mehr als dem Hochdruckcylinder, ebenso die Badischen Staatsbahnen bei  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Viercylinder-Locomotiven, ähnlich auch die französische Nordbahn. Die Gott-hardbahn giebt bei  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Viercylinder-Locomotiven nur 5 % mehr, wogegen die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn bei  $\frac{2}{4}$  gekuppelten Viercylinder-Locomotiven die besten Leistungen erreichte, wenn die Niederdruckcylinder stets etwa 70 % Füllung erhielten \*); dasselbe Ergebnis wurde auch an einer gleichartigen Locomotive der Eisenbahndirection Erfurt festgestellt.

Diese Füllungsverhältnisse sind überall nach eingehenden Beobachtungen gewählt.

Zur Ermittlung der wirklich zweckmässigsten Verhältnisse müssen daher zunächst die Ursachen dieser auffallenden Verschiedenheiten festgestellt werden.

Wie schon früher \*\*) erörtert wurde, läuft eine Locomotive dann leicht und mit wenig Eigenreibung, wenn der Dampfdruck auf die Kolben in der Nähe der todten Punkte nicht zu groß ist und durch den ihr entgegenwirkenden Trägheitsdruck der geradlinig bewegten Triebwerksmassen größtentheils aufgehoben wird, da dann die Kurbelzapfen und Achsschenkel unter geringstem Drucke laufen. Um dies zu erreichen, darf die Druckzunahme am Ende des Kolbenlaufes nicht zu hoch steigen und die Voröffnung nicht zu groß sein.

Die Größe des schädlichen Raumes, und das Verhältniß der Druckzunahme, von welchen deren Endspannung abhängt, stehen daher zur Größe der Voröffnung derart in Beziehung, daß innerhalb enger Grenzen zu hohe Endspannung durch kleine Voröffnung und umgekehrt ausgeglichen werden kann.

Der für die Dampfausnutzung zweckmässigste Werth der Endspannung im todten Punkte scheint je nach der Umdrehungsgeschwindigkeit, mit welcher der bezeichnete Trägheitsdruck zunimmt, bei passender Wahl des schädlichen Raumes und der

Voröffnung die Hälfte bis drei Viertel des Eintrittsüberdruckes\*) des Dampfes zu sein.

Während nun die Druckzunahme bei Zwillings-Locomotiven mit der Ausströmungsspannung von 1,1 bis 1,3 at beginnt und bei 13 at Kesseldruck zur Erreichung von 7 bis 10 at auf einem Kolbenwege gleich der sechs- bis siebenfachen Länge des »schädlichen Raumes« stattfinden muß, fängt sie bei den Hochdruckcylindern der Verbund-Locomotiven mit der Verbinderspannung von meist 5 bis 4 at an und darf also, um 9 bis 11 at nicht zu überschreiten, nur auf Kolbenwegen gleich dem ein- bis zweifachen schädlichen Raume stattfinden. Der Abschluß der Ausströmung muß also bei letzteren erheblich später stattfinden, als bei ersteren; die innere Deckung der Schieber muß demnach ausreichend negativ sein.

Bei einer Voreinstromung von 0,1 der äußern Schieberdeckung ergeben sich für innere Deckungen von 0, — 0,25 und — 0,5 der äußern Deckung und für Füllungsgrade von 30, 40 und 50 % die folgenden Weglängen für die Druckzunahme in Hundertsteln des Kolbenhubes:

Füllungs- Grad	Innere Deckung in % der äußern		
	0	— 0,25	— 0,5
30	26	18	11
40	21	14	8
50	16	10	6
	Endspannungen der Druckzunahme at.		
30	14,9	11,7	9,0
40	13,8	10,8	8,3
50	12,3	10,2	7,9

Bei einer Verbinderspannung für die angegebenen Füllungsgrade von 4,7, 5,0 und 5,3 at und einem schädlichen Raume von 12 % des Kolbenhubes würden daher die darunter an-

\*) Revue générale des chemins de fer, März 1896.

\*\*) Organ 1893, S. 140.

\*) Bei Verbund-Locomotiven ist hier der Ueberdruck über die Verbinderspannung gemeint.

gegebenen Endspannungen der Druckzunahme entstehen. Die angenommenen Verbinderspannungen entsprechen einem Kesseldrucke von 13 at, Kolbenquerschnittsverhältnissen von 1:2 für geringe, 1:2,2 für große Geschwindigkeit und um 10 % größeren Füllungen im Niederdruckcylinder.

Diese Werthe für die Endspannungen zeigen den großen Einfluss der innern Deckung. Ist diese = 0, so entstehen übertrieben hohe Endspannungen und damit schwerer Gang der Locomotive; ebenso noch bei der innern Deckung von — 0,25, welche der Verfasser in der Regel anwendet, und 30 % Füllung; letztere wird daher von unseren Locomotivführern nicht benutzt. Für 40 bis 50 % Füllung ergibt diese Deckung dagegen geeignete Werthe. Bei einer innern Deckung von — 0,5 werden die Endspannungen schon reichlich niedrig.

Ist die innere Deckung zu groß gewählt, so bleibt nur übrig, die Verbinderspannung derart zu verringern, daß trotzdem richtige Endspannungen erreicht werden; dies geschieht durch Vergrößerung der Füllungen im Niederdruckcylinder und zwar kommen hierbei recht erhebliche Vergrößerungen in Frage, weil sich die Verbinderspannung nur etwa mit der Wurzel aus der Veränderung der Füllung ändert. Man erkennt hieraus den engen Zusammenhang zwischen der Größe des schädlichen Raumes und der innern Deckung am Hochdruckcylinder einerseits und der Größe der Füllungsgrade am Niederdruckcylinder andererseits; er wird durch die Eingangs mitgetheilten Erfahrungen bestätigt.

Bei den bezeichneten Locomotiven der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn ist die innere Deckung aller vier Schieber = 0, die Voröffnung am Hochdruckcylinder 10 mm, am Niederdruckcylinder 14 mm, der schädliche Raum an ersteren etwa 14 % des Hubes. Am Hochdruckcylinder ist also sowohl die Druckzunahme, als auch die Voröffnung derart zu groß bemessen, daß die Locomotiven nur bei möglichst niedriger Verbinderspannung einen halbwegs brauchbaren Lauf zeigen können, umso mehr, als auch die übertriebene Voröffnung an den Niederdruckcylindern für diese möglichst große Füllungsgrade fordert. Die aus diesen unzweckmäßigen Steuerungsverhältnissen erhaltenen Ergebnisse können daher nicht als maßgebend betrachtet werden, was auch schon aus den seltsamen Schlussfolgerungen hervorgeht, zu welchen sie nach der eingangs bezeichneten Quelle der Besitzerin Anlaß gaben.

In erheblich geringerem Maße gilt Vorstehendes auch für die Locomotive der Eisenbahndirektion Erfurt, deren Hochdruckschieber eine innere Deckung von nur — 0,11 der äußern und eine Voröffnung von 6 mm bei 14 % schädlichen Raumes hat. Ähnliche Verhältnisse zeigen alle übrigen Viercylinder- Locomotiven der Locomotivfabrik Grabenstadt.

An den übrigen Locomotiven der preussischen Staatsbahnen haben die Hochdruckschieber innere Deckungen von — 0,25 der äußern, Voröffnungen von etwa 0,10 der äußern und schädliche Räume von etwa 12 % des Hubes. Bei einem Füllungsunterschiede von durchschnittlich 10 % arbeiten sie bei Füllungen von 40 bis 60 % im Hochdruckcylinder gut. Neuere Versuche an Schnellzug- Locomotiven ergaben für 15 bis 20 % Füllungsunterschied bisher noch etwas bessere Leistungen, was nach den Werthen der Endspannung erwartet werden konnte.

Die Badischen Staatsbahnen haben innere Deckungen der Hochdruckschieber von — 0,11 der äußern, 6 mm Voröffnung und schädliche Räume von etwa 15 % des Kolbenhubes, wobei die Endspannungen nicht allzu hoch ausfallen. Der Füllungsunterschied von 10 % wurde festgesetzt, da sich dabei die gleichmäßigste Arbeitsvertheilung auf die Hoch- und Niederdruckkolben ergab. Ob dieser Unterschied auch der besten Dampfausnutzung entspricht, ist anscheinend noch nicht ermittelt.

Die Gotthardbahn wendet bei ihren  $\frac{3}{5}$  gekuppelten Schnellzug- Locomotiven an den Hochdruckcylindern eine Voröffnung von 0,08 der äußern Deckung, innere Deckung von — 27 der äußern und einen schädlichen Raum von 12 % des Kolbenhubes, an den Niederdruckcylindern eine Voröffnung von 0,12 der äußern Deckung und einen schädlichen Raum von 7,4 % des Hubes an und kommt daher bei vorwiegend großen Füllungsgraden und mäßiger Fahrgeschwindigkeit schon mit 5 % Füllungsunterschied aus. Infolge dieser zweckmäßig gewählten Steuerungsverhältnisse leistete eine dieser Locomotiven bei der Probefahrt bei rund 45 km/St. Geschwindigkeit etwa 1000 P. S. am Triebbradumfang und verbrauchte dabei nur etwa  $8,2 \frac{1}{\text{P. S.}}$  Wasser stündlich.

Im Allgemeinen wird man das Füllungsverhältnis nicht nach dem schädlichen Raume und der innern Deckung, sondern letztere nach ersterem einrichten, da für die bestmögliche Dampfausnutzung die Verbinderspannung so gewählt werden muß, daß

1. der Spannungsabfall beim Austritte des Dampfes aus dem Hochdruckcylinder nicht zu groß,
2. das Wärmegefälle auf beide Cylinder passend vertheilt,
3. die Arbeitsleistungen der Hoch- und Niederdruckkolben nicht zu ungleich werden.

Bei feststehender Füllung im Niederdruckcylinder, wie sie die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn und die englische Nordwestbahn anwenden, wird nur Punkt 1, nicht aber die Punkte 2 und 3 erfüllt, da die Verbinderspannung je nach der Füllung im Hochdruckcylinder sehr verschieden ausfällt. Besser ist es daher, die Füllungen im Niederdruckcylinder in demselben Sinne zu verändern, wie diejenigen im Hochdruckcylinder, da man hiermit allen drei Bedingungen mit solcher Annäherung entsprechen kann, daß durchschnittlich die beste Dampfausnutzung erreicht wird.

Für Schnellzug- Locomotiven würden nach den bisherigen Beobachtungen etwa folgende Verhältnisse zu empfehlen sein:

Hochdruckcylinder . . .	30	40	50 %
Niederdruckcylinder . . .	50	57	65 %

Abweichungen von 3 bis 4 % im Niederdruckcylinder haben aber wenig Einfluss, da sie nur geringe Veränderungen der Verbinderspannung bewirken. Man kann daher dem Niederdruckcylinder auch Füllungen von 47, 57, 67 % geben und wird dies zweckmäßig deshalb thun, weil damit die Theilung der Steuerung und die zweite Handhabe erspart werden können.

Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit der Locomotive ist bei der Wahl der Füllungsverhältnisse zu berücksichtigen, da große Geschwindigkeiten verhältnismäßig größere Füllungen im Niederdruckcylinder verlangen, um die Widerstände bei der Ein- und Ausströmung des Dampfes durch größere Schieber-

öffnungen zu verringern und die Druckzunahme in beiden Cylindern nicht höher steigen zu lassen, als beabsichtigt.

Aus diesem Grunde der Steuerung des Niederdruckcylinders eine besondere Handhabe zu geben, wird sich indes nur in den seltensten Fällen lohnen, da die einzelnen Locomotiven im gewöhnlichen Dienste gerade während des größten Dampfverbrauches vorwiegend mit bestimmten, wenig wechselnden Geschwindigkeiten laufen, welchen durch geeignete Wahl des Füllungsunterschiedes zwischen 10 und 20 % auch ohne Theilung der Steuerung und ohne sonstige Aenderungen an derselben entsprochen werden kann.

Für den schädlichen Raum hält der Verfasser 12 % des

Kolbenhubes, für die innere Deckung der Schieber — 0,25 und für die Voröffnung am Hochdruckcylinder 0,1 der äußeren Deckung für zweckmäßig. Wo sich ungewöhnliche Füllungsverhältnisse ergeben, sollte man zunächst diese Regel einmal versuchen. Die Verbund-Locomotiven sind eben gegen ungeeignete Steuerungen viel empfindlicher, als andere und vertragen insbesondere keine zu hohe Druckzunahme an den todten Punkten im Hochdruckcylinder. Ihre gelegentlichen Mißerfolge sind in der Regel durch ungeeignete Steuerungsverhältnisse hervorgerufen worden. Aus Indicatorschaulinien sind die besprochenen Verhältnisse nur undeutlich zu erkennen.

(Schluß folgt.)

## Technische Angelegenheiten des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.\*)

**Erörterungen über die Vorschriften, betreffend den festen Radstand der Fahrzeuge, in den ab 1. Januar 1897 gültigen „Technischen Vereinbarungen für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt- und Nebeneisenbahnen“ und „Grundzügen für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Localeisenbahnen“.**

Mitgetheilt von **Fr. Kienesperger**, k. k. Baurath zu Wien.

Die Grenzen, welche in den Absätzen 2 der §§ 89 bezw. 119 der Technischen Vereinbarungen vom Jahre 1889 und in dem Absatze 2 des § 52, bezw. in dem Absatze 1 des § 78 der Grundzüge für Localeisenbahnen vom Jahre 1890 bezüglich der festen Radstände von Locomotiven und Wagen gezogen sind, haben in den neuen, ab 1. Januar 1897 gültigen Vorschriften — vergl. die Absätze 2, §§ 89 bezw. 123 der neuen »Technischen Vereinbarungen« und Absatz 2, § 53 bezw. Absatz 1, § 84 der neuen »Grundzüge für Localeisenbahnen« — eine entsprechende Erweiterung erfahren, da die Rücksicht auf Erzielung eines möglichst ruhigen Ganges der Fahrzeuge es zweckmäßig erscheinen liefs, für die festen Radstände jene Höchstmafse zu empfehlen, deren Anwendung gleichzeitig die möglichste Sicherheit gegen Entgleisen und die thunlichste Schonung von Schiene und Rad verbürgt.

Die Bedingungen, von welchen bei Ermittlung dieser Radstände ausgegangen wurde, sind einfach aufzustellen.

Man denke sich ein zweiachsiges Fahrzeug, welches einen festen Radstand  $r$  besitzt, ein mit einem Halbmesser  $R$  gekrümmtes Bogengleis durchlaufend.

Ist zwischen den Schienen und den Spurkränzen der Räder ein Spielraum vorhanden, so nimmt bekanntlich das in Bewegung befindliche Fahrzeug nicht die Sehnenstellung ein, bei welcher — im Grundriß gedacht — die Gleismitte durch die Mitten der Radachsen geht, sondern das Fahrzeug durchläuft den Bogen in Spießgangstellung, wobei die

in der Fahrtrichtung vordere Achse so weit bogenauswärts, d. i. vom Mittelpunkt der Gleiskrümmung weg, verschoben ist, dafs der Spurkranz des vom Krümmungsmittelpunkt entfernteren Rades dieser Achse — des vorderen Aufsenrades — an der Schiene — der Aufsen-schiene — anliegt.

Eine entgegengesetzte Verschiebung, nämlich zum Mittelpunkt der Krümmung — bogeneinwärts — zeigt die rückwärtige Achse des bewegten Fahrzeuges. Findet hierbei eine vollständige Ausnutzung des Spielraumes zwischen Spurkranz und Schiene statt, so dafs auch der Spurkranz des Innenrads der rückwärtigen Achse an der Schiene — Innenschiene — anliegt, so ist damit eine Grenzstellung des Fahrzeuges, die äußerste Spießgangstellung erreicht.

Der äußersten Spießgangstellung entspricht der größte Werth des Anlaufwinkels am vorderen Aufsenrad, d. i. des Winkels, welchen die Radebene mit der wagerechten Tangente an die Bogenschiene im Berührungspunkt zwischen Spurkranz und Schiene bildet.

Wenn nun leicht zu erkennen ist, dafs bei einer zu weit gehenden Vergrößerung des Anlaufwinkels ein Entgleisen des bewegten Fahrzeuges eintreten muß, so kann doch ein bestimmtes Mafse des Gefahrwinkels nicht angegeben werden, da derselbe von den verschiedenen Verhältnissen des Schienenprofils, der Spurkranzform, des Raddurchmessers, sowie des Oberflächenzustands der in Berührung kommenden Theile wesentlich beeinflusst wird.

\*) Diese Abtheilung steht unter der Schriftleitung des Unterausschusses des technischen Ausschusses des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Es kann angenommen werden, dass die größte Sicherheit gegen Entgleisen durch den kleinsten, unter bestimmten Verhältnissen erreichbaren Anlaufwinkel geboten wird.

Für eine bestimmte Radstandgröße  $r$  ergibt sich der Anlaufwinkel am vorderen Außenrad umso größer, je kleiner der Krümmungshalbmesser  $R$  des Bogengleises, und je größer der Spielraum  $\sigma$  zwischen Spurkranz und Schiene ist.

Wird ein Bogengleis von gleichmäßiger Krümmung und gleichbleibendem Spurmaß vorausgesetzt, so gibt es für dieses Bogengleis eine einzige Radstandgröße  $r_0$  für welche der Anlaufwinkel am vorderen Außenrad ein Minimum wird.

Aus Textabb. 1, welche einen in Höhe der Schienenoberkante durch die Spurkränze geführten wagerechten Schnitt vorstellen soll, ist unmittelbar zu ersehen, dass das Minimum  $\alpha_0$  des Anlaufwinkels für jenen Radstand  $r_0$  sich ergibt, bei welchem die rückwärtige Radachse in der äußersten Spießgangstellung des Fahrzeugs genau radial steht. Wegen der Stellung, welche hierbei der Spurkranz des rückwärtigen Innenrads zur Innenschiene einnimmt, wird diese Stellung des Fahrzeugs als Tangentialstellung bezeichnet.

Wie Textabb. 1 zeigt, würde für jeden kleineren Radstand  $r_1$  oder größeren Radstand  $r_2$  ein Anlaufwinkel  $\alpha$  erhalten, welcher größer als  $\alpha_0$  ist.

Die Möglichkeit der Tangentialstellung des Fahrzeugs erfordert bei gegebenem Radstand und gegebenem Krümmungshalbmesser eine ganz bestimmte Größe des Gesamtspielraumes  $\sigma$  zwischen Spurkranz und Schiene und umgekehrt, ist bei gegebenem Spielraum  $\sigma$  der Radstand  $r_0$  für jede Krümmung ein vollkommen bestimmter.

Lässt man mit genügender Annäherung für die äußere Schiene ebenfalls  $R$  als Krümmungshalbmesser gelten, so kann aus Textabb. 2 die Beziehung abgeleitet werden:

$$(r_0 + \lambda)^2 = R^2 - (R - \sigma)^2.$$

Hierbei ist der wagerechte Abstand des Berührungspunktes zwischen Spurkranz und Schiene von der Radachse am vorderen Außenrad mit  $\lambda$  bezeichnet.

Aus vorstehender Gleichung ergibt sich

$$(r_0 + \lambda)^2 = 2\sigma R - \sigma^2,$$

und wenn  $\sigma^2$  wegen seiner Kleinheit vernachlässigt wird

$$(r_0 + \lambda)^2 = 2\sigma R.$$

Der fragliche Radstand  $r_0$  findet sich daher aus

$$r_0 = \sqrt{2\sigma R} - \lambda.$$

Der dieser Gleichung entsprechende Radstand  $r_0$  bietet aber nicht nur die möglichste Sicherheit gegen Entgleisen,

sondern er gewährleistet gleichzeitig auch die günstigsten Wälzungsbedingungen für die Gesamtheit der Räder unter den gegebenen Verhältnissen (Krümmungshalbmesser  $R$ , Spielraum  $\sigma$ ).

Dazu leiten die folgenden Ueberlegungen.

Abgesehen von der Kegelform der Laufflächen, wird das Rollen der Räder um so leichter vor sich gehen können, je kleiner der Winkel ist, welchen die Richtung der Radachse mit der radialen Richtung, d. i. mit der Linie bildet, welche

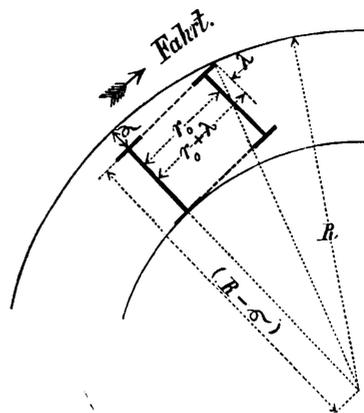


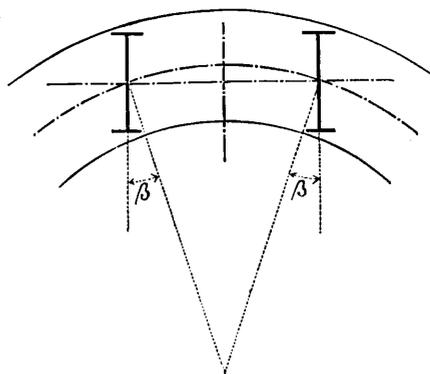
Abb. 2.

— im Grundriss gedacht — die Mitte der Radachse mit dem Mittelpunkt der Gleiskrümmung verbindet.

Der Bewegung des zweiachsigen Fahrzeugs wird sich daher ein umso geringerer Rollwiderstand entgegensetzen, je kleiner die Summe der Winkel ist, um welche die beiden Radachsen von den zugehörigen radialen Richtungen abweichen.

Denkt man, wie in Textabb. 3 angedeutet, das zweiachsige Fahrzeug schienenmäÙig im Gleis stehend, so weichen die Richtungen der beiden Radachsen um gleiche Winkel  $\beta$  nach entgegengesetzten Seiten von den radialen Richtungen ab. Die Summe dieser Winkelabweichungen, welche nach obigem als maßgebend für die Größe des Rollwiderstandes angenommen werden kann, beträgt daher  $2\beta$ .

Abb. 3.



Diese Summe ändert sich nicht, wenn das Fahrzeug um eine lothrechte Achse aus der Schienenstellung in eine andere, rücksichtlich der zwischen Spurkranz und Schiene vorhandenen Spielräume mögliche Lage gedreht wird, vorausgesetzt, dass der Radstand des Fahrzeugs nicht kleiner ist, als der Radstand  $r_0$ , für welchen die Drehung des Fahrzeugs durch die Tangentialstellung begrenzt wird. Trifft diese Voraussetzung zu, so wird bei der Drehung des Fahrzeugs die Winkelabweichung der einen Achse von der radialen Richtung um denselben Betrag vermindert, um welchen die der andern Achse vergrößert wird.

Nimmt man an, das Fahrzeug habe den Radstand  $r_0$ , so beträgt in der Tangentialstellung des Fahrzeugs die Winkel-

abweichung der vorderen Achse  $2\beta$ , die der rückwärtigen Achse Null.

Ein Blick auf Textabb. 1 ergibt, daß für jeden anderen Radstand als  $r_0$  die Summe der Winkelabweichungen der beiden Radachsen des Fahrzeugs in der äußersten Spielfangstellung größer sein muß als  $2\beta$ .

Der Radstand  $r_0$  gewährleistet daher nicht nur die möglichste Sicherheit gegen Entgleisen, sondern auch den geringsten Rollwiderstand und damit die thunlichste Schonung von Rad und Schiene.

Was die in der Formel für  $r_0$  erscheinenden Größen  $\lambda$  und  $\sigma$  betrifft, so wurden bezüglich derselben die folgenden Voraussetzungen gemacht.

Es wurde angenommen, daß die Spurkränze etwa 10—15 mm unterhalb der Schienenoberkante zum Anlauf kommen, wonach  $\lambda$  für Räder von 800—1000 mm Laufkreisdurchmesser mit rund 100 mm sich berechnen liefs.

Für die Größe der anzunehmenden Spurerweiterung konnten allgemein Anwendung findende Regeln nicht angegeben werden.

Thatsächlich wurde für alle Krümmungen von 500 m bis 25 m Halbmesser eine Spurerweiterung von 20 mm in Rechnung gezogen.

Diese Spurerweiterung erscheint zwar für die schmalspurigen Bahnen zum Theil zu groß, und würden sich für solche Bahnen unter Annahme geringerer Spurerweiterungen etwas kleinere Radstände ergeben; da jedoch die Schmalspur rücksichtlich des Rollens der Aufsen- und Innenräder günstigere Verhältnisse bietet als die Vollspur, ferner auf Schmalspurbahnen regelmäßig nur geringere Fahrgeschwindigkeiten Anwendung finden, so wurden für alle Spurweiten die unter obiger Voraussetzung für 1,435 m Spurweite ermittelten Radstände als empfehlenswerthe Maße angenommen und eine mäßige Vergrößerung der Radstände als ungefährlich bezeichnet.

Bei Annahme des größten zulässigen Gesamtspiels zwischen

Spurkranz und Schiene für das gerade Gleis mit 25 mm (vergl. § 72 der Technischen Vereinbarungen), wird

$$\sigma = 25 + 20 = 45 \text{ mm.}$$

Die Rechnung ergibt hiernach die in der folgenden Tabelle verzeichneten größten Radstände, welche für Wagen mit steifen Achsen zu empfehlen sind:

Bogenhalbmesser in Metern												
25	40	50	75	100	125	150	180	210	250	300	400	500
Größte Radstände (abgerundet) in Metern												
1.4	1.8	2.0	2.5	2.9	3.3	3.6	3.9	4.3	4.6	5.1	5.9	6.6

Bei Ermittlung der für Locomotiven zu empfehlenden festen Radstände erschien es zweckmäßig zu berücksichtigen, daß die Radreifen der Locomotiven in der Regel besser erhalten sind, und daher bei Locomotiven durchschnittlich ein geringeres Spiel zwischen Spurkranz und Schiene vorhanden sein wird, als bei anderen Fahrzeugen. Es wurden in diesem Falle als Gesamtspiel zwischen Spurkranz und Schiene im geraden Gleis 10 mm, und daher

$$\sigma = 10 + 20 = 30 \text{ mm}$$

angenommen.

Die Rechnung hat die in der folgenden Tabelle verzeichneten größten Radstände ergeben:

Bogenhalbmesser in Metern												
25	40	50	75	100	125	150	180	210	250	300	400	500
Größte Radstände (abgerundet) in Metern												
1.1	1.5	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.1	4.8	5.4

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

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

#### Ursachen des Wanderns der Schienen.

Zu den in letzter Zeit mehrfach behandelten Ursachen des Wanderns der Schienen\*) fügt Baurath v. Teuffel in Karlsruhe nach seinen Beobachtungen eine weitere, in der verschiedenen Höhenlage beider Schienen eines geraden Gleises in Verbindung mit der Kegelform der Reifen zu suchende, hinzu. Da bei derartiger Gleislage der Regel nach die Fahrzeuge nach der tiefer liegenden Schiene hin verschoben laufen werden, so laufen sie auf der tiefern Schiene mit größerm, auf der höher liegenden mit kleinerm Durchmesser, sodafs in gerader Strecke Schleudern der tiefern und Schleifen der höhern Räder ein-

treten muß. Ersteres treibt die tiefere Schiene rückwärts, letzteres die Höhere vorwärts. Diese Betrachtung steht in Uebereinstimmung mit Beobachtungen an einem Gleise auf hohem Damme, auf dem die Kantenschienen merklich mehr versackten, als die Mittelschienen. Hier wanderten in der That die Kantenschienen regelmäßig rückwärts, die Mittelschienen ebenso vorwärts.

#### Holztränkung mit Woodiline.

(Engineering News 1896, XXXVI 31. December, S. 428. Mit Abbildungen.)

In den letzten Jahren hat sich auf östlichen Bahnen Nord-Amerikas; namentlich der Pennsylvaniabahn, ein Tränkungsverfahren verbreitet, das sich durch ganz besondere Einfachheit

\*) Organ 1897, S. 84.

auszeichnet und doch befriedigende Ergebnisse liefern soll. Eingeführt ist es von der American Wood Preserving Co. zu Philadelphia\*), es beschränkt sich auf einfaches Eintauchen trockenen Holzes, ja selbst auf dreimaliges Anstreichen mit der Tränkflüssigkeit, deren Grundstoff Holztheer vermennt mit einigen anderen, nicht bekannt gegebenen Stoffen ist. Diesem Tränkmittel wird nachgerühmt, dafs es leicht in trockenes Holz eindringt, ohne dafs dieses vorher ausgelaugt und ohne dafs Pressung angewendet wird, dafs es im Holze genügend hart wird, um später auch aus den äufseren Schichten nicht ausgelaugt zu werden, dafs es die Poren nicht schließt, sondern auch später noch Nachtrocknen zuläfst und dafs es die Härte und Fähigkeit der Hölzer erhöht. Verwendet ist es seitens der Cincinnati-, New-Orleans- und Texas-Bahn und der Pennsylvania-Bahn für gewöhnliche und Brückenschwellen, sowie auch für Brückenbauhölzer.

Bereits 1883 sind in Camden N. J. von der letztern Gesellschaft so getränkte Schwellen aus Roth- und Schwarzeiche an ungünstiger Stelle und unter schwerem Verkehre verlegt.

Diese Schwellen sind wohl erhalten, insbesondere auch von den ohne Unterlegplatte verlegten Schienen wenig angefressen, während dicht daneben liegende Schwellen aus Weifseiche schon zweimal, zum Theil dreimal ausgewechselt wurden. Nach und nach sind auf vielen Strecken Proben der drei Eichenarten getränkt eingelegt, die alle guten Zustand zeigen. Eine Schwelle nimmt bei 12 Minuten Tauchung 2,27 l, bei 3 Stunden Tauchung 6,8 l der Flüssigkeit auf.

Die Tränkungsanlagen sind sehr einfach, haben aber bereits mehrere Vervollkommnungsstufen durchlaufen. Zuerst wurde ein eiserner Trog von 10,67 m Länge, 1,52 m Breite und 1,83 m Tiefe aus 10 mm Blech in den Boden gesetzt, welcher wie eine

\*) New-York F. A. Kummer, Trinity Place 72, room 502.

Pferdeschwemme an beiden Enden flach auslief. In diesen wurden die Hölzer an einem Ende hineingestofsen, schoben sich gegenseitig vorwärts und wurden am andern mittels Holzhaken wieder entnommen. Ein 8 pferdiger Kessel lieferte Dampf für eine Heizschlange, um die Flüssigkeit auf etwa 65 ° C. zu erwärmen. Das Durchschieben dauert 12 Minuten.

Um die Leistung zu erhöhen, wurde der Behälter beiderseits mit einem Gleise ausgestattet, auf 122 cm verflacht und auf einem Ufer mit einer quer geneigten Kohlenpitsche mit vorspringenden Lagerleisten versehen; außerdem wurden zwei aus Holz und Drahtseilen hergestellte Spierenkrähne vor den kurzen Trogenden aufgestellt, von solcher Ausladung, dafs jeder die halbe Troglänge und noch die Lagerfläche hinter den beiden Eisenbahngleisen, also auch die auf diesen stehenden Wagen beherrscht. Das Ganze wird zeltartig vor Regen gesichert, die Zeltdecke ist leicht zu beseitigen. Der Kessel ist auf 20 P. S. Leistung verstärkt, um auch zwei Krahnwinden durch ihn treiben lassen zu können. Bündel von 10 bis 15 Hölzern werden unter Einfügung kleiner Sperrklötze, behufs Zulassung der Tränkflüssigkeit und Luft zu allen Flächen, von den Krähen in den Trog gehoben, die Hölzer werden auch wohl in am Krahn hängende Gufseisenrahmen eingelegt; so ist die alte Leistung von 600 Schwellen auf 1500 Schwellen am Tage gestiegen. Die Bündel werden nach vorgeschriebener Zeit auf die Pitsche gehoben, wo sie ablaufen und trocknen, dann auf die Wagen oder Lagerplätze.

Um die Tränkung an beliebiger Stelle vornehmen zu können, will die Pennsylvaniabahn einen solchen Trog auf einen langen Güterwagen setzen, dahinter einen Krahnwagen, davor eine Locomotive, welche zugleich das Bad anwärmt und den Krahn treibt. Die Kosten betragen für eine Schwelle 62 bis 79 Pf., je nach dem Grade der Tränkung.

## Bahnhofs-Einrichtungen.

### Neuer Endbahnhof der Canadischen Ueberlandbahn in Montreal.

(Engineering News 1896, December, XXXVI, S. 434, mit Plan.)

Die Canadische Pacific-Bahn hat in Montreal zwei Endbahnhöfe, von denen der östliche zur Zeit einen gänzlichen Umbau erfährt. Die Anlage ist namentlich beachtenswerth durch die geschickte Ausnutzung des zu Gebote stehenden Grund und Bodens. Die viergleisige Zufahrt liegt mit zwei Personen- und zwei Gütergleisen in einem tiefen Einschnitte, ebenso der größte Theil des Bauplatzes für den neuen Bahnhof, so dafs eine hochliegende, den jetzigen Bahnhof mit einer Futtermauer begrenzende Strafe bei der Erweiterung leicht zu überführen war.

Das Gelände fällt aber in der Erstreckung des Bauplatzes so, dafs der neue Endabschluss in der Höhe einer Hauptstrafe der Stadt liegt. Der verfügbare Platz ist ein Rechteck von rund 300 × 120 m, in das aber die Bahn in einer Ecke und zwar nahezu in der Richtung einer Eckverbindung einmündet, so dafs die Benutzung durch Breitenentwicklung bis an die beiden Langseiten heran, wie sie bei Kopfbahnhöfen üblich ist,

hier ausgeschlossen war. So entsteht eine eigenartige Grundrisslösung. Die Zufahrt breitet sich fächerförmig aus, und zwar an der einen kurzen Seite, z. Th. auf der Stelle des alten Personenbahnhofes in einen großen Güterbahnhof, der an die bestehenden Anlagen erweiternd angegliedert wurde. Den entgegengesetzten äußersten Fächerast an einer Langseite bildet eine Ausbesserungswerkstatt mit den nöthigen Nebenanlagen. Zwischen beiden Gruppen erstreckt sich genau in der Richtung der Eckverbindung der Personenbahnhof mit 5 Bahnsteigen und besonderer Gepäckabfertigung der »Express«-Gesellschaften, während das Hauptgebäude entlang der zweiten kurzen Seite errichtet ist, so dafs die Gleise mit den Bahnsteigen unter spitzem Winkel auf das Hauptgebäude und den dieses begrenzenden Querbahnsteig (Cobby) stofsen. Diese eigenartige, auf den ersten Blick sehr willkürlich aussehende Anordnung hat die großen Vortheile, dafs die Bahnsteige die denkbar größte Länge und Breite erhalten, und dafs die Gleise mit großem Winkel in die Zufahrt münden; der Plan bietet ein gutes Beispiel höchst vortheilhafter Platzausnutzung unter ungünstigen Verhältnissen.

### Barba's Weichen- und Signalstellwerk.

(Revue générale des chemins de fer, October 1895. Bd. XVIII, S. 162 und August 1896. Bd. XIX, S. 108. Mit Abbildungen.)

Seit einigen Jahren hat die Orléans-Eisenbahn-Gesellschaft in Frankreich eine Anzahl ihrer Stellwerksanlagen nach der Bauart Barba eingerichtet, die sich anscheinend gut bewährt. Sämmtliche Stellhebel, Weichen- wie Signalhebel sind gleich und nebeneinander, um eine durchgehende, feste Welle drehbar, angeordnet; sie haben die Form eines Kreuzes, dessen längster, aufwärts gerichteter Arm die Handhabe bildet, während der gegenüberliegende kurze Hebelarm mit dem Weichengestänge bzw. mit dem Drahtzuge in Verbindung steht.

Rechtwinkelig zu diesem Hebelpaare, also in der Mittelstellung wagerecht, stehen zwei gleich lange Arme, sodafs deren Enden beim Umlegen des Stellhebels von schräg vorn nach schräg hinten eine Auf- bzw. Abwärtsbewegung machen. An der vorderen und hinteren Stirnfläche des Stellwerksgerüsts, in deren Mitte die durchgehende Welle lagert, ist je ein aus rechtwinkelig sich kreuzenden Flacheisen-Schienen gebildetes Gitter angebracht. Die Schienen sind so gelagert, dafs sie sich in ihrer Längsrichtung verschieben können, und zwar gleiten dabei die wagerechten Schienen unmittelbar an den lotrechten vorbei, sodafs ein auf einer wagerechten Schiene befestigter Knaggen, der in eine entsprechende Auskerbung einer kreuzenden Schiene eingreift, deren Bewegung hindern, also eine Sperrung bewirken kann. Da die Knaggen ferner keilförmig ausgebildete Ecken besitzen, denen die Kerben der senkrechten Schienen entsprechen, so kann durch Auf- und Abwärtsbewegen der senkrechten Schiene eine seitliche Verschiebung der wagerechten erzielt werden. Diese Bewegung der senkrechten Schiene erfolgt nun dadurch, dafs die oben genannten Querarme des

Stellhebelkreuzes in Schlitz der Flacheisenschienen eingreifen, sodafs sich beim Umlegen eines Stellhebels nach hinten die dazu gehörige Schiene des vorderen Verschlufsgitters aufwärts, die hintere abwärts bewegt. In dieser Weise bethätigt jeder Stellhebel je eine vordere und hintere Schiene des Gitters, die ihrerseits die wagerechten Schienen, deren Knaggen in die Einkerbungen der ersteren eingreifen, seitlich verschieben. Durch diese Verschiebung können nun abhängige Hebel verriegelt oder freigegeben werden, sodafs sich hierdurch bei geeigneter Vertheilung der Knaggen und Einkerbungen jede erforderliche Abhängigkeit zwischen den Weichen und Signalen herstellen läfst.

Bei einer solchen Anlage ist für die Bedienung jedes einzelnen Signales ein besonderer Stellhebel erforderlich; eine neuerdings getroffene Abänderung bezweckt, bei einer Gruppe von Signalen, die z. B. eine gemeinsame Einfahrt in verschiedene Gleise decken, und die daher in gegenseitiger Abhängigkeit stehen, für alle einzelnen Signale mit einem einzigen Stellhebel auszukommen. Hierzu dient ein Stellwerkshebel in Verbindung mit einem Hilfshebel. Die nach den einzelnen Signalen führenden Drahtzüge sind je mit einer besonderen Rolle verbunden, die sämmtlich auf einer gemeinsamen Welle sitzen, welche beim Umlegen des Haupthebels gedreht wird. Durch Verstellung des Hilfshebels auf einem Zahnbogen kann nun jede gewünschte Rolle mit der Welle gekuppelt werden, sodafs durch Umlegen des Haupthebels das durch den Hilfshebel eingestellte Signal gezogen wird. Eine einfache Vorrichtung an dem Barba'schen Verschlufsgitter ermöglicht ferner, dafs mit dem Ziehen eines Signals auch zugleich die erforderlichen Verriegelungen der übrigen Signale der Gruppen erfolgen.

F—r.

## Maschinen- und Wagenwesen.

### Malerei und Lackirerei der Personenwagen auf der französischen Ostbahn.

(Revue générale des chemins de fer, 1896, December, XIX, S. 291 und 1897, Januar, XX, S. 33. Mit Abbildungen.)

Die sehr eingehende Abhandlung beurtheilt an der Hand zahlreicher Zusammenstellungen über Kosten, Reihenfolge des Arbeitsganges, sowie Dauer der Aufserbetriebstellung für die gebräuchlichsten Wagengattungen die Verfahren, um den Blechbekleidungen der Personenwagen wirksamen Schutz gegen Witterungseinflüsse und gutes Aussehen zu verleihen. Da mehr als die Hälfte der Kosten auf Arbeitslöhne entfallen, empfiehlt es sich, nur die besten Werkstoffe zu verwenden, die eine möglichst lange Dauer gewährleisten. Aus Gesundheitsrücksichten für die Arbeiter hat die Verwaltung das Bleiweiß für Wagen mit Blechbekleidung allgemein durch Zinkweiß ersetzt und nur bei Güterwagen die Bleiweißfarben wegen ihrer Ueberlegenheit auf Holz beibehalten.

Zur Entfernung der alten Farb- und Spachtelüberzüge zwecks vollständiger Neubemalung hat sich das Abbrennen mit blauer Gasflamme gegenüber den anderen Verfahren: Abkratzen mit dem Schaber, Abklopfen mit dem Lufthammer oder Abbeizen

mit einer verdickten Lösung von Soda oder Pottasche, als das zweckmäfsigste herausgestellt. Bei einer Halbbemalung, d. h. Erneuerung der Farb- und Firnisüberzüge auf dem alten Schleifgrunde, ist das Entfernen der alten Schichten durch Aetznatronlauge wirksamer, als Aufweichen mit Ammoniak oder andere chemische Mittel.

Ermittelungen, welche Art der Unterhaltung mit den geringsten Kosten das günstigste Aussehen lieferte, ergaben, dafs zwischen zwei vollständigen Neubemalungen zweckmäfsig drei Halbbemalungen kommen sollten, deren durchschnittliche Dauer ungefähr 30 Monate beträgt, so dafs etwa 10 Jahre zwischen zwei Neubemalungen liegen; dabei sind die Wagen jährlich etwa 10 Tage dem Betriebe entzogen. Wird ein vollständiger Neuanstrich als Einheit gewählt, so belaufen sich die Kosten einer Halbbemalung auf zwei Drittel, die einer Neulackirung auf ein Drittel. Obwohl ein weit günstigeres Aussehen der Wagen durch jedesmalige Neulackirung, sobald der Lacküberzug rissig geworden, erzielt werden könnte, so spricht doch die Zahl der dann erforderlichen Neulackirungen, die damit verbundene längere Aufserbetriebstellung und die Nothwendigkeit gröfserer Lackirschuppen dagegen, abgesehen davon, dafs die

Wagen schwerlich gerade zu dem für die Neulackirung geeigneten Zeitpunkte dem Betriebe entzogen werden können.

Bei den gleichfalls mit Blechbekleidung versehenen Gepäckwagen, sowie bei den demnächst auszuschneidenden Personenwagen hat bei der Ausbesserung ein abgekürztes Verfahren Platz gegriffen, mit dem eine Ersparnis von 50% erzielt wird. Nach dem Grundüberzuge werden die Flächen nachgekittet, abgeschliffen, und ohne weitere Spachtelüberzüge die Farbschichten aufgetragen; dann folgt ein Ueberzug mit Schleiflack und zwei mit Kutschenlack.

In gleicher Weise ist man bemüht gewesen, für die neueren Personenwagen das bisherige, langwierige und kostspielige Verfahren unter Vereinigung der Farb- und Firnisüberzüge mittels sogenannter »Lackfarbe« zu vereinfachen. Eine Art der Anwendung besteht darin, unter Fortfall der Spachtelschichten nach dem grauen Grundüberzuge und etwaigem Nachkitten mehrere Lackfarbanstriche anzuwenden, zu schleifen und mit Kutschenlack zu überziehen. Ein zweites Verfahren behält die Spachtelüberzüge bei, läßt aber nach Anwendung der Lackfarben keinen besonderen Firnisanstrich mehr folgen. In beiden Fällen betragen die Kosten etwa die Hälfte der vollständigen Neubemalung. Seit fast zwei Jahren haben diese Lackfarben bei etwa 200 Wagen Verwendung gefunden und sich bislang bewährt, doch kann erst nach längerer Beobachtung ein abschließendes Urtheil gefällt werden.

Den Schluss bildet eine Betrachtung über die Entwicklung, Einrichtung, Leistungsfähigkeit und Unterhaltungskosten der Werkstätten für Malerei und Lackirerei dieser Verwaltung.

F—r.

#### Vierachsige, zweifach gekuppelte Schnellzug-Locomotive der englischen Nordostbahn.

(Engineer 1896, December, S. 616. Mit einer Photographie und Zeichnungen).

Die von Wilson Worsdell entworfene Locomotive hat ein vorderes, zweiachsiges Drehgestell, außergewöhnlich große Triebäder und folgende Hauptabmessungen:

Cylinderdurchmesser . . . . .	508 mm
Kolbenhub . . . . .	660 «
Durchmesser der Triebäder . . . . .	2318 «
« « Laufräder . . . . .	1099 «
Achsstand zwischen Drehgestellmitte und Triebachse . . . . .	3352 «
Achsstand des Drehgestelles . . . . .	1981 «
« zwischen Trieb- und Kuppelachse . . . . .	2896 «
Gesamtachsstand . . . . .	7238,5 «
Höhenlage des Kessels über S. O. . . . .	2489 «
Länge des Kessels . . . . .	3505 «
Außerer Durchmesser des Kessels . . . . .	1321 «
Stärke der Langkesselbleche . . . . .	14,5 «
Lichte Länge der Feuerkiste, unten . . . . .	1918 «
« Breite « « « . . . . .	984 «
Anzahl der messingenen Heizrohre . . . . .	201
Länge der Heizrohre zwischen den Rohrwänden . . . . .	3610 mm
Außerer Durchmesser der Heizrohre . . . . .	32 «

Heizfläche der Heizrohre (außen) . . . . .	101,2 qm
« « Feuerkiste . . . . .	11,8 «
« gesammte . . . . .	113 «
Rostfläche . . . . .	1,92 «
Triebachslast . . . . .	19,0 t
Kuppelachslast . . . . .	15,95 «
Drehgestelllast . . . . .	16,66 «
Gesammtgewicht der Locomotive, betriebsfähig . . . . .	51,61 «
Gewicht des Tenders, betriebsfähig . . . . .	40,13 «
Kohlenladung des Tenders . . . . .	5,1 «
Wasserladung des Tenders . . . . .	17,9 cbm.

Der Kessel besteht aus Stahl, die Feuerkiste aus Kupfer, die Schieber liegen oberhalb der inneren Cylinder. -k.

#### Bewegliche Aufgangstreppe für Eisenbahnwagen.

(Engineering News 1896, XXXVI, December, S. 428. Mit Zeichnung.)

Gelegentlich des Besuches des Zaren in Paris wurde für diesen seitens der internationalen Schlafwagen-Gesellschaft ein besonders reich ausgestatteter Zug hergestellt, dessen Wagen trotz ihrer Breite bequem zu ersteigen sein sollten. Es wurden deshalb die Umrifslinie überragende Falltreppen angebracht, mit 250 mm gesammtem und 220 mm Auftritte und 280 mm Steigung der Stufen.

Die unterste Stufe lagert mit einer Achse in zwei vom Gestelle nach unten vorspringenden Armen und trägt hinter dieser einen Arm mit Gegengewicht, die zweite Stufe ist schon unmittelbar am Wagengestelle gelagert, die dritte bildet die Endbühne. Die beiden unteren sind durch zwei Lenkstangen so verbunden, daß wenn die unterste Stufe aufklappt sich beide nebst den Lenkstangen flach vor das Wagengestell legen und fast keine Breite wegnehmen. Der Gegengewichtarm ist bei niedergeklappten Stufen so schräg nach oben gerichtet, daß er auch bei aufgeklappten Stufen in schräger Richtung nach unten gestellt, mit keinem Theile nach außen vorspringt. Die niedergeklappte Stellung wird durch einen Anschlag an der oberen Stufe gesichert.

#### Nickelstahl \*).

(Nach Glaser's Annalen.)

Ein Vortrag des Herrn Regierungsraths Schrey im Vereine Deutscher Maschinen-Ingenieure berichtet über die vielfachen Verwendungen, welche der Nickelstahl trotz seines hohen Preises schon gefunden hat, so namentlich zu Panzerplatten, bei denen 300 mm Dicke die Leistung von 510 mm dicken Stahlplatten weit übertrifft, zu Kesselblechen, zu Schiffsschraubenwellen, deren Gewicht durch Verwendung des Nickelstahles auf die Hälfte gebracht wird, zu Torpedo-Schutznetzen, Fahrrädern u. s. w.

Der Vortrag giebt eine Uebersicht über die Entwicklungsgeschichte des Nickelstahles und faßt die bisherigen Erfahrungen in den Sätzen zusammen:

1. Der Kohlenstoff verbessert in auffallender Weise die Eigenschaften des gehärteten Nickelstahles, ohne ihn, wie gewöhnlich, spröde zu machen;

\*) Organ 1895, S. 86.

2. der günstigste Einfluss des Nickels auf das Metall scheint bei einem ungefähren Gehalt von 15 % erreicht zu werden; von da ab scheinen die Vortheile des hohen Nickelgehaltes sich wieder zu vermindern;
3. durch Chromzusatz zu einer Mischung mit 15 % Nickel

werden deren Eigenschaften noch bedeutend erhöht und Festigkeiten bis zu 180 kg/qmm erreicht, allein Nickel verringert den Einfluss des Chromes auf die Sprödigkeit nicht, wie das dem Kohlenstoff gegenüber der Fall ist. Deshalb ist ein niedriger Chromgehalt bei Nickelstahl geboten.

## B e t r i e b.

### Neue Versuche mit Acetylen \*).

(Nach Glaser's Annalen.)

Um allen Fortschritten sorgfältig zu folgen, hat die Firma J. Pintsch mit dem neuen Erleuchtungsmittel, dem Acetylen-gase, umfangreiche Versuche angestellt.

Das Calcium-Carbid, der Erzeuger des Acetylen, bildet augenblicklich den Gegenstand vieler gewerblicher Unternehmungen, es kostet in kleinen Mengen zur Zeit noch 60 Pf./kg, doch ist zu erwarten, dass der Preis durch Erzeugung in großem Maßstabe unter Ausnutzung von Wasserkraften auf 15 Pf./kg sinken wird. Die Versendung muss wegen der Neigung, Wasser anzusaugen, in luftdicht schließenden Umhüllungen erfolgen.

Das Acetylen ist bei einer Erwärmung auf 780 ° C. einer explosionsartigen Zersetzung ausgesetzt. Bei den vielen Versuchen von unkundiger Hand ist in Folge der Vereinigung von Calcium-Carbid und Wasser in ungeeigneten Gefäßen diese Erhitzung wahrscheinlich mehrfach eingetreten, so würden sich wenigstens die vorgekommenen Unglücksfälle erklären.

Die Firma Pintsch hält das Calcium-Carbid in den Entwicklungsgefäßen ganz unter reichlichem Wasser, sodass Erwärmung über 100 ° C. nicht eintritt. Bei den Versuchen, in demselben Behälter gleich die nöthige Verdichtung auf 6 at herzustellen, sind in Nordamerika sehr heftige Explosionen vorgekommen. In Paris hat der Gemeinderath beantragt, Herstellung und Verkauf des Acetylen zu verbieten, und es ist sehr zu bedauern, dass eine an sich gute Sache durch Unvorsichtigkeit so in Verruf zu kommen droht, dass sie sich nicht weiter entwickeln kann.

Die Versuche erstreckten sich zunächst auf die Untersuchung der Behauptung, dass Acetylen-gas mit Kupfer oder kupferhaltigen Mischmetallen gefährliche Verbindungen eingehe. Diese Behauptung hat sich als falsch erwiesen.

Ferner ist festgestellt, dass Acetylen keinesfalls giftiger ist als Steinkohlengas.

Die Explosionsgefahr erwies sich aber zunächst als Hindernis der freien Verwendung. Behälter, welche die Erhitzung auf 780 ° C. an sich aushalten, explodieren bei diesem Wärmepunkte; schmelzen die Löthstellen vorher aus, so brennt das Gas ohne Explosion ab.

Um die Fortpflanzung der Zersetzung in Rohrleitungen festzustellen, wurde ein auf 6 at gebrachter Acetylenbehälter mit einem 5 mm weiten, 2 m langen Rohre verbunden. Dieses Rohr wurde 1,5 m vor dem Behälter durch eine Wassergasflamme erhitzt; als das Rohr rothwarm wurde, explodirte der Behälter sehr heftig.

Bei Versuchen, diese Gefahr abzuwenden, die verdichtetes Acetylen als für Beleuchtungszwecke ungeeignet erscheinen lässt, zeigte sich, dass das Gas bei 1 at Spannung zwar bei 780 ° C. noch zersetzt wird, aber nicht heftig explodirt, dass auch Mischung mit Steinkohlen- oder Fettgas die Gefahr vermindert. Ein Gemenge von 70 % andern Gases mit 30 % Acetylen giebt bei der Zersetzung eine Spannung, die den gewöhnlichen Behältern nicht gefährlich ist, selbst 50 % Acetylen schaffen noch keine erhebliche Gefahr. Die Mischung mit Luft ist ausgeschlossen, weil sie die Gefahr erhöht.

20 % Zusatz von Acetylen zu Fettgas ergiebt eine Steigerung der Leuchtkraft auf das Dreifache im gewöhnlichen Brenner, wahrscheinlich lassen sich aber die Brenner für dieses Gemisch noch verbessern.

1 cbm Acetylen von 6 at Spannung kostet jetzt rund 2 M, 1 cbm Fettgas ebenso 0,4 M und eine gewöhnliche Fettgasflamme für die Kerzenstunde 0,197 Pf.; bei der Mischung mit 20 % Acetylen stellt sich die Kerzenstunde auf 0,12 Pf., bei 50 % auf 0,174 Pf., damit ist also eine beträchtliche Verbilligung der heutigen Eisenbahnwagen-Beleuchtung erreicht. Steinkohlengas brennt auf dem Fettgasbrenner blau, ein Zusatz von 30 % Acetylen stellt auf diesem Brenner die Leuchtkraft des Fettgases her. Kostet das Steinkohlengas 20 Pf./cbm, so stellt sich die Kerzenstunde des Gemenges 30 % + 70 % auf dem Fettgasbrenner zu 0,33 Pf. Wenn also dieser Mehrpreis aufgewendet wird, so kann man durch Anlage einer Acetylen-Verdichtungs-Vorrichtung die vorhandenen Steinkohlengasanstalten ohne weiteres für die Speisung der heutigen Wagenbeleuchtung einrichten, womit die Kosten für Gasbeförderung sinken würden. Für städtische Beleuchtung hat das Acetylen keine Bedeutung, weil das Acetylen-Gemisch den niedrigen Preis des Auerlichtes nicht erreichen kann.

Schließlich ist festgestellt, dass die zufällige Erhitzung einer langen Strafenleitung, z. B. durch eine Feuersbrunst, die Zersetzung in den entfernt liegenden Hauptbehälter einer Acetylen-gas-Anstalt nicht fortpflanzt.

\*) Organ 1895, S. 184.

## Technische Litteratur.

**Die Theorie und die Construction der Locomotiven** von P. Muchatscheff, Professor am Technolog. Institut zu Charkow.

Der erste Theil des russisch geschriebenen Buches (S. 1—57) behandelt die Widerstände eines Eisenbahnzuges nach den Angaben des Herrn Professors Petroff und enthält in gedrängter Form dessen theoretische und praktische Schlüsse. Die sich dabei ergebenden Formeln sind das Resultat der Vergleichung einer grossen Anzahl von Versuchen auf englischen, deutschen und französischen Bahnen. Im zweiten Theil wird die Locomotive mit allen Einzelheiten ausführlich besprochen, insbesondere: die Entwicklung der Feuerbüchsen, Deckenverankerung durch Längs- und Querbalken, Schraubenbolzen, Stehbolzen; die Bauarten Polonceau, Webb, Lentz u. s. w., die Heizung der Locomotiven, verschiedene Rauchverbrennungseinrichtungen von Stöfsgger, Nepilly, Ten-Brink, Buchanan, Thierry; Einrichtungen zur Feuerung mit Staubkohlen nach Belpaire und mit Anthracitabfällen nach Wootten. Die Naphta-Heizung, welche für die meisten Eisenbahnlinien Süd- und Ost-Russlands eine grosse Bedeutung hat, ist durch die Bauarten von Urquhart, Karapetoff, der Transkaukasischen und der Great Eastern Bahn vertreten.

Der Besprechung des Langkessels und der Rauchkammer mit ihren Theilen folgen eine Theorie des Locomotivkessels nach Redtenbacher und Rankine und die neuesten Versuche von Henry, Theorie des Blasrohres von Grove nebst vergleichender Beschreibung verschiedener Anordnungen derselben, Polonceau, Brown, Adams u. s. w., der Esse und der Funkenfänger, Beschreibung und Wirkungsweise der Sicherheitsventile, Regler und sonstigen Kesselausrüstung.

Die Behandlung der Locomotivmaschine beginnt mit einer Erörterung der Arbeit des Dampfes in den Cylindern, der Zugkraft und Reibung der Triebräder. Darauf folgt die Beschreibung der Dampfzylinder mit allen Theilen, eine Erörterung der fortschreitenden Bewegung der Locomotive, die Berechnung der Gegengewichte und Untersuchung der schlingernden Bewegung nach Petroff. Bei der Dampfvertheilung werden die Steuerungen von Gooch, Stephenson und Allan, Heusinger, Joy, Bonnefond und Durant und Lencauchez untersucht und die Stellvorrichtungen beschrieben. Es folgen die Beschreibung des Hauptrahmens und dessen Berechnung auf Biegungs- und Zugfestigkeit, die Tender-Kuppelungen nach Professor Hartmann, die Berechnung und Beschreibung der Achsen, Räder und Achsbüchsen und Abfederung des Locomotivgewichtes. Die Vergleichung der zwei- und einachsigen Drehgestelle, Lenkachsen u. s. w. ist nach Helmholtz durchgeführt; dabei sind einige russische Aenderungen beschrieben.

Der Abschnitt über die Bremsen enthält ausser der Theorie die Beschreibung der Bremsen von Westinghouse, Wenger, Carpenter, Soulerin, Vacuum-Brake-Company, Heberlein, der Gegendampfbremse Lechatelier u. s. w. Bei den Compound-Locomotiven sind die Anordnungen mit zwei, drei und vier Cylindern besprochen und die von v. Borries und Anderen aufgestellten Regeln für die Berechnung u. s. w. wiedergegeben. Bei der Gesamt-Anordnung sind die Hauptmerkmale der Locomotiven

mit einer Triebachse, sowie mit 2, 3 und 4 Kuppelachsen, der Tender- und Berg-Locomotiven (System Engerth, Fairlie, Meyer, Mallet) hervorgehoben. Das Werk schliesst mit der Berechnung einer Schnellzug-Locomotive und mit einigen Anhängen und Tabellen.

Das Werk ist mit grossem Fleisse zusammengestellt, und enthält — nach der beigegebenen Sammlung von Zeichnungen zu urtheilen — so ziemlich alles Wissenswerthe. Die Zeichnungen sind theils vollständig, theils Skizzen, fast ausnahmslos ohne Maaße, stellen aber das Wesentliche stets gut dar.

v. Borries.

**Der Brückenbau.** Ein Handbuch zum Gebrauche beim Entwerfen von Brücken in Eisen, Holz und Stein, sowie beim Unterrichte an technischen Lehranstalten. Von E. Häsel, Professor an der Herzogl. Technischen Hochschule in Braunschweig. In drei Theilen. Erster Theil: Die eisernen Brücken, dritte Lieferung\*), Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1897.

Diese dritte Lieferung behandelt die Anordnung und die Berechnung des Fahrbahn-Trägerrostes eiserner Brücken in erschöpfender Weise. Bekanntlich bietet gerade dieser Theil der eisernen Brücken mit Rücksicht auf die wechselvolle und unmittelbare Einwirkung der Lasten mit allen ihren lothrechten und wagerechten Nebenwirkungen dem Entwerfenden ganz besondere Schwierigkeiten, man kann wohl mit Recht behaupten, daß er zu den noch am wenigsten geklärten Bestandtheilen gehört. Häsel bietet in der vorliegenden Lieferung nun eine Bearbeitung der heiklen Punkte von einer Vollständigkeit, wie sie bislang in gleichem Mase kaum geboten sein dürfte, dabei die verschiedenartigen, sich zum Theil heute noch widersprechenden Auffassungen und Standpunkte eingehend darstellend und würdigend. Wir brauchen nur an die reiche Musterkarte der festen und gelenkigen Verbindungen der Fahrbahnroste in sich und mit den Hauptträgern, an die seitlich biegend und verdrehend wirkenden Beanspruchungen der Träger, an das Verhältnis der fest verbundenen Längsträger zu den in gleicher Höhe liegenden Gurten der Hauptträger, an die Abhängigkeit des ganzen Querverbandes von der Art der Anbringung der Querträger zu erinnern, um an wenigen Punkten zu zeigen, wie reichhaltig das bearbeitete Gebiet ist.

Die zum Theil recht verwickelten Fragen sind klar eingetheilt, scharf gefasst und bei aller Vollständigkeit unter stetem Hinweise auf ausgeführte Fälle knapp behandelt, so daß der schwierige Stoff dem Leser schnell zugänglich wird. Das Heft deckt ein verschiedenes hervorgetretenes Bedürfnis zeitgemäße, denn bei den zahlreichen Ausschreibungen von Entwürfen für grosse eiserne Brücken in den letzten Jahren hat gerade die Ausbildung der Fahrbahn in sich und in ihrem Verhältnisse zu den Hauptträgern und den wagerechten und Querverbänden eine der meist umstrittenen Fragen gebildet.

Indem wir die tüchtige und zeitgemäße Bearbeitung der Fahrbahnroste, welche in vielen Punkten ganz neue Beiträge zur Berechnung und Ausbildung bringt, unseren Lesern warm empfehlen, bemerken wir noch, daß die drei bisher erschienenen Lieferungen zum Preise von je 15 M. auch einzeln käuflich sind

\*) Organ 1889, S. 41 und 1894, S. 44.