

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Organ des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXX. Band.

2. Heft. 1893.

### Der Oesterreichische Kaiserzug.

Mitgetheilt von der K. K. General-Direction der Oesterreichischen Staatsbahnen.

(Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln I bis III und Innenansichten in Lichtdrucken auf den Tafeln X bis XIII.)

(Schluß von Seite 1.)

Als Ergänzung zu den Mittheilungen über den österreichischen Kaiserzug auf Seite 1 und ff. fügen wir heute einige Innenansichten aus den wichtigsten Räumen nach, welche die bei aller Gediegenheit und feinsten Geschmacksrichtung doch von allem anspruchsvollen Prunke freie, künstlerische Ausstattung zur Anschauung bringen. Diese Innenansichten betreffen:

1. Die Ansicht gegen die Vorderwand des Hauptraumes im Wagen Sr. Majestät des Kaisers (Taf. X, rechts).
2. Die Ansicht der Hinterwand desselben Raumes (Taf. X, links).
3. Die Ansicht der hinteren Kopfwand des Hauptraumes im Wagen für die Begleitung Sr. Majestät des Kaisers (Taf. XI).

4. Die Ansicht der Vorderwand des Rauchzimmers im Speisewagen (Taf. XII).

5. Die Ansicht der Hinterwand desselben Raumes mit Durchblick durch die geöffnete, doppelte Schiebethür in den Speiseraum (Taf. XIII).

Die Lage der dargestellten Theile ist hiernach aus den Grundriffszeichnungen auf den Tafeln I bis III zu entnehmen.

Wir benutzen diese Gelegenheit, um die Zusammenstellung der hauptsächlichsten Mafs- und Zahlenangaben für den ganzen Zug nochmals in genauer Uebereinstimmung mit der thatsächlichen Ausführung abzudrucken, da sich in dem früheren Ab-

Benennung des Wagens	Inventar-Nummer	Anzahl der Achsen	Gesamter Achsstand	Länge zwischen den Buffern	Wagengewicht in t	Anzahl der Abtheile		Anzahl der		Dienerabtheile	Aborte	Bremsersitze	Gepäckraum	Anzahl der Glühlampen		Anzahl der Kerzen		Anmerkungen. (Hierzu Zeichnung Fig. 1 auf Taf. I.)		
						Salon	Schlafabtheile	Abtheile						Unter-	Ober-	16	10		Wand-Lampen	Kron-lencher
								I.	II.											
						Classe														
Dienst-, Gepäck- und Beleuchtungs-Wagen . . . . .	001	4	13,2	16,54	45,0	—	—	$\frac{2}{2}^1$	—	2	—	2	1	1	3	12	6 <sup>2)</sup>	—	1) Mit 2 Dienerabtheilen und Maschinenraum f. d. Beleuchtungs-Anlage.	
Wagen für Hofbedienstete . . .	002	3	7,4	11,54	19,2	—	—	1 <sup>3)</sup>	—	2	2	—	1	1	—	2	9	6	—	2) und 2 Oellampen.
Wagen für Se. Majestät den Kaiser . . . . .	003	4	13,2	16,54	32,3	1	2 <sup>4)</sup>	—	—	—	—	—	2	2	—	17	8	9	9	3) Mit einem Dienerabtheile.
Wagen für die Begleitung Sr. Majestät des Kaisers (mit einem Salon) . . . . .	004	4	13,2	16,54	34,3	1	—	$2\frac{2}{2}$	—	6	—	—	2	1	—	9	6	8	6	4) Mit 1 Schlafabtheil für Se. Majestät und 1 Abtheil für die Adjutanten Sr. Majestät.
Speisewagen . . . . .	005	4	13,2	16,54	33,0	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	15	2	16	—	Mit einem Dienersitze im Verbindungsgange.
Küchenwagen . . . . .	006	4	13,2	16,54	33,0	—	—	—	1	2	2	—	1	1	—	8	6	10	—	Mit 3 Matratzen im Küchenraume.
Wagen für die Begleitung Sr. Majestät des Kaisers . . . . .	007	3	7,4	11,54	19,8	—	—	$2\frac{3}{2}$	—	7	7	—	1	1	—	—	15	9	—	—
Wagen für Bedienstete, mit Gepäckabtheilung . . . . .	008	3	7,4	11,54	18,5	—	—	—	3	6	6	—	1	1	1	4	5	8	—	Mit 1 Dienerabtheile.
														45	76					
														121						

drucke einige aus dem Entwurfe herstammende Angaben finden, welche nachträglich abgeändert wurden.

Zur Entstehungsgeschichte des Zuges erwähnen wir noch, daß die Anregung zu der Erbauung von der k. k. Generaldirection der österreichischen Staatsbahnen ausging, auf Grund deren die Verwaltungen der österreichischen Eisenbahnen 1889 den Bau unter Verwendung aller durch den heutigen Stand der Technik gebotenen Mittel beschlossen. Von den Verwal-

tungen wurde dann ein Ausschufs zur Durchberatung der allgemeinen Anordnung jedes der 8 Wagen eingesetzt, und nachdem so die Grundlagen des Entwurfes festgestellt waren, wurde der Bau nebst der Ausführung aller Einzelheiten der Firma F. Ringhoffer in Smichow-Prag übertragen. Diese begann den Bau im Januar 1891 und stellte den ganzen Zug in überaus kurzer Zeit fertig, so daß die Ablieferung schon im Mai 1891 erfolgen konnte.

### Ueber Kulissen-Steuerungen.

Von A. Richter, Königlicher Eisenbahn-Bauinspector in Hamburg.

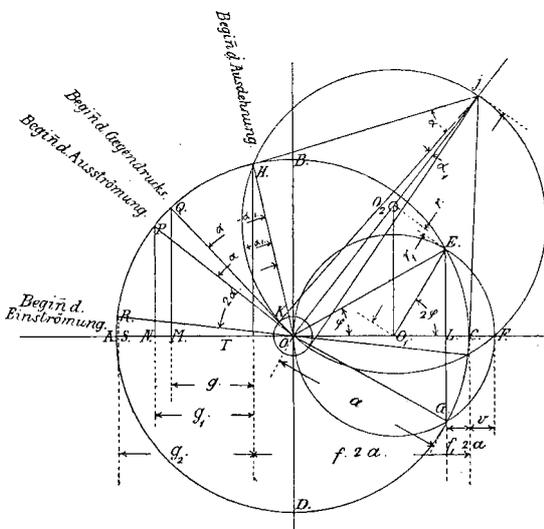
(Hierzu Zeichnungen Fig. 1 bis 9, Taf. IV.)

(Schluß von Seite 9.)

#### 4. Erweiterung der Steuerungs-Theorie.

Wie die Uebersicht V (Seite 10) lehrt, giebt die schlechtere Steuerung eine gröfsere Füllung für die Mittelstellung. Es läßt sich nun allgemein beweisen, daß eine Kulissensteuerung, welche das Gesetz der Schieberkreise erfüllt, um so besser wirkt, je kleiner die Füllung für die Mittelstellung ist. Hat man diesen Satz als richtig erkannt, so kann man leicht von vorn herein die besten Verhältnisse einer Steuerung ermitteln. Es sei in Fig. 8 ABCD der äußere Deckungskreis, er stelle auch gleich den

Fig. 8.



Kurbelkreis dar. Der kleine Kreis desselben Mittelpunktes entspreche der inneren Schieberdeckung, OEF G sei der Schieberkreis für den Todpunkt der Kulisse oder für die sogenannte Mittelstellung und OHJ F sei der Schieberkreis für einen beliebigen Füllungsgrad f. Die Füllungswertzhiffer für die Mittelstellung für  $f_1$ , der Halbmesser des kleinen Schieberkreises  $O_1E = r_1$ , derjenigen des großen  $O_2J = r$ , die innere Deckung  $OK = i$  und die äußere Deckung  $OG = a$ . Aus der Abbildung ersehen wir, daß  $AC = 2a$  den Kolbenhub,  $LC = f_1 \cdot 2a$  und  $TC = f \cdot 2a$  die Kolbenwege für die den beiden Schieberkreisen entsprechenden Füllungen, sowie  $CF = v$  die lineare Voreilung darstellen. Zwischen den Werthen  $a, f_1, r_1$  und  $v$

bestehen einfache Beziehungen. Aus  $OF = OC + CF$  folgt zunächst:

$$2r_1 = a + v \quad \dots \quad \text{Gl. 1)}$$

Ist ferner Winkel  $EOC = \varphi$ , also  $\sphericalangle EO_1C = 2\varphi$ , so folgt weiter, da  $LE = EO \cdot \sin \varphi = a \cdot \sin \varphi$  und auch  $= EO_1 \cdot \sin 2\varphi = r_1 \cdot \sin 2\varphi$  ist,

$$a \cdot \sin \varphi = r_1 \cdot \sin 2\varphi \text{ oder}$$

$$a = r_1 \cdot \frac{\sin 2\varphi}{\sin \varphi} = 2r_1 \cdot \cos \varphi.$$

Hierin ist  $\cos \varphi = 1 - 2f_1$ , aus  $\cos \varphi = \frac{OC - CL}{OE} = \frac{a - 2af_1}{a}$  gefunden, folglich erhält man

$$a = 2r_1(1 - 2f_1) \quad \dots \quad \text{Gl. 2)}$$

Sind also 2 von den Größen  $a, f_1, r_1$  und  $v$  bekannt, so kann man die beiden andern ermitteln. Es seien z. B. die lineare Voreilung  $v$  und die kleinste Füllung  $f_1$  angenommen, der gewöhnliche Fall, so erhält man aus den Gleichungen 1) und 2):

$$r_1 = \frac{v}{4f_1} \quad \dots \quad \text{Gl. 3)}$$

und dann aus Gleichung 1):

$$a = v \frac{1 - 2f_1}{2f_1} \quad \dots \quad \text{Gl. 4)}$$

Betrachtet man jetzt den großen Schieberkreis, so sieht man zunächst, daß der Gegendruck auf dem Kolbenwege AM stattfindet, der ausdehnende Dampf auf dem durch die Strecke NT dargestellten Wege den Kolben treibt, und AS den Kolbenweg der Voreinströmung darstellt. Damit ein möglichst kleiner Gegendruck vorhanden ist, muß  $MT = g$  möglichst groß sein, wie auch  $NT = g_1$  und  $ST = g_2$  recht groß sein sollen, um einerseits den ausdehnenden Dampf recht lange auszunutzen und andererseits dem Kolben nicht zu früh frischen Dampf entgegenströmen zu lassen. Die Maße  $g, g_1$  und  $g_2$  kann man durch  $f, v$  und  $i$  ausdrücken, hierbei kommt man jedoch zu wenig übersichtlichen Formeln, es wird deshalb die nachstehende einfachere Betrachtung vorgezogen.

Werden die Winkel  $\widehat{HJO}$  und  $\widehat{KJOn}$   $\alpha$  und  $\alpha_1$  genannt, so erkennt man, daß Winkel  $\widehat{HOQ} = \alpha - \alpha_1$ , Winkel  $\widehat{HOP} = \alpha + \alpha_1$ , Winkel  $\widehat{HOR} = 2\alpha$  ist, sowie daß  $g, g_1$  und  $g_2$

mit diesen Winkeln wachsen. Es handelt sich also darum,  $\alpha$  möglichst groß und  $\alpha_1$  möglichst klein zu erhalten. Bezüglich des Winkels  $\alpha$  ist die Forderung nicht zweifelhaft, bei  $\alpha_1$  aber erscheint sie auf den ersten Blick fraglich. Bedenkt man jedoch, daß durch Verkleinerung von  $\alpha_1$  der Gegendruckabschnitt günstig und der Ausdehnungsabschnitt ungünstig beeinflusst werden, und daß bei jener zufolge der nähern Lage zur höchsten Kurbelstellung der Einfluß bedeutender ist, sowie weiterhin, daß eine Verringerung der Gegendruckwirkung werthvoller ist, als eine Verkürzung des Ausdehnungsabschnittes (man betrachte nur die Indicator-Schaulinien), so muß auch bei  $\alpha_1$  die Forderung als zutreffend anerkannt werden.

Für die beiden Winkel  $\alpha$  und  $\alpha_1$  bestehen die Beziehungen

$$\sin \alpha = \frac{OH}{OJ} = \frac{a}{2r} \quad \text{und}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{OK}{OJ} = \frac{i}{2r},$$

worin die innere Deckung  $i$  durch die Praxis (darf selten kleiner als  $1^{\text{mm}}$  sein) und die äußere Deckung  $a$  durch die obige Gleichung 4 bestimmt ist. Der Halbmesser  $r$  steht für alle Füllungen in einem bestimmten Verhältnisse zu  $r_1$ , weshalb man setzen kann  $r = c \cdot r_1$ . Hierin ist  $c$  als eine bestimmte Zahl zu betrachten, weil für jede Füllung und Steuerung nur ein einziges  $c$  (von der unveränderlichen Anordnung der äußern Steuerung allein abhängig) vorhanden sein kann, und  $r_1$  ergibt sich aus Gleichung 3. Setzt man die Werthe ein, so erhält man nach Ausrechnung:

$$\sin \alpha = \frac{1 - 2f_1}{c} \quad \text{und}$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{i \cdot 2f_1}{c \cdot v}.$$

Aus den beiden Formeln folgt ohne Weiteres, daß  $\alpha$  wächst und  $\alpha_1$  abnimmt, wenn  $f_1$  und  $i$  kleiner werden und  $v$  größer wird. Da nun aber nach Gl. 4)  $v = a \frac{2f_1}{1 - 2f_1}$  ist, so kann es bei abnehmendem  $f_1$  nur durch Vergrößerung von  $a$  wachsen, also bedeutet die letztere Bedingung, daß  $a$  groß sein soll. Die Größe von  $a$  ist indessen durch die Praxis beschränkt, weshalb bei sonst gleichen Verhältnissen mit einer Verkleinerung von  $f_1$  auch eine Herabminderung von  $v$  verbunden ist und untersucht werden muß, welcher der beiden Werthe der wichtigere ist. Dies kann nicht zweifelhaft sein, da  $f_1$  in doppelter Größe beide Winkel  $\alpha$  und  $\alpha_1$  vortheilhaft beeinflusst und  $v$  allein und im einfachen Verhältnisse gegebenen Falles auf den weniger wichtigen Winkel  $\alpha_1$  nachtheilig einwirkt. Bei den Steuerungen Uebersicht I und VIII (Seiten 10 und 11) z. B. haben wir  $f_1 = 0,08$  und  $0,06$ ,  $v = 3,8$  und  $3,4^{\text{mm}}$ ,  $a = 20$  und  $25^{\text{mm}}$  und erhalten durch einfache, hier fortgelassene Rechnung für 0,1; 0,2; 0,3 Füllung:

$$c = 1,000; 1,046; 1,109 \text{ u. } 1,011; 1,06; 1,13$$

$$\text{Winkel } \alpha = 55^\circ 10'; 51^\circ 40'; 47^\circ 40' \text{ u. } 60^\circ 30'; 56^\circ 10'; 51^\circ 10'$$

$$\text{Winkel } \alpha_1 = 3^\circ 40'; 3^\circ 30'; 3^\circ 20' \text{ u. } 3^\circ; 2^\circ 50'; 2^\circ 40'$$

Wählte man bei der Steuerung Uebersicht VIII die lineare Voreilung  $v = 3,8^{\text{mm}}$ , wie bei Uebersicht I, behielte aber  $a = 25^{\text{mm}}$  bei, so erhielte man  $f_1 = 0,066$  und für 0,1; 0,2; 0,3 Füllung  $c = 1,006; 1,056; 1,125$ , Winkel  $\alpha_1 = 59^\circ 40'; 55^\circ 20'; 50^\circ 30'$  und Winkel  $\alpha = 3^\circ; 2^\circ 50'; 2^\circ 40'$ . Die in Betracht kommenden 3 Winkel  $\alpha - \alpha_1$ ,  $\alpha + \alpha_1$  und  $2\alpha$  sind bei diesen 3 Steuerungsanordnungen aus der nachfolgenden Zusammenstellung zu erkennen.

Steuerung =	A (Uebersicht I).			B (Uebersicht VIII).			C.		
	a = 20; i = 1,5; f <sub>1</sub> = 0,08; v = 3,8.			a = 25; i = 1,5; f <sub>1</sub> = 0,06; v = 3,4.			a = 25; i = 1,5; f <sub>1</sub> = 0,066; v = 3,8.		
Füllung =	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
$\sphericalangle \alpha - \alpha_1 =$	51° 30'	48° 10'	44° 20'	57° 30'	53° 20'	48° 30'	56° 40'	52° 30'	47° 50'
$\sphericalangle \alpha + \alpha_1 =$	58° 50'	55° 10'	51°	63° 30'	59°	53° 50'	62° 40'	58° 10'	53° 10'
$\sphericalangle 2\alpha =$	110° 20'	103° 20'	95° 20'	121°	112° 20'	102° 20'	119° 20'	110° 40'	101°

Hiernach ist die Steuerung B die beste, trotzdem  $v$  am kleinsten ist, sodann folgt C, welche bei einem größeren  $v$  dasselbe  $a$  hat, und am schlechtesten ist A, welche das kleinste  $a$  und das größte  $f_1$  besitzt. Wir werden unten sehen, daß Steuerung C thatsächlich ganz wesentlich besser, als A wirkt, hier kam es nur darauf an, zu zeigen, daß bei demselben  $a$  eine Verkleinerung von  $f_1$  vortheilhaft ist, obgleich damit auch eine Verringerung von  $v$  verbunden ist. Berücksichtigt man nach dieser Erkenntnis, daß ein Kanalschieber die kleinste lineare Voreilung und deshalb auch die kleinste Füllung  $f_1$  gestattet, so ist die allgemeine Zweckmäßigkeit des Kanalschiebers erwiesen. Ohne zwingende Gründe sollte man von der Anwendung eines Kanalschiebers bei keiner Kulissensteuerung Abstand nehmen.

Schließlich wäre noch der Einfluß des Coefficienten  $c$ , welcher bekanntlich gleich  $\frac{r}{r_1}$  angenommen war, zu untersuchen. Nach Gleichung 1) gilt ganz allgemein  $2r_1 = a + v$ , folglich erhalten wir  $c = \frac{2r}{a + v}$ . Für die kleinen und mittleren Füllungen, auf die es vorwiegend ankommt, kann  $v$  bei den gebräuchlicheren Kulissensteuerungen als unveränderlich angenommen werden, weshalb man für dieselbe Füllung bei allen Steuerungen die gleichen  $r$  und  $c$  erhält, wenn natürlich die  $a$  und  $v$  gleich sind. Die betreffenden Schieberkreise sind dann nämlich durch dieselben drei Punkte (O, H u. F in der Textabbildung) bestimmt. Hiermit ist ein abermaliger Beweis für die theoretische Gleichwerthigkeit aller Kulissen-

steuerungen für Locomotiven erbracht; denn bei diesen muß die Steuerung das zu Grunde gelegte Gesetz der Schieberkreise erfüllen, um für verschiedene Füllungen und Fahrtrichtungen brauchbar zu sein. Da außerdem  $c$  das einzige, von der äußeren Steuerung abhängige Glied in den Ausdrücken für  $\alpha$  und  $\alpha_1$  ist, so muß es als ein vergebliches Bemühen bezeichnet werden, eine Locomotiv-Steuerung durch Aenderung des theoretisch richtigen Gestänges verbessern zu wollen. Geringe Aenderungen, welche die Erzeugung größerer Gleichmäßigkeit bezwecken, sind selbstverständlich nicht gemeint. Die wichtigsten Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen lassen sich in folgender Regel zusammenfassen:

Die Wirkungsweise einer Kulissensteuerung ist um so besser, je kleiner die Füllung für die Mittelstellung, je größer die äußere und je kleiner die innere Schieberüberdeckung ist.

Aus dem folgenden Beispiele geht die praktische Anwendung der hier entwickelten Formeln und Regeln in einfachster Weise hervor.

##### 5. Beispiel und vorgeschlagene Steuerungsänderung.

Die Steuerung Fig. 1, Taf. IV soll so umgebaut werden, daß die kleinste Füllung  $f_1$  höchstens  $= 0,06$  (statt  $0,08$ ) und hierfür die lineare Voreilung mindestens  $= 3,4$  (statt  $3,8$ )<sup>mm</sup> wird. Die Anordnung des Gestänges, welche als zweckmäßig erkannt ist und sich vorwiegend nach der Bauart der Locomotive richtet, soll beibehalten werden. Auch sollen die Schieber der neuen Steuerung ebenfalls  $i = 1,5$ <sup>mm</sup> innere Deckung haben. Zu bestimmen sind die äußere Schieberüberdeckung  $a$ , der Voreilwinkel  $\delta$  und die Excentricität  $e$ .

Gemäß den Gleichungen 3 und 4 des Abschnittes 4 erhält man

$$a = v \frac{1 - 2f_1}{2f_1} = 3,4 \frac{1 - 2 \cdot 0,06}{2 \cdot 0,06} = 25 \text{ mm}$$

$$\text{und } r_1 = \frac{v}{4f_1} = \frac{3,4}{4 \cdot 0,06} = 14,2 \text{ mm.}$$

Weiterhin gilt für  $e$  und  $\delta$  die bekannte Gleichung (Zeuner)

$$r_1 = \frac{e}{2} (\sin \delta - \frac{c}{l} \cdot \cos \delta),$$

worin  $c$  die halbe Kulissenlänge  $= 196$ <sup>mm</sup> und  $l$  die Excenterstangenlänge  $= 1330$ <sup>mm</sup> ist. Unter Einsetzung des Werthes für  $r_1$  finden wir also

$$e = \frac{2 \cdot 14,2}{\sin \delta - 0,147 \cdot \cos \delta}.$$

Würde  $\delta$ , wie ursprünglich,  $30^\circ$  betragen, so erhielte man  $e = 76,14$ <sup>mm</sup>, was zu groß erscheint weshalb  $\delta = 31^\circ$  angenommen und dann

$$e = 73,01 \sim 73 \text{ mm}$$

erhalten wird.

Bei  $\delta = 34^\circ$  (zweiter Vorschlag von Strauß) würde ohne Erreichung anderer Vortheile  $e = 65$ <sup>mm</sup>, also das Excenter kleiner werden. Hiervon ist jedoch mit Rücksicht auf die Kleinheit der dann noch zur Verfügung stehenden größten Füllung von noch nicht  $0,7$  Abstand genommen worden. Bei  $\delta = 30^\circ$  wäre die größte Füllung gleich der ursprünglichen geworden.

Durch die vorstehende, gewiß einfache Rechnung sind schon die Hauptmase der Steuerung gefunden, es bleibt nur noch zu untersuchen, ob und in welchem Umfange die erwarteten Vortheile wirklich erreicht worden sind. Vergleicht man die für die neue Steuerung geltende Schieberübersicht VIII mit den Uebersichten I, III und VI, Seiten 10 und 11, so erkennt man, daß sie die bei weitem beste Wirkung giebt. Die Oeffnung der Dampfeinlaßkanäle (für die Uebersichten III und VI, Seiten 10 und 11 kann natürlich nur die Vorwärtsfahrt in Betracht kommen) ist nur bei den Füllungen bis  $0,1$ , gegenüber Uebersicht VI bis  $0,2$ , unbedeutend kleiner, bei allen anderen Füllungen aber größer geworden. Bei den Auslaßkanälen tritt infolge der größeren äußeren Ueberdeckung überall ein größeres Oeffnen ein. Sieht man von diesem bedeutenden Vortheile vorläufig ab, so findet man durch die im Abschnitte 2 beschriebene Vergleichsrechnung bei  $0,2$  Füllung eine bessere Wirkung der neuen Steuerung gegenüber der ursprünglichen von  $(18 - 9) + (413 - 401) + (233 - 215) = 9 + 12 + 18 = 39$ <sup>mm</sup> Kolbenweg oder  $6,5\%$ .

In Wirklichkeit wird eine besser Wirkung von  $20\%$  vorhanden sein. Daneben ist zu berücksichtigen, daß die neue Steuerung breitere Dampfschieber hat. Der neue Schieber und die Anordnung des Schieberspiegels gehen aus Fig. 9, Taf. IV hervor. Bei einem  $14$ <sup>mm</sup> breiten Schieber haben die Einlaßkanäle  $32$ <sup>mm</sup> Weite erhalten, um bei  $0,4$  und der größten Füllung voll als Auslaßkanäle zur Geltung zu gelangen. Durch den breiteren Schieber wird übrigens, wie die neuesten vierachsigen Schnellzug-Locomotiven, deren Schieber sogar  $230$ <sup>mm</sup> breit sind, beweisen, kein bedeutender Nachtheil hervorgerufen. Endlich sei noch auf die größte Füllung, welche nur  $0,7$  beträgt, aufmerksam gemacht. Durch Anwendung einer sogenannten Taschenkulissee kann man leicht eine beliebig große Füllung erhalten, dieselbe gestattet auch kleinere Excenter und verschlechtert die Dampfvertheilung nicht.

Würde z. B. eine Taschenkulissee von  $2 \cdot c = 2 \cdot 135 = 270$ <sup>mm</sup> Länge zur Anwendung gelangen, so könnte man Excenter mit  $\delta = 32^\circ$  Voreilwinkel und  $e = 64$ <sup>mm</sup> Excentricität benutzen und hätte eine größte Füllung von  $0,8$  und mehr zur Verfügung. Zufolge der kleineren Excenter und der kürzeren Kulissee würde bei den mittleren Füllungen auch eine größere Gleichmäßigkeit vorhanden sein.

Soll die vorbesprochene Steuerung bei vorwiegend vorwärts fahrenden Locomotiven Verwendung finden, so ist der erste Vorschlag von Strauß zu berücksichtigen. Damit die lineare Voreilung für den Vorwärtsgang nicht zu klein ausfällt, dürfen die Excenterscheiben nur um  $3^\circ$  versetzt werden, so daß die Vorwärts-Excenter  $28^\circ$  und die Rückwärts-Excenter  $34^\circ$  Voreilung erhalten. Für die so geänderte Steuerung gelten die Schieberübersichten IX und X Seite 11 und die mit  $\times$  gezeichneten Schieber-Schaulinien und Eintheilung für die Steuerungsschraube, Fig. 2 und 3, Taf. IV. Wie bedeutend die jetzt erhaltene Steuerung alle bisher behandelten übertrifft, unterliegt nach den Grundlagen keinem Zweifel. Gegenüber der ursprünglichen Steuerung liefert die Vergleichsrechnung (Uebersicht I und IX) für  $0,2$  Füllung und Vorwärtsfahrt eine Verbesserung von  $(18 - 7) + (418 - 401) + (233 - 210) =$

$= 11 + 17 + 23 = 51$  mm Kolbenweg oder 8,5%. Betrachtet man daneben die Kanalöffnungen, so findet man bezüglich des Einströmungskanals eine Verschlechterung von  $2(4,9 - 4,7) = 0,4$  mm oder 4,1% und bezüglich des Ausströmungskanals eine Verbesserung von  $(25 - 1,5 + 4,7) - (20 - 1,5 + 4,9) = 28,2 - 23,4 = 4,8$  mm oder 20,5%, wenn Kolbendurchmesser und Kanallängen in beiden Fällen gleich sind. Nimmt man an, daß die berechneten Werthe wirklich zur Geltung gelangen, so würde die neue Steuerung  $8,5 - 4,8 + 20,5 = 24,2$ % besser wirken. Eine Verbesserung von 30% wird man mit Rücksicht auf die mit den neuesten vierachsigen Schnellzug-Locomotiven angestellten Versuche annehmen dürfen. Aber nicht allein für die Vorwärtsfahrt wirkt die zuletzt betrachtete Steuerung besser, als alle früher behandelten, sondern auch für die Rückwärtsfahrt, wobei sie sogar die Wirkung der zu Uebersicht II und IV Seite 10 gehörigen Steuerungen bezüglich der Vorwärtsfahrt noch übertrifft.

Die größte Füllung der neuen Steuerung beträgt 0,72 für die Vorwärts- und 0,68 für die Rückwärtsfahrt, sie genügt bei dem unzweifelhaft erreichten besseren Anziehen der Locomotive sehr wahrscheinlich. Andern Falles müßte eine Taschenkulissee zur Anwendung gelangen.

Die innere Deckung von 1,5 mm wird, mindestens bei schneller fahrenden Locomotiven, auf 1 mm zu verringern sein. Hinsichtlich der vorliegenden Betrachtungen schien es zweckmäßig, von dieser Aenderung Abstand zu nehmen.

#### 6. Weitere Betrachtungen.

Die sämtlichen, aus den Untersuchungen zu 2—5 gezogenen Schlüsse gelten nicht nur für die Steuerung von Allan, sondern auch für die von Stephenson, Gooch, Heusinger von Waldegg, Pius Fink u. s. w., da die Ermittlungen sich allein auf das Gesetz der Schieberkreise stützten und dieses für sämtliche Giltigkeit hat. Dem Vorsetzen beider Excenterscheiben bei den drei erstgenannten Steuerungen entspricht eine schiefe Anordnung bei den beiden letztgenannten.

Bezüglich der Steuerungen mit zwei Excentern ist es im Allgemeinen gleichgiltig, ob die Excenterstangen gekreuzt oder offen sind, immer muß dasjenige Excenter, welches für die zu verbessernde Fahrtrichtung gilt, den kleinern Voreilwinkel erhalten. Bei offenen Excenterstangen der Stephenson- und der Allan-Steuerung ist indessen zu beachten, daß die lineare Voreilung bei der kleinsten Füllung größer ist, als bei der größten, und hierdurch ein Vorsetzen der Excenterscheiben unter Umständen ausgeschlossen wird.

Auch das Vorhandensein eines Zwischenhebels verhindert die Anwendung des Straufs'schen Vorschlages u. s. w. nicht,

was im Hinblick auf die neuesten vierachsigen Schnellzug-Locomotiven besonders hervorgehoben sei.

Weiter folgt aus den obigen Betrachtungen, daß bei der Stephenson-Steuerung mit gekreuzten Stangen nicht nur eine nahezu unveränderliche lineare Voreilung für die Vorwärtsfahrt erreicht wird, wenn das Vorwärts-Excenter einen kleinern und das Rückwärts-Excenter einen größern Voreilwinkel erhält, sondern auch eine bessere Wirkung. Aus diesem Grunde sollte man die Excenterscheiben um einen noch größeren Winkel versetzen. Ganz verfehlt aber wäre es, bei offenen Stangen eine unveränderliche lineare Voreilung für die Vorwärtsfahrt schaffen zu wollen, weil hierdurch die Wirkung der Steuerung für die Rückwärtsfahrt verbessert, und für jene verschlechtert würde. Im Einklange hiermit steht die in Amerika für die genannte Steuerung aufgestellte Regel, die lineare Voreilung bei der kleinsten Füllung 6—10 mm und bei der größten 1,5 bis 3 mm zu wählen. Zweckmäßig ist es übrigens nicht, für die Mittelstellung eine so große lineare Voreilung zuzulassen (siehe Abschnitt 3 und 4); man sollte daher, wenn eine Steuerung dies nothwendig macht, sehr eingehend prüfen, ob nicht eine andere Anordnung vorzuziehen wäre.

#### 7. Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse.

- a) Je kleiner die Füllung für die Mittelstellung ist, desto besser wirkt eine Kulissensteuerung. Beim Entwerfen einer Steuerung werden die Schieber und die Excenter zweckmäßig unter Zugrundelegung der kleinsten Füllung bestimmt.
- b) Durch das Gestänge kann im Allgemeinen eine Verbesserung der Kulissensteuerungen nicht erreicht werden.
- c) Der Kanalschieber sollte möglichst bei allen Kulissensteuerungen Anwendung finden.
- d) Bei allen vorwiegend vorwärts fahrenden Locomotiven ist die Steuerung derart schief anzuordnen, daß das Vorwärtsexcenter den kleineren Voreilwinkel erhält. Die Bauart der Steuerung und die Größe der gewöhnlichen Fahrgeschwindigkeit der Locomotive kommen dabei im Allgemeinen nicht in Betracht.
- e) Durch die schiefe Anordnung wird nur noch eine geringe Abänderung der Eintheilung für die Steuerungsschraube bedingt. Deshalb empfiehlt es sich, auch bei den bereits vorhandenen Locomotiven die Excenterscheiben zu versetzen.
- f) Die Größe des Winkels, um welchen die Excenterscheiben am zweckmäßigsten versetzt werden, ist in jedem Einzelfalle zu ermitteln. Dies kann mit fast immer genügender Genauigkeit an Hand von Zeuner'schen Schieber-Schaulinien erfolgen.

## Vorschläge zur Verbesserung der Prüfungen eiserner Brücken.

Von Breuer, Königlich-Regierungs-Baumeister zu Hagen i. W.

(Schluss von Seite 15.)

Gegenüber diesen zahlreichen Lücken der bisherigen Brückenbücher findet man häufig die ziemlich bedeutungslosen Trägheitsmomente eingetragen; für Blechträger genügt das Widerstandsmoment und für Fachwerkbrücken ist die Berechnung der Durchbiegung aus dem Trägheitsmomente viel zu ungenau.

Die Messung der Durchbiegung kann genügend scharf nur gegen feste Latten oder Gerüste erfolgen; können solche wegen Lage der Brücke nicht angebracht werden, so ist einer der neueren Durchbiegungsmesser (Klopsch, Fränkel u. A.) zu verwenden. Die Messung mit dem Nivellirinstrumente ist kaum auf 2<sup>mm</sup> genau durchzuführen und das genügt nicht.

Die Berechnungen alter Brücken sind z. Th. verloren, z. Th. schwer aufzufinden, jedenfalls für Feststellungen heute nicht mehr maßgebend, denn abgesehen von den theoretischen Fortschritten kennen wir heute die Eigenschaften der Baustoffe und deren Einfluss genauer und die Lasten sind ganz andere geworden. Das Gewicht der Güterwagen wurde von 16 auf 22 t erhöht, der Achsdruck der Tender ist von 9 auf 11,50 t und der Achsdruck der Locomotiven von 13,5 auf 15,2 t gestiegen.

Auf Nebenspannungen wurde erst seit einem Jahrzehnt durch Winkler, Manderla u. A. Gewicht gelegt, und viel länger ist es auch noch nicht her, dass der Dimensionierung die anderen Verfahren von Launhardt, Weyrauch u. A. zu Grunde gelegt werden.

Aus diesen Gründen kann unter Umständen bei älteren Brücken eine volle Neuberechnung der Spannungen behufs Aufnahme in's Brückenbuch erforderlich werden. Ein Brückenbuch, welches mit den hier geforderten Berechnungen ausgerüstet wäre, würde wenigstens einen bestimmten Anhalt zur Beurtheilung der betreffenden Brücken bieten. Eine erschöpfende Kenntnis würde allerdings hiermit unter Umständen noch nicht gewonnen sein. Dazu würde es auch noch der Aufmessung nicht nur aller bleibenden Durchbiegungen, sondern auch besonders aller etwaigen Verbiegungen bedürfen, eine Arbeit, welche bei den geringen Werthen, um die es sich hier handelt, so zeitraubend ist, dass sie kaum bei jeder Brücke durchgeführt werden kann. Durch die Ausstattung der Brückenbücher, wie hier vorgeschlagen, wäre dann aber den Aufsichtsbeamten wenigstens die Möglichkeit gegeben, diejenigen Brücken oder Brückentheile auszuwählen, für welche noch besondere eingehende Untersuchungen erforderlich erscheinen, und zwar sowohl in Bezug auf kleine Veränderungen gegen die ursprüngliche Gestalt der Träger, als auch die Geradheit der einzelnen Glieder.

Bisher ist es nur Vorschrift, in bestimmten Zwischenräumen die Höhenlage der Träger festzustellen. Bei der Ungenauigkeit und Schwierigkeit dieser gewöhnlich sehr kleine Maße betreffenden Messungen haben sie, abgesehen von der Untersuchung etwaiger Auflagersenkungen, für den eisernen Ueber-

bau selbst bei kleinen und mittleren Spannweiten wenig Werth, zumal noch die in Folge von Wärmeunterschieden in Ober- und Untergurt auftretenden Ausbiegungen oder Krümmungen berechnet und bei der endgültigen Festsetzung der beobachteten Durchbiegung berücksichtigt werden müssen. Diese Nivellements werden daher vielfach gar nicht ausgeführt, wenn sie auch von den Vorschriften ausdrücklich verlangt werden. Ich habe noch nie bei kleineren oder mittleren Spannweiten bleibende Durchbiegungen mit Sicherheit nachweisen können. Selbst der geübteste Feldmesser giebt zu, dass er mit den gewöhnlichen Nivellirinstrumenten Unterschiede von 1½ bis 2<sup>mm</sup> erhält, d. i. mehr, als die bleibenden Durchbiegungen betragen.

Wichtiger erscheint es, auf die seitlichen bleibenden und vorübergehenden Verbiegungen zu achten, besonders bei allen gedrückten Gurten und Gitterstäben.

Bei einer in den 70er Jahren gebauten offenen Eisenbahnbrücke wurde erst nach 10 Jahren bemerkt, dass sich die Obergurte beim Hinüberfahren eines Zuges ganz bedenklich nach innen neigten und eine sofortige Aussteifung der Pfosten erforderlich war. Durch Nivellement der Höhenlage war hier nichts festzustellen.

Eine schweizerische Strafsenbrücke von 35<sup>m</sup> Spannweite bei Salez brach bei 80 % der vollen Probelastung plötzlich vollständig zusammen, als die Durchbiegung erst 10<sup>mm</sup> erreicht hatte. Diese seitlichen Ausbiegungen treten namentlich bei offenen Brücken mit steif an die Pfosten angeschlossenen Querträgern in starkem Maße auf, sie sind aber am leichtesten zu messen. Allerdings bieten auch diese allein keinen Maßstab für die Sicherheit eines Bauwerkes und können unter Umständen täuschen. So betrug die Ausbiegung der Obergurte der Birsbrücke bei der Probelastung nur 3<sup>mm</sup>, während die Schwankungen der Obergurte bei unseren offenen Brücken von gleicher Spannweite häufig das Dreifache betragen.

Die im Laufe der Jahre etwa zunehmende Veränderlichkeit im Abstände der beiden Ober- und Untergurte und die Ausbiegung von Druckstäben, gemessen mittels längs derselben gespannter feiner Drähte, ließen sich unschwer nebst den daraus entspringenden örtlichen Ueberanstrengungen in den Brückenbüchern verfolgen.

Ich schlage deshalb für den Vordruck unserer Brückenbücher noch die folgenden neuen Spalten vor:

- »1) Schwankungen des Obergurtes,
- 2) Schwankungen des Untergurtes,
- 3) Abstand der Obergurte.«

Eine Eintragung »Größtzulässige Schwankung« ist nicht thunlich, da in dieser Beziehung über die äußersten Grenzen noch wenig bekannt ist. Eine Regel, wie bei Beurtheilung der Durchbiegung, wo man  $\frac{1}{1800}$  bis  $\frac{1}{1500}$  der Spannweite noch als zulässig betrachtet, giebt es für die Schwankungen nicht, aber auch die Schwankungen gehören zu den vielen

Punkten, aus denen sich im Ganzen die Sicherheit einer Brücke einigermaßen beurtheilen läßt und müssen daher gemessen werden.

Im Vorstehenden sind also zwei Hauptvorschläge gemacht, die Einführung von Probebelastungen mit verstärkter Last und die Vervollkommnung unserer Brückenbücher durch Aufnahme der Spannungen, Inanspruchnahme und zulässigen Grenzen der Biegungen und Schwankungen. Es fragt sich nun, ob bei Ausführung und Beachtung dieser Vorschläge unter allen Umständen die rechtzeitige Entdeckung gefahrvoller Zustände in einer Brücke gesichert ist?

Die bisherigen Erfahrungen sind so dürftig, daß wir gegenüber den Fortschritten in der Theorie der Brücken und der Materialerkenntnis in diesem besondern Theile der Brückenwissenschaft noch nicht über die ersten Anfänge hinausgekommen sind. Ein dritter Vorschlag bezweckt die Förderung auch dieser Frage.

Angesichts der beabsichtigten Einführung schwerer Schnellzugslocomotiven steht die Frage der Brückenverstärkung und Auswechslung augenblicklich auf der Tagesordnung. In Oesterreich, England und Frankreich werden zahlreiche Brücken ausgewechselt, auch uns wird in der Folge das Auswechseln nicht erspart werden. (Nach No. 55 der Zeitschrift deutscher Eisenbahnverwaltungen v. J. wurden in Oesterreich auf der Staatsbahn von 4800 Brücken 1100, also  $\frac{1}{3}$  verstärkt; auf der Südbahn wurden 144 Ueberbauten ausgewechselt und 254 sind noch in der Auswechslung begriffen).

Kleinere Brücken werden schon jetzt vielfach auch bei uns ausgewechselt. Das Auswechseln ist aber kostspielig, und so dürfte es von der größten Wichtigkeit sein, den richtigen Zeitpunkt festzustellen. Nichts würde geeigneter sein, hierüber Aufklärung zu geben, als Bruchbelastungs-Versuche mit einigen ausgewechselten Brücken anzustellen. Die uns auf diesem besonderen Gebiete noch fehlenden Erfahrungen können nur durch solche Versuche gewonnen werden. Dann würde man sich überzeugen können, ob eine Brücke rechtzeitig ausgewechselt ist, oder ob man zu ängstlich vorgegangen ist und die Brücke hätte liegen lassen können.

Durch die Ausführung dieses dritten Vorschlages könnte die Erkenntnis gefahrvoller Zustände in einer Brücke am besten gefördert werden. Bisher sind derartige Versuche mit ganzen Brücken, so viel bekannt, noch nicht ausgeführt worden.

Die von der Actiengesellschaft Harkort in Duisburg vorgenommenen Probeversuche bezogen sich nur auf die allereinfachsten Blechträger, Querträger und dergleichen von geringer Stützweite, nicht aber auf Fachwerksträger irgend welcher Art, noch viel weniger auf ganze Brücken. Aber schon bei diesen allereinfachsten Proben ergab sich, daß die Last, welche den ersten Bruch hervorbrachte, hinter derjenigen, welche der Bruchfestigkeit des Schmiedeeisens entsprach, durchschnittlich um 6%, aber auch bis 12% und noch darüber zurückblieb. Bei den dortigen Versuchen mit Flusseisen erwies sich die wirkliche Tragkraft durchschnittlich um 23% geringer.

Die in der Praxis auftretenden wirklichen Belastungen eines Trägers sind aber bei Weitem ungünstiger, wie diejenigen

der Harkort'schen Probeträger. Bei diesen war durch seitliche Führungen dafür gesorgt, daß die Mittellinien der Träger und Kräfte stets in einer Ebene blieben. Wenn nun schon unter so günstigen Verhältnissen und bei den allereinfachsten Blechträgern von nur 5,8 m Länge die wirkliche Tragkraft erheblich hinter der erwarteten zurückblieb,\*) dann wird man sicher annehmen dürfen, daß bei größeren Spannweiten und vieltheiligen Trägern die wirkliche Tragkraft leicht um 20 bis 30% geringer werden kann.

Rechnet man dann noch hinzu, daß in Wirklichkeit die Träger einer Brücke nicht eingespannt sind und die äußeren Kräfte die verschiedensten Richtungen haben, auch nicht unmittelbar, sondern erst durch Vermittelung von Quer- und Längsträgern auf die Hauptträger wirken, so wird die wirkliche Tragkraft unter Umständen vielleicht 30 bis 40% geringer werden können, als die theoretische.

Für die Beurtheilung der Tragkraft oder Sicherheit einer Brücke soll die Elasticitätsgrenze den Maßstab abgeben. Nach den obigen Betrachtungen über die Bruchgrenze wird man auch den Schluß ziehen dürfen, daß bei der Belastung einer Brücke wahrscheinlich die Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze früher eintritt, als nach der Theorie, oder wie es nach der an Probstäben ermittelten Elasticitätsgrenze der Fall sein müßte. Will man also bleibende Formänderungen bei einer Brücke vermeiden, so müßte man wissen, bei welcher Inanspruchnahme der Beginn derselben in Wirklichkeit eintritt. Die zulässige Spannung müßte dann mit Rücksicht hierauf gewählt werden und daher vielleicht schärfer festgestellt werden, als bisher.

Gegen die vorgeschlagenen Versuche mit ganzen Brücken wird man nun die hohen Kosten anführen. Diese sind nicht so hoch; beispielsweise würde die Neuaufstellung einer eingleisigen Brücke zum Zwecke von Versuchen auf ebener Erde, also ohne Montagegerüst, nur 60 bis 80 Mark für die Tonne, für eine 50 t schwere Brücke von 30 m Stützweite also nur 4000 Mark kosten und der Aufbau zweier Pfeiler von 1 m Höhe stellt sich auf 3000 Mark.

Noch mehr würde es sich empfehlen, die zu Probeversuchen bestimmte Brücke aus den Lagern zu heben und seitlich auf niedrigere Pfeiler herabzulassen, weil bei der Wiederaussetzung neue Nieten und andere Spannungen hineinkommen würden und die Brücke dann nicht mehr so wirken würde, wie zuletzt im Betriebe, und gerade die Feststellung der Tragfähigkeit in unverändertem Zustande wird ja bezweckt.

So würde die Neuaufstellung erspart werden und nur der Aufwand für ein einfaches Gerüst erwachsen. Wo der Versuch mit Locomotivbelastung Schwierigkeiten bereiten würde, könnten die Einzellasten durch gleichwerthige, gleichmäßig vertheilte Ersatzlasten für Biegemoment und Querkraft ersetzt werden.

Bei der häufig auftretenden Frage der Betriebssicherheit einer alten Blechbrücke wird ohne eingehende Prüfung durch

\*) Bei diesen Versuchen sind wohl besonders ungünstige Ergebnisse erzielt, weil zur Zeit ihrer Anstellung die Erzeugung von Flusseisen noch nicht auf den heutigen Stand der Sicherheit gebracht und auch noch nicht genügend bekannt war, einen wie hohen Grad von Vorsicht die Verarbeitung des Flusseisens erfordert. D. Red.

scharfe Nachrechnung die Auswechslung oft beschlossen, bloß weil Niemand die Verantwortung für den Bestand übernehmen will. Häufig handelt es sich dabei um zahlreiche, nach Normen hergestellte Blechbrücken. Hätte man nun mit einer derselben einen Belastungsversuch bis zum Bruche vorgenommen, so hätte man daraus das fehlende Gefühl der Sicherheit schöpfen und wahrscheinlich in vielen Fällen die übrigen noch lange liegen lassen können.

Aber auch die Wissenschaft des Brückenbaues würde durch die Ausführung der vorgeschlagenen Versuche mehr als durch alles Andere gefördert werden können, namentlich hinsichtlich der Berechnungsverfahren.

Dafs die wirkliche Spannung bei einem Trägertheile oder einer Bauart besser mit der Rechnung übereinstimmt, als bei anderen, und dafs der Werth und der Sicherheitsgrad der Bauarten verschieden ist, braucht kaum angeführt zu werden. Einen Beweis hierfür lieferte u. A. die von der Dortmunder Union gebaute holländische Rheinbrücke bei Nymwegen. Bei der Probelastung wurde bei einer Reihe von Stäben Druck gemessen, obgleich dieselben nach der Rechnung Zug haben mußten, vielleicht in Folge zu starker Krümmung des Obergurts der Halbparabelträger.

Ferner brachen bei Mönchenstein bereits die Mittelstreben, obgleich dieselben nach der Rechnung noch eine Sicherheit von  $1\frac{1}{3}$  bis  $1\frac{1}{2}$  boten. Ja bei der Verschiedenheit der heutzutage üblichen Rechnungsweisen ist von Einigen eine noch weit größere Sicherheit ausgerechnet. Hartmann versucht schließlich in der Zeitschrift deutscher Ingenieure wieder nachzuweisen, dafs es die Endstreben waren, welche zuerst nachgaben.

Dr. Föppl verlangt\*) die Berechnung unserer Brücken als räumliches Fachwerk und hält die jetzige Berechnungsweise, welche den Verbleib der Träger in der Ebene annimmt, nicht für genau genug, die wirklichen Spannungen für größer und behauptet, dafs die Zahl der Brücken nicht gering sei, bei welchen die Anbringung von Aussteifungen am Ende übersehen oder nicht genügend gewürdigt sei und daher nur eine viel geringere Widerstandsfähigkeit vorhanden sei, als die landläufigen ebenen Fachwerktheorien nachweisen.

Widerstandsproben mit einzelnen Stäben alter Brücken haben diesen Verhältnissen gegenüber gar keinen Werth.

Nur Belastungsversuche mit ganzen Brücken können uns in den Stand setzen, zu erkennen, ob die wirklichen Spannungen mit den Rechnungsergebnissen übereinstimmen, wo bei den verschiedenen Bauweisen die schwachen Punkte zu suchen sind, welche Stäbe oder Anschlüsse zuerst nachgeben, wo zuerst Verbiegungen, wo Risse eintreten, ob der Einsturz bei Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze plötzlich erfolgt oder allmählig unter weiterem Anwachsen der Last, wie sich die verschiedenen Trägerarten verhalten, wie groß die zulässige Inanspruchnahme sein darf, welche Verschiedenheit des Sicherheitsgrades gegen Einsturz bei offenen und geschlossenen Brücken auftritt und dergleichen mehr.

Nach dem Vorstehenden darf die Frage wohl als zeitgemäß bezeichnet werden, ob nicht einmal der Anfang mit

den hier vorgeschlagenen Versuchen gemacht werden kann, da nur so mit Sicherheit zu erkennen ist, wie die bestehenden Brücken am besten überwacht und neue am besten entworfen werden.

Zum Schlusse mögen die gemachten Vorschläge noch einmal zusammengefaßt werden.

Es sind im Wesentlichen:

1) Einführung von Belastungsproben mit verstärkter Last;

2) Verbesserung der Einrichtung der Brückenbücher durch Aufnahme von Schaufiguren für die Spannungen aller Theile, Festsetzung der höchstzulässigen Belastung, Durchbiegung und Inanspruchnahme;

3) Belastungsversuche mit ganzen Brücken bis zum Bruche.

Mag man diesen Vorschlägen auch Einwände entgegenhalten, dieselben vielleicht theils als zu weitgehend bezeichnen, so wird doch Niemand behaupten können, dafs die bisherigen Vorschriften über die Brückenprüfung allen Anforderungen genügten, und daraus erwächst den betreffenden Behörden bezw. Beamten der öffentlichen Meinung gegenüber eine große Gefahr selbst aus solchen Unfällen, welche vielleicht aus ganz andern Gründen, als mangelnder Sicherheit der Brücken, hervorgehen.

Nach der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 13. Februar 1892 sind ähnliche Versuche, wie hier vorgeschlagen, in Oesterreich bereits zur Ausführung gelangt und bestätigen die Richtigkeit meiner schon vor ihrer Ausführung entstandenen Vorschläge. Die Bruchversuche sind zwar nicht mit ganzen Brücken, sondern mit kleinen Fachwerkträgern von  $10^m$  Stützweite, je 2 zu einem Trägerpaare vereinigt, und lediglich unter Einwirkung ruhender Last (in der Mitte der Träger) angestellt worden.

Gleichwohl verdienen einige Ergebnisse, soweit sie den Gegenstand des vorliegenden Aufsatzes betreffen, besondere Betonung.

In Oesterreich hat sich ähnlich wie bei den Versuchen mit Monierbrücken ein Ausschufs aus den angesehensten Vertretern des Eisenbahnwesens, Professoren und Ingenieuren des Brückenbaues gebildet und zur Ermittlung des besten Brückenbaustoffes Versuche mit ganzen Trägern aus Schweifeseisen, Thomas- und Martineisen, sowie aus alten Brückentheilen für nothwendig erachtet. Die Versuche wurden in der Brückenbauanstalt von Gridl ausgeführt.

In der vorgenannten Zeitschrift giebt nun Martens in Berlin eine kurze Uebersicht über den österreichischen Ausschufsbericht, aus welchem ich diejenigen Bemerkungen anführen will, welche für die hier behandelten Fragen von Bedeutung sind.

Die 10 geprobten Träger bestanden jeder aus einem durch 2 Querverbände und einem wagerechten Längsverbände vereinigten Trägerpaare. Der Druck erfolgte durch eine Wasserpresse und wurde auf die Mitte des Trägerpaares mit Hülfe eines mit den Trägern vernieteten Querhauptes übertragen. Es ist hier gleich zu bemerken, dafs eine derartige Belastungsart bei Weitem nicht so ungünstig ist, wie sie unsere Eisenbahnbrücken im täglichen Betriebe zu erleiden haben, nicht

\*) Deutsche Bauzeitung 1891, No. 55.

allein wegen der senkrechten und wagerechten Stöße der beweglichen Last, sondern auch wegen der mittelbaren Kräfteübertragung durch Quer- und Längsträger.

Die Versuche mit Trägern aus steirischem Schweifeseisen blieben hinter den Erwartungen zurück. Ihr Bruch erfolgte schon bei einer um 27 % geringeren Spannung, als nach der reinen Zugfestigkeit des Materiales zu erwarten war.

Bei Thomaseisen betrug der Verlust an Tragkraft 25 % und bei Martineisen zwischen 17 % und 3 %; bei böhmischem Schweifeseisen 10 %. Böhmisches Schweifeseisen, welches in den Probestäben eine Elasticitätsgrenze von 17 kg/qmm aufwies, zeigte bei den Versuchen mit ganzen Trägern, gleichwie die Träger aus alten Brückentheilen, schon bei einer Spannung von 6 kg/qmm den Beginn der bleibenden Formänderungen, und steirisches Schweifeseisen bei 12 kg/qmm. Meine im Obigen aus den Harkort'schen Versuchen gezogenen Schlüsse werden also hier bestätigt. Hinsichtlich der Arbeit der bleibenden Formänderung übertraf das steirische Material das böhmische um mehr als das Doppelte, Martineisen das Thomaseisen um das Siebenfache.

Eine sorgfältigere Anarbeitung der Träger erhöhte das Widerstandsvermögen der Träger in günstigster Weise. Die Bruchfestigkeit und Zähigkeit des Gesamtbauwerkes war bei solchen Trägern um  $\frac{1}{5}$  größer.

Die bleibenden Durchbiegungen wiesen je nach Material und Bearbeitung große Unterschiede auf, nicht dagegen die elastischen.

Die bleibende Formänderung hatte keinen Einfluss auf die elastische, letztere stand nahezu bis zur Bruchgrenze in geradem Verhältnisse zur Belastung. Wir haben hier ein Ergebnis, welches mit der bisherigen, durch Bauschinger gefundenen Anschauung nicht ganz übereinstimmt. Derselbe sagte: »Die bleibenden und die gesammten Längenänderungen wachsen beide bei einer oberen Belastung, die über der Elasticitätsgrenze liegt, bei jedem neuen Wechsel zwischen Belastung und Null.

Während ferner für Belastungen innerhalb der Elasticitätsgrenze die Zeit keinen Einfluss zeigt, findet bei Ueberschreitung dieser Grenze eine elastische Nachwirkung statt.

Das Ergebnis, dass die elastische Formänderung bis zur Bruchgrenze in geradem Verhältnisse zur Belastung steht, wird sich übrigens kaum verwerthen lassen, da jede Brücke, deren Inanspruchnahme bleibende Formänderungen zur Folge hat, wenn sie auch noch so klein sind, schliesslich zu Grunde gehen muß.

Professor Brik\*) hat an den Bericht des österreichischen Ausschusses noch »Fachwissenschaftliche Erörterungen über die durchgeführten Versuche mit genieteten Trägern« angeschlossen, deren Inhalt für den Fachmann von großer Bedeutung ist. Er betont, dass die Zuverlässigkeit theoretischer Ergebnisse von der Uebereinstimmung der theoretischen Voraussetzungen mit den wirklichen Verhältnissen abhängt. Diese Uebereinstimmung könne keine vollkommene, sondern nur eine wahrscheinliche

\*) Vergl. auch die Organ 1892, S. 128 erwähnte Veröffentlichung dieses Verfassers.

sein. Vergleichende Versuche mit nach Art der Brückenträger zusammengesetzten Tragwerken seien geeignet, die Zuverlässigkeit theoretischer Ergebnisse für den Brückenbau zu erproben. Die Untersuchung dieser Verhältnisse sei daher ebenso wichtig, wie jene über die Festigkeitseigenschaften der Baustoffe selbst.

Wie man hieraus sieht, erheben sich allmählig allerorten Stimmen, welche die Belastungsversuche im großen Maßstabe für zeitgemäß halten, und es ist also wohl Hoffnung vorhanden, dass man demnächst auch zu Versuchen mit ganzen Eisenbrücken übergehen wird.

Brik macht weiter darauf aufmerksam, dass die wirklichen Durchbiegungen bei den Versuchsträgern durchweg größer ausgefallen sind, als die mit  $E = 20,000$  kg/qmm berechneten theoretischen, wodurch die Richtigkeit meiner obigen Ausführungen über die Wahl des Elasticitätsmoduls und Berechnung der Durchbiegungen in den Brückenbüchern bestätigt wird. Allerdings ist auch noch ein anderer Schluss möglich, dass nämlich die wirklichen Spannungen stets größer sind, als die nach unseren bisherigen Rechnungsverfahren ermittelten, wie ja auch Dr. Föppl meint.

Die Festsetzung der zulässigen Inanspruchnahme will Brik abhängig gemacht wissen von der Höhe 1) der Proportionalitätsgrenze, 2) der kritischen Spannung und 3) dem plastischen Arbeitsvermögen.

Unter Proportionalitätsgrenze wird die Grenzspannung verstanden, bei welcher die Gesamtbiegung aufhört, in geradem Verhältnisse zur Spannung zu wachsen. Die kritische Spannung soll jener Durchbiegung oder der Stelle entsprechen, wo die Linie der bleibenden Formänderungen die schärfste Krümmung erfährt und also zwischen Proportionalitäts- und Biegegrenze liegen.

Martens drückt am Schlusse der gegebenen Uebersicht sein Bedauern aus, dass die Wirkungen der beweglichen Last bei den Versuchen nicht nachgeahmt worden seien, sowie dass über die Größe der zulässigen Inanspruchnahme\*) nirgendwo eine Auslassung erfolgt sei und beklagt, dass bei diesen werthvollen Versuchen nicht mehr Rücksicht auf diese Frage genommen sei, weil sich nicht so leicht Gelegenheit finden werde, Versuche in ähnlichem Umfange auszuführen. Ich sollte meinen, diese Gelegenheit muß geschaffen werden. In so wichtigen Fragen der Brückenbauwissenschaft dürfen wir uns von Niemandem den Rang ablaufen lassen. Wenn die berufenen Kreise und Vereine sich der Sache annehmen, dann wird es auch gelingen, die Mittel hier ebenso gut, wie in Oesterreich zu beschaffen. Eine Summe von 150,000 Mark würde schon ausreichen, um ein ganzes Dutzend theils alter, theils neuer Brücken zu erproben. Wenn man nur in einem Jahre einmal die werthlosen Probelastungen ausfallen ließe, so wäre die Summe schon gewonnen.

Bis dahin, dass derartige Versuche zur Ausführung gelangt sind, würde es höchst lehrreich und nützlich sein, eine Samm-

\*) Eine baldige einheitliche Festsetzung unter Berücksichtigung der Vorschläge von Mohr wäre wünschenswerth. Ueber die neuerdings in Frankreich eingeführten einfachen und zweckmäßigen Regeln siehe Organ 1892, S. 237.

lung 1) der bisher erfolgten Brückeneinstürze, 2) der größeren Brücken-Auswechslungen unter Angabe der Ursachen des Einsturzes bezw. der Gründe für die Auswechslung zu veranstalten und zu veröffentlichen. Aus einer derartigen, wissenschaftlich geleiteten statistischen Arbeit (das Material dürfte zum größeren Theile im Reichseisenbahnmate vorhanden sein) würden für den Entwerfenden lehrreiche Schlüsse und Nutzenwendungen zu ziehen sein; man würde erkennen können, wo die meisten Fehler gemacht werden und dergl. mehr.

Zum Schlusse möchte ich mir noch einen Vorschlag erlauben, der sich auf die Einrichtung der Aufsicht über die Brücken bezieht. Die Vornahme der jährlichen sowohl, wie der aufsergewöhnlichen, alle 4 Jahre stattfindenden Prüfungen ist z. Z. den drei bis fünf Baukreisvorstehern eines Betriebsamtes

übertragen. In fast allen anderen Ländern, in Bayern, Oesterreich, Frankreich u. s. w. hält man die aufserordentlichen Prüfungen für so wichtig und schwierig, dafs dieselben Spezialisten übertragen sind. Ich möchte daher vorschlagen, die jährlichen Prüfungen den Baukreisvorstehern zu belassen, die aufsergewöhnlichen Prüfungen dagegen bei jedem Betriebsamte einem Dezernten zu übertragen und hierzu einen jüngeren Beamten auszuwählen, der besondere Neigung und wissenschaftliche Befähigung für diese Aufgabe hat. Auch Herr Ebert hält diesen Punkt für werthvoller, als alle Probelastungen und Prüfungsvorschriften.

Möchten die vorstehenden Zeilen dazu beitragen, dafs dieser Angelegenheit von berufener Seite jetzt, wo die Flusseisenfrage noch der Entscheidung harret, näher getreten wird.

## Ueber die Untersuchung und das Weichmachen des Kesselspeisewassers.

Von **Edmund Wehrenfennig**, Inspector der K. K. priv. Oesterreichischen Nordwestbahn zu Wien.

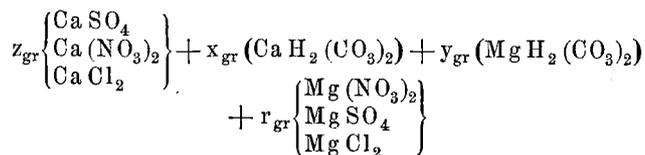
(Hierzu Zeichnungen Fig. 1 bis 5 auf Taf. V und eine Zusammenstellung auf Taf. VII)

(Fortsetzung von Seite 19.)

### III. Kesselsteinbildung und Härte.

In Betracht kommen vorwiegend diejenigen im Wasser enthaltenen Stoffe, welche beim Kochen desselben herausfallen, und dadurch den Kesselstein bilden.

Die allgemeine Zusammensetzung eines Kalk und Magnesia enthaltenden Wassers besitzt etwa die nachstehende Form:



d. h. das Wasser enthält:

- $z_{gr}$  Gyps, Kalksalpeter, Chlorcalcium,
- $x_{gr}$  doppelkohlensauren Kalk,
- $y_{gr}$  doppelkohlensaure Magnesia,
- $r_{gr}$  salpetersaure Magnesia, Bittersalz und Chlormagnesium.

Die einzelnen Verbindungen zeigen nun verschiedene Eigenschaften. So fällt z. B. der Gyps als solcher beim Kochen aus dem Wasser heraus und zwar bei zunehmender Sättigung und höherem Drucke, während schon bei einfacher Erhöhung der Wärme auf 100° die doppelkohlensauren Verbindungen die halbgebundene Kohlensäure abgeben und das einfache Carbonat, insoweit dieses unlöslich ist, fallen lassen.

Der lösliche Theil der einfach kohlensauren Magnesia, sowie das Chlormagnesium dagegen zerlegen sich im Kessel bei einem Drucke über 4 at, erstere in Kohlensäure, letztere in freie Salzsäure und Magnesiumhydroxyd.

Die im Wasser schwebenden Stoffe werden durch die entstehenden Niederschläge (Gyps, einfachkohlensaurer Kalk, einfachkohlensaure Magnesia und Magnesiumhydroxyd) mitgerissen und bilden mit ihnen mehr oder weniger festen, bezw. schlammigen Kesselstein.

Es besitzen namentlich die näher den Speiseköpfen sich absetzenden Niederschläge ein erdiges, schlammiges, die mehr gegen die Feuerbüchse zu abgelagerten ein bedeutend härteres Gefüge.

Die im Wasser gelösten Gase: Luft, Kohlensäure, Ammoniak sammeln sich im Dampftraume und gehen mit dem Dampfe weg.

In der Zusammenstellung (A) auf Taf. VII sind die bemerkenswertheren im Wasser enthaltenen Stoffe aufgenommen. Es ist in derselben ferner angedeutet, welche als Kesselsteinbildner zu betrachten sind, in welchem Grade sie im Wasser gelöst werden und durch welche Mittel sie gefällt werden können.

Zur Klarstellung des bei der Fällung stattfindenden chemischen Vorganges sind die chemischen Formeln in Spalte V beigefügt.

Um das Ergebnis dieser chemischen Vorgänge entsprechend hervorzuheben, ist ausdrücklich in den untersten Spalten VI und VII bemerkt, welche Stoffe dabei in Lösung verbleiben und aus welchen Stoffen der Niederschlag besteht.

Aus dieser Zusammenstellung folgt, dafs das Wasser wegen zu erwartender Kesselsteinbildung um so ungeeigneter zum Speisen der Kessel wird, je mehr an Kohlensäure oder an Schwefelsäure gebundenen Kalk und an Kohlensäure gebundene Magnesia es enthält. Je mehr Kalk und Magnesia im Wasser enthalten ist, als desto härter wird es bezeichnet.

Die Härte des Wassers ist von dem englischen Chemiker Clark als Mafsstab zur Beurtheilung seines Gehaltes an Kalk und Magnesiaverbindungen eingeführt worden, sie ist aber, wie aus der Zusammenstellung A, Taf. VII hervorgeht, kein Mafsstab der Kesselsteinbildung, da es auch löslich bleibende Kalk- und Magnesiaverbindungen giebt.

Die Mengen dieser im Wasser enthaltenen Stoffe werden nach Härtegraden gemessen.

Man unterscheidet deutsche, englische und französische Härtegrade.

Unter einem deutschen Härtegrade versteht man die Lösung von einem Theile Calciumoxyd (CaO) in 100000 Theilen Wasser.

Unter einem französischen Härtegrade wird dagegen die Lösung von einem Theile CaCO<sub>3</sub> in 100000 Theilen, unter einem englischen die Lösung von einem Theile CaCO<sub>3</sub> in 70000 Theilen Wasser verstanden.

Ein deutscher Härtegrad ist daher gleich 1,25 englischen und gleich 1,79 französischen Härtegraden.

Es ist nämlich das Moleculargewicht des CaO = 56, des CaCO<sub>3</sub> = 100, somit ist

$$\frac{1 \text{ französischer Härtegrad}}{1 \text{ deutscher Härtegrad}} = \frac{100 \times 100000}{56 \times 100000} = 1,79$$

$$\frac{1 \text{ englischer Härtegrad}}{1 \text{ deutscher Härtegrad}} = \frac{100 \times 70000}{56 \times 100000} = 1,25.$$

Unter Härte nach Fehling wird die Summe des Gehaltes an Kalk und Magnesia, letztere nach dem Satze des Werthverhältnisses auf Kalk umgerechnet, verstanden. Wenn z. B. in 100000 ccm Wasser 10 gr Magnesiumoxyd (MgO) enthalten wären, so würden diese 10 gr Magnesia dem Wasser eine Härte von 14 Graden erteilen.

Da nämlich das Moleculargewicht des Kalkes = 56 und das der Magnesia = 40 ist, so verhält sich

$$10 : x = 40 : 56 \text{ oder } x = \frac{56 \cdot 10}{40} = 14.$$

Kocht man das Wasser, so geht die halbgebundene Kohlensäure weg und die einfachen Carbonate fallen nach Maßgabe ihrer Unlöslichkeit im Wasser als Niederschlag heraus. Das Wasser zeigt daher vor und nach dem Kochen einen verschiedenen Gehalt an Kalk und Magnesiaverbindungen, also eine verschiedene Härte.

Wir unterscheiden beim Wasser die gesammte, die bleibende und die temporäre Härte.

Die Gesamthärte ist jene, welche das Wasser im Naturzustande, die bleibende\*) jene, welche das unter Atmosphären-Druck gekochte (aber nicht zu größerem Sättigungsgrade gekommene) Wasser beibehält. Der Unterschied der Gesamthärte und der bleibenden Härte wird als temporäre Härte bezeichnet.

Man könnte nun glauben, dafs, weil beim Kochen die halbgebundene Kohlensäure abgeht, durch die temporäre Härte unmittelbar der Gehalt des Wassers an halbgebundener Kohlensäure angegeben werde.

Es ist dies jedoch nicht der Fall, indem nämlich beim Kochen des Wassers Umsetzungen der einzelnen gelösten Stoffe untereinander erfolgen.

So setzt sich bei einem Drucke über 4at: MgSO<sub>4</sub> + CaH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> in CaSO<sub>4</sub> + Mg(OH)<sub>2</sub> + 2CO<sub>2</sub> und CaSO<sub>4</sub> + MgH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> in CaH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + MgSO<sub>4</sub> um.

Dadurch wird das Wasser aufser durch den Abgang der Kohlensäure auch durch die erfolgende Umsetzung weicher als es im Naturzustande war, vorausgesetzt, dass nicht durch längeres

\*) Im Kessel selbst entstehen zwar theils durch Zersetzungen einzelner Stoffe, theils durch den nach und nach immer größer werdenden Sättigungsgrad Aenderungen in der Härte, für welche aber der Ausdrück der bleibenden Härte nicht angewendet werden darf.

Kochen ein höherer Sättigungsgrad der Flüssigkeit eintritt und es dadurch wieder eine allmähig zunehmende Härte erhält.

Solche Umsetzungen entstehen selbstverständlich auch im Locomotivbetriebe bei ein und demselben Kessel, wenn die Locomotive auf ihrem Wege in verschiedenen Wasserstationen mit verschiedenen Wasserarten gespeist wird, welche auf einander einwirken.

#### IV. Grundsätze der Wasser-Reinigung.

Aus dem früher Gesagten ergibt sich, dafs Wasser, welches hauptsächlich kohlen-sauren Kalk enthält, durch Vorwärmen allein verbessert werden kann, da dann der kohlen-saure Kalk im Vorwärmer herausfällt und nicht erst in den Kessel gelangt.

Fällungen im Kessel selbst werden dort angezeigt sein, wo man die Kosten weitergehender Einrichtungen scheuen muß, und nicht gezwungen ist, besonders sparsam zu sein.

Solche Fällungen können bei Wässern vorgenommen werden, die aufser kohlen-saurem Kalk auch kohlen-saure Magnesia oder Gyps enthalten und wo man lockere, leicht bewegliche, und daher durch Ausblasen oder Auswaschen leicht entfernbare Niederschläge haben will.

Zur möglichsten Ansammlung dieser Niederschläge an einer bestimmten Stelle dienen eigene Schlammfänger, welche einen Theil der sofort nach Einwirkung der Fällungsmittel auf den Wasserspiegel aufsteigenden flockigen Ausscheidungen selbstthätig aufnehmen, und zwar, bevor diese dichter werden und zu Boden sinken. Aus diesen Schlammfängern, u. a. von Schröter, Derveaux, Grimme, Natalis & Comp. werden sodann die angesammelten Niederschläge von Zeit zu Zeit abgeblasen.

Wo solche Schlammfänger nicht vorhanden sind, werden die am Kesselbauche befindlichen Niederschläge mittels einfacher Abblafswechsel durch Ausblasen entfernt.

Weder bei Verwendung von Schlammfängern, noch bei einfachem Ausblasen des am Boden des Kessels zur Ruhe gekommenen Schlammes ist es möglich, den Kessel von Kesselstein vollständig rein zu halten.

Es gelangt nämlich einerseits nicht der ganze, im Kessel entstehende Schlamm in die Schlammfänger, auch geht ein Theil durch diese hindurch, bevor noch die Ausfällung vollendet ist. Andererseits wird sich beim einfachen Ausblasen der Schlamm auch aufserhalb des Wirkungsbereiches des Abblafswechsels ablagern und kann daher durch das ausströmende Wasser nicht mehr mitgerissen werden.

In beiden Fällen wird ein großer Theil der Niederschläge im Kessel zurückbleiben; alle diese Niederschläge aber werden unnöthigerweise auf die Wärme des Kesselwassers erhitzt werden müssen.

Ausdrücklich muß bemerkt werden, dafs, wenn man sich zur Ausfällung im Kessel entschließt, es nicht gleichgiltig ist, welche Fällungsmittel man anwendet.

So wird man z. B. bei Wässern, welche hauptsächlich Bicarbonate enthalten, keinen Aetzkalk zur Fällung nehmen dürfen, da hierdurch die Schlammmenge im Kessel verdoppelt würde. Bei Wässern, welche vornehmlich Gyps enthalten, wird man Soda als Fällungsmittel benutzen, bei Wässern, welche doppelt-kohlensaurer Erdalkalien und Gyps u. s. w. enthalten, wird man

mit Aetznatron oder Soda, oder mit doppeltkieselsaurem Natron-Wasserglas einwirken.

Immer aber wird man vorerst doch Versuche machen, da für derlei Fällungen im Kessel keine weiteren Vorbereitungen nöthig sind und doch erfahren werden muß, ob nicht dabei die Speiseröhre dem Verschlämmen ausgesetzt sind, oder ob das Kesselwasser ins Schäumen geräth.

Um aber auch diese Versuche zielbewußt anzustellen, muß die Art und Weise der Einwirkung der Fällungsmittel auf die härtebildenden Stoffe erkannt sein.

Ganz besonders wichtig ist diese Kenntniss bei der sogenannten Vorreinigung des Kesselspeisewassers, bei welcher das Wasser chemisch gereinigt wird, bevor es in den Kessel kommt.

Wie aus der Zusammenstellung A Taf. VII erschen werden kann, sind in der Spalte IV (Fällungsmittel) die nach Berenger-Stingl verwendeten Mittel Aetznatron, Aetzkalk und Soda besonders hervorgehoben.

Diese 3 Mittel sollen die im Wasser chemisch gebundenen härtebildenden Stoffe als unlösliche Niederschläge entfernen.

Die im Wasser schwebenden Stoffe werden meist bei der Niederschlagsbildung von dem Niederschlage selbst mitgerissen, oder sie werden vorher durch natürliche oder künstliche Filter weggeschafft.

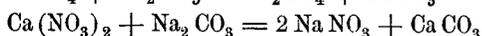
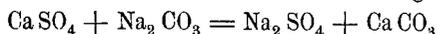
Auf diese gehen wir nicht näher ein, da wir nur die chemisch im Wasser gelösten Stoffe näher betrachten wollen.

Nach dem auf Seite 19 unter 2) aufgeführten Aufsätze Prof. Kalman's werden auf Grund der Stingl'schen Grundsätze für die Reinigung des Wassers, die die Härte des Wassers bedingenden Kalk- und Magnesiaverbindungen in 3 Gruppen gebracht.

Zur ersten dieser Gruppen zählen alle Kalksalze mit Ausnahme des doppeltkohlensauren Kalkes.

Es sind dies die Salze:  $\text{Ca SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Ca Cl}_2$ .

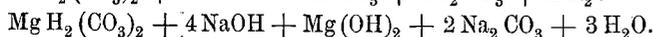
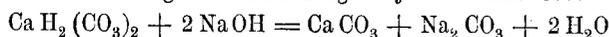
Alle diese Kalksalze werden mit Soda ausgefällt, z. B.:



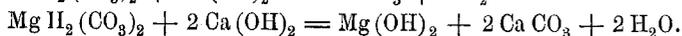
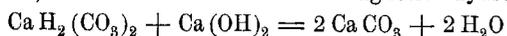
Zur zweiten Gruppe zählt Professor Kalman die Bicarbonate des Kalkes und der Magnesia.

Diese werden durch Aetznatron oder Aetzkalk ausgefällt und es bildet sich bei der Ausfällung durch Aetznatron aus dem Wasser Soda.

Giebt man nämlich Aetznatron zu den Bicarbonaten, so entsteht nach folgender Gleichung in jedem Falle Soda:



Versetzt man dagegen die Bicarbonate des Kalkes oder der Magnesia mit Aetzkalk, so schlagen sich ohne Bildung von Soda, kohlsaurer Kalk bezw. Magnesiumhydroxyd nieder:



Die Nothwendigkeit der Fällung des Magnesiums als  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  durch 2 Moleküle Kalk war lange Zeit Geheimnis der Patentinhaber Berenger-Stingl, bis im Jahre 1885 v. Cochenhausen selbständig dahinter kam.

Dem Verfasser war sie, ohne daß er die Arbeit Cochenhausen's gekannt hätte, wohl auch schon vor 4 Jahren nicht fremd, da er durch einen Zufall darauf gekommen war.

Er hatte nämlich einmal bei einer Wasserreinigung aus Versehen doppelt so viel Kalk genommen, als die Rechnung ergab, und trotz dieses vermeintlichen Fehlers eine vollständig befriedigende Weichmachung erreicht, während bei der früheren, vermeintlich richtigen Annahme, es falle schon bei Beigabe eines Moleküles Kalk die  $\text{Mg CO}_3$  als Niederschlag heraus, das Wasser nie weich genug werden wollte. Es mußte somit den zwei Molekülen  $\text{CO}_2$  in dem Bicarbonat der Magnesia ebenfalls zwei Moleküle Kalk gegenübergestellt werden, um die ganze Magnesia als Hydroxyd zu fällen.

Wir haben aus Obigem gesehen, daß sich bei Zugabe von Aetznatron zum doppeltkohlensauren Kalke oder der doppeltkohlensauren Magnesia aus dem Wasser  $\text{Na}_2 \text{CO}_3$  (Soda) bildet.

Diese Soda kann nun, wenn neben den Bicarbonaten des  $\text{CaO}$  und der  $\text{MgO}$  noch andere Kalksalze vorhanden sind, wie z. B.  $\text{Ca SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Ca Cl}_2$  dazu dienen, um auch diese zu fällen.

Nun sind dabei aber 3 Fälle denkbar.

Fall 1. Die zur Fällung der 1. Gruppe notwendige Menge von Soda ist kleiner als die Menge, welche sich auf die oben beschriebene Weise im Wasser bilden könnte. Man muß also die noch weiter nöthige Menge an Sättigungsmitteln ganz durch Kalk ersetzen.

Es erfolgt daher in diesem Falle die Weichmachung mit Aetznatron und Aetzkalk.

Enthält also das Wasser beispielsweise

1 Mol. $\text{Ca SO}_4$	} so braucht man zur Gypsfällung 1 Mol. Soda und könnte aus dem Wasser durch Beigabe von 6 Mol. $\text{NaOH}$ erhalten: 3 Mol. Soda, man hätte also um 2 Mol. Soda zu viel, die das Wasser alkalisch machen würde.
1 Mol. $\text{Ca H}_2(\text{CO}_3)_2$	
1 Mol. $\text{Mg H}_2(\text{CO}_3)_2$	

Man muß daher 2 Mol.  $\text{Na OH}$  und 2 Mol.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  nehmen, um das Wasser zu reinigen.

Fall 2. Die zur Fällung der 1. Gruppe nothwendige Menge von Soda ist ebenso groß, wie die durch Fällung der 2. Gruppe mit Aetznatron im Wasser selbst gebildete.

In diesem Falle erfolgt die Weichmachung ohne Aetzkalk mit Aetznatron allein.

Beispiel: Das Wasser enthalte

3 Mol. $\text{Ca SO}_4$	} so braucht man zur Gypsfällung 3 Mol. Soda und kann aus dem Wasser durch Beigabe von 6 Mol. $\text{NaOH}$ erhalten: 3 Mol. Soda, man hat dann also ebensoviel Soda in dem Wasser gewonnen, als man zur Gypsfällung braucht.
1 Mol. $\text{Ca H}_2(\text{CO}_3)_2$	
1 Mol. $\text{Mg H}_2(\text{CO}_3)_2$	

Man muß daher 6 Mol. kaustizirte Soda, d. h. 6 Mol.  $\text{NaOH}$  nehmen.

Die Soda kaustizirt man durch Beigabe der entsprechenden Menge an Aetzkalk.

Fall 3. Zur Fällung des nicht an Kohlensäure gebundenen Kalkes ist mehr Soda erforderlich, als man durch Bindung der Kohlensäure an Aetznatron im Wasser selbst bilden kann.

In diesem Falle muß man die noch erforderliche Menge von Soda als solche zum Wasser zusetzen.

Es erfolgt daher in diesem Falle die Weichmachung mit Aetznatron und Soda.

Beispiel: Das Wasser enthalte

4 Mol.  $\text{CaSO}_4$   
1 Mol.  $\text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2$   
1 Mol.  $\text{MgH}_2(\text{CO}_3)_2$

so braucht man zur Gypsfällung 4 Mol. Soda und kann aus dem Wasser durch Beigabe von 6 Mol.  $\text{NaOH}$  erhalten: 3 Mol. Soda.

Man hat also dann ein Mol. Soda dem Wasser zuzusetzen.

Diese 3 Fälle sind bei dem gleichzeitigen Vorhandensein der Salze der 1. und 2. Gruppe wohl zu beachten, da sie die Reinigung etwas verwickelter machen.

Sehr einfach ist dagegen wieder die Ausfällung der an  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_3$  und  $\text{Cl}$  gebundenen Magnesia, welche Salze eine dritte Gruppe darstellen.

Diese Salze werden mit Aetznatron, also mit Soda in kaustischer Form gefällt.

In den vorigen unter Fall 1, 2, 3 angeführten Beispielen hätte man daher, wenn unter dem Gyps, und den Bicarbonaten noch solche, nicht an Kohlensäure gebundene Magnesiumsalze vorhanden wären, jedesmal nur die entsprechende Menge an Aetznatron beizufügen, um eine vollkommene Ausfällung zu erreichen.

Für kleinere Anlagen, wo keine sehr bedeutenden Mengen Wassers verdampft werden, kann man sich nach Prof. Dr. A. Rossel (siehe seine Broschüre: Das Reinigen von Speisewasser für Dampfkessel) damit begnügen, so viel Soda in den Dampfkessel zu bringen, daß sich die gelösten Salze als Schlamm, nicht aber als Kesselstein absetzen.

Bei diesem Verfahren wird der Kalk des doppeltkohlensauren Kalkes körnig als Schlamm gefällt, ebenso wird die doppeltkohlensäure Magnesia zersetzt und fällt Magnesiumhydroxyd heraus.

In beiden Fällen regenerirt sich die zum Wasser hinzugegebene Soda in Folge des Kochens des Wassers unter Entwicklung von Kohlensäure immer wieder. Ist jedoch schwefelsaurer Kalk (Gyps), salpetersaurer Kalk, Chlorcalcium, schwefelsaure Magnesia, oder Chlormagnesia vorhanden, so wird eine vollständige Umsetzung und Fällung dieser Salze mit der Soda stattfinden, es muß also für jede neue, in den Kessel kommende Menge dieser Salze eine entsprechende Menge von Soda hinzugegeben werden, während die für die Bicarbonate nöthige Sodamenge sich im Kessel immer von selbst wieder erzeugt, also nicht ersetzt werden muß.

Näheres hierüber findet man in der oben erwähnten Druckschrift und in der Zusammenstellung A, Taf. VII, Spalte 5.

## V. Berechnung der Mengen der Zusatzstoffe nach Prof. Kalmann.

Betrachten wir nun nochmals die Zusammensetzung des schon im Eingange des Abschnittes III »Kesselsteinbildung und Härte« in's Auge gefassten Wassers, nehmen wir aber an, daß nunmehr die Zahlen  $z$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $r$ , welche früher die Mengen der einzelnen Verbindungen in Grammen angegeben haben, nach dem Satze der Aequivalenz alle auf Soda bezogen seien, so stellen sie dann gleichzeitig die Mengen der auf Soda bezogenen Zusätze: Aetznatron, Aetzkalk und Soda dar, welche dem Wasser beizugeben wären, um die Fällung des Kalkes bzw. der Magnesia zu veranlassen.

Wäre zum Beispiel in dem Wasser von nachstehender Zusammensetzung:

I. Gruppe      II. Gruppe      III. Gruppe  
 $z_{gr} \text{CaSO}_4 + x_{gr} \text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2 + y_{gr} \text{MgH}_2(\text{CO}_3)_2 + r_{gr} \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$   
 $z$  früher = 0,3 gr gewesen, so sind in diesem Wasser 0,3 gr  $\text{CaSO}_4$  (Gyps) enthalten, diesem Gyps ist nun nach dem Satze der Aequivalenz so viel Soda beizugeben, daß die Fällung eine vollkommene wird.

Es ist dies dann der Fall, wenn nach dem Satze der Aequivalenz der Stoffe

$$0,3 : z = 136 : 106^*)$$

$$z = \frac{106 \times 0,3}{136} = 0,234 \text{ gr Soda beigemischt wird.}$$

Ganz in derselben Weise wird man sich auch nach dem Gesetze der Aequivalenz alle übrigen Stoffe im Wasser auf Soda umgerechnet denken und man erhält dann für die Werthe  $z$ ,  $x$ ,  $y$  und  $r$  lauter auf Soda bezogene, also gleichbenannte Zahlen, die man unmittelbar in die Rechnung einführen darf.

Sollte nun die Weichmachung eines Wassers der nachfolgenden Zusammensetzung nach Kalmann berechnet werden, in welcher die Kohlensäureverbindungen den Gyps überwiegen mögen (Fall I),

I. Gruppe      II. Gruppe      III. Gruppe  
 $z_{gr} \text{CaSO}_4 + x_{gr} \text{CaH}_2(\text{CO}_3)_2 + y_{gr} \text{MgH}_2(\text{CO}_3)_2 + r_{gr} \text{MgSO}_4$   
b (Gesamtkalk)      a (Kohlensäure)      durch Aetznatron fällbar  
c (Gesamthärte)

so brauchen wir zur Fällung der Verbindungen:  $z\text{CaSO}_4 + r\text{MgSO}_4$  (welche uns der Einfachheit halber alle übrigen in diese Gruppen gehörigen Salze:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CaCl}_2$  bzw.  $\text{Mg}(\text{NO}_2)_2$ ,  $\text{MgCl}_2$  u. s. w. darstellen sollen):

$z + r$  Theile Soda, denn  $\text{CaSO}_4$  wird durch Soda selbst,  $\text{MgSO}_4$  wird durch kaustische Soda (Aetznatron) gefällt.

Aus dem Wasser können wir aber infolge der Umsetzung des zum Wasser hinzugegebenen Aetznatrons mit den darin befindlichen doppelt kohlensauren Salzen erhalten:

$x + 2y$  Soda\*\*). Diese  $(x + 2y)$  Soda brauchen wir jedoch nicht ganz, da wir nur  $z$  Theile, d. i. so viel Soda nöthig haben, wie Theile Gyps vorhanden sind.

Es darf daher der Rest, das ist:  $x + 2y - z$  nicht als Aetznatron, sondern muß als  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  zum Wasser gegeben werden, weil sonst Ueberschufs an Soda in's Wasser käme.

Es stellt daher der Unterschied  $x + 2y - z$  die nöthige Menge an Kalk dar.

Da nun  $x$ ,  $y$ ,  $z$  und  $r$  die auf Soda bezogenen, den wirklichen Mengen der Stoffe im Wasser entsprechende Ziffern sind, so ist:

$x + y = a$  die der im Wasser vorhandenen Kohlensäure entsprechende Sodamenge, welche sich zusammensetzt aus der dem Calcium-Carbonate entsprechenden Menge  $x$ , vermehrt um die dem Magnesium-Carbonate entsprechenden Menge  $y$ , ferner ist

\*) 136 = Moleculargewicht des  $\text{CaSO}_4$   
106 = Moleculargewicht der  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

\*\*) 2  $y$  darum, weil 1 Molecul der doppeltkohlensauren Magnesia 2 Molecüle Aetznatron zur Bindung der 2 Molecüle Kohlensäure erfordert.

$x + z = b$ , die dem Gesamt-Kalke entsprechende Menge an Soda, welche sich zusammensetzt aus der dem Calcium-Carbonate entsprechende Menge, vermehrt um die den übrigen Kalk-Salzen entsprechende Menge, die wir mit  $z$  bezeichnet haben. Endlich ist

$x + y + z + r = c$  die der Gesamthärte des Wassers entsprechende Menge an Soda. Sie setzt sich zusammen aus  $x$ ,  $y$ ,  $z$  und jener Menge, welche der nicht an Kohlensäure gebundenen Magnesia entspricht, und welche wir mit  $r$  bezeichnen;  $z$  dagegen stellt uns diejenige Menge an Soda in kaustischer Form dar, welche durch die Bicarbonate in gewöhnliche Soda rückverwandelt wird, und welche zur Fällung des Gypses dient;

$r$  ist die Menge an in kaustischer Form verbleibender Soda, welche zur Fällung des als Vertreter für Gruppe III gewählten Magnesiumsulfates nöthig ist.

Somit haben wir für den Fall, wenn mehr Carbonate als Gyps vorhanden sind, also

$$x + 2y > z \text{ ist}$$

$x + 2y - z$  Theile als Kalk und  $z + r$  Theile als Soda in kaustischer Form zu nehmen.

Da aber  $x + y = a$ ,  $z + x = b$  und  $x + y + z + r = c$ , so ist  $x + 2y - z = 2a - b$  und  $z + r = c - a$ .

Es ist somit zur Weichmachung eines Wassers, in welchem nach dem I. Falle mehr Carbonate als Gyps vorhanden sind,

$$2a - b \text{ an Kalk}$$

$c - a$  an Soda in kaustischer Form zu nehmen.

Betrachten wir nun den Fall II, daß eben so viel Gyps vorhanden ist, wie Carbonate, so brauchen wir zur Weichmachung ebenfalls wieder  $z + r$  Soda, davon wieder einen Theil als Soda im Naturzustande, den anderen als Aetznatron.

Aus dem Wasser werden, wie früher, durch  $(x + 2y)$  Aetznatron wieder  $(x + 2y)$  Theile Soda erhalten.

Wenn nun  $x + 2y = z$  ist, so wird zur Fällung des Gypses, dem Vertreter der Gruppe I, aus dem zum Wasser gegebenen Aetznatron und den kohlen-sauren Verbindungen genug Soda aus dem Wasser erhalten, und es braucht weder Kalk noch weitere Soda zugegeben zu werden.

Zur Fällung des Magnesiumsulfates als Vertreters der Gruppe III sind  $r$  Theile kaustische Soda erforderlich, somit sind nun  $z + r$  das ist  $x + 2y + r$  kaustische Soda zur Fällung der I. und III. Gruppe nöthig.

Nun ist aber  $x + y = a$ , also  $2x + 2y = 2a$

$$z + x = b$$

$$x + 2y - z = 2a - b$$

$x + 2y - z$  ist aber nach Obigem  $= 0$ , somit ist  $2a - b = 0$ , und da  $x + 2y + r = z + r$ , so ist  $z + r = c - a$ .

Wir brauchen also in dem Falle, wenn  $2a - b = 0$  ist,  $c - a$  Theile kaustische Soda (Aetznatron) allein.

Fall III. Es sei mehr Gyps vorhanden als Carbonate.

$$x + y = a$$

$$z + x = b$$

$$x + y + z + r = c.$$

Jedenfalls braucht man auch hier wieder  $z + r$  Soda in Natur- beziehungsweise kaustischer Form.

Aus dem Wasser ergibt sich  $x + 2y$  Soda, wenn  $x + 2y$  Aetznatron dazu gegeben werden.

Dies ist für den III. Fall zu wenig, denn es ist ja mehr Gyps vorhanden als Carbonate.

Man braucht daher zu den  $x + 2y$  Gewichtstheilen Soda noch  $n$  Theile Natur-Soda, also  $x + 2y + n$ .

Erst diese Menge fällt den Gyps vollständig.

Es ist also dann  $x + 2y + n = z$ .

Zur Gesamtfällung aller Salze ist aber  $x + 2y + n + r$  an Soda in Natur- bezw. in kaustischer Form erforderlich.

Da  $z + r$  Soda in der einen oder der anderen Form auf alle Fälle gebraucht werden, gilt

$z + r = x + 2y + n + r$ , nun ist aber  $z + r = c - a$  somit  $c - a = x + 2y + n + r$

oder  $c - a - n = x + 2y + r$ , es ist aber  $x + y = a$

$$\left. \begin{array}{l} 2x + 2y = 2a \\ x + z = b \end{array} \right\} \text{ und hieraus } 2a - b = x + 2y - z.$$

In Verbindung mit:

$$c - a - n = x + 2y + r \text{ ergibt sich:}$$

$c - 3a - n + b = r + z$  und weil  $r + z = c - a$ , endlich:

$$-2a - n + b = 0$$

$$2a - b = -n \text{ an Natur-Soda.}$$

Da nun im Ganzen nicht mehr Soda verwendet werden kann, als  $z + r$  Gewichtstheile und  $z + r$  Gewichtstheile  $= c - a$  ist, da ferner schon  $n$  Gewichtstheile als Natur-Soda verwendet sind, bleiben für kaustische Soda (Aetznatron)  $= c - a - n$  Theile.

Wenn wir also in der Lage wären, durch ein einfaches Verfahren die gebundene Kohlensäure  $= a$

den Gesamt-Kalk . . .  $= b$

die Gesamt-Härte . . .  $= c$

ausgedrückt in entsprechender Menge Natriumcarbonat oder Kalk zu bestimmen, so ließe sich die Weichmachung leicht durchführen. Wir brauchen dann nur obige 3 Werthe in Rechnung zu nehmen, um zu erfahren, wie viel an Aetzkalk, bezw. an gleichwerthigem Kalkwasser, an Aetznatron (kaustischer Soda) und an Soda dem Wasser beizugeben ist, damit die Kalk- und Magnesia-Salze vollständig fallen.

Ergibt nämlich die Formel:

1)  $2a - b = m$ , so entspricht das dem I. Falle, und es ist  $m = \text{Kalk}$

$c - a = \alpha$   $\alpha = \text{Aetznatron}$

2)  $2a - b = 0$ , so entspricht dies dem II. Falle  $0 = \text{Kalk}$  und es ist

$c - a = \beta$   $\beta = \text{Aetznatron}$

3)  $2a - b = -n$ , so entspricht dies dem III. Falle und es ist  $n = \text{Soda}$

$c - a - n = \gamma$   $\gamma = \text{Aetznatron}$

dem Naturwasser zuzugeben. Wie später gezeigt werden soll, sind die Werthe  $a$ ,  $b$  und  $c$ , deren Einsetzung in obige Formeln die Mengen an Zuschlägen geben, sehr leicht zu bestimmen.

Erprobung der Kalmann'schen Formel.

Betrachten wir nun zur Erprobung dieser Kalmann'schen Formeln ein Beispiel.

Es sei mir erlaubt, zu diesem Behufe denselben Weg zu verfolgen, den ich vor Kenntnis der Kalmann'schen Formel

beschritten habe, um die Zusätze zu berechnen, weil sich hieraus am besten der Gang der hierzu nöthigen Ueberlegung und der Vortheil der Kalmann'schen Formeln ergeben wird.

Ich wählte ein Wasser, das ich mit gutem Erfolge gereinigt hatte.

Dieses Wasser war darum besonders interessant, weil es viel  $MgH_2(CO_3)_2$  enthielt, wie aus folgender Analyse hervorgeht. Das Wasser enthielt:

- 24° geb. Kohlensäure im kalten Wasser (als CaO berechnet)
- 7,5° < < < gekochten <
- 16° bleibende Härte (als CaO berechnet)
- 29° Gesamt-Härte ( < < < )
- 10° Kalk ( < < < )
- 21° Magnesiumoxyd ( < < < ) und
- 7° Schwefelsäure ( < < < ).

Aus den Ergebnissen dieser Analyse entwickelte ich mir die Zusammensetzung des Wassers auf zweierlei Weise:

- A. 3°  $CaH_2(CO_3)_2$  + 21°  $MgH_2(CO_3)_2$  + 7°  $CaSO_4$
- B. 10°  $CaH_2(CO_3)_2$  + 14°  $MgH_2(CO_3)_2$  + 7°  $MgSO_4$ .

Beide Zusammensetzungen waren möglich, die zweite die wahrscheinlichere, weil das Wasser nach dem Kochen beim Titriren mit  $\frac{2}{10}$ -Normal-Salzsäure den Gehalt von 7,5°  $CO_2$  (als Kalk berechnet) nachwies, daher verhältnismäßig viel löslich bleibende  $MgCO_3$  enthalten mußte, und deshalb auch überhaupt kaum Gyps enthalten konnte.\*)

Bei diesem Wasser, mochte es nach A oder B zusammengesetzt sein, konnte erstens ein Vorwärmen des Wassers in offenen Gefäßen die Kesselsteinbildung nicht verhindern, weil zu viel  $MgCO_3$  im Wasser enthalten war, und diese zum größten Theile löslich bleibt, zweitens konnte auch ein fleißiges Ausblasen und Auswaschen des mit diesem Wasser gespeisten Kessels wegen der großen Menge von Kesselsteinbildnern nicht genügen.

Was eine Fällung im Kessel anbelangt, so war auch eine solche nicht empfehlenswerth, weil die im Kessel niedergeschlagenen Mengen sehr bedeutende sein mußten.

Es war daher nur eine Reinigung des Wassers, bevor es in den Kessel kam, in's Auge zu fassen.

Wäre ich im Stande gewesen, sagen zu können, wie viel kohlensaure Magnesia, oder wie viel Gyps oder schwefelsaure Magnesia als Verbindung im Wasser enthalten sei, so wäre jede Unsicherheit verschwunden, und es konnte sofort die richtige Zusammensetzung des Wassers aufgeschrieben und hiernach die Weichmachung des Wassers festgestellt werden.

Leider ist aber die Bestimmung der einzelnen Verbindungen als solche überhaupt nicht möglich. Ich machte daher zwei Einengungs-Versuche, um aus dem besseren Weichmachungs-Ergebnisse auf die wirkliche Zusammensetzung des Wassers zurückschließen zu können. Da sich das bessere Weichmachungs-Ergebnis nach der Zusammensetzung B ergab, werde ich die Weichmachung nur für diese Zusammensetzung vorführen.

Enthält das Wasser B



\*)  $MgCO_3$  im Grundwasser und Gyps setzen sich im Boden um.

so sind demselben folgende Zusätze beizugeben, um den Kalk und die Magnesia herauszufällen:

Wasser	Zuschläge	Endergebnis	
		in der Lösung	im Niederschlage
10° $[CaH_2(CO_3)_2]$	10° $[Ca(OH)_2] =$	20° $[H_2O]$	20° $[CaCO_3]$
14° $[MgH_2(CO_3)_2]$	28° $[Ca(OH)_2] =$	28° $[H_2O]$	14° $[Mg(OH)_2] +$ + 28° $[CaCO_3]$
7° $[MgSO_4]$	7° $[2NaOH] =$	7° $[Na_2SO_4]$	7° $[Mg(OH)_2]$

Es sind somit dem Wasser zur vollständigen Reinigung  
7° 2 NaOH . . . . . 1)  
38°  $Ca(OH)_2$  beizugeben.

Da die Zahlen 7 und 38 Kalkgrade sind, und 7 Kalkgrade 7 gr Kalkgehalt in 100 l Wasser bedeuten, da ferner nach den Moleculargewichten 56 und 106 des Kalkes und der Soda 7 gr  $CaO : x$  gr 100 % Soda = 56 : 106 ist, so sind für 100 l Wasser erforderlich  $x = \frac{7 \times 106}{56} = 13$  gr 100 % Soda und dem Begriffe der Härte zufolge  $38^\circ Ca(OH)_2 = 38$  gr  $CaO$ .

Weil nun das bei der Weichmachung zur Anwendung kommende Kalkwasser gesättigt sein muß und als solches 130° hat, so sind in je 100 l Naturwasser: 13 gr 100 % Soda und  $\frac{38}{1,3} = 29,2$  l gesättigtes Kalkwasser beizugeben.

Man kommt genau zu demselben Ergebnisse, wenn man sich vorerst das Aetznatron mit dem Bicarbonate des Kalkes zusammengebracht denkt, wobei die 7° Aetznatron 7° des Kalkbicarbonates in einfach kohlensauren Kalk verwandeln, wobei 7° Soda entsteht und ein Rest von 3° Kalkbicarbonat im Wasser verbleibt.

Diese 7° Soda müssen nun durch ferner hinzugegebene 7° Kalk in Aetznatron übergeführt werden, welches Aetznatron auf die noch vorhandenen Bicarbonate des Kalkes und der Magnesia zersetzend einwirkt, zu Soda wird, durch neu hinzugegebenen Kalk wieder in Aetznatron übergeführt wird, bis es sich endlich mit dem schließlic noch im Wasser verbleibend gedachten Magnesiumsulfate vollständig umsetzt.

Es spielt daher das Aetznatron in dem Wasser gewissermaßen eine Uebertragungsrolle.

Wir wollen nun die Zusätze nach Professor Kalmann berechnen und erhalten da in dem vorliegenden Wasser die Zusammensetzung:

$$\underbrace{(z=)0^\circ CaSO_4}_{b} + \underbrace{(x=)10^\circ CaH_2(CO_3)_2}_{a} + \underbrace{(y=)14^\circ MgH_2(CO_3)_2}_{c} + \underbrace{(r=)7^\circ MgSO_4}_{r}$$

$$\left. \begin{aligned} a &= 24 \\ b &= 10 \\ c &= 31, \quad x + 2y - z = 2a - b = 38^\circ \end{aligned} \right\} \dots 2)$$

2a - b > 0 ergibt den Fall I.

Nach Professor Kalmann's Formeln ist somit ein Ergebnis gefunden, welches mit den oben ermittelten Zahlen 1) vollständig übereinstimmt, und welches in gleicher Weise wie oben umgerechnet verlangt, dafs

100 l Naturwasser mit 13 gr 100 % Soda  
 « « « 29,2 l gesättigten Kalkwassers  
 behandelt werden.

Wir sehen somit, daß wir uns mit vollem Vertrauen Professor Kalmann's Formel bedienen können. Es bleibt nur

noch neben dieser einfachen Berechnungsweise der Zusätze auch eine einfache Art und Weise der Bestimmung der drei Größen: a Kohlensäuregehalt, b Gesamtkalke und c Gesamthärte anzugeben, was im nächsten Abschnitte geschehen soll.

(Schluß folgt)

## Einrichtung für den Fahrstraßenverschluss bei Weichensicherungsanlagen.

Von G. Rank, Oberingenieur der K. K. österreichischen Staatsbahnen zu Wien.

(Hierzu Zeichnungen Fig. 1 bis 9 auf Taf. VIII und Fig. 1 bis 5 auf Taf. IX.)

Die Unfälle, welche bei Sicherungsanlagen in Stationen mit Weichen- und Signalstellwerken dadurch hervorgerufen wurden, daß die Weichensteller aus Uebereifer oder infolge leichtsinniger Handhabung der Stellwerke die Einfahrtssignale zu früh in die Haltlage zurückbrachten und die hierdurch frei beweglich gewordenen Weichenhebel noch während der Fahrt der Züge durch die Weichen umzustellen trachteten, haben das Bedürfnis ergeben, die Weichen nicht nur so lange gesperrt zu halten, wie die Signale die »erlaubte Fahrt« anzeigen, sondern die Weichen auch nach der Rückstellung der Signale in die Haltlage noch gesperrt zu halten, bis der Stationsbeamte die Erlaubnis zur Umstellung der Weichen gegeben hat.

Infolge dessen genügt es auch nicht mehr, die Weichen nur für eine »grade Einfahrt« und für die »Ablenkung in eine Gruppe von Gleisen« zu sperren, sondern es ist auch notwendig, die in eine Sicherungsanlage einbezogenen Weichen für jedes einzelne, zu Ein- und Ausfahrten benutzte Gleis zu sperren.

Die elektrischen Blockwerke nach Siemens & Halske, welche wegen ihrer dauerhaften Bauart und vielseitigen Verwendbarkeit bei Sicherungsanlagen in sehr ausgedehntem Mafse Anwendung gefunden haben\*), ermöglichen wohl auch die Lösung der im Vorstehenden angedeuteten Aufgabe, allein die einfache Anwendung der vorhandenen Einrichtungen macht bei der großen Anzahl von Fahrstraßen, welche hierbei in Betracht kommen, die Anordnung von sehr umfangreichen Anlagen notwendig, wodurch sowohl die einfache Handhabung der Einrichtung erschwert wird und die Uebersichtlichkeit sehr leidet, als auch die Kosten für die Beschaffung der Einrichtung ganz erhebliche werden.

Es würden sich beispielsweise für eine Abzweigstation (Fig. 1, Taf. VIII), in welche 4 eingleisige Bahnen einmünden und in welcher 10 Fahrgleise zu Ein- und Ausfahrten für Züge jeder dieser Bahnlinien benutzt werden, zusammen 40 Fahrstraßen ergeben.

Für jede dieser Fahrstraßen ist bei Verwendung der Siemens & Halske'schen Vorrichtungen in der unveränderten Form ein Blocksatz im Stationsdienstraume und ein Blocksatz im Stellwerke erforderlich, sonach im Stationsdienstraume ein Blockwerk mit 40 Feldern und auf jedem der beiden Stellwerke an den Stationsenden eines mit 20 Feldern, im Ganzen sonach

80 Blocksätze bzw. Felder. Hierzu kommen noch die Blocksätze für die Freigabe und Verschließung der Weichen, möglicherweise auch noch solche für die Ausfahrtssignale. Die Abhängigkeit zwischen den einzelnen Blockwerken erfordert außerdem die Anordnung von vielen Schiebern im Stationswerke, welche zur Bewegung eigene, im vorliegenden Falle 40, Knaggen nothwendig machen.

Das Stationswerk erreicht bei der Anzahl von so vielen Blockfeldern eine Länge von rund 5<sup>m</sup> und erfordert daher sehr viel Raum, die Bedienung des Werkes ist sehr erschwert und Fehlgriffe sind leicht möglich, weil die leichte Uebersicht bei der großen Anzahl von Blockfeldern verloren geht.

Die nachträgliche Umgestaltung schon bestehender älterer Anlagen nach dem Grundsatz des »Fahrstraßenverschlusses« würde eine gänzliche Erneuerung des elektrischen Theiles der Einrichtungen und damit auch ganz bedeutende Kosten erfordern.

Die in Nachstehendem beschriebene mechanische Einrichtung bezweckt nun, durch Verringerung der Anzahl elektrischer Blocksätze die Bedienung der Werke zu erleichtern und übersichtlich zu gestalten, die sonst sehr schwerfällige Herstellung der mechanischen Abhängigkeit zwischen den einzelnen Blocksätzen in einfacher Weise zu erzielen und die Beschaffungskosten neuer Sicherungsanlagen, sowie die der Umgestaltung älterer Anlagen wesentlich zu verringern.

Die Bedingungen, welche bei Durchführung des Grundsatzes des Fahrstraßenverschlusses zu erfüllen sind, sind Folgende:

- 1) Der Signalwärter im Stellwerke darf die Weichen bzw. deren Stellhebel nur in derjenigen Lage verschließen können, welche der vom Beamten im Stationsdienstraume (Fahrdienstbeamten) verlangten Fahrstraße entspricht.
- 2) Der Verschluss der Weichen darf nur vom Beamten (Fahrdienstbeamten) aufgehoben werden können.
- 3) Der Beamte soll, zur Vermeidung von Irrthümern, vom Signalwärter nicht die gleichzeitige Verschließung sich kreuzender Fahrstraßen verlangen können.
- 4) Der Verschluss der Weichen an beiden Bahnhofsenden für Ein- und Ausfahrt auf demselben Gleise muß gleichzeitig stattfinden können, damit Durchfahrten durch den Bahnhof bei verschlossenen Weichen möglich sind.
- 5) Die Freigabe der Einfahrtssignale von entgegengesetzten Richtungen soll nur dann gleichzeitig möglich sein, wenn die Weichenstraßen für verschiedene Gleise verschlossen sind.

\*) Vergl. Organ 1888, Seite 97, 136, 175 u. 235.

Wenn jedoch der Verschluss der Weichen an beiden Bahnhofsenden für ein- und dasselbe Gleis besteht, so darf nur eines der beiden Signale freigegeben werden können, das Signal der entgegengesetzten Richtung muss hingegen in der Haltstellung verschlossen bleiben.

- 6) Sowohl im Stationsdienstraume als auch im Stellwerke muss ohne Weiteres ersehen werden können, für welche Fahrstrafe der Weichenverschluss verlangt wurde und ob derselbe thatsächlich besteht.
- 7) Die Vorbereitung zur Freigabe der Signale soll im Stationsdienstraume schon erfolgen können, wenn der Beamte den Verschluss einer Fahrstrafe verlangt, der Wärter soll jedoch das Signal thatsächlich erst dann frei erhalten, wenn derselbe die Fahrstrafe verschlossen hat.
- 8) Die Freigabe der Weichen soll erst dann vom Stationsdienstraume aus erfolgen können, wenn das Signal verschlossen wurde.

### I. Einrichtung für eingleisige Bahnen.

#### Ausfahrtssignale ohne Blockverschlufs.

Bei der nun folgenden Beschreibung der Einrichtung sei wieder das früher erwähnte Beispiel einer Mittelstation (Fig. 1, Taf. VIII), in welche vier eingleisige Bahnen einmünden, zu Grunde gelegt. Es wird vorläufig die Annahme gemacht, dass nur die Einfahrtssignale unter Blockverschluss stehen sollen, die etwa vorhandenen Ausfahrtssignale jedoch nur in entsprechende Abhängigkeit von den Einfahrtssignalen und den Weichen gebracht sind, deren Stellung im übrigen dem Signalwärter überlassen sei.

Die Einfahrtssignale seien zweiarmig; der deutschen und österreichischen Signalordnung entsprechend soll durch einen Arm die »erlaubte Einfahrt in grader Richtung«, durch zwei Arme die »erlaubte Einfahrt in alle von der graden Fahrstrafe ablenkenden Richtungen« angezeigt werden.

Es sei ferner angenommen, dass von allen 4 Bahnlinien in alle 16 Fahrgleise ein-, und aus allen diesen Gleisen nach den 4 Richtungen ausgefahren werden soll.

Für jede der einmündenden Bahnlinien ist am Stationswerke (Fig. 6, Taf. VIII) nur ein Blocksatz für das Einfahrtssignal und ein zweiter für die Freigabe der Weichen angeordnet.

Am Stellwerke ist ebenfalls ein Blocksatz für das Einfahrtssignal und ein zweiter für den Verschluss sämtlicher Fahrstraßen vorhanden (Fig. 7 und 8, Taf. VIII), welche mit den obigen des Stationswerkes durch Leitungen in entsprechende Verbindung gebracht sind.

Es sind sonach im Stationsdienstraume 8 Blocksätze für alle vier Linien vorhanden und an jedem der beiden Stellwerke je 4 Blocksätze, zusammen also 16 Stück.

Neben den Blockwerken in den Stellwerken ist ein Anzeiger (Fig. 7, Taf. VIII) angebracht, welcher zur Verständigung des Weichenwärters über die vorzunehmende Verschließung der Fahrstraßen dient.

### II. Einrichtung des Stationswerkes.

Die Blockwerke im Stationsdienstraume, welche die unveränderte Einrichtung der Siemens'schen zeigen, sind auf einem geschlossenen Kasten aufgestellt, in welchem die Einschalt- und Sperrvorrichtung untergebracht ist (Fig. 6, Taf. VIII).

Auf der Deckplatte des Kastens ist vor den Blockwerken die Gleisanlage der Station, soweit diese für Ein- und Ausfahrten in Betracht kommt, in Linienübersicht dargestellt.

Für jede der Bahnlinien ist ein Schieberknopf *q* vorhanden, welcher längs eines winkelrecht zur Längsachse der Gleislinien gerichteten Schlitzes auf jedes einzelne Gleis eingestellt werden kann.

Jeder der Schieberknöpfe, im vorliegenden Falle 4, befindet sich vor den zugehörigen zwei Blocksätzen der betreffenden Bahnlinie.

Die von den Weichen- und Signalstellwerken kommenden Leitungen sind, nach Bahnlinien getrennt, in nebeneinander liegende Klemmen *c* (Fig. 2, 3, 4, Taf. VIII, Fig. 3, Taf. IX) eingeschaltet, denen gegenüber sich eine Fläche *C* befindet, in welche die Leitung des Fahrstraßenblocks eingeschaltet ist.

Der Stromschluss wird durch das mit Schleiffedern *o* versehene Gleitstück *g* hergestellt.

Die Bewegung des Gleitstückes erfolgt mittels eines der erwähnten Schieberknöpfe *q* (Fig. 2, 3 und 6, Taf. VIII), welche über die obere Fläche des Kastens hervorragen.

Bei der Bewegung des auf der Achse *X* laufenden Gleitstückes *g* (Fig. 2, 3 und 4, Taf. VIII) wird ein lose auf der Achse *y* sitzender Daumen *h* mitgenommen.

Unterhalb der Gleitstücke sind wagerecht gelagerte Schieber *G* (Fig. 2, 3 und 4, Taf. VIII) angeordnet, welche mit Ansätzen *A* versehen sind, längs denen sich die Daumen *h* bewegen.

Die Anzahl der Schieber *G* richtet sich nach der Anzahl der vorhandenen Fahrgleise und zwar ist für jedes Fahrgleis ein Schieber angeordnet.

Im vorliegenden Falle genügen also 10 Schieber für alle 40 Fahrstraßen.

Die Freigabe der Signale erfolgt in gewöhnlicher Weise durch das Niederdrücken der betreffenden Blocktaste und gleichzeitiges Drehen der Inductorkurbel.

Durch das Niederdrücken der Blocktaste wird mittels des an der Hemmungsstange *R* (Fig. 2, 3, 4 und 5, Taf. VIII) angebrachten Ansatzes *n*, der auf der Achse *y* befestigte Hebel *m* nach abwärts gedrückt, hierdurch der Daumen *h* von dem Vierkant *y* mitgenommen und seitwärts gedreht (Fig. 5, Taf. VIII).

Der Daumen *h* bewegt dabei denjenigen Schieber *G*, vor dessen Ansatz *A* er sich eben befindet, in wagerechter Richtung.

In dieser Lage bleibt der Schieber nun so lange, bis das Signal vom Stellwerkswärter wieder verschlossen wird, da die Hemmstange *R* durch die Blockeinrichtung in der gedrückten Lage festgehalten wird.

Durch das Niederdrücken der Signalblocktasten aller auf der einen Bahnhofseite einmündenden Bahnlinien werden die Schieber *G* nach der einen Richtung (z. B. von links nach rechts), durch das Niederdrücken der Signalblocktasten aller auf der andern Bahnhofseite einmündenden Bahnlinien nach der entgegengesetzten Richtung (von rechts nach links) bewegt.

Wurde durch den Daumen *h* einer der Schieber *G* seitwärts bewegt, so ragen die etwas abgeschrägten Begrenzungsflächen jener Ansätze *A* des Schiebers, welche für die entgegengesetzte Einfahrtrichtung dienen, aus der Reihe vor.

Sollen Durchfahrten durch den Bahnhof bei geschlossenen Weichen stattfinden, so befinden sich die Daumen *h* zweier Gleitstücke gleichzeitig bei den Ansätzen desselben Schiebers (Fig. 5 und 5a, Taf. VIII). Wird nun die eine der Signalblocktasten niedergedrückt, so wird durch den zugehörigen Daumen *h* der Schieber *G* verschoben und der Daumen *h* des zweiten Gleitstückes gleichzeitig etwas nach aufwärts bewegt.

Hierdurch wird der Hebel *m* ebenfalls etwas nach aufwärts gehoben, so daß derselbe aus der Druckfläche des Ansatzes *n* (Fig. 5, Taf. VIII) austritt und der Ansatz *z* des Hebels *m* unter den Ansatz *o* des ersteren tritt, so daß nun ein auf die Blocktaste geübter Druck unmittelbar auf die Achse *y* übertragen wird, die Bestandtheile sonach nicht besonders beansprucht werden.

Durch diese Anordnung ist das Niederdrücken der Blocktaste, daher auch die Freigabe eines zweiten Einfahrtsignales für die Einfahrt aus einer der entgegengesetzten Richtungen auf dasselbe Gleis verhindert.

Die erfolgte Einschaltung einer der Weichenblockleitungen ist am Stationsblockwerke aus der jeweiligen Stellung des Schieberknopfes *q* über einer der Gleislinien der Deckplatte sofort erkennbar.

Um die gleichzeitige Einschaltung sich kreuzender Fahrstraßen für die auf derselben Seite einmündenden Bahnlinien zu verhindern (z. B. von *A* und von *B* auf Gleis 8, Fig. 1, Taf. VIII), ist die Bewegung der Gleitstücke, bzw. der Schieberknöpfe von der Stellung besonderer, mit entsprechenden Ausschnitten versehener Schieber *S* (Fig. 3 und 9, Taf. VIII) abhängig gemacht. Die Ausschnitte der Schieber sind der Gleisanlage entsprechend angeordnet.

Für den vorliegenden Fall dürfen gleichzeitig Fahrten von der Richtung *A* in die Gleise 5 bis 10 mit solchen von der Richtung *B* in die Gleise 1 bis 4 stattfinden, bei Fahrten von *A* in die Gleise 1 bis 4 oder bei solchen von *B* in die Gleise 5 bis 10 dürfen aber von der zweiten Richtung überhaupt keine Fahrten stattfinden, der Schieberknopf der betreffenden Richtung muß daher in der Ruhelage gesperrt sein.

Der Schieber *S* gestattet nun in seiner Mittelstellung die Verschiebung des Schiebers der Richtung *A* auf die Gleise 5 bis 10 und gleichzeitig jene des Schiebers der Richtung *B* auf die Gleise 1 bis 4.

Wird der Schieber *S* nach rechts verschoben, so kann der Schieberknopf der Richtung *A* auf die Gleise 1 bis 4 eingestellt werden, während der Schieber der Richtung *B* in der Ruhelage gesperrt ist.

Bei der Verschiebung des Schiebers nach links wird hingegen die Einstellung des Schiebers *q* der Richtung *B* auf die Gleise 5 bis 10 ermöglicht, während der Schieber der Richtung *A* in der Ruhelage gesperrt ist.

Dasselbe gilt bezüglich der Richtungen *C* und *D* rückwärts der Gleise 1, 2 und 3 bis 10.

Die Bewegung der Schieber *S* geschieht selbstthätig bei der Verschiebung der Schieberknöpfe *q* aus der Ruhelage,

deren Verbindungsstück mit dem Gleitstücke *g* längs des schrägen Theiles des Schieberschlitzes gleitet.

Um die unbeabsichtigte Verschiebung der Gleitstücke *g*, bzw. der Schieberknöpfe derselben nach der erfolgten Verschließung einer Fahrstraße zu verhindern, ist die gezahnte Stange *t* (Fig. 3, 4 und 5, Taf. VIII) an den Gleitstücken *g* befestigt. Bei der Verschließung der Fahrstraße durch den Wärter schnellt die Hemmstange *R* des Blockwerkes im Stationswerke in die Höhe, der an dieser Hemmstange angebrachte Ansatz *k* tritt in den betreffenden Ausschnitt der Stange und hindert so die Bewegung in wagerechtem Sinne.

In der Ruhelage der Schieber sind keine Leitungen eingeschaltet und die Daumen *h* durch Ansätze *A'* (Fig. 3, Taf. VIII), welche an einer festen Platte angebracht sind, etwas aus der normalen Stellung gerückt, so daß die Ansätze *z* der Hebel *m* unter die Ansätze *o* der Hemmstangen *R* treten, wodurch auch die Freigabe der Signale gehindert ist.

Bei kleineren Anlagen, wo nur eine geringe Anzahl von Fahrstraßen in Betracht kommt, sowie bei Anlagen, bei welchen nur die Ein- und Ausfahrten auf einer Bahnhofseite zu sichern sind, kann die Einschalt- und Sperrvorrichtung im Schutzkasten des Blockwerkes selbst untergebracht werden. In diesem Falle wird zur Bewegung des Gleitstückes *g* folgende Anordnung getroffen (Fig. 4 und 5, Taf. VIII).

An Stelle der festen Achse *x* des Gleitstückes wird eine um ihre Längsachse drehbare Schraubenspindel angeordnet, auf welche das mit Gewinden versehene Gleitstück *g* aufgesteckt wird.

Das vordere Ende der mit Schraubengewinden versehenen Achse ragt aus der Vorderwand des Kastens *U* hervor und ist mit einem Vierkant versehen, auf welches eine Kurbel *B* aufgesteckt wird.

Durch die Drehung dieser Kurbel wird das Gleitstück hin und her bewegt. Die Gewinde sind so bemessen, daß das Gleitstück bei einer ganzen Umdrehung der Kurbel von einem Stromschlusse zum nächsten gelangt.

Zur Anzeige über die jeweilige Stellung des Gleitstückes, bzw. der eingeschalteten Fahrstraßenleitung dient folgende Einrichtung. An der Vorderwand *U* des Schutzkastens ist unter den zu der betreffenden Bahnlinie gehörigen Blockfenstern ein gleiches Fensterchen *f* angeordnet, hinter welchem die Nummer der grade eingeschalteten Fahrstraßenleitung erscheint.

Die Nummern sind auf einer lothrecht gestellten runden Scheibe *i* angebracht, welche um eine wagerechte Achse *e* drehbar ist.

Hinter dieser Scheibe ist auf derselben Achse *e* eine mit Zähnen versehene Kreisscheibe *b* aufgekeilt. In die Zähne der Kreisscheibe tritt bei der Drehung der Kurbel ein auf der Scheibe *b'* befestigter Dorn *d* ein und nimmt die Scheibe mit, so zwar, daß bei einer ganzen Umdrehung der Kurbel die Scheibe um einen solchen Theil bewegt wird, daß im Fensterchen *f* die folgende Nummer erscheint.

Durch die kreisförmig aufeinander gepaßten Theile der Scheiben *b* und *b'* wird die Scheibe *b* in der erreichten Stellung festgehalten.

Die übrige Einrichtung des Blockwerkes bleibt bei der Verwendung dieser Anordnung die frühere.

Durch den mit der Hemmstange R des Fahrstraßenblockes verbundenen Ansatz z wird die Kurbel B in ihrer Lage festgehalten, indem derselbe bei der Verschließung der Weichenhebel mit der Hemmstange in die Höhe geschnellt wird und in die Ausklinkung s der Scheibe  $b_2$  eintritt.

Die Bewegungsvorrichtung des Gleitstückes mittels Schraubenspindel und Kurbel kann auch bei der Anordnung der Vorrichtung in einem eigenen Kasten angewendet werden und es entfallen dann die Schieberknöpfe q, an deren Stelle nur Zeiger treten. (Schluß folgt.)

## Länge und Lochung der Eisenbahnschienen.

Von E. Ruppell, Ober- u. Geheimem Baurath zu Köln a. Rh.

### A. Ausgleichschienen in Gleiskrümmungen.

#### I. Zweckmäßige Länge der Ausgleichschienen.

Die Thatsache, daß in jeder Gleiskrümmung der innere Schienenzug kürzer als der äußere ist, fordert die Bereithaltung von Schienen von etwas geringerer Länge zur Ausgleichung dieses Längenunterschiedes. Ueber die zweckmäßige Länge dieser Ausgleichschienen war man in früheren Zeiten — und ist man auch heute noch verschiedener Ansicht und bei ihrer Festsetzung im Allgemeinen nicht eben sehr peinlich. Man rechnet dabei nur darauf, daß man unter allen Umständen mit nur einer Sorte Ausgleichschienen auch in den schärfsten Krümmungen auskommt; in vereinzelt Fällen hält man es auch wohl noch für zweckmäßig, die Ausgleichschiene, wie dies thatsächlich noch in Lehrbüchern empfohlen wird,\*) um die Entfernung der beiden Schienenlöcher kürzer zu machen als die Vollschiene, damit man jederzeit aus einer beliebigen Vollschiene durch Abhauen eines entsprechenden Stückes eine Ausgleichschiene unter Benutzung des zweiten Schienenloches als erstes und durch Bohren eines neuen zweiten Loches gewinnen könne.

Die Folge dieser Erwägungen ist fast allgemein die Anordnung einer für die gewöhnlichen Fälle übermäßig kurzen Ausgleichschiene. Der Unterschied der Länge der letzteren ( $l_1$ ) gegen die der Vollschiene ( $l$ ), die Kürzung ( $k = l - l_1$ ) beträgt in einzelnen Fällen weniger als 70 mm, bei der größten Mehrzahl der Ausführungen aber mehr, bis zu 117 mm.

Man übersieht dabei die vielfachen Nachteile, die eine so starke Kürzung mit sich bringt und die in folgendem bestehen:

1) In einer Gleiskrümmung von kleinstem Halbmesser, für welchen die Kürzung der Ausgleichschiene genau passend, nämlich  $k = \frac{1,5}{R} \cdot l$ , angeordnet ist, so daß jeder Vollschiene im äußeren Schienenzuge eine passende Ausgleichschiene im inneren Schienenzuge entspricht, können alle Querschwellen die vorschriftsmäßige Lage (Mittelpunktrichtung) erhalten, wenn zugleich die Enden des Bogens (Berührungspunkte) zufällig mit je einem Schienenstöße zusammenfallen. Sieht man von diesem einzigen — wohl denkbaren, aber in der Praxis kaum jemals vorkommenden — Falle ab, so erhalten in jeder Gleiskrümmung nur ganz vereinzelt Schwellen jene vorschriftsmäßige Lage; von diesen Schwellen aus nehmen entsprechend der

gegenseitigen Verschiebung der Schienenstöße die folgenden Schwellen eine allmähig zunehmende schiefe Lage an, die an denjenigen Schienenstößen am stärksten wird, in welchen eine Ausgleichschiene mit einer Vollschiene im inneren Schienenzuge zusammenstößt bzw. bei denen ein Wechsel der im inneren Strange verlegten Schienenlängen stattfindet. Sie beträgt an diesen Stößen, wenn  $k$  die Kürzung der Ausgleichschiene, und  $k_1 = \frac{1,5}{R} \cdot l$  die Kürzung des inneren Stranges auf die Schienenlänge  $l$  des äußeren Stranges bezeichnet, mindestens  $\frac{k - k_1}{2}$  und erreicht fast in jeder Krümmung das Maß von  $\frac{k}{2}$  auf die Schwellenlänge von 1,5 m (Entfernung der Schienenmitten). Je größer daher  $k$ , d. h. je kürzer die Ausgleichschiene angeordnet wird, desto größer wird die stärkste Schiefelage der Schwellen.

Bei der gebräuchlichen Anordnung von  $k = 70$  bis 117 mm beträgt diese größte Schiefelage 35 bis 58 mm, es ergibt sich also eine Abweichung von 1:43 bis 1:26 gegen die Mittelpunktrichtung; sie verleiht nicht nur dem Gleise ein unordentliches Aussehen, sondern sie kann und wird auch bei der sich immer mehr notwendig machenden Verbesserung der Stofsverbindung und bei den heute schon bestehenden besseren Schienenbefestigungen, namentlich auf eisernen Querschwellen, arge Verlegenheiten herbeiführen. Jedenfalls erschwert sie die Ueberwachung der guten Lage des Gestänges und begünstigt das Vorkommen von Unregelmäßigkeiten.

Angesichts dieses Uebelstandes darf man sich doch wohl fragen, welche Gründe bestimmend gewesen sein können, zu Schienen von 6,59 oder 7,5 m Länge Ausgleichschienen anzuordnen, die 100 mm kürzer sind, als die Vollschiene, da auch die Entfernung der Laschenlöcher hiermit gar nicht übereinstimmt, also der Vortheil der Herstellung einer Ausgleichschiene aus jeder Vollschiene nicht bestimmend gewesen sein kann, und für den kleinsten Halbmesser von 180 m eine Kürzung von  $k = 55$  mm bzw. 62,5 mm genügt hätte. Auch in neuerer Zeit hat die Holländische Bahn bei Schienen von 12,25 m Länge  $k = 80$  mm angenommen, obgleich in ihren Gleisen der freien Strecke Krümmungen mit weniger als 400 m Halbmesser nicht vorkommen, hierfür aber  $k = 46$  mm ausreichte und für etwaige schärfere Krümmungen in Bahnhöfen, für die auch  $k = 80$  mm nicht ausreicht, die Kürzung der Vollschiene um ein Schienenloch möglich blieb.

2) Selbst bei vorschriftsmäßiger Einlegung der Ausgleichschienen kann niemals darauf gerechnet werden, daß am Ende der Gleiskrümmung der Stofs der äußeren Schiene dem der

\*) Winkler, Eisenbahnbau, dritte Auflage, I, Seite 66.

inneren genau gegenüberliegt; es wird sich entweder in dem äußeren oder inneren Schienenstrange ein Uebermaß an Länge ergeben, das ebenfalls die Größe  $\frac{k}{2}$  annehmen, durch Einlegen einer weiteren Ausgleichschiene nicht beseitigt werden kann, daher dieselbe Schiefelage der Schwellen zur Folge hat und in die anschließende Strecke überträgt. Zur allmähigen Beseitigung dieser Schiefelage bleibt nichts Anderes übrig, als eine Anzahl Zwischenräume in dem kürzeren Schienenstrange über das für die Wärmelücken\*) nöthige Maß zu erweitern. Dieses Erweitern der Wärmelücken würde am zweckmäßigsten jedenfalls in der Krümmung selbst ausgeführt werden. Dazu wäre aber nöthig, daß im Voraus durch Rechnung genau festgestellt wird, nicht nur wieviel Ausgleichschiene im inneren Schienenstrange zu verwenden sind, sondern ob und um wieviel bei Verwendung dieser Ausgleichschiene der äußere oder der innere Bogen dann noch zu lang oder zu kurz wird und ob in diesem oder jenem die Wärmelücken und um wieviel sie erweitert werden müssen. Daß das jemals geschehen und in der Ausführung streng überwacht ist, möchte zu bezweifeln sein. In kurzen Bögen mit kleinem Halmesser und langen Vollschienen ist die Zahl der Stofslücken auch oft so gering, daß nicht viel dadurch gewonnen wird und ein grosser Theil der Ausgleichung dennoch in der geraden Strecke erfolgen muß.

Man wird daher damit rechnen müssen, daß sich am Ende einer Krümmung eine Längenausgleichung in einem Schienenstrange von  $\frac{k}{2}$  nöthig macht und deshalb dafür Vorsorge zu treffen haben, daß diese Ausgleichung in einem möglichst kurzen Gleisstücke ausführbar ist. Daraus folgt unmittelbar, daß das Maß  $k$  möglichst gering angeordnet und die Schienenlochung so eingerichtet werden muß, daß der Stofslücke eine größere Erweiterung gegeben werden kann.\*\*\*) Es folgt ferner daraus, daß das Maß  $k$  bei längeren Vollschienen kleiner, als bei kürzeren Vollschienen angenommen werden sollte.

Es ist gegen diese Ausführungen eingewendet worden, daß sich in krümmungsreichen Strecken die Längenüberschüsse am Ende der einen Krümmung durch Uebertragung in die in der Regel bald darauf folgende Gegenkrümmung von selbst ausgleichen. Darauf würde erwidert werden müssen, daß, abgesehen von dem Umstande, daß in der ganzen Zwischengeraden die Schwellenschiefelage zum Schaden der ordnungsmäßigen Gleislage beibehalten würde, es doch sehr fraglich ist, ob in der nächsten Krümmung nicht derselbe Schienenstrang wiederum einen Ueberschuss an Länge ergibt und der Uebelstand also durch Uebertragung in die nächste Krümmung noch verstärkt werden würde.

Der Einwand, daß die beregten Uebelstände in der Praxis sich nicht besonders fühlbar gemacht und daher wohl nicht eine große Bedeutung haben möchten, findet seine Erklärung

\*) Unter „Wärmelücke“ ist der allein für die Ausdehnung der Schiene durch Erwärmung erforderliche Zwischenraum zwischen je zwei Schienen zu verstehen; mit „Stofslücke“ ist der ganze Zwischenraum, d. h. Wärmelücke + Erweiterung beim Ausgleiche in Krümmungen u. s. w. bezeichnet.

\*\*) Dieser Punkt soll später in Abschnitt III besonders behandelt werden. R.

darin, daß in früheren Zeiten die Länge der Vollschienen gering, die Zahl der Stöße also größer war und eine geringere Erweiterung der an sich nicht großen Wärmelücken für die beregte Ausgleichung genügte, die Schiefelage der Schwellen also auf ein verhältnismäßig kurzes Gleisstück ausgeglichen und beseitigt werden konnte. Mit der Vergrößerung der Schienenlänge in neuerer Zeit wächst aber von selbst schon die Weite der Wärmelücke; es nimmt auch die nöthige Erweiterung derselben zu, wenn jene Ausgleichung in derselben Gleislänge ausgeführt werden soll, wie bei kürzeren Vollschienen, und man wird unter Umständen so weite Stofslücken erhalten, daß die gute Erhaltung des Oberbaues gefährdet erscheint.

Was die Größe der nöthigen Wärmelücke betrifft, so werden die freiliegenden Schienen nach Beobachtungen in der Sonnenhitze heißer Tage bis  $60^{\circ}$  C. erwärmt (beobachtet sind  $59^{\circ}$  Schienenwärme bei  $33^{\circ}$  Luftwärme). Da im Winter auf eine Kälte  $-25^{\circ}$ , also im Ganzen auf einen Wärmeunterschied von  $85^{\circ}$  gerechnet werden muß, so ergibt sich die Längenveränderung der Schienen

$$v = 0,000118 \cdot 85 \cdot l = 0,001 \cdot l.$$

In der Praxis ist es nun ausgeschlossen, beim Verlegen die Wärme der Schienen zu messen, es werden die innerhalb gewisser Grenzen der Luftwärme zu verwendenden Stofslückenbleche, deren Stärke nur nach ganzen Millimetern wechselt, so vorgeschrieben, daß unter allen Umständen genügender Spielraum geschaffen wird, d. h. es wird die Wärmelücke in der Regel beim Verlegen etwas zu groß angelegt und man muß daher für die größte Kälte auf eine Wärmelücke von

$$t_w = 0,001 \cdot l + 1 \text{ mm},$$

bei mittlerer Wärme auf

$$t_m = 0,0004 \cdot l + 1 \text{ mm}$$

Rücksicht nehmen.

Rechnet man hierzu die übliche Abkantung der oberen Schienenkopfkanten mit nur je  $1 \text{ mm}$ , so wird die Lücke in der Schienenfahrfläche

$$\text{bei größter Kälte} \quad . \quad . \quad . = 0,001 \cdot l + 3 \text{ mm},$$

$$\ll \text{mittlerer Luftwärme} \quad . \quad . \quad . = 0,0004 \cdot l + 3 \text{ mm},$$

daher bei  $15 \text{ m}$  langen Schienen schon

$$\text{bei größter Kälte} \quad . \quad . \quad . \quad 18 \text{ mm},$$

$$\ll \text{mittlerer Wärme} \quad . \quad . \quad . \quad 9 \text{ mm}.$$

Hierzu würde nach oben gegebener Darlegung dann noch die Erweiterung einer Anzahl Stofslücken behufs Ausgleichung eines Längenunterschiedes am Ende der Krümmungen treten, der bei  $l = 15 \text{ m}$  und  $k = 117 \text{ mm}$  (Anordnung bei dem Oberbau der österreichischen Staatsbahn, System XXV), im Ganzen  $58 \text{ mm}$  betragen kann. Vertheilt man diese Erweiterung auf 6 Schienenstöße, so erfolgt die Ausgleichung erst auf  $90 \text{ m}$  Gleislänge und jede Wärmelücke in dem betreffenden Schienenstrange muß um  $10 \text{ mm}$  erweitert werden; es werden sich daher Stofslücken bilden

$$\text{bei größter Kälte} \quad . \quad . \quad . \quad 28 \text{ mm},$$

$$\ll \text{mittlerer Wärme} \quad . \quad . \quad . \quad 19 \text{ mm},$$

ein Zustand, dessen Unhaltbarkeit bei Anwendung des stumpfen Stofses wohl kaum eines weiteren Nachweises bedarf, der aber auch bei  $12 \text{ m}$  und  $9 \text{ m}$  langen Schienen unter Beibehaltung der

gebräuchlichen Ausgleichschienen bei stumpfem Stofse so nachtheilig wirkt, dafs eine Aenderung durchaus geboten erscheint.

Zur Verbesserung dieses Zustandes und zugleich zur Verminderung der oben erwähnten Schiefelage der Schwellen in den Krümmungen giebt es nur ein Mittel: die Anordnung einer längeren Ausgleichschiene, d. h. die Verringerung der Kürzung  $k$ . Man darf nicht davor zurückschrecken, dafs dann für Krümmungen mit ungewöhnlich kleinen Halbmessern mehrere Sorten Ausgleichschienen erforderlich werden, denn die vielleicht hierdurch entstehenden Mehrkosten, als welche ja nur die Zinsen der wenigen etwa mehr im Vorrath zu haltenden Ausgleichschienen in Anschlag kommen können, sind verschwindend gegen die zu erreichenden Vortheile.

Es wird deshalb empfohlen, bei 9<sup>m</sup> langen Vollschienen  $k$  nicht gröfser, als 0,045<sup>m</sup> anzuordnen und zwei Sorten Ausgleichschienen,  $l_1 = 8,955^m$  und  $l_2 = 8,910^m$ , vorzusehen; die erstere würde für alle Krümmungen bis herab zu 300<sup>m</sup> Halbmesser genügen; in Krümmungen von weniger als 300<sup>m</sup> Halbmesser würden beide Sorten nach der praktischen Regel zu verwenden sein, dafs im inneren Schienenstrange stets diejenige einzulegen ist, die einen Längenunterschied von höchstens  $\frac{k}{2} = 22,5^{mm}$  zuläfst. Damit wird die Schiefelage der Schwellen in nicht unbequemen Grenzen gehalten, die nöthige Ausgleichung am Ende der Krümmung kann auf wenige Schienenstöße vertheilt werden und damit innerhalb der Krümmung selbst erfolgen. Die größte vorkommende Stofslücke bei strengster Kälte kann dann mit Leichtigkeit auf höchstens

$$t_{gr} = 0,001 \cdot l + (3 + 4)^{mm} = 16^{mm}$$

einschließlich der Schienenkopfabkantung gehalten werden.

Für längere Vollschienen (12—15<sup>m</sup>) würde zwar bei gleichen Krümmungshalbmessern scheinbar eine verhältnismäfsig gröfsere Kürzung der Ausgleichschiene sich rechtfertigen; es würde aber damit zugleich die Schiefelage der Schwellen verstärkt und für die Vertheilung eines an sich schon gröfser werdenden Längenüberschusses am Ende der Krümmung bei gleicher Erweiterung jeder Stofslücke eine viel gröfsere Gleislänge erforderlich werden.

Es dürfte sich daher nicht empfehlen, bei gröfseren Schienenlängen auch die Kürzung  $k$  entsprechend gröfser, vielmehr wömmöglich kleiner anzuordnen und für die Bögen mit kleineren Halbmessern lieber eine dritte und wenn nöthig eine vierte Sorte Ausgleichschienen vorzusehen.

Die an sich schon bei längeren Schienen sehr weit werdende Wärmelücke dürfte auch daran mahnen, dafs es nicht empfehlenswerth erscheint, bei stumpfem Schienenstofse mit der Vollschienenlänge wesentlich über das Mafs von 9<sup>m</sup> hinauszugehen. Wird auch behauptet, dafs die Weite der Stofslücke an sich einen nur verschwindend geringen Einfluss auf die beim Befahren des (neuen!) Gleises sich fühlbar machenden Stöße übt, so kann doch wohl niemals bestritten werden, dafs die Laschen desto stärker beansprucht werden, je gröfser die Stofslücken sind, und dafs daher bei weiteren Stofslücken derjenige Theil der Stofsverbindung in kürzerer Zeit verschleift, von dessen Erhaltung die ganze Dauer der Schienen bezw. des Gleises abhängt.

## II. Ermittlung der Zahl der erforderlichen Ausgleichschienen.

Bezeichnet man mit

- $L$  die Länge des Gleisbogens des äufsern Schienenstranges,  
 $R$  dessen Halbmesser,  
 $L'$  die Länge des Gleisbogens des innern Schienenstranges,  
 $K$  den Längenunterschied beider ( $L - L'$ ),  
 $\alpha$  den Mittelpunktswinkel des Bogens in Graden,  
 $l$  die Länge der Vollschiene,  
 $l_1$  < < < Ausgleichschiene No. 1,  
 $l_2$  < < < < < 2,  
 $l_3$  < < < < < 3 u. s. w., allgemein  
 $l_x$  < < < < <  $x$ ,  
 $m$  < Anzahl der in einem Schienenstrange des Bogens erforderlichen Schienen überhaupt,  
 $Z$  < Zahl der im innern Strange eines Bogens zu verwendenden Vollschienen  $l$ ,  
 $Z_1$  < Zahl der desgl. Ausgleichschienen  $l_1$  u. s. w.,  
 $Z_x$  < < < erforderlichen Schienen  $l_x$ ; nimmt man ferner als hinreichend genau an, dafs in jedem Bogen der Halbmesser des innern Stranges 1,5<sup>m</sup> kürzer ist, als der des äufsern, und ist  
 $k$  der unveränderliche Längenunterschied der auf einander folgenden Schienenlängen  $l, l_1, l_2$  u. s. w., allgemein also

$$k = l_x - l_{x+1},$$

so ergibt sich zunächst

$$L = \frac{\alpha}{180} R \cdot \pi,$$

$$K = \frac{1,5 \cdot L}{R} = 0,02619 \alpha$$

$$m = \frac{L}{l}, \text{ ausgedrückt in ganzer (in der Regel nach oben abzurundender) Zahl,}$$

derjenige Krümmungshalbmesser  $R_x$ , bei dem jeder Vollschiene des äufsern Schienenstranges eine Schiene  $l_x$  im innern Schienenstrange genau entspricht,

$$R_x = \frac{1,5 \cdot l}{x \cdot k},$$

und es ist ohne Weiteres klar, dafs in allen Bögen, deren Halbmesser zwischen  $R_x$  und  $R_{x+1}$  liegt, im innern Schienenstrange zweierlei Schienen, nämlich die Sorten  $l_x$  und  $l_{x+1}$  verwendet werden müssen. Für einen gegebenen Halbmesser  $R$  beträgt die Länge der jeder Vollschiene im äufsern Schienenstrange genau entsprechenden Ausgleichschiene des innern Schienenstranges:

$$\lambda = (R - 1,5) \frac{1}{R}.$$

Sollen daher anstatt dieser nicht vorrätigen Schienensorte die Schienen  $l_x$  und  $l_{x+1}$  verwendet werden, so sind von letzteren so viel erforderlich, dafs ihre Mengen im umgekehrten Verhältnisse zu den entsprechenden Längenunterschieden mit  $\lambda$  stehen, dafs also

$$Z_{x+1} : Z_x = l_x - \lambda : \lambda - l_{x+1}.$$

Setzt man in diese Gleichung die Werthe ein

$$\lambda = (R - 1,5) \frac{1}{R},$$

$$l_x = l - xk,$$

$$l_{x+1} = l - (x + 1)k$$

und berücksichtigt, daß

$$\begin{aligned} Z_x + Z_{x+1} &= m, \\ l_x - l_{x+1} &= k, \end{aligned}$$

so erhält man

$$Z_x = m \left( x + 1 - \frac{1,5 \cdot l}{k \cdot R} \right) \dots \dots (1)$$

$$Z_{x+1} = m \left( \frac{1,5 \cdot l}{k \cdot R} - x \right) \dots \dots (2)$$

Die gefundenen Werthe sind auf ganze Zahlen abzurunden; dabei ist aber Folgendes zu beachten: Der Längenunterschied K zwischen dem äußern und innern Bogen ist nicht durch k ohne Rest theilbar; der Rest soll aber kleiner oder wenigstens nicht größer als  $\frac{k}{2}$  sein; es ist daher zu setzen:

$$K = nk \pm u \dots \dots (3)$$

und die ganze Zahl n so zu wählen, daß ohne Rücksicht auf das Vorzeichen

$$u \leq \frac{k}{2} \text{ wird,}$$

weil die Schiefelage der Schwellen niemals größer als  $\frac{k}{2}$  werden soll. Es muß daher die Abrundung der Werthe von  $Z_x$  und  $Z_{x+1}$  auf ganze Zahlen stets so erfolgen, daß

$$x \cdot Z_x + (x + 1) \cdot Z_{x+1} = n \text{ wird.}$$

Hieraus läßt sich nun folgendes vereinfachte Verfahren zur Ermittlung von  $Z_x$  und  $Z_{x+1}$  herleiten.

Sind die Werthe

$$m = \frac{L}{l} \text{ und } n \text{ aus der Gleichung}$$

$$K = nk \pm u$$

ermittelt und in ganzen Zahlen gegeben, so folgt aus

$$m = Z_x + Z_{x+1} \text{ und}$$

$$n = x \cdot Z_x + (x + 1) \cdot Z_{x+1}$$

unmittelbar

$$Z_x = (x + 1) m - n,$$

$$Z_{x+1} = n - x m,$$

worin dann einzusetzen ist

$$x = 0, \text{ wenn } \frac{n}{m} = 0 \text{ bis } 1,$$

$$x = 1, \text{ } \leftarrow \frac{n}{m} = 1 \leftarrow 2,$$

$$x = 2, \text{ } \leftarrow \frac{n}{m} = 2 \leftarrow 3 \text{ u. s. f.}$$

Beim Verlegen des Bogengleises ist dann Folgendes zu beachten:

1) Wenn aus der Gleichung (3) die Größe u, die stets  $\leq \frac{k}{2}$  sein soll, positiv hervorgeht, so müssen im äußern, und wenn u sich negativ ergibt, im innern Schienenstrange die Stofslücken im Ganzen um das Maß u, jede der m Stofslücken also um  $\frac{u}{m}$  erweitert werden; dann erhalten am Ende des Bogens die Schwellen die richtige Mittelpunktslage.

2) In der innern Schienenreihe muß stets eine Schiene derjenigen Sorte angelegt werden, an deren hintern Ende die Verschiebung der Stöße gegen die Mittelpunktsrichtung möglichst gering, keinesfalls größer als  $\frac{k}{2}$  ausfällt.

3) Die Ermittlung der Zahl der verschiedenen Ausgleichschienen gründet sich auf der stillschweigenden Voraussetzung,

daß der Bogenfang mit einem Schienenstöße zusammenfällt; sie bleibt auch völlig richtig, wenn dies nur annähernd zutrifft, oder so lange der Halbmesser der Krümmung größer ist als  $\frac{1,5 \cdot l}{2 \cdot k}$ , also in allen gewöhnlich vorkommenden Fällen. Bei kleinerem Halbmesser kann sich, wenn der Grundsatz aus 2) streng aufrecht erhalten werden soll, eine geringe Aenderung dadurch nothwendig machen, daß der Bogenfang nicht mit dem Schienenstöße, sondern etwa annähernd mit der Mitte der ersten Schienenlänge zusammenfällt, was sich im Voraus nur selten feststellen läßt. Unter Umständen wird sich nämlich dann die Nothwendigkeit ergeben, im innern Schienenstrange, der für solche Krümmungen nur Ausgleichschienen  $l_2$  und  $l_3$  oder noch kürzere enthalten sollte, zunächst am Bogenanfang (vielleicht auch am Bogenende) je eine Ausgleichschiene  $l_1$  zu verwenden, d. h. man wird darauf vorbereitet sein müssen, zwei Ausgleichschienen  $l_1$  an Stelle einer Vollschiene und einer Ausgleichschiene  $l_2$  — oder eine Schiene  $l_1$  und eine Schiene  $l_2$  an Stelle von einer Schiene  $l$  und einer Schiene  $l_3$  — einzulegen. Es empfiehlt sich deshalb, von den Ausgleichschienen  $l_1$  einige Stücke mehr zu beschaffen und bereit zu halten. Sind diese nicht vorhanden, so bleibt nur übrig, von der Vorschrift unter Nr. 2 abzusehen, und für den einen Gleisstofs eine etwas größere Schiefelage der Schwellen (als  $\frac{K}{2}$ ) zuzulassen.

**Hülftafel**

zur Ermittlung der für die verschiedenen Krümmungshalbmesser erforderlichen Mengen und Arten von Ausgleichschienen (berechnet aus den Gleichungen 1 und 2).

Im innern Schienenstrange des Bogens sind auf je 1000 Schienen zu verlegen:

Halbmesser der Krümmung m	Vollschiene l = 9,000 m Ausgleichschiene $l_1 = 8,955$ m " $l_2 = 8,910$ m			Vollschiene . . . l = 12,000 m Ausgleichschiene $l_1 = 11,960$ m " $l_2 = 11,920$ m " $l_3 = 11,880$ m			
	Stück von			Stück von			
	l	$l_1$	$l_2$	l	$l_1$	$l_2$	$l_3$
3000	900	100	—	850	150	—	—
2000	850	150	—	775	225	—	—
1500	800	200	—	700	300	—	—
1000	700	300	—	550	450	—	—
750	600	400	—	400	600	—	—
600	500	500	—	250	750	—	—
500	400	600	—	100	900	—	—
450	333	667	—	—	1000	—	—
400	250	750	—	—	875	125	—
350	143	857	—	—	714	286	—
300	—	1000	—	—	500	500	—
275	—	909	91	—	364	636	—
250	—	800	200	—	200	800	—
240	—	750	250	—	125	875	—
230	—	696	304	—	43	957	—
225	—	667	333	—	—	1000	—
220	—	636	364	—	—	955	45
210	—	571	429	—	—	857	143
200	—	500	500	—	—	750	250
190	—	421	579	—	—	684	316
180	—	333	667	—	—	500	500

Erscheint das Verfahren bei Verwendung mehrerer Sorten Ausgleichschienen auch etwas umständlich, so darf man doch nicht vergessen, daß für alle größeren Halbmesser, also für die Hauptgleise in Hauptbahnen in der Regel nur eine Sorte Ausgleichschienen ( $l_1$ ) zur Verwendung kommt, daß ferner aber für eine bestimmte Bahnlinie nicht nur die Größen  $l$  und  $k$  ein- für allemal festgestellt sind, sondern daß auch für  $R$  nicht alle beliebigen Werthe — vielmehr nur regelmäÙig wiederkehrende Zahlen vorkommen, daß man also ebenso, wie bei der Anordnung einer einzigen Ausgleichschiene, für die vorkommenden Halbmesser Tafeln anfertigen wird, aus denen die

Zahl und Art der nöthigen Ausgleichschienen mit gleicher Bequemlichkeit zusammengestellt werden können, wie dies auch jetzt in der Praxis geschieht. Eine solche Hülftafel für Schienen von  $9^m$  und von  $12^m$  Länge ist als Beispiel (Seite 64) beigefügt. Eine geringe Mehrarbeit, die beim Vertheilen der Schienen auf der Strecke infolge der verschiedenen Sorten Ausgleichschienen nicht zu vermeiden ist, darf aber mit Rücksicht auf den zu erreichenden Zweck einer besseren Gleislage nicht gescheut werden.

(Fortsetzung folgt.)

### Vom internationalen Eisenbahn-Congress zu St. Petersburg am 20. August 1892.

Ende August dieses Jahres fand die 4. Sitzung des internationalen Eisenbahn-Congresses zu St. Petersburg statt, in welcher unter Anderem auch die wiederholt zurückgestellte Frage V—A »Relation entre la voie et le matériel roulant. Conditions d'établissement de la voie au point de vue des charges qui doivent la parcourir« zur Behandlung gelangte. Den Bericht über diese Frage hatte der Baudirector der K. K. priv. Kaiser-Ferdinands-Nordbahn, Herr Regierungsrath W. A. st. übernommen und sammt Ergänzungen und verschiedenen Beilagen dem Congresse in einem gedruckten Bande von 398 Seiten in Vorlage gebracht\*). Da dieser, eine Fülle des Wissenswerthen enthaltende Band nur in beschränkter Zahl zur Vertheilung gelangte, so wird es nicht unerwünscht sein, den Inhalt hier kurz besprochen zu sehen. Es soll dies zunächst nur einfach hinweisend geschehen; der reiche Inhalt des Werkes wird in der Folgezeit noch manchmal Veranlassung zu eingehender Besprechung bieten.

Der Herr Berichterstatter hatte sich die schwierige Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob die Ausbildung des Gleises und der Betriebsmittel im Einklange mit einander stehen, ob insbesondere der jetzige Oberbau den an ihn gestellten Anforderungen noch gewachsen sei, und suchte zu dem Ende festzustellen, »in wieferne die neuere theoretischen Untersuchungen und Versuche zu Ergebnissen führen, welche von bisher festgehalten Anschauungen abweichen, und inwieweit diese Ergebnisse die Bauart der Gleise zu beeinflussen vermögen«.

Der Bericht zerfällt in 5 Abschnitte, welche sich:

- 1) mit den äußeren, den Oberbau beanspruchenden Kräften,
- 2) mit den dadurch hervorgerufenen inneren Kräften,
- 3) mit den zulässigen Spannungen der Oberbauteile,
- 4) mit der Widerstandsfähigkeit des Gleises und seiner Bestandtheile,
- 5) mit den zweckmäßigsten Formen der Gleis-Bestandtheile befassen.

Im 1. Abschnitte wird namentlich auch der Einfluß der Bewegung der Fahrzeuge besprochen. Bezüglich der Wirkungen der Locomotiv-Tragfedern wird darauf hingewiesen, daß die gewöhnlich benutzten Versuche von Weber an einem ziemlich

schwachen Gleise angestellt sind, welches größere Schwankungen verursachte, als sie bei dem jetzt üblichen Oberbau zu erwarten seien. Für diese passen die Versuchsergebnisse von Brière: Note sur le renversement du rail dans les voies Vignoles, d'après les expériences faites à la Compagnie d'Orléans.\*)

Die lothrechte Seitenkraft der Fliehkraft, welche die an den Locomotiven angebrachten Gegengewichte beim Umlaufen erzeugen, wird im Berichte auf die Hälfte der Radbelastung geschätzt, und die Vermehrung des Raddruckes hierdurch, sowie durch die Tragfederschwingungen, Fliehkkräfte u. s. w. unter der Annahme, daß alle diese Einflüsse sich gleichzeitig und mit ihrem Höchstbetrage geltend machen, zu 134% gefunden. Ein Vergleich mit den durch Rechnungen und Versuche erlangten Zahlen ergibt folgendes. Theoretische Untersuchungen bezüglich eines den Betriebsansprüchen gerade gewachsenen Gleises\*\*) haben jene dynamische Wirkung zu **0,94** des Raddruckes ergeben; Flamache leitet aus Beobachtungen an einem befahrenen Gleise, welches entschieden stärker war, als das in der angegebenen Quelle der Rechnung unterstellte, die entsprechende Zahl zu **0,70**, für einen sehr steifen Oberbau mit 52 kg/m schweren Schienen aber zu **0,20** ab.

Der Verfasser des Berichtes glaubt, daß die stärksten Einwirkungen auf das Gleis durch unrunder gewordene Tender- und Wagenräder hervorgebracht würden, so zwar, daß man mit der 2,4 fachen Ruhelast zu rechnen habe.

Aus dem 2. Abschnitte des Berichtes mag folgendes hervorgehoben werden. Bei Betrachtung der Bettung wird unter Anderem auf die öfters vorhandene Verschiedenheit der Bettungsziffer an zwei zusammengehörigen Schienensträngen hingewiesen, und auf den für den Pariser Congress von Michel gelieferten Bericht (Lignes parcourues par des trains rapides, Question II D) Bezug genommen, in welchem ein Kleinstmals für die Bettungsstärke unter den Schwellen von  $0,30^m$  gefordert wird, sowie auf die Untersuchungen von E. Schubert.\*\*\*)

Zur Berechnung der Schienenbeanspruchung durch lothrechte Lasten wird ein durchlaufender Träger mit 4 verdrück-

\*) Revue générale des chemins de fer 1883.

\*\*) Organ 1883, S. 125 u. 177.

\*\*\*) Organ 1890, S. 121; 1891, S. 195. — Centralblatt d. Bauverwaltung 1889 — Zeitschrift für Bauwesen 1889.

\*) Organ 1893, S. 41.

baren, gleichweit von einander entfernten Stützpunkten mit einer Einzellast in der Trägermitte festgehalten und die Zimmermann'sche Gleichung

$$\mathfrak{M} = \frac{8\gamma + 7}{4\gamma + 10} \cdot \frac{G \cdot \alpha}{4}$$

benutzt, zur Bestimmung des größten Schienendruckes auf die Schwelle werden die beiden theoretischen, von Schwedler und Hoffmann herrührenden Belastungsfälle eingeführt:

- 1) Durchlaufender Träger auf 3 nachgiebigen, gleich weit von einander entfernten Stützpunkten, Einzellast in der Trägermitte;
- 2) Durchlaufender Träger auf unendlich vielen, verdrückbaren Stützen bei gleichen Abständen dieser und mit gleich großen Einzellasten auf jeder zweiten Stütze;

woraus der größte Schwellendruck nach den Formeln

$$P = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} \cdot G \text{ bzw. } P = \frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1} \cdot G$$

entnommen und weiter nach Anleitung Zimmermann's die Senkung und Anstrengung der Schwellen, sowie deren Druck auf die Bettung berechnet wird. Eine Beilage zum Berichte enthält die Zusammenstellung der in solcher Weise für eine Anzahl bekannter Oberbauten gefundenen Rechnungsergebnisse, aus welchen mancherlei Schlüsse gezogen werden. So bleiben z. B. die bei gegebenem Raddrucke unter Voraussetzung starrer Stützen berechneten Momente um 17 bis 70% gegen jene zurück, welche für elastisch verdrückbare Stützen gefunden werden.

Sehr beachtenswerth sind die am befahrenen Gleise gewonnenen Beobachtungsergebnisse, welche im Berichte den theoretischen Ermittlungen gegenübergestellt werden. Vor allem sind in dieser Beziehung die zahlreichen Versuche von Couïard\*) zu erwähnen, welche vielfache Bestätigungen theoretischer Erörterungen und von Betriebserfahrungen, aber durchaus auffallend kleine Einsenkungsmasse ergeben. Der Verfasser erklärt sich die letztere Erscheinung aus der Annahme, daß die von Couïard benutzte Mefsvorrichtung die Senkungen des Bettungskörpers theilweise mitgemacht habe.

Bemerkenswerth ist die von Couïard, ebenso wie von Flamache und Huberti\*\*) festgestellte Thatsache, daß durch Wagen und Tender mit Bremsvorrichtungen entschieden größere Schwellensenkungen und Schienendurchbiegungen als durch Locomotiven veranlaßt werden, was sich aber möglicherweise durch die Einwirkung der Aufschläge unrunder Räder auf die Mefsvorrichtungen erklären würde.

Deutlich kommt in den Versuchsergebnissen Couïard's der günstige Einfluß langer Schienen zum Ausdruck; auch über die Wirkungen der Seitenkräfte auf die Schienenköpfe geben diese Versuche manche Aufschlüsse. Auffallend aber ist die Darlegung, daß am Stofse die das Rad abgebende Schiene mehr gedreht wird, als die dasselbe aufnehmende, und daß hierdurch ein Höhenunterschied der beiden Schienenenden und ein Aufschlag des Rades verursacht wird.

\*) Revue générale des chemins de fer 1887—1889.

\*\*) Expériences relatives à la flexibilité de la voie. Comm. à la IIa Sess. du Congr. internat. d. ch. d. f.

Sehr eingehend wird im 3. Abschnitte des Berichtes die Frage der zulässigen Spannungen behandelt. Nach den selbst vorgeführten Erwägungen soll die zulässige Längsspannung des Schienenstabes, insofern es sich um Anstrengungen durch ruhende Lasten handelt, nicht mehr als  $\frac{1}{3}$  der Faserspannung an der aus Biegeversuchen abgeleiteten Proportionalitätsgrenze betragen, und »wenn alle statischen und dynamischen Einflüsse berücksichtigt werden, sollen die Spannungen doch nicht größer sein als die Spannung an der erhöhten, aus Biegeversuchen abgeleiteten Elasticitäts- (Proportionalitäts-) Grenze«. Unter Hinweis darauf, daß Schienen und Radreifen aus nahezu gleichem Stoffe bestehen sollten, wird Bezug auf die Mittheilungen von Anitschkow genommen, wonach der beste Stahl für die Räder eine Bruchfestigkeit von 66—73 kg/qmm und Dehnungen von 15—17% aufweist.

Was die Laschen betrifft, so verlangt der Umstand, daß ihre Anschlußflächen starker Abnutzung ausgesetzt sind und sehr bedeutende Faserspannungen in ihnen auftreten, Material von größerer Härte, doch dürfte hierdurch die ohnehin vorhandene Bruchgefahr nicht erhöht werden. Für die zulässige Beanspruchung der Bettung geben die vom Verfasser für eine Anzahl von Oberbauten berechneten Drücke und Senkungen der Schwellen Anhaltspunkte. Engesser\*) nimmt hierfür 2 kg/qcm und 0,25 cm an.

Durch den 4. Abschnitt des Berichtes zieht sich der Grundgedanke, daß den Forderungen ebensowohl der Betriebssicherheit als auch der Sparsamkeit am besten durch übereinstimmende Bemessung der Widerstandsfähigkeit aller Theile des Gleises entsprochen werden könne. Der ganze Gleisbau soll außerdem wegen der oft wiederholten und rasch wechselnden Belastung, wegen der durch Einwirkung der Luftbestandtheile u. dergl. verursachten allmäligen Schwächung, endlich wegen der stets wechselnden Anforderungen des Verkehrs schon von vornherein einen Ueberschuß an Widerstandskraft erhalten. »Das Maß dieses Ueberschusses wird sich allgemein nicht feststellen lassen, vielmehr aus der Bedeutung der betreffenden Eisenbahnstrecke beurtheilt werden müssen. Ebenso wird die Art und Weise, wie dieser Ueberschuß herbeigeführt werden soll, ob vorwiegend durch Verbesserung des Materials, oder durch Verstärkung der Bautheile, oder durch das Zusammenwirken dieser beiden Mittel, der Erwägung der Verwaltungen anheimzugeben sein«.

Besonders ausführlich verbreitet sich der Bericht über die Steifigkeit des Gleises und über die Mittel zu deren Erhöhung, wobei diesbezügliche Rechnungen über ausgeführte Oberbauten zur Benutzung kommen; es würde jedoch zu weit führen, hierauf näher einzugehen.

Im letzten Abschnitte endlich werden einige allgemeine Grundsätze für die Form und Anordnung der einzelnen Gleitheile angegeben. So wird bezüglich der Schienen hervorgehoben, daß eine Erhöhung des Standfestigkeits-Verhältnisses (Verhältnis der Schienenhöhe zur Fußbreite) nicht sowohl durch Verbreiterung des Schienenfusses, als durch passende Unterlagsplatten erzielt werden sollte. Im Uebrigen wird ein mög-

\*) Organ 1888, Seite 99, 147, 184.

lichst breiter Kopf, eine geringe Neigung und große Breite der Laschenanlagflächen empfohlen. »Eine große Schienenlänge bei entsprechend kräftiger, die Wirkungen der Stosfugen abschwächender Stosverbindung erscheint als ein vorzügliches Mittel, die Widerstandsfähigkeit des Gleises zu erhöhen«. Als zweckmäßig für die Querschwellen wird im Allgemeinen eine größere Länge und ein steiferer Querschnitt erklärt, im Besonderen für die Holzschwelle die Verwendung keilförmiger Unterlagsplatten oder Stühle und Spannplatten. Richtig bemessene Eisenschwellen sind zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Gleises besonders erwünscht.

Besonders eingehend wird endlich die Frage der Stosverbindung für die Schienen erörtert, verschiedene Bestrebungen zu ihrer Verbesserung durchgenommen und als Schlussfolgerung ausgesprochen, daß die jetzt üblichen Schienenverbindungen am Stosse die an sie zu stellenden Anforderungen dauernd zu erfüllen nicht im Stande seien. »Weitere Untersuchungen über Beanspruchung und Wirkungsweise der Stosverbindungen durch Rechnung und Versuch und fortgesetzte Erprobungen neuerer Bauweisen müssen hiernach dringend empfohlen werden.«

Im Ganzen kommt der Berichterstatter zu dem Ergebnisse, daß die zur Zeit üblichen, bewährten Gleisbauarten den Forderungen der Betriebssicherheit auch unter ungewöhnlich ungünstigen Umständen noch entsprechen, daß aber der wünschenswerthe Ueberschuß an Widerstandskraft entweder nur in geringem Maße oder nur in einzelnen Theilen der Gleise vorhanden sei. Es sei deshalb dringend nothwendig, jeder Einführung erhöhter Geschwindigkeit oder vermehrten Raddruckes eine eingehende Ermittlung der damit verbundenen erhöhten Einwirkung und eine genaue Untersuchung des Widerstandes des Gleises gegen solche verstärkte Wirkungen vorausgehen zu lassen.

Als Beilagen sind dem Berichte angehängt die vielen Ergebnisse der Rechnungen, welche der Verfasser über bestehende Oberbauarten angestellt hat, desgleichen Zusammenstellungen über beobachtete Schienenbrüche und zeichnerische Darstellungen

der Versuchsergebnisse Cotard's und Anderer, der Radreifenquerschnitt für Locomotiven und Tender nach den Vereinbarungen zwischen Oesterreich-Ungarn und Preußen, endlich die Zeichnungen der auf den Hauptlinien der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn seit deren Bestehen zur Anwendung gekommenen Schienenquerschnitte nebst Angabe der größten Raddrucke und der durch dieselben verursachten Schienenanstrengungen.

Dann folgen mehrere beachtenswerthe Abhandlungen, nämlich I. von der Verwaltung der belgischen Staatsbahnen über die Verstärkung der Gleise in den Jahren 1880—1890 mit vielen bildlichen Darstellungen; eine Abhandlung II von V. Anitschkow über Stahl zu Radreifen, welcher Mittheilungen über Versuche mit Locomotivradreifen macht und eine Ergänzung zu der von M. Werchowsky der 3. Sitzung des Congresses vorgelegten Arbeit bildet; endlich Abhandlung III vom Chefingenieur F. Benedetti in Rom: »Mouvements verticaux d'une voie ferrée sur traverses en bois, au passage des trains, examinés au point de vue des tensions par unité de surface auxquelles sont soumis les rails«, in welcher derselbe auf Grund der Versuchsergebnisse die Einwirkung mehrerer Einzellasten auf das Gleis theoretisch zu bestimmen sucht.

Da die Arbeit Benedetti's zu spät eingelaufen war, um noch vom Verfasser des oben besprochenen Berichtes in Rücksicht gezogen werden zu können, so giebt dieser endlich in einem Nachtrage zu seinem Berichte eine Besprechung und Ergänzung der Arbeit des italienischen Fachmannes.

Auf alle diese, viel Anregung gewährenden Arbeiten im Einzelnen einzugehen, lag, wie schon eingangs bemerkt worden, nicht in der Absicht des Unterzeichneten. Er hoffte den Fachgenossen schon durch einfachen Hinweis auf den höchst verdienstvollen Bericht des Herrn Ast dienlich zu sein, in welchem die Ergebnisse der Rechnung und der Beobachtung in gleich gründlicher Weise bei Lösung der gesteckten Aufgabe zur Verwendung gelangen.

München, im December 1892.

Loewe.

## Zur Beurtheilung der Beschaffenheit und Betriebssicherheit eiserner Balkenbrücken auf Grund des bestehenden Prüfungsverfahrens.\*)

Von L. Dyrssen, Königl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspector zu Dirschau.

(Hierzu Zusammenstellungen I, II und III auf Taf. XIV.)

Die heute bestehenden Vorschriften für die Ueberwachung der eisernen Brücken haben ihren Ausgangspunkt in den Verhandlungen des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine zu Eisenach im Jahre 1873 über die Frage der »muthmaßlichen Dauervon Eisenbauten«. Der Berichterstatter Herr Dr. Fritzsche (Dresden) stellte am Schlusse eines in der Wanderversammlung 1874 zu Berlin gehaltenen Vortrages, in welchem er die damaligen Erfahrungen vorführte, den Antrag, der Verband möge zur allgemeinen Einführung der in Sachsen seit 1872 mit zweijähriger Wiederholung vorgeschriebenen regelmäßigen Durchbiegungsmessungen

auffordern. Dieser Antrag blieb nicht ohne Widerspruch. Insbesondere vertrat Herr Launhardt (Hannover) die Ansicht, daß eiserne Bauwerke eben so wenig plötzlich einstürzen würden, wie andere, daß man rechtzeitig verdächtige Zeichen auch so bemerken werde, und daß man daher die zwar unschädlichen, aber auch nicht wesentlich nützlichen Biegemessungen voraussichtlich bald wieder aufgeben werde. Der Verbandsbeschluss von 1874 lautete demnach:

»es soll zu allgemeiner Einführung regelmäßig zu wiederholender Beobachtungen von Eisenconstructions nach

\*) Vergl. auch Organ 1875, Seite 35; 1880, Seite 13; 1892, Seite 229; 1893, Seite 15.

»gleichen Methoden aufgefordert und ein Schema für »die zu sammelnden Notizen veröffentlicht werden«.

Auf Grund dieses Beschlusses gingen werthvolle Arbeiten namentlich von den Vereinen zu Berlin und Hamburg und vom mittelrheinischen ein.

Der Verein zu Berlin empfahl die Einführung von Brückenbüchern, die Vornahme der Proben stets durch dieselben Sachkundigen und die Vornahme von fünfjährigen allgemeinen und einjährigen besonderen Untersuchungen. Die allgemeinen waren als äußere Untersuchung, Messung der bleibenden und elastischen Durchbiegung und Feststellung ausgewechselter Theile für alle Brücken gedacht, die besonderen sollten sich behufs schneller Gewinnung von Erfahrungen auf einzelne, besonders geeignete Bauwerke beziehen und außer den eben bezeichneten Punkten die Messung der wagerechten Gurtabstände, der schrägen Wandglieder und der Seitenschwankungen nebst mehreren sonstigen Angaben betreffen. Für beide Untersuchungsarten wurden Vordrucke vorgeschlagen.

Der hamburgische und der mittelrheinische Verein vertraten beide die Ansicht, daß die Durchbiegungsmessungen keinen sicheren Anhalt für die Beurtheilung der Brücken böten. Letzterer verlangte eine scharfe Be- bzw. Nachrechnung und betonte die größere Wichtigkeit der bleibenden gegenüber der elastischen Durchbiegung.

Allgemein wurde die scharfe Beobachtung der Verbindungsstellen und der Rostbildung als wichtig anerkannt.

In der Wanderversammlung 1876 zu München hielt Herr Gerber einen Vortrag, in dem er ausführte, daß entschiedene Mängel bisher nur an den Verbindungen und Verbindungsmitteln, nicht an den vollen Gliedern wahrgenommen und daß Gefügeänderungen in diesen namentlich an den durch die Bearbeitung (Lochung) betroffenen Stellen zu vermuthen seien. Die Gefahrenpunkte seien daher in den Verbindungen zu suchen. Als Mittel zur Erkennung der Veränderungen in den Verbindungen stellte Gerber die wiederholte Beobachtung der bleibenden Durchbiegung hin; aus der elastischen glaubte er keine bedeutungsvollen Schlüsse ziehen zu können, er verlangte aber scharfe Berechnung zur Klarstellung der Lage der einzelnen Glieder.

1878 faßte Herr Dr. Fritzsche in Dresden die Ergebnisse der Arbeiten zusammen, und hier wurde die Annahme eines Vordruckes beschlossen, welcher im Wesentlichen auf dem vom Berliner Vereine vorgeschlagenen fußte und bis jetzt fast unverändert für die Eintragung der Untersuchungsergebnisse bei den preussischen Eisenbahnverwaltungen in Gebrauch ist.

Diese Entwicklungsgeschichte zeigt, daß man allgemein die Ueberwachung der Brücken bloß durch Augenschein für lückenhaft gehalten hat, und daß die Mehrheit diese Lücke durch die Durchbiegungsmessungen als Mittel zum Erkennen verborgener Mängel ausfüllen zu können meinte. In den Verhandlungen ist aber die Frage über die Beziehungen der Durchbiegungsmessungen zur Feststellung der Betriebssicherheit der Brücken nur ganz flüchtig gestreift. Als voraussichtlicher Nutzen derselben wurde im Schlußberichte des Herrn Dr. Fritzsche die Erkenntnis des Zeitpunktes hingestellt, zu welchem man

mit anderen schärferen Untersuchungsmitteln den Zustand behufs Erhaltung der Betriebssicherheit festzustellen habe.

Es geht hieraus aber hervor, daß man sich über die Möglichkeit der Erkennung des Beginnes einer wirklichen Gefahr nicht klar wurde. Bedenken sollen zwar durch Vergrößerung der Durchbiegung geweckt werden, es ist aber nicht gesagt, wo die Grenze zwischen Sicherheit und Gefahr vermuthet werden soll.

Nun sind wir zweifellos dem Lebensziele einer großen Zahl von Brücken inzwischen erheblich näher gerückt, und es ist daher Pflicht, zu fragen, wie die Vorschriften über Brückenüberwachung behufs Klärung des bezeichneten dunklen Punktes zu ergänzen sind, damit wir Gefahren sicher vermeiden, andererseits aber auch in der Ersetzung alter Brücken nicht unwirtschaftlich vorgehen. Behufs Klärung dieser Frage soll zunächst das heutige Verfahren der Untersuchung näher erörtert werden.

## I. Prüfung der eisernen Brücken auf äußere Beschaffenheit und Durchbiegung.

### A) Die äußere Prüfung.

Die wichtigsten Punkte für die äußere Prüfung sind schon in der Arbeit des Berliner Vereines so beleuchtet, daß diese auch heute noch maßgebend ist. Diese Punkte betreffen lockere Niete, Risse, Brüche, lose Lagersteine, sonstige Fehler einzelner Bauglieder und örtliche Rostbildungen.

Lockere Niete finden sich vorwiegend an bestimmten Stellen in bestimmter Weise ausgebildeter Bauwerke, so daß der Erfahrene vorher weiß, wo er sie der Mehrzahl nach zu suchen hat. Sehr günstig verhalten sich die Blechträger kleiner Deckbrücken mit hölzernen Querschwellen, da die Stöße hier abgemildert werden, überall genügend Platz zur Anbringung und guten Ausführung genügender Nietzahlen ist, und die Nietungen also nicht übermäßig angestrengt werden. Diesen gegenüber sind die sogenannten Zwillingsträger mit unmittelbarer Unterstützung der Schienen durch niedrige Querbügel höchst ungünstig, welche leider auch da in manchen Fällen verwendet sind, wo die verfügbare Bauhöhe nicht dazu zwang. In die kleinen, zarten, den Stößen unmittelbar ausgesetzten Stützen können die Verbindungsniete mit den Trägerpaaren weder in genügender Zahl noch Güte eingesetzt werden, und so sind die Nietungen solcher Bauwerke nach kurzer Zeit durchweg locker. Die nachgezogenen Niete werden noch mangelhafter. Unfälle sind wohl bei solchen Brücken nur deshalb nicht vorgekommen, weil die lockeren Schienenbügel auf den unteren Trägerflanschen liegen bleiben. Auch zeigen die Wände der Bügel oft Längsrisse, besonders wenn L-Eisen verwendet sind.

Ebenso ungünstig erweisen sich die Schienenfischbauchträger aus einer graden und einer gebogenen Schiene mit Stützen zwischen beiden. Hier sind in der Regel die Verbindungsniete beider Schienen an den Enden nach Zahl und Ausführung ungenügend, geben durch ihre Spielräume zu

übermäßiger, vorübergehender Biegung Anlaß und müssen häufig ausgewechselt werden.

Bei Tragbrücken mit ausgebildetem Fahrbahnrost und hohen Blechträgern sind die Verbindungen der Längsträger mit den Querträgern und dieser mit den Hauptträgern die Fundstellen lockerer Niete wegen der Stoßwirkungen und weil die in der Regel nur auf den lothrechten Lagerdruck berechneten Anschlüsse bedeutende Biegemomente auszuhalten haben. Diesen Punkten ist beim Entwurfe besondere Sorgfalt zu widmen.

Für größere Fachwerkbrücken trifft in erster Linie für den Fahrbahnrost das eben gesagte zu; ferner finden sich im Hauptträger in den Verbindungen viele lockere Niete, die nach Zahl, Vertheilung oder Stellung falsch angeordnet sind. Durch das häufige Auswechseln von Nietten immer an denselben Stellen gehen die genannten Theile vergleichsweise sehr schnell zu Grunde. Die dabei entstandenen Risse und Brüche, welche namentlich im Querverbände kleiner, niedriger Brücken höchst gefährlich sind, sind häufig schwer zu entdecken.

Gegen die äußerst häufige Lockerung der Lagersteine ist das einzige wirksame Mittel das vollständige Einmauern der Quader im Innern der Auflagermauer; statt dessen werden sie mit der Vorderfläche in die Sichtfläche des Mauerwerkes verlegt. Durch die vorgeschlagene Ausführungsart wird auch die Betriebssicherheit zweifellos erhöht, weil z. B. bei eisernen Brücken geringster Stützweite das gefährliche Verschieben des Ueberbaues infolge Lockerwerdens und allmäligen Herausrutschens der Quader verhindert wird, was in verstärktem Maße dann stattfindet, wenn bei zweigleisigen Strecken das feste Auflager der Zugrichtung zunächst liegt; denn bei einer solchen Anordnung, die als Fehler bezeichnet werden muß, vermögen die nicht ringeingemauerten Quader dem Bestreben des Ueberbaues, vorwärts zu wandern, nicht zu widerstehen und werden herausgerissen. Dieser Umstand verdient bei Feststellung der Ursachen des Lockerwerdens der Quader besondere Beachtung.

Die Stützweite wird bei Verlegung der Auflagerquader im Innern des Auflagermauerwerkes allerdings etwas größer, der Ueberbau also theurer. Durch die Ersparnisse bei der Unterhaltung werden die Mehrausgaben jedoch in kürzester Zeit weit überwogen, da bei festem Sitze der Quader auch die Auflagerplatten geschont werden. Je fester die Quader liegen, um so fester ist auch der eiserne Unterbau gelagert, um so geringeren Erschütterungen und Stößen ist er ausgesetzt und um so geringer sind die infolge der Stoßwirkung hervorgerufenen Schäden.

Es beeinträchtigen aber noch andere Ursachen, die in der Anordnung der Auflager zu suchen sind, die betriebssichere Lage der eisernen Unterbauten.

Bei älteren Brücken geringer Stützweite findet man häufig, daß die Auflagerplatten durch Steinschrauben fest mit den Auflagerquadern verbunden sind. Sofern nun letztere festliegen, ist beim Stopfen des Gleises in unmittelbarer Nähe des eisernen Unterbaues dessen Anhaken ausgeschlossen, weil die Trägerenden mit Steinschrauben niedergeklemmt sind. Bei vielen neueren Brücken liegen aber die Träger lose in den Lagerplatten und werden beim Stopfen mit angehoben, namentlich bei den

ganz kleinen Brücken. Das Niederklemmen ist auch nöthig, weil die kleinen Brücken sonst nur in drei Lagern aufliegen und unter den Lasten hin und her kippen.

Hinsichtlich sonstiger Mängel soll noch besonders auf Längsrisse in den Stegen der Walzeisen und den Stehblechen der kleineren Blechbalken aufmerksam gemacht werden, die sich bei alten Brücken vorfinden und nicht leicht zu entdecken sind, weil sie sich zunächst als ganz feine Haarrisse zeigen. Ferner ist bei Brücken von größerer Stützweite darauf zu achten, ob die End- und Zwischenpfeiler ihre Lage nicht verändert haben. Senkungen des Mauerwerkes sind bei erheblichem Eigengewichte des Ueberbaues unter Umständen von den schlimmsten Folgen, indem sie die Auflagerung der Träger stören und Verdrehungen der Tragwände verursachen, die die Spannungen vollständig ändern und Brüche einzelner Glieder hervorrufen können. Bei zufälligem Hinzutreten noch anderer ungünstigen Einfüsse kann der Einsturz der Brücke herbeigeführt werden. Der Mochensteiner Unfall bietet in dieser Hinsicht ein lehrreiches Beispiel.

Rostbildungen sind namentlich da zu suchen, wo schwieriger Anstrich mit der Ansammlung von Feuchtigkeit zusammentrifft. In solchem Falle bildet sich der rothe Rost, der sich nicht nur auf die Oberfläche beschränkt, sondern infolge von Abgabe des Sauerstoffes nach Innen und Neuaufnahme von Aufsen bis in die innersten Theile des Eisens eindringt.\*) Die Reinigung einer vom Roste angegriffenen Stelle und deren neue Deckung muß somit unverzüglich stattfinden. Neuerdings ist der Oelfarbenanstrich wohl durch Fettgastheer ersetzt. Hinreichende Erfahrungen über die Bewahrung des letzteren liegen jedoch noch nicht vor, und andere Mittel zur Erzielung einer schützenden Decke sind im Brückenbau noch nicht erprobt. Völlig befriedigende Mittel giebt es in dieser Beziehung überhaupt noch nicht, es muß daher das Streben darauf gerichtet sein, solche zu finden.

#### B. Die Prüfung auf Durchbiegung.

Eine eiserne Brücke gilt als betriebssicher, wenn bei der äußeren Prüfung Mängel nicht vorgefunden, bzw. die vorgefundenen beseitigt worden sind und die gemessenen Durchbiegungen keine größeren Werthe aufweisen, als die unter gleichen Verhältnissen berechneten. Findet man dagegen, daß das Messungsergebnis größer ist als dasjenige der Rechnung, oder daß sich ein allmählig fortschreitendes Wachsen der Durchbiegung bemerkbar macht, so gilt dies als Kennzeichen dafür, daß bedenkliche Veränderungen in dem Bauwerke vorgehen.

Bisher ist diese Ansicht durch die Erfahrung nicht widerlegt worden, sie hat also eine gewisse Berechtigung. Es ist aber doch gewagt, das Urtheil über die Güte eines Eisenbaues von dem Vergleiche der zuletzt gemessenen und der berechneten Durchbiegung abhängig zu machen, weil die Voraussetzungen in der Rechnung sich mit der Wirklichkeit nicht decken. Dagegen kann nicht in Abrede gestellt werden, daß ein stetiges

\*) Vergl. Wehrenfennig, Organ 1891, Seite 110, 139, 179 und 221.

Anwachsen der Durchbiegung einer eisernen Brücke ein untrügliches Merkmal für den beginnenden Verfall derselben ist.

Kommt die bleibende Durchbiegung in Frage, so bleibt bei jeder Wiederholung der Durchbiegungsmessung die Belastung dieselbe. Eine Vergleichung der Messungsergebnisse unter sich läßt dann eine etwaige Vergrößerung der Durchbiegung sofort erkennen. Dasselbe gilt auch für die vorübergehende Durchbiegung, wenn bei den Probelastungen stets dieselben Lasten gewählt werden können. Müssen dagegen wechselnde Lasten verwendet werden, so muß man auch jedesmal die zugehörigen Durchbiegungen berechnen. Der Vergleich der Verhältniszahlen aus den Rechnungs- und Messungsergebnissen giebt dann ein Mittel an die Hand, um ein etwaiges Wachsen der Durchbiegung im Laufe der Jahre festzustellen, denn wenn in der Brücke keine Veränderungen vorgehen, und die Rechnungsgrundlagen, abgesehen von den Lasten, unverändert bleiben, so kann sich auch das Verhältnis beider Durchbiegungswerthe nicht ändern.

Werden daher die Verhältniszahlen der berechneten zur gemessenen Biegung allmählig kleiner, so ist dies das Kennzeichen für ein allmählig fortschreitendes Wachsen der Durchbiegung. Dieses einfache Kennzeichen ist aber leider schwierig zu gewinnen, weil die genaue Messung der kleinen Durchbiegungen auf große Schwierigkeiten stößt; die Rechnung kann dagegen mit sehr großer Schärfe geführt werden.

#### a. Berechnung der Durchbiegungen.

Für Balkenbrücken mit Blechträgern unveränderlichen Querschnittes giebt es bekanntlich abgeschlossene Formeln, für größere Brücken muß man Verschiebungspläne, Biegungslinien oder die Sätze von der Formänderungsarbeit benutzen.

Wer letztere Arbeit für einen mit größeren Brücken gesegneten Bezirk durchgeführt hat, weiß, wie mühselig, zeitraubend und kostspielig sie ist. Zur Vereinfachung der Rechnung hat man daher vielfach empirische Formeln angewandt, ohne zu bedenken, daß dadurch der Zweck der Rechnung vollständig verfehlt wird, da nur die allerschärfste Berechnung des Einzelfalles zum Ziele führt. Aus diesem Grunde muß auch der von Herrn Fuchs gemachte Versuch\*), die nur für Blechträger von unveränderlichem Querschnitte gültigen Durchbiegungsformeln durch Anhängung einer für jede Trägerart auf empirischem Wege ermittelten Werthziffer in Formeln zur Berechnung der Durchbiegung von Fachwerkträgern umzuwandeln, als verfehlt bezeichnet werden. Es liegt auf der Hand, daß auf solche Weise entstandene Formeln — ganz abgesehen davon, daß sie theoretisch falsch sind — nur für die kleine Anzahl von Brücken als Näherungsformeln dienen können, die der Ermittlung der Werthziffer zugrunde gelegt worden sind. Wenn Herr Fuchs in seiner Abhandlung\*) hervorhebt, daß sich die ermittelten Werthziffern selbst bei sehr verschiedenen Spannweiten und stark von einander abweichenden Einzelausbildungen nur innerhalb enger Grenzen bewegen, so mag dies für die gewählten Beispiele zutreffen. Die ältesten Brücken weisen jedoch hinsichtlich der Einzelausbildungen so erhebliche Unterschiede gegenüber den neueren auf, daß es bedenklich erscheint, die erwähnten Formeln

\*) Organ 1888, Seite 196 u. 225.

ohne weiteres anzuwenden. Jedenfalls ist der Beweis für ihre allgemeine Gültigkeit und Genauigkeit nicht geführt.

Das nachstehende Beispiel wird erläutern, ein wie hoher Grad von Genauigkeit von der Berechnung verlangt werden muß.

1.	2.	3.	4.
Bezeichnung der Probelastungen unter Annahme verschiedener Lastenzüge.	a. Mathematisch genau berechnete Durchbiegung in mm.	b. Gemessene Durchbiegung mit denselben Werkzeuge ausgeführt in mm.	Verhältnis $\frac{a}{b}$
Erste . . .	38,00	30,00	1,266
Zweite . . .	35,95	28,40	1,266
Dritte . . .	35,00	29,00	1,207
Vierte . . .	40,00	35,00	1,143

Die erste und zweite Reihe läßt erkennen, daß das Verhältnis  $\frac{a}{b}$  der rechnerischen und gemessenen Durchbiegung bei der ersten und zweiten Probelastung dasselbe geblieben ist. Bei der dritten und vierten nimmt jedoch die Verhältniszahl ab. Dieser Umstand deutet darauf hin, daß die Durchbiegung im Laufe der Jahre eine größere geworden ist. Wäre nun die rechnerische Durchbiegung z. B. bei der dritten Probelastung mittels einer empirischen Formel etwa zu 38 mm statt 35 mm ermittelt, so würde das Verhältnis  $\frac{a}{b} = \frac{38}{29} = 1,310$  anstatt  $\frac{35}{29} = 1,207$  geworden sein. Statt einer Vergrößerung der Durchbiegung hätte sich somit eine Verringerung derselben ergeben. Ein Unterschied von 3 mm im Ergebnisse wäre aber bei Benutzung einer empirischen Formel nicht verwunderlich. Man sieht hieraus, welcher Werth auf eine genaue Berechnung der Durchbiegungen gelegt werden muß. Dies ist auch in dem bereits erwähnten Gutachten des mittelhheinischen Architekten- und Ingenieurvereines 1874/76 über muthmaßliche Dauer von Eisenbauten besonders hervorgehoben und kommt auch in den über die Prüfung eiserner Brücken erlassenen Vorschriften insofern zum Ausdruck, als dort empfohlen wird, die Beobachtungen möglichst stets von demselben Beobachter ausführen zu lassen. Hierdurch wird offenbar beabsichtigt, eine Gleichartigkeit in das Rechnungs- und Messungsverfahren zu bringen, die bei verschiedenen Beobachtern, von denen jeder nach anderen Grundsätzen arbeitet, fehlt.

Es kann nun nicht geleugnet werden, daß bei dem zur Zeit bestehenden Verfahren von einer Gleichwerthigkeit der Rechnungsergebnisse nicht wohl die Rede sein kann. Denn einerseits ist keine einheitliche Berechnungsart der Durchbiegungen vorgeschrieben, kommt daher auch nicht zur Anwendung, andererseits ist die Erfüllung der Forderung, daß die Prüfungen stets von demselben Beobachter ausgeführt werden sollen, bei dem ständigen Wechsel der Personen ganz ausgeschlossen.

Die Ableitung geeigneter Formeln würde hier zu weit führen, doch erscheint es angezeigt, einige für bestimmte Fälle von Trägerformen aufgestellte vorzuführen.

Die Ersetzung der wirklichen Einzellasten durch eine, das gleiche Moment in der Trägermitte erzeugende gleichförmig vertheilte Ersatzlast liefert bei großen Spannweiten Durchbiegungen, welche sich von den aus den Einzellasten berech-

neten fast gar nicht unterscheiden. Bei kleinen Weiten ist diese Vertauschung aber unzulässig. Eine Einzellast in der Mitte liefert bei unveränderlichem Querschnitte z. B. die Durchbiegung in der Mitte:  $\alpha = \frac{2P}{192 \cdot E \cdot J}$ .

Die Ersatzlast im Sinne gleichen Momentes in der Mitte ist für die Längeneinheit  $p = \frac{2P}{l}$ , und die von dieser erzeugte Durchbiegung in der Mitte:

$$\beta = \frac{5Pl^3}{192 \cdot E \cdot J}$$

$\alpha$  ist also  $= \frac{4}{5} \beta = 0,8 \beta$ , und man erhält die Biegung durch die Ersatzlast in diesem Falle nur richtig, wenn man das Rechnungsergebnis  $\beta$  noch mit  $m = 0,8$  multiplicirt.

Man kann also die aus Einzellasten folgende Durchbiegung  $\alpha$  aus derjenigen  $\beta$  unter der Ersatzlast im Sinne gleichen Mittelmomentes nach

$$\alpha = m \beta$$

ermitteln, wenn man  $m$  für die Einzelfälle feststellt. Das ist in den Zusammenstellungen I bis IV, und zwar für unveränderliche Gurtquerschnitte geschehen. Die Formeln sind für die nebenskizzirten Fälle aber auch bei veränderlichem Gurtquerschnitte noch verwendbar. Man kann also die Durchbiegungen aus der gleichförmig vertheilten Ersatzlast berechnen, wenn man das Ergebnis mit dem dem Falle zugehörigen  $m$  Werthe nachträglich multiplicirt.

Die Durchbiegungsbeiträge der Füllungsglieder sind abhängig von den Querkräften. Ermittelt man letztere nach Vertheilung der Einzellasten auf die Knotenpunkte und trägt sie für die einzelnen Trägerquerschnitte als Linien auf, so erhält man als Darstellung eine gradlinig gebrochene, von beiden Seiten nach der Trägermitte treppenförmig absteigende Linie. Dieselbe läßt sich annähernd durch zwei gerade Linien als Darstellung derjenigen Querkräfte ausgleichen, welche durch eine gleichförmig vertheilte, dem Gesamtgewichte der Einzellasten gleichkommende Belastung erzeugt wird.

Unter diesen Annahmen und unter Berücksichtigung des Gesetzes der Abnahme der Stabquerschnitte der einzelnen Gliedergattungen sind die Formeln Zusammenstellung I, II und III auf Taf. XIV und nachfolgende Zusammenstellung IV für die üblichsten Arten der Fachwerkträger unveränderlicher Höhe aufgestellt.

Bei Anwendung der Formeln aus den Zusammenstellungen I bis IV ist zunächst das Moment in der Trägermitte und dann die Zahl  $m$  zu berechnen. Zu letzterem Zwecke sind die Einzellasten auf die Knotenpunkte zu vertheilen.

Weitere Ermittlungen sind nicht erforderlich, da alle übrigen in den Formeln vorkommenden Größen gegeben, bzw. aus den Zusammenstellungen zu entnehmen sind.

Beispiel. Fachwerkträger unveränderlicher Höhe mit oben liegender Fahrbahn von 36<sup>m</sup> Stützweite und 3,8<sup>m</sup> Höhe des Trägernetzes. Anordnung der Füllungsglieder nach dem gleichschenkeligen Dreiecke (Fig.9). Felderzahl 9,

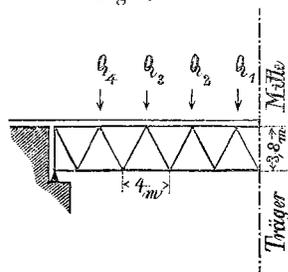


Fig. 9.

**Zusammenstellung IV**  
der Werthe  $\alpha$  und  $\gamma$ .

Verhältnis $\frac{f}{F}, \frac{w}{W}$	Werthe von $\beta, \gamma$						
0,100	0,7442	0,300	0,4340	0,500	0,3068	0,700	0,1670
0,110	0,7276	0,310	0,4739	0,510	0,2992	0,710	0,1616
0,120	0,7109	0,320	0,4638	0,520	0,2916	0,720	0,1553
0,130	0,6954	0,330	0,4540	0,530	0,2841	0,730	0,1492
0,140	0,6799	0,340	0,4442	0,540	0,2766	0,740	0,1430
0,150	0,6654	0,350	0,4348	0,550	0,2693	0,750	0,1370
0,160	0,6509	0,360	0,4253	0,560	0,2620	0,760	0,1309
0,170	0,6373	0,370	0,4162	0,570	0,2549	0,770	0,1250
0,180	0,6236	0,380	0,4070	0,580	0,2478	0,780	0,1191
0,190	0,6106	0,390	0,3981	0,590	0,2408	0,790	0,1133
0,200	0,5976	0,400	0,3891	0,600	0,2338	0,800	0,1074
0,210	0,5853	0,410	0,3805	0,610	0,2269	0,810	0,1017
0,220	0,5729	0,420	0,3718	0,620	0,2200	0,820	0,0959
0,230	0,5611	0,430	0,3634	0,630	0,2133	0,830	0,0903
0,240	0,5493	0,440	0,3549	0,640	0,2066	0,840	0,0847
0,250	0,5380	0,450	0,3467	0,650	0,2000	0,850	0,0792
0,260	0,5267	0,460	0,3385	0,660	0,1934	0,860	0,0736
0,270	0,5159	0,470	0,3305	0,670	0,1870	0,870	0,0681
0,280	0,5050	0,480	0,3225	0,680	0,1805	0,880	0,0626
0,290	0,4945	0,490	0,3147	0,690	0,1742	0,890	0,0572

Feldlänge 4<sup>m</sup>. Querschnitte der Stäbe veränderlich. Verkehrs-  
last 2940 kg f. d. lfd. m. Eigengewicht 1000 kg f. d. lfd. m.

Die vorübergehende Durchbiegung ist zu ermitteln aus  
der Formel:

$$e = \frac{m M l^2}{4 l^2 E} \left( \frac{\alpha_o}{J_o - i_o} + \frac{\alpha_u}{J_u - i_u} \right) + \frac{\beta_m G l}{4 \sin^2 \varphi \cos \varphi E (F_m - f_m)}$$

Gegeben:

$$l = 3600 \text{ cm} \quad \sin \varphi = 0,8849 \quad G = 36 \cdot 2940 = 105840 \text{ kg}$$

$$i_o = 86 \text{ qcm} \quad i_u = 48 \text{ qcm} \quad f_m = \frac{48 + 55}{2} = 52 \text{ qcm}$$

$$h = 380 \text{ cm} \quad \cos \varphi = 0,4657 \quad P = 36 \cdot 1000 = 36000 \text{ kg}$$

$$J_o = 255 \text{ qcm} \quad J_u = 239 \text{ qcm} \quad F_m = \frac{96 + 136}{2} = 116 \text{ qcm}$$

Moment der Einzellasten in der Trägermitte  $M = 47\,040\,000 \text{ kg/cm}$

Verhältniszahl  $m$  für  $\xi = 9$  und

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 11,76 \dots m = 1,0024.$$

Nach Zusammenstellung III ist für:

$$\frac{i_o}{J_o} = \frac{86}{255} = 0,337 \dots \alpha_o = 0,3278$$

$$\frac{i_u}{J_u} = \frac{48}{239} = 0,201 \dots \alpha_u = 0,4162$$

$$\frac{f_m}{F_m} = \frac{52}{116} = 0,448 \dots \beta_m = 0,3483$$

Setzt man diese Werthe in obige Formel ein, so erhält man  
für die vorübergehende Durchbiegung in der Trägermitte in cm

$$e = \frac{1,0024 \cdot 47040000 \cdot 3600 \cdot 3600}{4 \cdot 380 \cdot 380 \cdot 2000000} \left( \frac{0,3278}{255 - 86} + \frac{0,4162}{239 - 48} \right) + \frac{0,3483 \cdot 105840 \cdot 3600}{4 \cdot 0,3647 \cdot 2000000 (116 - 52)} = 2,889.$$

Setzt man in obige Formel:

für  $M = M_o = 16200000 \text{ kg/cm} =$  Moment des Eisengewichtes,

für  $G = P = 36000 \text{ kg} =$  Eisengewicht,

für  $m = 1,$

so erhält man für die bleibende Durchbiegung in der Trägermitte in cm

$$e = \frac{1 \cdot 16200000 \cdot 3600 \cdot 3600}{4 \cdot 380 \cdot 380 \cdot 2000000} \left( \frac{0,3278}{255 - 86} + \frac{0,4162}{239 - 48} \right) + \frac{0,3483 \cdot 36000 \cdot 3600}{4 \cdot 0,3647 \cdot 2000000 (116 - 52)} = 0,990$$

Die Gesamtdurchbiegung ergibt somit

$$28,89 + 0,90 = \dots \dots \dots 38,79 \text{ mm.}$$

Bei genauer Berechnung unter Berücksichtigung des Durchbiegungsbeitrages jedes einzelnen Stabes

$$\text{erhält man} \dots \dots \dots 38,50 \text{ mm.}$$

(Handbuch der Ing. Wissensch. Band II. Brückenbau. Jahrgang 1880, Fig. 3, Taf. XVI.)

### b. Messung der Durchbiegungen.

Der Genauigkeitsgrad der Messung ist abhängig von dem Mefsverfahren und den gewählten Mefswerkzeugen.

Als Ort für die zu messende Durchbiegung kann jeder Punkt des Trägers gewählt werden, sofern er für die Folge beibehalten wird. In der Regel wählt man die Trägermitte und es liegt kein Grund vor, einer anderen Stelle den Vorzug zu geben.

*a.* Die vorübergehende Durchbiegung. Um diese zu ermitteln, ist eine Messung in der Trägermitte, sowie an den Stützpunkten erforderlich. Der letztern Messung stellen sich nun insofern Schwierigkeiten entgegen, als die Aufstellung der Mefswerkzeuge unter den bezeichneten Punkten des Trägers besondere Vorsicht erheischt. Dies gilt namentlich bei den kleineren Brücken. Denn hier erhält man durch die in der Regel vorhandene Beweglichkeit der Lagersteine Fehler, wenn man letztere zur Aufstellung der Mefswerkzeuge benutzt. Für genaue Messungen bleibt daher nur übrig, neben den Widerlagern feste Stützen herzustellen, die jedoch wiederum den Uebelstand mit sich bringen, daß sie zu weit von der eigentlichen Messungsstelle, den Stützpunkten des Trägers, entfernt liegen und daß überdies ihre Herstellung für feinere Werkzeuge mit nicht unerheblichen Kosten verknüpft ist.

Ist bei der Messung in der Trägermitte die Brückenöffnung unter dieser Stelle zugänglich, so bietet die Herstellung einer festen Stütze für das Mefswerkzeug keine Schwierigkeiten. Sonst muß der für diese Messung erforderliche feste Punkt durch das Werkzeug selbst hergestellt werden. Dies geschieht mittels eines auf die Flußsohle hinabgelassenen Gewichtes, das durch einen Draht mit dem eigentlichen Mefswerkzeuge verbunden ist. Diese Herstellung von Festpunkten birgt verschiedene Fehlerquellen in sich und erscheint daher für die Ausführung so feiner Messungen nicht unbedenklich. Wir werden hierauf bei Besprechung der einzelnen Mefswerkzeuge noch zurückkommen.

Ein weiterer Mangel des bestehenden Mefsverfahrens ist darin zu erblicken, daß die zur Messung der Durchbiegung eines Trägers erforderlichen Werkzeuge nicht gleichartig sind. Die gebräuchlichsten sind meist nur zur Messung an einer Stelle bestimmt und werden daher in der Brückenmitte benutzt, während an den Stützpunkten weniger kostspielige Mef-

geräthe zur Anwendung kommen. Der verschiedene Genauigkeitsgrad der Geräthe beeinträchtigt daher auch das Messungsergebnis.

Der schwerwiegendste Mangel, welcher dem üblichen Mefsverfahren anhaftet, besteht aber darin, daß es bei ruhender Last nur unter Umständen, bei bewegter dagegen niemals ein gleichzeitiges Bild der Durchbiegung zu geben vermag. Beim Ueberrollen der Lasten über die Träger werden nämlich an den drei fraglichen Punkten die größten eintretenden Durchbiegungen unter den drei ungünstigsten Laststellungen aufgezeichnet. Da diese drei Laststellungen verschieden sind, so entsprechen die drei gemessenen Durchbiegungen an den zwei Stützpunkten und in der Trägermitte drei verschiedenen Laststellungen und die auf Grund derselben ermittelte Durchbiegung in der Trägermitte wird daher auch nicht der wirklichen entsprechen.

Die Genauigkeit der Messung hängt wie von dem Verfahren, so auch von der Bauart der Mefswerkzeuge ab, von denen wir die gebräuchlichsten in Kürze aufführen wollen.

Wenn es die örtlichen Verhältnisse gestatten, so führt man die Messungen am einfachsten mit zwei Latten aus, von denen die eine fest, die andere beweglich ist. Letztere wird für genauere Messungen als Pendel hergestellt, dessen oberes Ende mittels eines Bügels an der untern Trägergurtung befestigt wird, während das untere Ende mit einem Stahlstifte versehen wird. Dieser berührt die feste, in den Boden eingerammte Latte an einer Stelle, wo ein Zinkplättchen angebracht ist, das dem Stifte als Schreibrille dient. Man zeichnet nun behufs Messung der vorübergehenden Durchbiegung die Lage der drei Trägerpunkte durch einen Strich mit den Stahlstiften auf den Zinkplättchen auf. Nachdem die Last nun aufgebracht ist, wiederholt man das Verfahren und erhält dann die veränderte Lage der drei Trägerpunkte auf den Zinkplättchen verzeichnet. Der Abstand der Striche auf dem mittleren Zinkplättchen, verringert um die halbe Summe der Strichabstände unter den Trägerschlagern, liefert dann die wirkliche Durchbiegung in der Trägermitte.

Bei dieser Messung erhält man ein gleichzeitiges Bild der Durchbiegungen an den drei Punkten des Trägers nur dann, wenn der Lastzug auf der Brücke stehen bleibt und nicht über dieselbe hinrollt und ein brauchbares Ergebnis auch nur dann, wenn auf die Herstellung und Handhabung des Mefswerkzeuges die größte Sorgfalt verwendet worden ist, d. h. wenn die Pendellatten in allen Theilen sauber und genau gearbeitet, die festen Latten unverrückbar eingerammt, die Stahlstifte festgeschraubt und endlich die Striche auf den Zinkplättchen fein eingeritzt worden sind. Ersetzt man dagegen die Pendellatte durch eine einfache Latte, die mit der Hand unter die Trägerunterkante gehalten wird, wählt statt des Stahlstiftes einen mit der Hand zu führenden Bleistift, und statt des Zinkplättchens einen Papier- oder Pappstreifen, so erhält man meist unbrauchbare Ergebnisse.

Neben diesen einfachsten Mefswerkzeugen sind noch andere in Gebrauch, die selbstthätig die Größe der Durchbiegung aufzeichnen. Von diesen ist zunächst der von Askensky erfundene Durchbiegungsmesser zu nennen. Derselbe besteht aus einer Messingtrommel von 10 cm Durchmesser und 9 cm

Höhe, welche mittels eines Kugelgelenkes an einem Bügel befestigt ist, der an der Trägergurtung angeschraubt wird. Die Trommel, in deren Inneren sich ein etwa 10 Minuten lang gleichmäßig gehendes Uhrwerk befindet, ist mit einer Papierrolle umwickelt, auf der ein feststehender, von einem Bleistifthalter getragener Bleistift die Durchbiegung verzeichnet. Da die Messingtrommel, welche die Papierrolle trägt, mittels des Kugelgelenkes in jeder Lage festgestellt werden kann, so können mit dem Askensy'schen Werkzeuge nicht nur die lothrechten Einsenkungen, sondern auch die wagerechten Seitenschwankungen des Trägers gemessen werden.

Das Askensy'sche Geräth wird nur für die Messung in der Trägermitte verwendet, während für die Messung an den Stützpunkten die Lattenmessung zur Anwendung kommt. Auch in diesem Falle kann ein gleichzeitiges Bild der Durchbiegung nur erzielt werden, wenn vor Aufbringen der Belastung und nach erfolgter Laststellung die jedesmalige Lage der Stützpunkte aufgezeichnet und überdies in der Trägermitte der entsprechende Punkt der Durchbiegungslinie auf der Papierrolle des Durchbiegungsmessers für die fragliche Laststellung kenntlich gemacht wird. Sobald der Lastenzug dagegen ohne Stillstand überrollt, ist ein gleichzeitiges Bild der Durchbiegung auch hier nicht zu erzielen.

Für den Fall der Unzugänglichkeit der Oeffnung hat man die festen Latten durch Gewichte ersetzt, die mit dem eigentlichen Meßwerkzeuge verbunden sind und den für die Durchbiegungsmessungen unentbehrlichen festen Punkt darstellen. Zu diesen Werkzeugen zählen diejenigen von Klopsch, Trau und Fränkel.

Bei Klopsch und Trau wird ein schwerer Gegenstand in den Fluß versenkt. An diesem ist ein Draht befestigt, der bei Klopsch durch ein Gewicht und bei Trau durch eine starke Schneckenfeder gespannt wird. Biegt sich nun der Träger bei aufgebrachtener Last durch, dann wird bei Klopsch durch das Gewicht eine Rolle mit Zeiger gedreht, der an einem Zifferblatte die Ablesung der Durchbiegung ermöglicht, während bei Trau ein Cylinder nebst Papierhalter an einem feststehenden Stifte vorbeibewegt wird, der die Durchbiegung verzeichnet.

Der Genauigkeitsgrad dieser Meßgeräthe kommt demjenigen unserer Zeigerwagen gleich. Ihre Anwendung kann daher nicht empfohlen werden.

Das Fränkel'sche Werkzeug ist eine Vereinigung des Askensy'schen und der vorgenannten. Mit ersterem hat es die Papiertrommel, mit letzterem die Darstellung des festen Punktes durch ein auf die Bauwerksohle versenktes Gewicht gemein. Dieses Geräth dürfte zur Zeit das vollkommenste sein, findet aber bei den alljährlich vorzunehmenden Probelastungen nur selten Anwendung, wohl aus dem Grunde, weil die Handhabung etwas umständlich und der Preis nicht unerheblich ist.

Seit einiger Zeit wird ein vereinfachtes Fränkel'sches Werkzeug von der mechanischen Werkstatt von O. Krüner in Dresden hergestellt. Die Vereinfachung besteht darin, daß die Papiertrommel nicht mehr von einem Uhrwerke, sondern mittels eines Schraubenradvorgeleges mit der Hand gedreht wird, und daß ferner die Vorrichtung zur Unschädlichmachung der Wärmeeinflüsse auf die Drahtleitung fortgelassen ist.

Die Mängel, die den drei letztgenannten Meßwerkzeugen anhaften, lassen sich unschwer erkennen. Sie sind auf die Schwierigkeiten zurückzuführen, während der Messung die Länge des Drahtes unverändert zu erhalten. Aenderungen werden durch Spannungs- und Wärmeschwankungen, durch Wind und fließendes Wasser erzeugt und beeinträchtigen die Genauigkeit.

Die durch die Spannungsänderungen des Drahtes hervorgerufenen Fehler sind auch bei erheblicher Länge desselben verhältnismäßig gering. Von größerem Einflusse ist die Wärmeänderung der Luft, die sich auf den dünnen Draht sehr schnell überträgt. Am ungünstigsten wirkt während der Messung plötzliche Klärung des bewölkten Himmels, wodurch in kürzester Zeit eine Wärmesteigerung von 15 bis 20° hervorgerufen werden kann. So plötzliche Wärmewechsel gehören bei veränderlicher Witterung keineswegs zu den Seltenheiten und lassen sich auch nicht umgehen, wenn man berücksichtigt, daß zu jeder Durchbiegungsmessung Vorbereitungen erforderlich sind, die sich auf die Gestellung der Locomotive u. s. w. beziehen, also mindestens einen Tag vor der Messung getroffen werden müssen. Man ist daher oft gezwungen, die Messung bei ungünstiger Witterung vorzunehmen, deren Einfluß mit Sicherheit nicht festgestellt werden kann und die somit eine nur durch glückliches Zusammenreffen äußerer Umstände zu umgehende Fehlerquelle bildet.

Welches von den vorgenannten Geräthen zur Messung der Durchbiegungen bei den Probelastungen zu wählen ist, hängt selbstverständlich von den örtlichen Verhältnissen ab. Empfehlenswerth ist es, wenn irgend thunlich, die Messungen mit Hilfe fester Latten vorzunehmen, weil die richtig durchgeführte Lattenmessung den Vorzug gleichen Genauigkeitsgrades in allen drei Punkten hat, und die Fehlerquellen wegen der Einfachheit des Meßgeräthes auf das geringste Maß beschränkt werden.

β. Die bleibende Durchbiegung. Bei Messung dieser kommen die vorerwähnten Geräthe nicht in Betracht, denn es kann sich hierbei nicht darum handeln, die unter einer einmaligen Probelastung etwa eintretende bleibende Durchbiegung zu ermitteln, sondern nur darum, festzustellen, ob sich innerhalb eines längeren Zeitraumes die früher festgesetzte Höhenlage der Trägermitte gegen diejenige der Stützpunkte verändert hat.

Für diese Messung sind wir bisher auf das Nivellirinstrument beschränkt, und dieses muß für besonders starke Vergrößerung gefertigt sein, wenn es für den Zweck brauchbar sein soll. Obwohl nun der bleibenden Durchbiegung der größere Werth beigelegt wird, findet man solche Nivellirinstrumente nur selten vorhanden. Aber auch sie geben nicht einmal sichere Ergebnisse, denn die zu verschiedenen Zeiten bei verschiedenen Witterungsverhältnissen ausgeführten Messungen sind nicht gleichwerthig. Bei kleinen Brücken sind die fraglichen Maße auch meist zu klein für scharfe Feststellung.

Die Prüfung eiserner Brücken läßt also noch viel zu wünschen übrig, sofern sie sich auf die Beobachtung der Durchbiegungen bezieht, denn die Meßvorrichtungen sind noch mangelhaft und die Rechnungsverfahren zu wenig einheitlich.

Alle diese Mängel beweisen aber noch nichts gegen den Werth der Durchbiegungsmessungen, weil es nur eine Frage

der Zeit sein kann, daß vollkommeneren Meßvorrichtungen erfunden werden, und mit diesen auch die Mängel des bisherigen Meßverfahrens verschwinden, denn die Technik hat sich bisher noch stets den gestellten Anforderungen gewachsen gezeigt, und es erscheint wohl sicher, daß wir lernen werden, ein etwaiges

Anwachsen der Durchbiegungen mit Sicherheit festzustellen, wenn wir in dieser Feststellung einen Vortheil erkennen. Wichtiger als die Frage nach der Genauigkeit der Biegunsmessungen ist daher die: Zu welchen Schlüssen berechtigen die Beobachtungsergebnisse?  
(Schluß folgt)

## Die neue Betriebs- und die neue Signalordnung.\*)

Von Jacobi, Regierungs- und Baurath zu Cassel.

Bekanntlich ist seit dem 1. Januar d. J. die neue Betriebs- und die neue Signalordnung vom 5. Juli 1892 auf den deutschen Bahnen eingeführt, und wenn auch bei einigen Bestimmungen für ihre Durchführung noch längere Fristen angesetzt sind, so ist es doch wohl schon jetzt Zeit, einige Betrachtungen über die neuen Vorschriften anzustellen.

Dieselben treten an die Stelle des Bahnpolizeireglements vom 30. November 1885 und der Signalordnung von demselben Tage. Nicht ganz 7 Jahre haben also beide Vorschriften nur bestanden, da sie erst am 1. April 1886 in Kraft getreten sind. Es fragt sich, ob die Veränderungen in der Neubearbeitung als Verbesserungen angesehen werden können.

Gegen die bisherige Signalordnung war als hauptsächlichster Einwand die verschiedene Bedeutung des grünen und des weißen Lichtes erhoben worden. Das grüne Licht war Rücklicht des rothen Lichtes an Einfahrtmasten, Einfahrtzeichen am Bahnhofsabschlussmast, Langsamfahrzeichen auf der freien Strecke und in Anwendung dieser Bedeutung als Langsamfahrzeichen das Licht des Vorsignales bei Haltstellung des dazu gehörigen Abschlussignales. Das weiße Licht war: Rücklicht des Einfahrtzeichens am Abschlussmaste, Rücklicht des auf Halt stehenden Ausfahrtsignales und das Zeichen für Fahrbarkeit der Bahnlinie auf freier Strecke und an Vorsignalen. Daß diese verschiedenen Bedeutungen bei verwickelten Bahnhöfen, wo Einfahrt- und Ausfahrtmast neben einander stehen und die Arme und Laternen für beide Richtungen oft an demselben Maste befestigt werden müssen, bei Abend ein buntes Bild von rothen, grünen und weißen Lichtern abgeben, ist im Organ 1890, S. 233 ausgeführt worden. Immerhin hat dieser Zustand zu erheblichen Bedenken bisher keinen Anlaß gegeben, je weiter die Anwendung der Verriegelungs- und Stellwerke sich ausdehnte, um so mehr gewann der Grundsatz Geltung, daß dem Locomotivführer am äußeren Einfahrtssignal erst Einfahrt freigegeben werden soll, wenn die inneren Weichen durch Zustimmungshebel festgelegt sind; Unfälle wegen Mangelhaftigkeit der Signaleinrichtungen sind denn auch in den letzten Jahren nicht weiter bekannt geworden.

Die neue Signalordnung hat nun die Lichter an den Signalmasten einheitlich gestaltet, so daß immer das Rücklicht von roth weißes und das Rücklicht von grün Sternenlicht bildet, es wird also auf den Bahnhöfen die bisherige Möglichkeit von Verwechslungen fortfallen; zweifelhaft aber ist es, ob die Ausdehnung der Einheitlichkeit auch auf die Streckenblocksignale als Verbesserung zu betrachten sein wird. Daß auch diese

unmehr bei Fahrtstellung grünes Licht zeigen, macht es bei dunkler Nacht dem Locomotivführer schwer, zu erkennen, ob er sich einem Bahnhofe nähert oder ob er sich noch auf freier Strecke befindet. Kennt er die zu befahrende Strecke ganz genau, so weiß er wohl, wo er ist, Verwechslungen sind jedoch nicht ausgeschlossen, zum mindesten Entschuldigungen, daß er die Lichter verwechselt habe, und gänzlich ausgeschlossen ist es nunmehr, streckenunkundige Führer fahren zu lassen. Die amtliche Erläuterung zu der neuen Signalordnung sagt: «Das grüne Licht verliert bei den Signalmasten seine Bedeutung als Langsamfahrzeichen und soll lediglich den Locomotivführer veranlassen, die nächstfolgende Strecke mit erhöhter Aufmerksamkeit zu befahren.» Da er aber bei freier Fahrt überhaupt nur grünes Licht als Signallicht sieht, so kommt diese Ermahnung zu erhöhter Aufmerksamkeit zu oft, um noch beachtet zu werden, und wird an Bedeutung verlieren. Dazu kommt, daß das grüne Licht doch immer noch bei Stockscheiben und bei Vorsignalen als Langsamfahrzeichen gilt; sind nun diese etwas erhöht aufgestellt, so ist bei schneller Fahrt nicht immer zu wissen, ob das erscheinende grüne Licht ein Mastsignal oder ein anderes Signal, etwa der Stockscheibe oder des Vorsignales ist; auch hier sind wieder Verwechslungen nicht ausgeschlossen. Wem bekannt ist, wie bei Nachtfahrten das Erscheinen eines weißen Lichtes dem Locomotivführer immer ein Gefühl der Sicherheit gegeben hat, der wird den Wegfall desselben an den Streckenblocksignalen bedauern und ihre Wiedereinführung an diesen Masten — trotz des dadurch entstehenden Mangels an Folgerichtigkeit in der Signalisirung — möglichst bald herbeiwünschen.

Als bedenklich ist ferner zu bezeichnen, daß vor Ingangbringung einer Locomotive das Achtungssignal nicht mehr zu geben ist. Bei allen Verunglückungen, welche beim Anfahren von Locomotiven den um sie beschäftigten Leuten geschahen, war immer die erste Frage, ob der Führer vor der Anfahrt das Achtungssignal gegeben habe; beim Verschieben war es ein Zeichen dafür, daß er die Piffe oder Zurufe der Verschiebarbeiter gehört und verstanden hatte, an Drehscheiben und Locomotivschuppen war es das Zeichen, von den Gleisen zu treten u. s. w. Nachdem in neuerer Zeit das früher oft übermäßige Pfeifen erheblich beschränkt worden ist, wird es zwar auch ohne dieses Achtungssignal gehen, es wird aber voraussichtlich die Ermächtigung, daß nach den Verhältnissen der Stationen von dem Signal 23 noch mehr Gebrauch gemacht werden darf, als die Signalordnung unmittelbar vorschreibt, oft ausgenutzt werden und somit ein unnöthiger Lärm entstehen.

\*) Vergl. Organ 1893, S. 29.

Wünschenswerth wäre es gewesen, wenn ein Signal am Zuge, welches den Schluß des Zuges auch bei Tage von vorn erkennen läßt, eingeführt worden wäre, vielleicht eine dreieckige oder kreuzförmige weiße Scheibe auf dem letzten Wagen oder ein anderes Zeichen. Bei Dunkelheit versehen bekanntlich die Oberwagenlaternen diesen Zweck, und jeder Führer sieht sich mehrfach danach um, bei Tage kann sich die Zugmannschaft selbst nicht überzeugen, ob noch alle Wagen richtig in die Station gekommen sind, und man hört daher von den Fahrbeamten oft das Fehlen eines solchen Schlußzeichens, welches vom Packwagen aus erkennbar ist, besprechen. Die Schlußscheibe kann nur von hinten gesehen werden, hält nun der Zug zwischen dem Einfahrtsmaste und der Station, so soll zwar der Endweichensteller, bevor er das Einfahrtsignal auf Halt zurückstellt oder dieses Signal der Station durch den Zugschlufmeldeinductor freigibt, an den Zugschluf gegangen sein und nachgesehen haben, ob die Scheibe da ist, jedem Betriebsbeamten ist aber bekannt, wie oft dies unterbleibt und wie diese Bestimmung zur Nichtbefolgung anreizt.

In der neuen Betriebsordnung vom 5. Juli 1892 sind ebenfalls mehrere Bestimmungen enthalten, welche eine praktische Bewährung erst erproben müssen: Dahin gehört vor allem die Vorschrift in § 5<sup>4</sup>: »Die Wegeschränken sind rechtzeitig vor Ankunft des Zuges zu schliessen.« Die frühere Bestimmung des Bahnpolizeireglements vom 30. November 1885 hiefs: »Die Uebergangsbarrieren sind spätestens 3 Minuten vor Ankunft des Zuges zu schliessen. Eine Abkürzung dieser Frist bedarf der Genehmigung der Aufsichtsbehörde und der Zustimmung der Landespolizeibehörde«, und die des noch früheren Bahnpolizeireglements vom 4. Januar 1875: »Die Uebergangsbarrieren sind spätestens 3 Minuten vor Ankunft des Zuges zu schliessen. Ausnahmen werden durch die Aufsichtsbehörde unter Zustimmung der Landespolizeibehörde festgestellt.« Gegenüber den bisherigen sehr bestimmten Vorschriften ist also nunmehr das einzige Wort »rechtzeitig« getreten. Es fragt sich sehr, ob dieses Wort, dem man die Verlegenheit, aus welcher es einen Ausweg bilden soll, ansieht, das richtige ist, um die möglichen Meinungsverschiedenheiten auszugleichen. Was ist unter »rechtzeitig« zu verstehen? Ist es richtig, sie so spät zu schliessen, daß sie den noch eilig Durchlaufenden auf die Hacken fällt, um bei Vorüberfahrt des Zuges geschlossen zu sein, oder kann ein Lahmer verlangen, daß er, sie geöffnet findend, noch mit Sicherheit die Bahn zu überschreiten vermag? Müssen die sehr verkehrsreichen Wege, z. B. städtische Strafsen, früher als Landwege abgesperrt werden, oder später? Die Ansichten hierüber sind eben verschieden und waren offenbar bei der Berathung des betreffenden Paragraphen nicht zu vereinigen, und so bildet das gefundene Wort »rechtzeitig« einen Ausgleichsversuch der sich entgegenstehenden Meinungen. Damit ist aber die Erörterung über die Frage des richtigen Zeitpunktes vor jede Schranke verlegt, welche vor Ankunft des Zuges von einem Dahereilenden in geschlossenem Zustande angetroffen wird, bei Unfällen kann man sich die Verhandlungen im Gerichtssaale über diesen Punkt bereits ausmalen. Wer bestimmt ferner den richtigen Zeitpunkt? Der über die Bahn Eilende, der bedächtige Schrankenwärter, der Amtsvorsteher, die Eisenbahnverwaltung;

oder die Polizeiverwaltung in einer ihrer verschiedenen Instanzen? Die Auffassung, daß das Betriebsamt diese Bestimmung zu treffen habe, ist in der Betriebsordnung selbst nicht begründet und kann wohl mit Erfolg angefochten werden; es sind also allerlei Streitfragen hierüber möglich; ob sie vermieden werden, muß die Zukunft lehren. Der Vortheil der Eisenbahnverwaltung hätte gefordert, den Zeitpunkt möglichst scharf zu bezeichnen, am besten wäre es bei den 3 Minuten geblieben, zumal dieselben zu erheblichen Unzuträglichkeiten nicht geführt haben; jede Ungenauigkeit der Vorschriften und jede Willkür, welche dieselben zulassen, hat noch immer zu Folgen geführt, welche der Eisenbahnverwaltung Geld gekostet und vielen Verdrufs bereitet haben.

Die Vorschriften über die Sicherung der Weichen durch Signale finden sich, wie im alten Bahnpolizeireglement, zerstreut in den §§ 3<sup>2</sup>, 46<sup>3</sup> und 51<sup>1</sup>.

Die erstbezeichnete Bestimmung in § 3<sup>2</sup> dehnt die bisher nur für die erste am Eingange eines Bahnhofes liegende Weiche gültig gewesene Bestimmung, daß sie durch eine Verbindung mit dem Einfahrtsignale gesichert sein muß, auf alle im regelmäßigen Betriebe bei Ein- oder Durchfahrt von Personenzügen gegen die Spitze befahrenen Weichen aus. Warum diese Bestimmung nicht auf alle derartigen Weichen ausgedehnt worden ist, sondern nur auf solche, welche bei Ein- oder Durchfahrt getroffen worden, und warum diejenigen Weichen ausgenommen sind, welche bei der Ausfahrt von solchen Zügen, die vorher gehalten haben, gegen die Spitze befahren werden, ist nicht bekannt geworden. Gleichwohl sind auf langen Bahnhöfen, bei denen die Züge an der Ausfahrt schon eine erhebliche Geschwindigkeit erlangt haben, auch diese Weichen Gefährpunkte, deren Einbeziehung in die Signalsicherungsanlagen wünschenswerth ist. Sind an den Bahnhofsenden Weichenstell- oder Verriegelungswerke vorhanden, so müssen allerdings nach § 46<sup>3</sup> die Weichen mit Signalen verbunden sein, welche den Stationsbeamten die Möglichkeit gewähren, sich bei Ertheilung der Erlaubnis zur Ausfahrt von der richtigen Stellung dieser Weiche zu überzeugen; sind solche Weichenstellwerke jedoch nicht vorhanden, so findet die Bestimmung des § 51<sup>1</sup> Anwendung, wonach sie verriegelt oder verschlossen und von einem Weichensteller bewacht, nicht mehr bedient sein müssen. Letzterer Ausdruck gestattet z. B., einem Weichensteller, welcher eine solche Weiche zu bewachen hat, eine Wegeschränke in der Nähe zu übergeben, an welcher er stehen kann, wenn der Zug durchfährt, während er bisher eigentlich immer an der Weiche selbst stehen mußte.

Die Verschärfung gegen die früheren Bestimmungen ist also erheblich und für die Sicherheit des Betriebes gewiß von großem Werthe, voraussichtlich wird sie sich aber auch bei einer weiteren Bearbeitung der Betriebsordnung noch weiter ausdehnen, so daß alle von Personenzügen spitz befahrenen Weichen, auch die bei der Ausfahrt betroffenen, unter den § 3<sup>2</sup> fallen werden.

Die Trennung, welche betrifft die Weichensicherung hier schon zwischen Personen- und Güterzügen gemacht ist, dürfte bei der weiteren Entwicklung des Eisenbahnwesens wohl dazu führen, die Vorschriften über Weichensicherung allgemein nach

der erlaubten Geschwindigkeit der Züge abzustufen und eine entsprechende Abstufung auch in der Bahnordnung für Nebenbahnen aufzunehmen. Einen solchen Gang haben die Bestimmungen über die nöthigen Bremsen an den Zügen genommen, welche nunmehr auch nach den anzuwendenden Fahrgeschwindigkeiten geordnet sind. Eine solche Regelung würde die unnöthig großen Anlagen bei Bergstrecken, wo die Züge ohnehin langsam fahren müssen, vermeiden, andererseits aber bei dem Drängen nach immer schneller fahrenden Zügen einen Maß-

stab für die Zulässigkeit der Vergrößerung der Geschwindigkeit abgeben, eine Frage, welche jetzt oft nach dem wechselnden Urtheile Einzelner in wenig gleichmäßiger Weise entschieden wird.

Die vorstehenden Zeilen sollen keine Kritik der neuen Bestimmungen bilden; die Zeit wird entscheiden, ob Aenderungen nothwendig sind oder nicht. Es sollten nur einige Betrachtungen mitgetheilt werden, zu welchen die Kenntniss der praktischen Bedürfnisse des Betriebes anregt.

## Vereins - Angelegenheiten.

### Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

#### Preis-Aufgabe

zum 50jährigen Gedenktage des Vereines für Eisenbahnkunde.

Da eine Geschichte des preussischen Eisenbahnwesens in vollem Umfange ein zeitraubendes und schwieriges Werk ist und nur nach umfassenden Vorarbeiten fertiggestellt werden kann, so wird als Preis-Aufgabe eine Studie verlangt, welche einen Beitrag zu dieser Geschichte liefert.

Es kann sowohl die Entwicklung des gesammten preussischen Eisenbahnwesens innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes, als auch die Entwicklungsgeschichte einer größeren preussischen Bahn oder eines wichtigen preussischen Eisenbahn-Verbandes, oder aber die Entwicklung bestimmter Zweige des preussischen Eisenbahnwesens, z. B. des Betriebes, bezw. auch wichtiger Theile desselben, der Personentarife, der Gütertarife u. s. w. gewählt werden. Es kommt dabei wesentlich darauf an, daß der betreffende Gegenstand eingehend behandelt und wissenschaftlich durchgeführt ist.

Die Bearbeitung muß in deutscher Sprache abgefaßt sein und bis zum 1. Mai 1894 an den Verein für Eisenbahnkunde, Berlin W., Wilhelmstr. 92/93, eingeliefert werden. Derselben

ist ein versiegelter Briefumschlag beizugeben, welcher in der Aufschrift das gewählte Kennwort und im Innern die Angabe von Namen und Wohnort des Verfassers enthält.

Die eingegangenen Arbeiten werden von einem vom Vereine gewählten Ausschusse geprüft, welcher letzterer in einer Vereinssitzung, spätestens im November 1894, darüber berichtet und sich gleichzeitig darüber äußert, ob und welchen der eingelieferten Bearbeitungen Preise zuzuerkennen sind. Zur Ertheilung von einem oder mehreren Preisen ist ein Betrag von Zweitausend Mark ausgesetzt.

Die preisgekrönten Arbeiten werden Eigenthum des Vereines. Sofern jedoch der letztere von einer Veröffentlichung derselben auf seine Kosten Abstand nimmt, steht dieselbe dem Verfasser frei. Die nicht preisgekrönten Arbeiten werden den Verfassern an ihre durch den Vorsitzenden des Vereines aus den Briefumschlägen zu ermittelnde Adresse zurückgesandt, sofern dieselben bis zum 1. Januar 1895 nicht abgeholt worden sind.

Berlin, im November 1892.

Der Vorstand des Vereines für Eisenbahnkunde.  
(gez.) Streckert. (gez.) Kolle.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

#### Umbau von gewölbten Bahnunterführungen auf Localstrecken der österr. Südbahn.

(Wochenschrift d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereines, 1891, S. 117.)

In der Quelle ist ein beachtenswerther Vortrag wiedergegeben, welcher den Umbau von gewölbten Bahnunterführungen auf der Localstrecke der österr. Südbahn behandelt, beachtenswerth besonders deshalb, weil hierbei die Bauart Monier zur Anwendung gebracht ist. Durch Probeversuche mit einem 4,0 m breiten Versuchsbogen\*) von 10 m Lichtweite, 1,0 m Pfeilhöhe, 15 cm Scheitel-, 20 cm Kämpferstärke waren sehr befriedigende Ergebnisse erzielt. Die Zerstörung des Bauwerkes

\*) Vergl. auch Organ 1891, S. 169.

trat erst ein bei 10 000 kg/qm einseitiger Belastung und zwar nur infolge Abschiebens des Widerlagers.

Nach der Entlastung hob sich der Bogen wieder um 5 cm und trug anstandslos die bleibende Last von 1500 kg/qm. Nach erfolgtem Abtragen zeigten sich die Eisenstäbe vollkommen rostfrei.

Die Berechnung der Moniergewölbe wurde in der Weise vorgenommen, daß ein Bogen aus Stampfbeton genügend stark berechnet wurde, um mit voller Sicherheit den Längskräften und Biegemomenten widerstehen zu können. Alsdann wurde ein Eisennetz auf die ganze Länge durchlaufend, und ein zweites bis zum ersten Gewölbachtel reichendes Netz angenommen, so

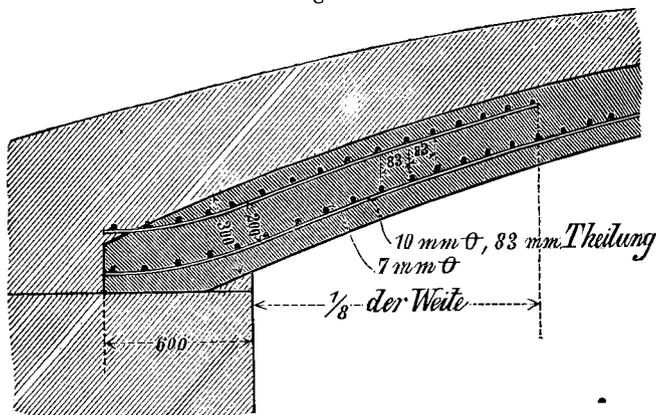
stark, daß sie die Biegemomente und einen Theil der Achsialkräfte aufnehmen konnten. Infolge dessen war im Ganzen 20 fache Sicherheit vorhanden.

Nach der Monier'schen Bauweise wurden im Ganzen 8 Gewölbe umgebaut. In dem erwähnten Vortrage wird der Umbau der Mödlingbrücke nach näher geschildert.

Da bei dem starken Zugverkehre Zeitzwischenräume von 15 Minuten selten waren, war der Abtrag des alten Gewölbes sehr schwierig. Jedoch gelang es mit Hilfe einer Arbeitsbahn, die man bis in einen in's Widerlager getriebenen Schlitz hinein führte, innerhalb 14 Tagen rund 3000 cbm Abtragsmassen zu entfernen. Der Abbruch des Gewölbes geschah in der Art, daß man das Gewölbe in einzelnen Ringen von 1,0 m Breite bis auf 25 cm Stärke abtrug und hierauf nach Beseitigen der Schlufssteine den Rest stückweise herauschlug. Ein übrig gebliebener mittlerer Streifen von 2,0 m Breite wurde endlich Nachts im Laufe einer Stunde beseitigt, indem man in beide Kämpfer Schlitzte eintrieb. Nach Auführung der theilweise neuen Widerlager begann die Gewölbeeinrichtung. Bohlenbögen wurden in 0,75 m Entfernung winkelrecht zur Gleisachse angeordnet. Dieselben bestanden aus je 4 Bohlen  $\frac{32}{6}$  cm, die am Stofse mit 4 Schrauben verbunden waren. Die Bögen ruhten auf Mauerschwellen, unter welchen Keile zum Ausrüsten angebracht waren. Die Bohlen wurden verschalt, an den Stirnen mit Verkleidungsbrettern versehen. Dann begann die Ausführung der Gewölbe. Hierzu wurde ein Beton verwendet aus 1 Theil Portlandcement und 3 Theilen reinem Sand; für die Widerlager und Stirn bestand die Mischung aus 1 Theil Cement, 4 Theilen reinen Sandes, 6 Theilen Schotter. Der Beton wurde in 2 A menn'schen Betonmischmaschinen hergestellt, welche von einer Locomobile getrieben wurden.

Das Eisennetz bestand aus 10 mm starken Stäben (12 Stück auf d. lfd. Meter), Fig. 10, welche in einer Länge von Wider-

Fig. 10.



lager zu Widerlager in der Richtung der Bauwerksachse reichten und 60 cm in die Widerlager hineinragten. Auf diese legten sich 7 mm starke Stäbe (ebenfalls 12 Stück auf d. lfd. Meter) in gleicher Richtung mit den Widerlagern, gleichfalls in einer Länge. Zur Verhütung von Verschiebungen während der Ausführungszeit waren dieselben mit schwachem Bindedrahte verbunden. In derselben Weise wurde das zweite Netz bis zum Gewölbeachtel angeordnet.

Für die Anordnung dieses zweiten Netzes war die Erwägung maßgebend, daß bei plötzlich wechselnder einseitiger Belastung des Gewölbes die Stützlinie ihre Lage ändert und auf der belasteten Seite im äußeren Gewölbeachtel unter die Bogenmittellinie zu liegen kommt. Die infolge dessen auftretenden Zugspannungen sollten nun von dem zweiten Netze aufgenommen werden. Das Einbringen des Betons geschah wie folgt. Die erste im Zustande feuchter Erde auf dem Drahtnetze ausgebreitete Betonschicht wurde mit breiten eisernen Kellen so lange geschlagen, bis das Wasser an die Oberfläche trat. Die nacheinander später aufgetragenen Schichten stampfte man mit eisernen Stößeln winkelrecht zum Gewölberücken fest. Dann wurde das zweite Netz eingelegt und auch dieses einbetonirt. Zum Schlusse wurde die Oberfläche abgeglichen und wieder mit eisernen Kellen bearbeitet, bis eine glatte dichte Oberfläche entstand.

Nachdem die Gewölbe überbetonirt und auch die Stirnmauern hergestellt waren, breitete man eine 8 cm starke Schicht feuchten Sandes über das Gewölbe aus. Zwei Wochen nach der Fertigstellung wurde dann das Gewölbe ausgerüstet.

Die vorgenommenen Belastungsproben verliefen zu vollkommener Zufriedenheit. Wi.

#### Mafnahmen zur Sicherung des Verkehres auf den Schweizer Eisenbahnen.

(Schweiz. Bauzeitung 1891, 11. Juli, Bd. XVIII, No. 2.)

Im Hinblick auf den Mönchensteiner Brückeneinsturz wurden durch eine Abgeordneten-Versammlung des schweizerischen Eisenbahndepartements und der größeren Bahnverwaltungen diejenigen Mafregeln festgesetzt, welche zur Sicherung des Verkehres über die eisernen Brücken zu treffen seien. Dieselben sollen im folgenden kurz angegeben werden, da sie allgemeine Beachtung verdienen.

I. Mafnahmen, welche seitens der Bahngesellschaften ohne weiteres zu treffen sind.

Allgemeine Prüfung der Brücken durch:

- 1) genaue Untersuchung sämtlicher Eisentheile unter Zuhilfenahme von kundigen Monteuren und Metallarbeitern und Zuziehung von staatlichen Ueberwachungsingenieuren;
- 2) genaue Feststellung der Höhenlage der Auflager und Knotenpunkte der Hauptträger, sowie der Auflager der Nebenconstructionen;
- 3) Beobachtung der Brücken mittels selbstthätiger Zeichenapparate mindestens während eines Tages unter den gewöhnlichen Zügen, sowohl gebremsten wie ungebremsten;
- 4) besondere Belastungsproben mit 2 der schwersten im Dienste befindlichen Locomotiven und mit vollbeladenen Güterwagen bei 25 km/St. Geschwindigkeit auf Nebenbahnen, und fahrplanmäßiger Güterzugsgeschwindigkeit auf Hauptbahnen;
- 5) Untersuchung des Unterbaues.

Bis diese Untersuchungen zu Ende geführt sind, sollen einstweilen die bisher zulässiger größten Geschwindigkeiten herabgemindert werden. Der Vorspanndienst soll eingeschränkt werden, auch ist das Befahren mit 3 zusammengeschlossenen

Locomotiven verboten. Wagen ohne durchlaufende Bremsen sind in möglichst geringer Anzahl einzustellen.

II. Maßnahmen betr. die Eisenbahnbrücken, welche nach Aufstellung besonderer Vorschriften zu treffen sind.

- 1) Anlage von Brückenbüchern;
- 2) Neuberechnung sämtlicher Brücken, und Querschnittbemessung auf Grund aufgestellter Normen unter Zugrundelegung einer größten Radlast von 7,5 t;
- 3) Herstellung eines verlässlichen Oberbaues auf der Brücke;
- 4) Vorsichtsmaßnahmen gegen die Folgen von Entgleisungen auf Brücken;
- 5) Anbringung von beweglichen Auflagern unter sämtlichen Brücken von Spannweiten von 25 m und darüber.

- 6) Regelmäßige Brückenproben auf Grund einer aufzustellenden Verordnung;
- 7) Vornahme von Festigkeitsproben mit dem Eisen älterer Brücken.

Im Anschlusse hieran sollen

III. weitere Maßnahmen

getroffen werden, welche bezwecken:

- 1) die beschleunigte Ausrüstung der Betriebsmittel mit durchgehenden Bremsen;
- 2) die Ergänzung der bestehenden Vorschriften über den Bremsdienst;
- 3) die allgemeine Anbringung von Vorrichtungen zur Ueberwachung der Fahrgeschwindigkeiten sämtlicher Züge für Personenverkehr.

Wi.

## Bahnhofs-Einrichtungen.

**Gleis-Verschiebbremse von Brosius (D. R.-P. 59532.)**

(Glaser's Annalen 1892, Bd. XXXI, S. 9. Mit Abbildungen.)

Als Begründung für das Bedürfnis nach einer besonderen Verschiebbremse führt Brosius an, daß die durch Fehlen einer Bremse an der Mehrzahl der Wagen bedingte Verwendung besonderer Bremsmittel, wie Knüppel, Bremsschuh, Wagen-Verschiebbremse in der Regel zu hohe Anforderungen an die Geschicklichkeit und Körperkraft der Verschiebmannschaften stellt, um als ein befriedigendes Mittel zur rechtzeitigen Stellung der Wagen bezeichnet werden zu können. Als Ersatz schlägt Brosius eine Verschiebbremse vor, welche an einer oder mehreren Stellen des Verschiebbahnhofes fest im Gleise angebracht, entweder an Ort und Stelle mittels eines neben dem Gleise stehenden Hebels, oder auch mittels Drahtzug nach Art der Weichen vom Weichenstellwerke, oder von einem besonderen Bremsthurm aus bedient wird. Diese Bremse soll entweder vor den Haupt-Gabelungspunkten der Verschiebgleise für eine ganze Gruppe gemeinsam, oder in jedem einzelnen Gleise angebracht werden, und dem oder den Wagen nicht allzulange vor dem Ende ihres Laufes die der noch zu durchlaufenden Strecke angemessene Geschwindigkeit erteilen.

Der Grundgedanke ist folgender. Auf der Innenseite jeder Schiene wird mit Winkeln und wagerechten Bolzen eine Längsschiene nach Art der umklappenden Druckschienen in etwa 3,0 bis 9,0 m Länge an den Querswellen befestigt. Der Querschnitt ist -förmig, und kann so gegen die Fahrschiene

geklappt werden, daß die lothrechte Fläche des nach Abnutzung auszuwechselnden -Eisens gegen die Innenfläche der durchlaufenden Räder streicht. An den Enden ist jede Bremschiene nach Art der Zwangschienen trichterartig abgebogen. Die Aufgabe des Anrückens dieser Bremschiene an die Fahrschiene in richtigen Abstand löst Brosius in verschiedener Weise. Entweder wird eine Längswelle mitten auf den Querswellen befestigt, auf welche lothrechte Doppelhebel zur Aufnahme von Druckstangen nach den beiden Bremschienen gekeilt sind. Diese Welle wird mittels aufgekeilten Hebels und Zugstange vom Bremshebel neben dem Gleise oder vom Stellwerke aus mittels Drahtzug bewegt. Oder es liegen Kniehebel zwischen den Bremschienen, welche diese durch Längverschiebung einer mitten auf den Querswellen gelagerten Kuppelstange andrücken. Ein Sperrwerk verhindert in beiden Fällen eine Bewegung der Bremschienen über denjenigen Abstand hinaus, welcher dem zulässigen weitesten Radstande einer Achse entspricht. Sonstige Unregelmäßigkeiten können durch Einfügen federnder Stücke in die verschiedenen Gestängetheile ausgeglichen werden. Das Nachstellen und Ausrichten der Bremschienen erfolgt durch Schraubenschlösser in den Druckstangen der Bremschienen.

Da mit einer derartigen Vorkehrung, wenn sie sich als durchführbar und nicht zu kostspielig erweist, wesentliche Vortheile für das Verschiebgeschäft zu erzielen sein würden, so sind Versuche mit derselben wohl zu empfehlen.

## Maschinen- und Wagenwesen.

**Selbstlüftendes Gradirwerk für Dampfmaschinen mit Dampf-niederschlag von J. Popper.**

(Zeitschrift für Elektrotechnik 1892, Heft VIII.)

Wenn für Dampfmaschinen mit Dampf-niederschlag das Kühlwasser fehlt, so werden bekanntlich häufig Gradirwerke zur Kühlung des Niederschlagwassers verwendet, d. h. Anlagen, in denen das Wasser in seiner Zertheilung die kühlere Luft durchfallend gekühlt wird. Diese Anlagen erfordern zur Ab-

saugung der nassen Luft besondere Lüftungsanlagen, welche wieder Kraft verzehren. Popper läßt nun das zu kühlende Wasser in Form dünner Strahlen auf feste Flächen fallen, die so angeordnet sind, daß sie die Weiterbewegung der mitgerissenen nassen und erwärmten Luft in eine Sammelleitung und von da in einen Schlot nicht verhindern.

Versuche an einer Maschine von 60 P. S. bei Gutjahr und Müller in Budapest ergaben bei 29° C. Wärme und 33%

Sättigung der Außenluft eine Saugwirkung von 645 bis 650 mm Wassersäule trotz z. Th. ungünstiger Umstände. Die Kreiselpumpe für das Niederschlagswasser verbrauchte dabei 3,5 % der Maschinenkraft. Unter günstigeren Verhältnissen geht dieser Satz bei größeren Maschinen auf 2 % herunter. Bei einer Maschine, bei der stündlich 5400 kg Dampf niederschlagen waren, ergab sich trotz gleichfalls ungünstiger Anlage der Niederschlagsvorrichtungen in der heißesten Zeit eine Saugwirkung von 0,6 at im Cylinder.

Die einzige Bedienung des Gradirwerkes betrifft die sehr leicht auszuführende Reinigung der Siebe, sonst ist es ganz selbstthätig.

Auch bei Maschinen ohne Saugwirkung kann das Gradirwerk in Verbindung mit einer Niederschlagsvorrichtung zur Gewinnung ganz reinen Speisewassers dienen, und es stellt somit ein wirksames Mittel zur Bekämpfung der Folgen schlechten Speisewassers dar.

## Aufsergewöhnliche Eisenbahnen.

### Abänderung des Längengefälles der Seilbahn von Territet nach Glion.

(Schweiz. Bauzeitung 1891, 17. Januar, Bd. XVII, No. 3.)

Die Territet-Glion-Seilbahn war im unteren Theile mit einem Gefällwechsel von 30 % auf 57 % seiner Zeit ausgeführt. Nach 8 jährigem Betriebe ist sie auf Veranlassung des Schweizer Eisenbahndepartements umgebaut worden mit Rücksicht auf nachstehend aufgeführte Uebelstände.

1) Das Befahren des Gefällwechsels erforderte die Zuhilfenahme der lebendigen Kraft des Zuges, der deshalb mit einer gefahrdrohenden Geschwindigkeit bis zu 8 m/Sec. fahren mußte. Infolge dessen hatte sich in einem Falle sogar die selbstthätige Bremse des ansteigenden Wagens gelöst, den Zug plötzlich zum Stillstande gebracht und dabei die Lager des Wagens erheblich beschädigt.

2) Das Drahtseil schwebte im Gefällwechsel bis zu 3,0 m über dem Oberbau und mußte durch selbstthätige Seilführungen niedergehalten werden, um die Führung in den schiefen Rollen nicht zu verlieren, was nicht selten Veranlassung dazu gab, daß die Wagen vor dem Gefällwechsel plötzlich anhielten. Auch verursachten die Seilchwankungen einen unruhigen Gang des Wagens und erschwerten die Regelung der Fahrgeschwindigkeit.

3) Durch das starke Bremsen wurde der Oberbau gelockert und die Bremsvorrichtungen selbst stark abgenutzt.

4) Beim Abfahren der Züge war eine besonders große Aufmerksamkeit der Bremser nothwendig, um den großen Unterschied der Seitenkraft der Schwere der auf den Gefällen von 30 % bzw. 57 % stehenden Wagen auszugleichen. Eine große Wasserbelastung des thalwärts gehenden Wagens bis zu 7,0 cbm war erforderlich.

Der Umbau beseitigte nun diese Uebelstände und minderte das Belastungswasser von 7 cbm auf 4,8 cbm herab. Durch die Verminderung der Bremskräfte wird der Oberbau geschont. Eine an der Umleitungsrolle der oberen Station angebrachte Fliehkraftbremse hindert die Ueberschreitung einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit, ohne dabei den Zug anzuhalten. Wi.

### Elektrische Schmalspurbahn Sissach-Gelterkinden.

(Schweiz. Bauzeitung 1891, 2. Mai, Bd. XVII, No 18.)

Es wird die mit Meterspur gebaute Bahn beschrieben, welche die Eisenbahnstation Sissach (Basel-Land) mit dem gewerbetreibenden Dorfe Gelterkinden verbindet. Dieselbe weicht, da sie nicht nur dem Personenverkehre, sondern auch der Güterbeförderung dient, hinsichtlich der Zusammensetzung des Wagen-

bestandes von den bisher üblichen elektrischen Strafsenbahnen ab. Die gesammten elektrischen Einrichtungen stellte die Maschinenfabrik Oerlikon her.

Die Bahnlänge betrug 3,25 km, wovon  $\frac{2}{3}$  auf der Landstrasse,  $\frac{1}{3}$  auf besonderem Bahnkörper liegen. Der kleinste Bogenhalbmesser beträgt 60 m, die stärkste Steigung beträgt 15 ‰. Die Dynamomaschine hat übliche zweipolige Anordnung der Maschinenfabrik Oerlikon, die Stromleitung ist in der Hauptsache nach Sprague angeordnet. Die Verbindung zwischen der Locomotive und der Stromzuleitung wird durch ein federndes Stahlrohr hergestellt, welches eine Seilrolle von unten her an den Draht drückt.

Die Weichen sind sehr einfach und wirken verlässlich. Die Locomotive wird näher beschrieben. Sie zeigt große Vorzüge hinsichtlich der elektrischen, besonders aber der mechanischen Anordnung.

Zur Regelung der Fahrgeschwindigkeit dienen Drahtreostaten. Die Stromwechsellvorrichtungen sind an den Elektromotoren selbst angebracht. Durch sie kann eine sehr kräftige Bremswirkung hervorgebracht werden, durch welche der Zug unter Zuhilfenahme einer mechanischen Bremse bei einer mittleren Geschwindigkeit von 15—19 km in der Stunde auf 20 m Bremsweg zum Stehen gebracht werden kann. Wi.

### Zermatter Hochgebirgsbahnen.

(Schweiz. Bauzeitung 1891, 6. Juni, Bd. XVII, No. 23)

Der Entwurf des Ingenieur Imfeld führt von Zermatt als Ausgangspunkt zwei Hochgebirgsbahnen, die eine nach dem Gornergrat, die andere nach dem Matterhornspitze.

Beide Linien haben von Zermatt aus ein gemeinschaftliches Stück.

Die Matterhornbahn zerfällt in drei Abschnitte:

I. Die elektrische Drahtseilbahn Zum See-Schafberg, 1,14 km wagerechte Länge, mittlere Steigung 48 %, größte Steigung 55 %, Spurweite 0,80 m, kleinster Bogenhalbmesser 300 m, Bauart die der Salvatorebahn\*) mit Motor in der Mitte der Strecke, Höhenunterschied 523 m.

II. Die elektrische Zahnradbahn Schafberg-Whymperhütte, Höhenunterschied 820 m, wagerechte Länge 4,5 km, mittlere Steigung 28 %, Spurweite 0,80 m. Sie wird als Zahnbahn mit zweitheiliger Abt'scher Zahnstange gebaut und soll durch elektrische Zahnradlocomotiven betrieben werden.

\*) Organ 1892, S. 207.

III. Elektrische Drahtseilbahn Whymershütte-Matterhornspitze. Höhenunterschied 1345 m, wagerechte Länge 1,78 km, mittlere Steigung 75,5 %, Spurweite 0,80 m. Diese Strecke ist unterirdisch. Der Betrieb ist ähnlich wie auf der ersten Strecke, nur unter Anwendung noch stärkerer Sicherheitsmafsregeln gedacht.

Die Gornergratbahn zerfällt in zwei Abschnitte:

I. Elektrische Drahtseilbahn Moos-Riffelalp. Wagerechte Länge 1,3 km, Höhenunterschied 640 m, mittlere Steigung 48 %, größte Steigung 55 % kleinster Bogenhalbmesser 300 m, Spurweite 0,80 m. Bauart und Betrieb wie auf Theil I der Matterhornbahn.

II. Elektrische Zahnradbahn Riffelalp-Gornergrat. Wagerechte Länge 4,25 km, Höhenunterschied 810 m, mittlere Steigung 10 %, stärkste Steigung 23 %, Spurweite 0,80 m. Bauart und Betrieb wie auf der zweiten Matterhornstrecke.

Wird von der eigentlichen Matterhornstrecke abgesehen, so stehen dem Entwurfe keine größeren Schwierigkeiten entgegen als sie bei einer großen Zahl bereits ausgeführter Hochgebirgsbahnen erfolgreich bekämpft wurden. Wi.

### Monte Generoso-Zahnstangenbahn.

(Schweiz. Bauzeitung 1891, 26. September, Bd. XVIII, No. 12.)

Da wir dieser Bahn bereits Erwähnung gethan haben,\*) so soll hier nur die Aufmerksamkeit auf die am Schlusse der Abhandlung mitgetheilten wirtschaftlichen Angaben gelenkt werden. Trotz der peinlich sorgfältigen Bauausführung wurde der Voranschlag im Betrage von 1,71 Millionen Francs nur um 108 000 Francs überschritten. Die Anlagekosten der 9 km langen Strecke stellten sich mithin für 1 km auf 202 000 Francs. Beachtung verdient noch die Zusammenstellung von Einnahme und Ausgabe im ersten Betriebsjahre.

Es sind täglich eingenommen 616,7 Francs, ausgegeben 339,5 Francs, das macht für den Zug 53 Francs bezw. 29 Francs; die Einnahmen und Ausgaben für 1 km Bahn betragen 10 210 Francs bezw. 5620 Francs, oder für 1 Zugkm 6,67 bezw. 3,67 Francs. Wi.

\*) Organ 1891, S. 257.

## Technische Litteratur.

X. Ergänzungsband des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung. Fortschritte im Bau der Betriebsmittel. Herausgegeben vom Technischen Ausschusse des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen. C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden 1883. Mit 78 lithographirten Tafeln. Preis 44 M.

Für die Bauart der Locomotiven und Wagen haben sich diejenigen Muster, welche in den Jahren des großen Verkehrsaufschwunges nach 1870 im Gebiete des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen entstanden, im Großen und Ganzen bis gegen das Jahr 1890 ziemlich unverändert erhalten. Mit diesem Zeitpunkte beginnt aber, infolge der steigenden Anforderungen des Verkehrs und Betriebes, sowie vielfacher Anregung durch Neuerungen auf ausländischen Bahnen, ein Abschnitt entschiedenem Fortschrittes, welcher eine Menge neuer Anordnungen und Bauweisen geschaffen hat.

Bei den Locomotiven handelt es sich besonders um Steigerung der Leistungsfähigkeit und Herstellung leichterer Einstellung in Krümmungen, welche Erfordernisse bei denjenigen für Personen- und Schnellzüge fast allgemein zur Anwendung einer vierten Achse und des vorderen Drehgestelles, bei denjenigen für Güterzüge zur Steigerung des Gewichtes und der Anzahl der Kuppelachsen geführt hat. Auch die Verbundwirkung gelangt zu einer allgemeineren Einführung.

Bei den Personenwagen ist man bestrebt, den Reisenden durch größere Raumbemessung, leicht zugängliche Aborte und ruhigeren Gang das Reisen angenehmer zu machen. Besonders verdient hier die Einführung der Lenkachsen und der langen amerikanischen Wagen mit Drehgestellen und z. Th. vollständiger Verbindung durch den ganzen Zug erwähnt zu werden.

Bei den Güterwagen ist durch fast allgemeine Erhöhung der Tragfähigkeit auf 15 t für 2 Achsen ein wesentlich besseres Verhältnis der Nutzlast zur toten Last und zur Länge der Züge erreicht worden.

Obleich nun diese Fortschritte, wie die Mannigfaltigkeit der Ausführungen erkennen läßt, noch keineswegs zu einem gewissen Abschlusse gekommen sind, so hat doch der Technische Ausschuss des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen eine Sammlung aller neuen Ausführungen veranstaltet, um das bisher Geschaffene übersichtlich vor Augen zu führen.

Diese Sammlung ist nunmehr als X. Ergänzungsband zum Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung im Verlage von C. W. Kreidel in Wiesbaden in einem stattlichen Bande mit zwei Theilen für Locomotiven und Tender bezw. für Wagen erschienen, und enthält auf etwa 21 Druckbogen und 78 Tafeln im Formate des »Organ« die Darstellungen und Beschreibungen von:

- 40 Locomotiven,
- 11 Tendern,
- 27 Einzeltheilen für Locomotiven und Tender,
- 45 Personenwagen,
- 8 Post- und Gepäckwagen,
- 5 bedeckten Güterwagen,
- 29 offenen Güterwagen,
- 29 Wagen für besondere Zwecke und
- 19 Einzeltheilen von Wagen.

Die besonderen Anordnungen der einzelnen Fahrzeuge u. s. w. sind überall möglichst eingehend dargestellt worden.

Dadurch, daß die Sammlung durch ihre Mannigfaltigkeit das höchste Interesse erweckt, zeigt sie grade, daß im Gebiete des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen für gleiche oder ähnliche Betriebszwecke die verschiedenartigsten Bauarten und Einzel-Anordnungen von Fahrzeugen verwendet werden, und daß von der in anderen Ländern immer mehr vorschreitenden Einheitlichkeit der Bauart und allgemeinen Anwendung gewisser Grundsätze hier noch wenig zu bemerken ist. Da dieser Mangel an Einheitlichkeit für die wirtschaftlichen Ergebnisse des Eisenbahnbetriebes unzweifelhaft nachtheilig ist,

weil dadurch die Anschaffungskosten der Fahrzeuge erhöht und die Ausnutzung derselben beschränkt wird, so ist zu hoffen, daß die vorliegende Sammlung grade durch ihren reichhaltigen Stoff ein lebhaftes Bestreben nach größerer Einheitlichkeit erwecken wird.

Grade dieser Wunsch legt uns die Aufforderung an die Fachgenossen nahe, das mit aller Sorgfalt ausgestattete und als Sammlung von neueren Fahr-Betriebsmitteln in solcher Ausdehnung augenblicklich wohl einzig dastehende Werk einer gründlichen Durchsicht zu unterziehen. v. B.

**Fräser und deren Rolle bei dem derzeitigen Stande des Maschinenbaues.** Auf theoretisch-praktischer Grundlage bearbeitet von Woldemar von Knabbe, Kais. Russischer Hofrath, Docent am K. R. Technolog. Inst. zu Charkow. Verlag des Verfassers.

Von diesem beobachtenswerthen Werke liegt der erste Theil vor, der zweite Theil soll sich im Druck befinden. Ich nenne das Buch ein beachtenswerthes schon deshalb, weil die Frästechnik bisher ausschließlich durch Zeitschriften und von diesen nur sehr lückenhaft behandelt worden ist, während von Knabbe in seinem Buche eine abgeschlossene, vollständige Darstellung der Frästechnik zu bieten verspricht. Wie dieses Versprechen erfüllt werden wird, kann erst beurtheilt werden, wenn auch der zweite Theil des Buches erschienen ist. Der vorliegende erste Theil läßt jedoch hoffen, daß das Ganze allen Ansprüchen, welche an ein erstmalig erscheinendes Werk billigerweise gestellt werden können, völlig gerecht werden wird.

Die erschienenen Kapitel tragen die Ueberschriften:

1. Eigenthümlichkeiten und Vorzüge der Fräsarbeit.
2. Einrichtung der Fräser, ihr Wirkungsprincip und Classification.
3. Allgemeiner Charakter der Fräsarbeit.
4. Methode zur Bestimmung des Arbeitsverbrauchs der Fräsmaschinen.
5. Vergleichende Untersuchungen des Arbeitsverbrauchs der Fräs- und anderer Werkzeugmaschinen.
6. Arbeiten, welche hauptsächlich oder ausschließlich den Fräsern eignen sind.
7. Die Fräserpraxis in verschiedenen Zweigen des Maschinenbaues.

Der Verfasser verfügt über umfangreichen Stoff — welcher größtentheils auf Reisen gesammelt ist — und hat denselben in recht verständlicher Weise verarbeitet. Allerdings fehlt es nicht an Breiten und Wiederholungen. Die beigegebenen Zeichnungen sind zweckentsprechend. Herm. Fischer.

**Theorie und Praxis des Eisenbahngleises.** Von A. Stanê, Generaldirectionsrath der K. K. Oesterr. Staatsbahnen in Wien. J. L. Pollack, Wien und Leipzig, 1892.

Das vorliegende Werk bezweckt, »den Gegeustand des Oberbaues in seiner Totalität« zu umfassen, »in systematischer Anordnung, unter Hinweglassung des Minderwichtigen, alle an eine Gleisconstruction zu stellenden Ansprüche theoretisch und praktisch darzustellen« und dabei »eine thunlichste übersichtliche

Kenntnis aller Bestrebungen zu bieten, die sich in dieser Hinsicht geltend gemacht, und mehr oder weniger die hier auftretenden Fragen bereits ihrer Lösung näher geführt haben«. Daß eine soweit gesteckte Aufgabe bei nur 168 Textseiten, 16 Textfiguren, 4 Druck- und 12 Figurentafeln zu knapper Stoffbehandlung zwingt, ist erklärlich und an sich gewiß kein Fehler. Aber trotz dieser Kürze hätte sich Raum bieten müssen für die Behandlung des eisernen Oberbaues, besonders des Baues mit eisernen Querschwellen, denn die Behauptung des Verfassers, »daß dieser Oberbau, so verschiedenartig und zahlreich die Vorschläge zu dessen Ausführung auch sein mögen, doch nur erst im Versuchsstadium sich befindet«, ist nicht richtig und vermag diese Beschränkung nicht zu rechtfertigen. Angesichts der Thatsache, daß mehrere große Eisenbahnverwaltungen grundsätzlich nur noch eisernen Oberbau anwenden, während andere ausgedehnte Bahngebiete ihn dem Holzschwellenbau mindestens gleichachten, kann wohl nicht mehr lediglich von »Vorschlägen zu dessen Ausführung« und »Versuchsstadium« gesprochen werden. Der Hinweis auf diesen Mangel erscheint um so nothwendiger, als der Verfasser in seinem ganzen Buche die Ueberlegenheit der Stuhlschiene gegenüber der Breitfußschiene auf hölzernen Querschwellen — starken Betrieb vorausgesetzt — zu erweisen versucht; ein großer Vorzug der Breitfußschiene ist aber grade deren leichte und bequeme Verwendbarkeit bei eisernen Schwellen, wobei Befestigungen möglich und erreicht sind, die der Befestigung des Stuhlschienenbaues gewiß nichts nachgeben. Abschnitt I ist vorwiegend theoretischen Inhalts, er behandelt die Ausbildung des Gleises mit Rücksicht auf dessen Inanspruchnahme, getrennt nach Größe und Wirkung der Vertikal-, Quer- und Längskräfte im Gleise und bei der Stofsverbindung und stützt sich im Wesentlichen auf die Winkler'sche Theorie. Es ist zu bedauern, daß die neueren und theoretisch vollkommeneren Arbeiten von Schwedler, Löwe, Zimmermann nicht berücksichtigt sind. Abschnitt II bespricht die Bedingungen für die Widerstandsfähigkeit des Gleises und seiner Bestandtheile in den Unterabtheilungen: Schiene, Schwellen, Befestigungsmittel, Gleis als Ganzes und ist theils theoretischen, theils praktischen Inhalts. Abschnitt III behandelt die Bestrebungen zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Gleises in den verschiedenen Haupt-eisenbahnländern. Mehrere Zeichnungen und Tafeln geben Darstellungen und Zusammenstellungen über verschiedene Oberbauformen und deren Verhalten, immer unter Ausschluss des eisernen Oberbaues.

Der versuchte theoretische Nachweis der Ueberlegenheit der Stuhlschiene gegenüber der Breitfußschiene, S. 37, 51, und die in demselben Sinne aufgestellten Behauptungen, S. 75, 129, 138, 154, 157, 166 sind mehrfach anfechtbar. Wenn bei dem Widerstande des Stuhlschienenbaues gegen das Umkanten die Breite des Stuhles in die Rechnung eingeführt wird, so müßte bei der Breitfußschiene nicht die Breite des Schienenfußes, sondern die der Unterlagsplatten berücksichtigt werden, welche bei neueren Bauarten überall Anwendung finden. Die Stuhlschienen sind nicht in höherem Maße als fest eingespannt zu betrachten, als die Breitfußschienen, denn die Holztheile

werden ihre volle Wirkung nur bei sehr guter Unterhaltung und bei feuchtem Klima dauernd ausüben. Thatsächlich ist der Stuhlschienenbau versuchsweise nur in Ländern mit Seeklima verbreitet, in anderen Ländern wurde er s. Z. verlassen, weil Rechnung wie Erfahrung gegen ihn sprechen. Die »traditionelle Anschauung, welche wie so oft anderweite Erfahrungen bei Seite zu legen pflegt«, kann daher wohl weniger denjenigen Bahnen zum Vorwurf gemacht werden, die von der Stuhlschiene zur Breitfußschiene übergangen, als denjenigen, welche bei ersterer beharrten, womit jedoch keineswegs behauptet werden soll, daß der Stuhlschienenbau für diese Bahnen nicht besonders geeignet sei. Mit Behauptungen können solche Fragen überhaupt nicht gelöst werden, und so ist auch die Anschauung Sandbergs, die der Verfasser aufnimmt, daß hinsichtlich der Tragfähigkeit eines Gleises einer Doppelkopfschiene von 40 kg/m erst eine Breitfußschiene von 49,63 kg/m gleichwerthig sei, gegenüber den Rechnungen Weifshaupts ebenso anfechtbar, wie die Aussprüche des Verfassers: die englischen Stuhlschienen bögen sich wegen ihres großen Gewichtes nicht durch, die bei Breitfußschienen wahrgenommenen Mängel der Stofsverbindung kämen bei Stuhlschienen in bedeutend geringerer Mafse vor und bei diesen seien keine besonderen Mafsnahmen gegen das Wandern erforderlich.

Haarmann u. A. haben örtlich festgestellt, daß in England z. Th. besondere Sicherungsmittel gegen das Loswerden der Keile verwendet werden und daß sich die Schienenstühle recht stark in die Schwellen einfrassen; letzteres ist aber ohne Bewegung der verschiedenen Theile nicht möglich; auch sollen sich die englischen Stöße in demselben Mafse stofsend bemerkbar machen, wie die bei Breitfußschienen. Das ist auch einleuchtend, wenn man beachtet, daß z. B. die Lasche des neuesten vom Verfasser mitgetheilten Oberbaues der englischen Midlandbahn (Schienengewicht 42 kg/m) wesentlich schwächer ist, als die des preussischen Normaloberbaues von 1885, (Schienengewicht 33,4 kg/m). Die betreffenden Zahlen sind folgende: Querschnitt 2800 gegen 3,179, Trägheitsmoment 358 gegen 420, Widerstandsmoment 50 gegen 56, der Breitfußstofs muß also fester und widerstandsfähiger sein, als der Stuhlschienenstofs. Beim Wandern spielt aber die Schienenform überhaupt keine Rolle, sondern nur die mehr oder minder gute Verbindung — breite Anlageflächen — zwischen Laschen und Stofsschwellen, die bei Breitfußschienen genau so wirksam gestaltet werden kann und thatsächlich gebildet wird, wie bei Stuhlschienen. Jedenfalls ist es höchst eigenthümlich, daß zur selben Zeit, wo bei uns die Stuhlschiene wieder angepriesen wird, jenseits des Kanals erneute Versuche mit Breitfußschienen aufgenommen werden. (Siehe Haarmann's Werk, S. 245.)

Die Behauptung, bei Stuhlschienen sei die Verwendung eines festeren, härteren Stahles möglich, wird durch die vom Verfasser selbst mitgetheilten Thatsachen nicht erwiesen. Die englischen Bahnen verwenden für ihre Stuhlschienen einen Stahl von 50—65 kg Festigkeit, die Belgier schreiben bei Breitfußschienen 60—70 kg, die Franzosen in demselben Falle sogar bis 75 kg vor; letztere steigen allerdings bei der Südbahn bei Stuhlschienen bis zu 85 kg auf. Sollten nicht auch hier »traditionelle Anschauung« und vielleicht auch Wärme- oder vielmehr Kälteverhältnisse mitspielen?

Noch eine thatsächliche Berichtigung sei gestattet. Der Blattstofs von Ruppell-Kohn weist keinerlei »andere Verbesserungen« hinsichtlich der Befestigung der Schienen auf den Schwellen auf, die nicht allem seit etwa 10 Jahren verlegten eisernen Oberbau der westlichen Preuss. Staatsbahnen eigenthümlich wären, auch ist nicht einzusehen, warum die Summe der gegen lothrechte Kräfte wirksamen Trägheitsmomente zweier Schienenhälften kleiner sein soll, als das Moment der ganzen Schiene (S. 72); auch ist im Stofse dies Trägheitsmoment der Schiene nicht von solcher Bedeutung, wie das der Laschen.

Das vorliegende Werk tritt zwar in einseitiger Weise als Verfechter des Stuhlschienenbaues auf, trotzdem, oder vielleicht gerade deshalb wird es aber dem Leser vielfache Anregung zum Studium der Oberbaufrage geben, einer Frage, die zwar schliesslich vorzugsweise durch die Erfahrung ihrer Lösung entgegengeführt werden, darum aber doch nicht oft und eingehend genug auch theoretisch wissenschaftlich erobert werden kann.

Blum.

**Das Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlußbahnen in Preussen** vom 28. Juli 1892, unter Bezugnahme auf die zu demselben erlassene Ausführungsanweisung erläutert von Karl Köhne, Kgl. Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector. Berlin, J. Springer 1893. Preis 1,40 M.

Es ist wohl als unzweifelhaft feststehend anzusehen, daß die Kleinbahnen in den nächsten Jahren in unserem öffentlichen Verkehre eine sehr bedeutsame Rolle spielen werden, und daß daher die rechtzeitige gesetzliche Regelung dieses Gegenstandes eine große Wohlthat war. Bei der Bedeutung des Gegenstandes und der Weite der Kreise, welche Vortheil aus seiner Entwicklung ziehen können und werden, bedarf es wohl keines besonderen Hinweises darauf, wie willkommen eine handliche und sachgemäße Erörterung des Gesetzes sein muß.

**Die elektrischen Telegraphen und Signalmittel, sowie die Sicherungs-Kontroll- und Beleuchtungs-Einrichtungen für Eisenbahnen** auf der Frankfurter internationalen elektrotechnischen Ausstellung 1891. Von L. Kohlfürst, Eisenbahn-Oberingenieur a. D. Mit 226 Abbildungen. Stuttgart 1893. J. G. Cotta.

Das Buch giebt den Ausstellungsbericht des unseren Lesern wohl bekannten Verfassers, welchen er in Dinglers Polyt. Journal veröffentlichte, jedoch in erweiterter Form, insofern fast alle die aufgeführten Gebiete betreffenden Vorkehrungen hier in Wort und Bild ausführlich abgehandelt sind, und zwar zum großen Theile nach amtlichen Grundlagen. Das Buch giebt somit ein umfassendes Bild des in Frankfurt vorgeführten, und damit wohl überhaupt der betreffenden Sonderzweige der Technik.

Behandelt sind: A. Leitungen, Stromquellen, Nebenapparate, B. Eisenbahnbetriebs-Telegraphen und Telephone, C. Signaleinrichtungen, D. Sicherungsanlagen, E. Kontroll-Einrichtungen, F. Elektrische Beleuchtung. Nicht beachtet sind eigentlich nur die Anlagen, in denen der geleitete Strom die Kraftquelle bildet, wie z. B. die Versuche, Weichen durch den elektrischen Strom zu stellen, da dieses Gebiet der Elektrotechnik noch nicht zu durchschlagenden Ergebnissen durchgedrungen ist.

Da die Vorführung der Errungenschaften der Elektrotechnik in Frankfurt eine anerkannt vollständige und gediegene war, so giebt der sorgfältige Bericht ein Bild des nun freilich schon nicht mehr allerneuesten Standes.

**Eine Zeitschrift für den internationalen Eisenbahn-Transport** wird vom Central-Amte für den internationalen Eisenbahn-Transport in Bern vom Beginne des Jahres 1893 an herausgegeben.

Diese Zeitschrift, welche in dem internationalen Uebereinkommen über den Eisenbahnfrachtverkehr vom 14. October 1890 vorgesehen ist, soll deutsch und französisch, in monatlichen Heften von voraussichtlich mindestens drei bis vier Quart-Bogen, broschirt, für jede der beiden Sprachen in besonderer Ausgabe gedruckt werden. Dieselbe wird einen amtlichen Theil und Mittheilungen allgemeiner Natur enthalten, und zwar:

Im amtlichen Theile:

Das internationale Uebereinkommen über den Eisenbahn-Frachtverkehr vom 14. October 1890, mit den dazu gehörenden Ausführungen und den etwaigen Ergänzungen.

Die mit dem internationalen Uebereinkommen im Zusammenhange stehenden Gesetze und Verordnungen der einzelnen Länder und anderweitige Mittheilungen der beteiligten Staatsregierungen.

Die Mittheilungen der Eisenbahngesellschaften mit Bezug auf den internationalen Verkehr.

Die von dem Central-Amte ausgehenden Entscheidungen über Streitigkeiten der Eisenbahnen unter einander, soweit dieselben sich zur Veröffentlichung eignen.

In den Mittheilungen allgemeiner Natur:

Abhandlungen aus dem Gebiete des Eisenbahnfrachtrechtes.

Entscheidungen der Gerichte aus demselben Gebiete.

Statistische Nachrichten.

Nachrichten betreffend die Entwicklung der Eisenbahngesetzgebung überhaupt.

Bücherschau.

**Bericht des vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine eingesetzten Comités zur Aufstellung von Typen für Walzeisen**, erstattet von Johann Buberl, Inspector der Oesterr. Nordwestbahn in der Geschäftsversammlung des Vereins am 23. April 1892. Wien 1892, Verlag des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

Diese Neubearbeitung ersetzt die erste Ausgabe des genannten Vereines vom Jahre 1882 durch eine ganz wesentlich vervollständigte und vervollkommnete Zusammenstellung aller für Bauzwecke erforderlichen Walzformen einschliesslich derjenigen für Schiffs-, Locomotiven- und Wagenbau und für Schlossereizwecke.

Die Bearbeitung hat in den Grundlagen manches Uebereinstimmende mit dem »Deutschen Normalprofilbuche«, es mufs aber mit besonderer Anerkennung hervorgehoben werden, dafs die Festsetzung der Walzformen hier jenem gegenüber ganz erhebliche Verbesserungen in den verschiedensten Richtungen erfahren hat. Wir erwähnen in dieser Beziehung die sehr

zweckmäfsige Verbreiterung der Flantsche der I-Eisen, die erhebliche Vermehrung der C- und L-Formen, welche letzteren auch ungleichschenkelig vorgesehen sind, die Vermehrung der L-Formen durch feinere Abstufung der Schenkel, sowohl bei den gleichschenkeligen, wie bei den ungleichschenkeligen. An Kleinformen für Schlosserei ist eine aufserordentlich reiche und zweckmäfsige Auswahl für die verschiedensten Zwecke getroffen, auch für Zierformen ist in ziemlich weitgehendem Mafse gesorgt. Den L- und ungleichschenkeligen L-Eisen sind zahlreiche Formen mit Randwülsten vorgesehen, die sich bekanntlich steigender Beliebtheit erfreuen und für den Schiffsbau schon unentbehrlich geworden sind. Wir begrüfsen diese neue Ausgabe als eine ganz wesentliche Verbesserung in den Grundlagen des Eisenbaues auf allen seinen Gebieten.

**Gedanken über die Sicherheit und Oeconomic des Eisenbahnbetriebes** von Eduard Graf Wilczek. Wien, Pest, Leipzig, A. Hartleben 1893. Preis 1,5 M.

Der Verfasser sucht in der Einleitung nachzuweisen, dafs auch ein Nichttechniker, wie er ist, das Recht und die Pflicht habe, von allgemeinen, sozusagen akademischen Gesichtspunkten aus an der Verbesserung der Sicherheit des Eisenbahnbetriebes mitzuarbeiten. Diesen als berechtigt anzuerkennenden Standpunkt verläfst der Verfasser aber bei der Vertretung seiner Ansichten, indem er sich ganz in technische Einzelheiten verliert, über die ihm Sachkenntnis und Erfahrung offenbar fehlen. Es werden behandelt: I. Eisenbahnunfälle nach Umfang und Entstehungsgrund, II. »Prophylaxis«, III. die »Triple-Expansionslocomotive. Wir können aber nicht anerkennen, dafs die Besprechung eine Grundlage wirklicher Förderung der Betriebssicherheit bietet, denn entweder überholt das thatsächlich Geleistete die gemachten Vorschläge weit, oder die Vorschläge leiden überhaupt an ungenügender Begründung. Wir wollen in dieser Beziehung einzelne Punkte näher beleuchten.

Als einer der wichtigsten Gründe für Unfälle wird die Entgleisung hingestellt. Soweit hiergegen durch die Streckenanlage und Haltung gewirkt werden kann, kennt der Verfasser als Mittel allein Spurerweiterung und Schienenüberhöhung, die viel gröfsere Wichtigkeit des Gleisbaues überhaupt, an dessen Verbesserung unsere besten Kräfte mit unermüdlicher Zähigkeit nach gewissen Richtungen leider bis heute fast vergeblich arbeiten, übersieht er. Die Betriebsmittel findet der Verfasser bei uns in Ordnung, ja »musterhaft«, während doch grade auf diesem Gebiete in neuester Zeit sehr einschneidende und wichtige Verbesserungen durchgeführt werden.

Die zahlreichen Zusammenstöße werden aus Ueberlastang der Beamten, namentlich der Locomotivmannschaften und Weichensteller, dann aus ungenügender Haltung der Dampfspannung als Folge der Gewinnantheile an der Kohlenersparnis, und aus der Farbenblindheit erklärt. Bezüglich der Locomotiven wird die Einstellung von Nebenmannschaften neben Führer und Heizer empfohlen, deren Stellung nicht genau festgestellt wird. Thatsächlich ist die doppelte und mehrfache Besetzung der Locomotiven durch gleichwerthige Mannschaften auf vielen ausländischen Bahnen grundsätzlich, und auf vielen inländischen

Bahnen soweit durchgeführt, daß man für erhebliche Mifsstände nach dieser Richtung, wenn sie noch nicht überall gehoben sein sollten, das geeignete Mittel an der Hand hat. Für die Weichensteller wird die Vermehrung als alleiniges Mittel angesehen, da Stellwerke nur für grössere Bahnhöfe verwendbar seien, während jede kleinste englische Haltestelle ihr Stellwerk hat, und deren Verwendung auch bei uns rasch fortschreitet.

Ungenügende Dampfspannung wird als regelmässiger Zustand infolge übertriebener Sparsamkeit mit den Kohlen hingestellt; infolge davon kann kein Gegendampf gegeben werden, der viele Zusammenstöße sicher verhindern würde, der Mangel wird durch Jagen auf Gefällen und Bummeln auf Steigungen verdeckt. Dem ist folgendes entgegen zu halten. Wenn im Flachlande ein Führer genug Dampf macht um Zeit zu halten, so hat er im Nothfalle auch genug, um Gegendampf zu geben, dem überhaupt viel zu großes Gewicht beigelegt wird, auf Gebirgsstrecken dürfte heute wohl bei guter Betriebsleitung durch Radtaster und selbstzeichnende, verschlossene Geschwindigkeitsmesser dafür gesorgt sein, daß den Führern das angegebene Verfahren abgeschnitten wird. Den neueren Bremsen gegenüber dürfte die Wirkung des Gegendampfes auf die Locomotive vor ungebremstem Zuge wohl verschwindend genannt werden. Zur Hebung der Gefahr der Farbenblindheit werden weisse Signalbilder empfohlen, die bekanntlich wieder große Gefahren ergeben, die neuen Bestrebungen, bei Tag und Nacht die gleichen Armsignale zu zeigen, werden nicht erwähnt.

Bei der Empfehlung der dreistufigen Dampfdehnung, wird zunächst der Vorwurf erhoben, daß die Verbundwirkung überhaupt ganz stiefmütterlich behandelt werde, was gegenüber der sehr großen Zahl der gebauten Verbundlocomotiven wohl nicht mit Recht behauptet werden kann. Bei den Gründen, welche gegen diese Locomotiven sprechen, werden der schiefe Bau, die schiefe Massenvertheilung und das mangelhafte Anfahren erwähnt, dagegen die Schwierigkeit hinreichender Anpassung der Steuerung an sehr wechselnde Leistung übergangen. Jedenfalls wird die zweistufige Dehnung erst noch weiter durchgebildet werden müssen, ehe die dreistufige ernsthaft in Angriff genommen wird. Die dreistufige Rickie-Loomotive scheint dem Verfasser unbekannt zu sein. Die gemachten Vorschläge für die Bauart der dreistufigen Locomotive sind z. Th. unhaltbar, weil sie mit bisher gemachten Erfahrungen in Widerspruch sind.

#### **Zeitschrift für das gesammte Local- und Strafsenbahn-Wesen.**

Unter Mitwirkung in- und ausländischer Fachgenossen, herausgegeben von W. Hostmann, Großh. Sächs. Baurath in Hannover, J. Fischer-Dick, Oberingenieur in Berlin und Fr. Giesecke, staatlicher Fabrikinspector in Hamburg. XI. Jahrgang 1892, III. Heft. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1892.

**Meyer's Konversationslexikon**, fünfte gänzlich neubearbeitete und vermehrte Auflage. Mit ungefähr 10000 Abbildungen, Karten und Plänen im Text und auf 950 Tafeln, darunter 152 Chromo-

tafeln und 260 Kartenbeilagen. Leipzig und Wien. Verlag des Bibliographischen Instituts 1893.

Das Meyer'sche Konversationslexikon hat sich in allen seinen Ausgaben und Auflagen einen solchen Ruf erworben, daß wir hier nicht besonders auf seine Verdienste einzugehen brauchen. Es nimmt unter den Unternehmungen, welche eine knappe Sammlung alles menschlichen Wissens bezwecken, eine der ersten Stellen ein. Da das Werk aber sehr zahlreiche Verbindungspunkte mit den von uns vertretenen Sonderkreisen des Eisenbahn-Weltverkehrs bietet, so können wir auch voraussetzen, daß unsern Lesern ein Ueberblick über Ort und Zeit des Erscheinens willkommen sein wird. Bis jetzt liegt das erste Heft des ersten Bandes vor, im Ganzen sollen 17 Bände in 272 Wochenlieferungen zu 0,5 M. erscheinen. Die Einbanddecke wird für jeden Band zu 2,0 M. mitgeliefert.

Ueber den weiteren Verlauf der Ausgabe werden wir regelmäßig berichten.

#### **Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie. \*)**

Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Unione tipografico-editrice Torinese, Turin, Mailand, Rom und Neapel 1892.

Heft 68, Vol. II, Theil II. Erleuchtung, Heizung und Lüftung der Züge, Fortsetzung. Von Ingenieur Pietro Verole. Preis 1,6 M.

Heft 69, Vol. V, Theil III. Trambahnen und Eisenbahnen für besondere Zwecke. Kabelbahnen, Fortsetzung. Von Ingenieur Stanislao Fadda. Preis 1,6 M.

#### **Geschäftsberichte und statistische Nachrichten von Eisenbahnverwaltungen.**

Jahresbericht über die Eisenbahnen und die Dampfschiffahrt im Großherzogthum Baden für das Jahr 1891. Im Auftrage des Großh. Ministeriums der Finanzen herausgegeben von der Generaldirection der badischen Staatseisenbahnen, zugleich als Fortsetzung der vorangegangenen Jahrgänge. 51. Nachweisung über den Betrieb der Großh. badischen Staatseisenbahnen und der unter Staatsverwaltung stehenden badischen Privat-Eisenbahnen. Karlsruhe, C. F. Müller'sche Druckerei 1892.

Statistik der schmalspurigen Eisenbahnen für das Betriebsjahr 1890. Bearbeitet von F. Zezula, Ingenieur der K. K. Bosna-Bahn in Sarajewo. 1. Jahrgang, Wiesbaden, J. F. Bergmann 1892. Preis 3 M. 60 Pf. Diese Statistik des in den letzten Jahren mit Riesenschritten gewachsenen Netzes der Schmalspurbahnen wird in Zukunft eine Anlage zum 1. Heft der Zeitschrift für das gesammte Local- und Strafsenbahnwesen bilden. Wir begrüßen diese Vervollständigung des Unternehmens mit Freude, denn grade der schnelle Fortschritt auf diesem Gebiete läßt ein regelmäßiges und schnelles Erfassen der gemachten Erfahrungen besonders wünschenswerth erscheinen.

\*) Organ 1893, S. 14.