

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LIII. Band.

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

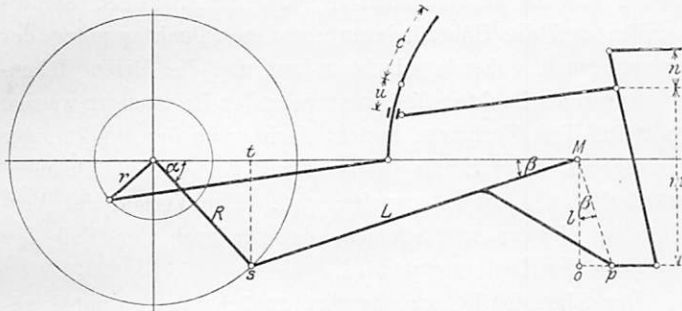
19. Heft. 1916. 1. Oktober.

Vergleich der Lokomotivsteuerung von Kingan-Ripken mit der von Heusinger.

Ingenieur Al. Schaffer, Staatsbahnrat in Wien.

Die Steuerung von Heusinger leitet die Beeinflussung des untern Endes des Voreilhebels mit einer Lenkerstange von einem fest mit dem Kreuzkopfe verbundenen Punkte o (Textabb. 1) des Mitnehmers ab. Seine Ablösung vom Kreuzkopfe

Abb. 1.



und seine starre Abhängigkeit von der Triebstange nach Kingan-Ripken*) bewirken, daß er um den Kreuzkopfbolzen M eine schwingende Bewegung ausführen muß, die in ihrem weiteren Verlaufe eine Vergrößerung des Ausschlages des Voreilhebels bewirkt. Die Größe der schwingenden Bewegung des Punktes o hängt von seiner Entfernung vom Kreuzkopfbolzen und von der Größe des Winkels beta ab, den die Triebstange augenblicklich mit der Achse des Zylinders einschließt. Punkt o ist also das Ende des Schenkels o M eines bei M rechtwinkligen Hebels, dessen anderer Schenkel in die Richtung der Triebstange fällt.

Wird, wie bei allen schwingenden Teilen der Steuerung, die Bewegung des Punktes o wegen Kleinheit seines Ausschlages im flachen Bogen als geradlinig angenommen, so ist der Ausschlag des Mitnehmerzapfens für den Drehwinkel alpha der Kurbel

$$\text{Gl. 1)} \quad \dots \quad op = l \cdot \text{tg } \beta = l \cdot \sin \beta$$

oder da $R \cdot \sin a = L \cdot \sin \beta$

$$\text{Gl. 2)} \quad \dots \quad op = l \frac{R}{L} \sin a.$$

Für $a = 90^\circ$ erreicht op den Höchstwert $l \cdot R : L$, für die Totpunkte wird $op = 0$ und der Mitnehmerzapfen gelangt über die Stelle, die bei Heusinger als Festpunkt am Kreuzkopfe ausgebildet ist. Daher bleibt die Eigenschaft des unveränderlichen Voreilens auch bei der Abänderung gewahrt.

Das untere Ende des Voreilhebels muß einen um op

größern Weg zurücklegen, als unter sonst gleichen Umständen bei der Steuerung von Heusinger. Sein Einfluss auf den Schieberweg verkürzt sich im Verhältnisse $n : m$, so daß der vergrößerte Schieberweg durch

$$\text{Gl. 3)} \quad \dots \quad \xi'' = l \frac{n R}{m L} \sin a$$

gegeben ist. Bei Heusinger ist der Schieberweg

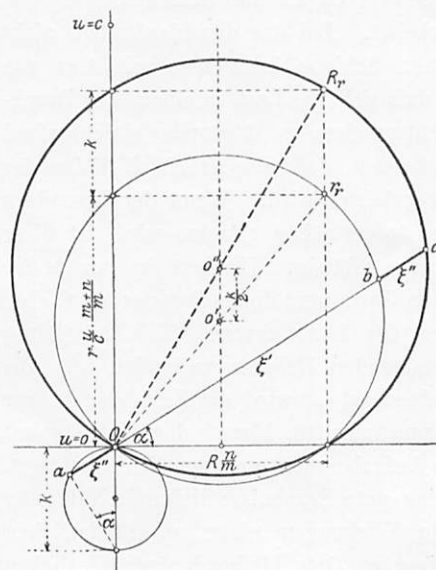
$$\text{Gl. 4)} \quad \dots \quad \xi' = R \frac{n}{m} \cos a + r \frac{u m + n}{c} \sin a.$$

Nachdem sich die ganze Auslenkung xi des Schiebers bei Kingan-Ripken aus xi' und xi'' zusammensetzt, so erhält man für sie

$$\text{Gl. 5)} \quad \xi = R \frac{n}{m} \cos a + r \frac{u m + n}{c} \sin a + l \frac{n R}{m L} \sin a.$$

Für die zeichnerische Untersuchung der Steuerung von Kingan-Ripken bietet die Gl. 4) nichts bemerkenswertes.

Abb. 2.



Für die Stellung des Schwingensteines im

Abstände u von Schwingenmitte (Textabb. 2) ist r_r der stellvertretende Hebelarm; der darüber geschlagene Kreis gibt durch den Abschnitt $ob = \xi'$ den der Kurbelstellung a entsprechenden Schieberweg. Zur Darstellung der Gl. 3) geht man von einem Kreise aus, dessen Durchmesser $k = l \cdot (n : m) \cdot (R : L)$, dem größten Werte des Zusatzes des Schieberweges ist. Er ist

der Übersichtlichkeit halber so angefügt, daß sein Mittelpunkt auf der Achse der u liegt und durch den Ursprung o geht. Die Verlängerung des Schieberweges xi' über o nach unten bis zum Schnittpunkte mit dem Kreise gibt in $oa = \xi''$ den zum

*) Organ 1916, S. 123.

Winkel α gehörenden Zusatz zum Schieberwege: $\xi'' = k \cdot \sin \alpha = \frac{n R}{m L} \sin \alpha$ und $\xi = \xi' + \xi'' = a b$. Nun kann man die jeweilige Länge ξ'' in der Richtung ob über b hinaus auftragen, so daß der ganze Schieberweg durch $o d = a b$ gegeben ist. Führt man dies für alle Kurbelstellungen aus, so liegen die Endpunkte d wieder auf einem Kreise, dessen Mittelpunkt in der Richtung der Achse der u um $k:2$ nach oben verschoben ist und der durch o geht. Das ist ein Schieberkreis mit dem stellvertretenden Hebelarme R_r , der sagt, daß die abgeänderte Bewegung des Schiebers bei der Steuerung von Kingan-Ripken genau so verläuft, wie wenn der Schwingenstein bei der Steuerung von Heusinger um ein Maß K weiter ausgelegt wird, das aus dem Unterschiede der bezüglichen Abschnitte von den in Betracht kommenden Schieberkreisen auf der Achse der u folgt. Ist die grössere Auslegung des Steines u_1 , so ist

Gl. 6) . $k = r \frac{u_1 m + n}{c m} - r \frac{u m + n}{c m} = l \frac{n R}{m L}$ oder

$$\frac{r m + n}{c m} (u_1 - u) = l \frac{n R}{m L}, \text{ also}$$

Gl. 7) . . $K = (u_1 - u) = c \frac{l n R}{r m + n L}$

eine unveränderliche Gröfse. Daher fallen alle angeblichen Vorteile der Steuerung von Kingan-Ripken bei der Öffnung und Schließung der Kanäle und die Dampfersparnis in sich zusammen.

Einen kleinen Vorteil hat diese Steuerung vor der von Heusinger insofern, als sie für gleiche grösste Schieberwege eine um K geringere Auslegung des Schwingensteines erfordert, daß also die Länge der Schwinge um $2 K$ und die Spindel der Steuerung entsprechend verkürzt werden kann.

Berechnungen am Schienenstofse unter bewegter Last.

Dr.-Ing. H. Saller, Regierungsrat in Nürnberg.

Die Beanspruchung der Eisenbahngleise wird wesentlich durch die Bewegung und die Zeitdauer des Wirkens der Lasten beeinflusst. Im Schrifttume über Eisenbahnoberbau werden diese wichtigen Umstände wohl häufig erwähnt, aber kaum je eingehend durch Nachrechnen behandelt.

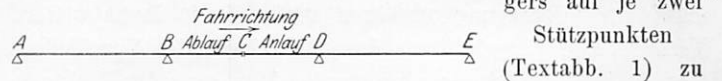
Die Bewegung der Lasten äußert sich am Gleise durch Schwingungen und, soweit Höhenabstände in Frage kommen, durch Stofsdrücke. Die nur durch die Schnelligkeit des Auftretens der Last hervorgerufenen Schwingungen am durchlaufenden, nicht durch den Schienenstofs unterbrochenen Oberbaue wurden früher*) behandelt. Ganz besonders machen sich die beiden Äußerungen der Bewegung an dem schwächsten Punkte des Eisenbahnoberbaues, dem Schienenstofse, geltend. Die hier unvermeidlichen Stofsdrücke sind vereinzelt im Schrifttume gestreift worden**), die Schwingungen am Schienenstofse sind jedoch bisher nicht bearbeitet. Bei der durchlaufenden, nicht vom Stofse unterbrochenen Schiene kann man mit Ast von der Annahme ausgehen, daß sich die Last in einem der Durchdrückung des Gleises entsprechenden Abstände gleichlaufend zur Ruhelage des Gleises bewegt, daß also Arbeit als Folge der Senkung der Last nicht geleistet wird. Wenn der besondern Behandlung des Schienenstofses näher getreten wird, ist diese Annahme aber nicht mehr zulässig. Es liegt in der leider immer noch unzulänglichen Gestaltung dieses Punktes im Gleise, daß hier der Übergang der Last unvermeidlich mit einer geringen Senkung und folgenden Hebung verbunden ist. Bei den Berechnungen am Schienenstofse wird die Einführung einer zudem veränderlich anzunehmenden Masse der Verkehrslast nötig; dadurch wird die Aufgabe nicht unwesentlich erschwert.

Früher***) wurde eine gute Ergebnisse liefernde Näherung angegeben, mit der die Wirkungen einer unveränderlichen bewegten Last auf die einer am Orte bleibenden veränderlichen

Last zurückgeführt werden. An der Fahrbahn wird ein Punkt, für den hier zu behandelnden Fall der Schienenstofs, herausgegriffen und die Höhenänderungen dieses Punktes unter der herannahenden, ruhend gedachten Last und die diesen Höhenänderungen am Punkte selbst entsprechenden Belastungen werden ermittelt. Das Verfahren besteht darin, daß der Punkt einer erzwungenen Schwingung unter einer am Orte bleibenden, veränderlichen Last unterworfen wird. Der Verlauf der Veränderung wird so angenommen, daß dadurch der Fall der Bewegung der Last ersetzt wird.

Der folgenden Berechnung wird zunächst der zu annähernden Berechnungen am Schienenstofse oft verwendete Fall des doppelten Kragträgers auf je zwei Stützpunkten (Textabb. 1) zu Grunde gelegt. Der eine Kragträger stellt im Sinne der durch Pfeil gekennzeichneten Bewegung das Ablaufende, der andere das Anlaufende dar; der Stofspunkt C wird hier an beiden betrachtet.

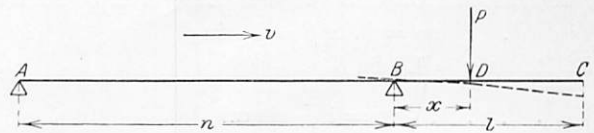
Abb. 1.



I. Ablaufende (Textabb. 2).

Bei den in Textabb. 2 angegebenen Bezeichnungen ist die Durchbiegung in dem im Abstände x von B befindlichen

Abb. 2.



Punkte D: $y_x = \frac{P n x^2 + P x^3}{3 E J}$, demnach $\frac{d y_x}{d x} = \frac{2 P n x + 3 P x^2}{3 E J}$

und $\frac{d y_x}{d x} (1 - x) = y_{(1-x)} = \frac{2 P n x + 3 P x^2}{3 E J} (1 - x)$.

Die Durchbiegung in C ist gleich $y_x + y_{(1-x)} = \left(\frac{2 P l n}{3 E J}\right) x + \left(\frac{3 P l - P n}{3 E J}\right) x^2 - \left(\frac{2 P}{3 E J}\right) x^3$ oder, da $x = v \cdot t$,

*) Organ 1916, S. 211.

**) Considère, Stahl und Eisen, deutsch von E. Hauff, Wien 1888. Stofsberechnung an einem Schienenstofse auf einer Gitterbrücke.

***) Organ 1916, S. 211.

$$= \left(\frac{2Plnv}{3EJ}\right)t + \left(\frac{3Plv^2 - Pnv^2}{3EJ}\right)t^2 - \left(\frac{2Pv^3}{3EJ}\right)t^3.$$

Die im Punkte C befindliche veränderliche Last P_c , die dieselben Durchbiegungen hervorruft, folgt aus

$$P_c \left(\frac{nl^2 + l^3}{3EJ}\right) = \left(\frac{2Plnv}{3EJ}\right)t + \left(\frac{3Plv^2 - Pnv^2}{3EJ}\right)t^2 - \left(\frac{2Pv^3}{3EJ}\right)t^3 \text{ zu}$$

$$P_c = \left(\frac{2Plnv}{nl^2 + l^3}\right)t + \left(\frac{3Plv^2 - Pnv^2}{nl^2 + l^3}\right)t^2 - \left(\frac{2Pv^3}{nl^2 + l^3}\right)t^3 = At + Bt^2 - Ct^3.$$

Die erzwungene Schwingung, die der Punkt C unter dieser veränderlichen Kraft P_c ausführt, ergibt sich aus der Gleichung:

$$M \frac{d^2y}{dt^2} + Ky = At + Bt^2 - Ct^3, \text{ wobei } M \text{ die schwingende Masse und } K \text{ die Wiederherstellungsziffer ist, oder aus}$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + ky = at + bt^2 + ct^3, \text{ wenn } k = \frac{K}{M}, a = \frac{A}{M}, b = \frac{B}{M} \text{ und } c = \frac{C}{M} \text{ gesetzt wird.}$$

Die mit zwei Festwerten C_1 und C_2 behaftete Lösung der Differenzialgleichung lautet für $\sqrt{-k} = i\sqrt{k} = a$:

$$y = -\frac{e^{-at}}{2a} \left[C_1 + \int a t e^{at} dt + \int b t^2 e^{at} dt - \int c t^3 e^{at} dt \right] + \frac{e^{at}}{2a} \left[C_2 + \int a t e^{-at} dt + \int b t^2 e^{-at} dt - \int c t^3 e^{-at} dt \right]$$

$$= -\frac{C_1 e^{-at}}{2a} + \frac{C_2 e^{at}}{2a} - \frac{at}{a^2} - \frac{bt^2}{a^2} - \frac{2b}{a^4} + \frac{ct^3}{a^2} + \frac{6ct}{a^4}.$$

Bei jedem aus der Ruhe in Schwingung versetzten Gebilde sind die Anfangsbedingungen $y = 0, t = 0$ und $\frac{dy}{dt} = 0$; damit ergibt sich $C_1 = \frac{a}{a^2} - \frac{2b}{a^3} - \frac{6c}{a^4}$ und $C_2 = \frac{a}{a^2} + \frac{2b}{a^3} - \frac{6c}{a^4}$ und hieraus

$$y = -\frac{a e^{-at}}{2a^3} + \frac{a e^{at}}{2a^3} + \frac{b e^{-at}}{a^4} + \frac{b e^{at}}{a^4} + \frac{3 c e^{-at}}{a^5} - \frac{3 c e^{at}}{a^5} - \frac{at}{a^5} - \frac{bt^2}{a^2} - \frac{2b}{a^4} + \frac{ct^3}{a^2} + \frac{6ct}{a^4}.$$

Fasst man die ersten drei Gliederpaare unter Verwendung der bekannten Formeln $\frac{e^{at} - e^{-at}}{2i} = \sin \sqrt{k} t$ und $\frac{e^{at} + e^{-at}}{2} = \cos \sqrt{k} t$ zusammen und setzt für a seinen Wert ein, so ergibt sich schliesslich

$$\text{Gl. 1) } y = \sin(\sqrt{k} t) \left(-\frac{a}{k^2} - \frac{6c}{k^2} \right) - \frac{2b}{k^2} (1 - \cos \sqrt{k} t) + t \left(\frac{a}{k} + \frac{6c}{k^2} \right) + t^2 \frac{b}{k} - t^3 \frac{c}{k}.$$

Da die Masse M der Verkehrslast am Schienenstosse als an der Schwingung beteiligt betrachtet und ihre Gröfse genau genommen $M = At + Bt^2 - Ct^3$ gesetzt werden mufs, so entsteht die Schwierigkeit, dafs man es mit einem veränderlichen M zu tun hat. Hätte man M in dieser veränderlichen Form in die Gleichung eingeführt, so hätte sich eine überhaupt nicht oder wenigstens nicht mit einigermassen einfachen Mitteln lösbare Gleichung ergeben. Man kann eine annähernde Lösung erzielen, indem man t in M von Null bis zum Endwerte nach einer Stufenzahl $t_1, t_2 \dots$ wachsend denkt, das betreffende $M_x = At_x + Bt_x^2 - Ct_x^3$ für jede Stufe rechnet und Gl. 1) nun löst, indem man je für die Stufe t_{x-1} bis t_x das zu t_x gehörende M_x als Festwert betrachtet. Dieses Verfahren, das durch das folgende Beispiel erläutert wird und, wie der Versuch zeigt, in den hier bestehenden Grenzen brauchbare Ergebnisse liefert, geht darauf hinaus, dafs die y -Linie durch Zusammenschluss auf einander folgender Abschnitte einer nach fortschreitend abgestuftem M gebildeten Kurvenschar gebildet wird.

Zusammenstellung I.

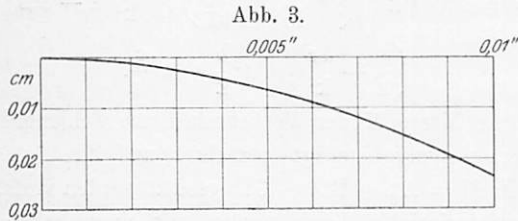
t_x	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01
M_x	0,555	1,675	2,80	3,896	4,93	5,88	6,7	7,36	7,84	8,09
$M_x g$	544	1643	2747	3821	4840	5772	6576	7226	7692	7937
$a = \frac{A}{M_x}$	1 922 000	637 000	382 000	274 000	216 500	181 500	159 300	145 000	136 100	131 900
$b = \frac{B}{M_x}$	48 030 000	15 910 000	9 520 000	6 840 000	5 410 000	4 534 000	3 980 000	3 640 000	3 400 000	3 295 000
$c = \frac{C}{M_x}$	9600×10^6	3180×10^6	1904×10^6	1368×10^6	1080×10^6	907×10^6	795×10^6	724×10^6	680×10^6	$658,5 \times 10^6$
$k = \frac{K}{M_x}$	346 000	114 600	68 600	49 350	38 960	32 700	28 680	26 300	24 520	23 750
$\sqrt{k} t_x$	0,589	0,678	0,786	0,888	0,985	1,086	1,187	1,296	1,413	1,54
$\sqrt{k} t_{x-1}$	0	0,339	0,524	0,666	0,788	0,905	1,017	1,134	1,256	1,386
$\sin \sqrt{k} t_x$	0,555	0,627	0,707	0,775	0,833	0,885	0,927	0,962	0,988	0,999
$\sin \sqrt{k} t_{x-1}$	0	0,332	0,5	0,618	0,709	0,786	0,850	0,906	0,951	0,983
$1 - \cos \sqrt{k} t_x$	0,169	0,221	0,293	0,368	0,447	0,535	0,625	0,729	0,844	0,97
$1 - \cos \sqrt{k} t_{x-1}$	0	0,057	0,134	0,214	0,295	0,382	0,474	0,577	0,691	0,816
y_{t_x}	0,000 308	0,001 077	0,001 872	0,002 845	0,004 333	0,007 129	0,01 847	0,011 395	0,01 510	0,01 889
$y_{t_{x-1}}$	0	0,000 238	0,000 509	0,001 166	0,002 205	0,00 369	0,00 551	0,00 7875	0,01 105	0,01 430
$y_{t_x} - y_{t_{x-1}}$	0,000 308	0,000 839	0,001 363	0,001 679	0,002 128	0,002 439	0,00 296	0,00 352	0,00 405	0,00 459
$\Sigma(y_{t_x} - y_{t_{x-1}})$	0,000 308	0,001 147	0,00 251	0,004 189	0,006 317	0,008 756	0,01 172	0,01 524	0,01 929	0,02 388

Beispiel.

Für die Schiene sei $J = 1500 \text{ cm}^4$, $E = 2000000 \text{ kg/qcm}$, $P = 8000 \text{ kg}$, $l = 25 \text{ cm}$, $n = 50 \text{ cm}$; die Geschwindigkeit sei $2500 \text{ cm/Sek} = 90 \text{ km/St}$, womit der 25 cm lange Kragarm in $0,01 \text{ Sek}$ durchfahren wird. Diese $0,01 \text{ Sek}$ werden nach 10 Stufen abgeteilt. Man erhält unter Benutzung des Rechenschiebers die Zusammenstellung I.

$$A = \frac{2Plnv}{n l^2 + l^3} = 1066667; \quad B = \frac{3Plv^2 - Pnv^2}{n l^2 + l^3} = 2666667;$$

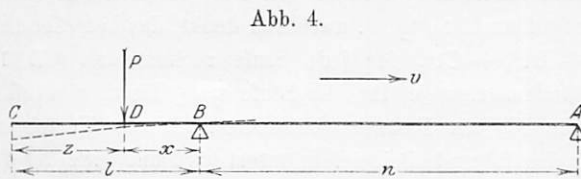
$$C = \frac{2Pv^3}{n l^2 + l^3} = 533333333; \quad K = \frac{3EJ}{n l^2 + l^3} = 192000.$$



Durch Auftragen erhält man die in Textabb. 3 dargestellte Einflußlinie für die Durchbiegung im Stoßpunkte C.

II. Anlaufende (Textabb. 4).

Wie beim Ablaufende ist hier die Durchbiegung in C



gleich $y_x + y_{l-x} = \left(\frac{2Pln}{3EJ}\right)x + \left(\frac{3Pl - Pn}{3EJ}\right)x^2 - \left(\frac{2P}{3EJ}\right)x^3$
 oder auf den Nullpunkt C bezogen
 $= \left(\frac{Pl^2n + Pl^3}{3EJ}\right) - \left(\frac{3Pl + Pn}{3EJ}\right)z^2 + \left(\frac{2P}{3EJ}\right)z^3.$

Dieselbe Durchbiegung wird hervorgebracht durch eine im Punkte C angreifende, veränderliche Kraft P_c von der Größe $P_c = P - \left(\frac{Pv^2[3l + n]}{n l^2 + l^3}\right)t^2 + \left(\frac{2Pv^3}{n l^2 + l^3}\right)t^3 = P - At^2 + Bt^3$, wobei $z = vt$.

Zusammenstellung II.

t_x	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01
M_{xg}	7937	7692	7226	6576	5772	4840	3821	2747	1643	544
y_{t_x}	0,00054	0,00197	0,004776	0,008897	0,01494	0,02345	0,03572	0,05155	0,05872	-0,0433
$y_{t_{x-1}}$	0	0,000428	0,00225	0,005251	0,010067	0,01734	0,02885	0,0458	0,06278	-0,0207
$y_{t_x} - y_{t_{x-1}}$	0,00054	0,001542	0,002526	0,003646	0,004873	0,00611	0,00687	0,00575	-0,00406	-0,0226
$\Sigma(y_{t_x} - y_{t_{x-1}})$	0,00054	0,00208	0,00461	0,00825	0,01313	0,01924	0,02611	0,03186	0,0278	0,00518

Durch Auftragen erhält man die in Textabb. 5 dargestellte Einflußlinie für die Durchbiegung im Stoßpunkte C.

Diese Berechnungen sind ziemlich umfangreich; es ist nicht gelungen, eine annehmbare Vereinfachung zu finden. Weder die vereinfachende Annahme, daß die Last M auf die ganze Dauer der Schwingung unverändert ihren Höchstwert behält, noch, daß in den Differenzialgleichungen der Schwingungen auch auf den rechten Seiten abgestuft werden könnte, wodurch

Die erzwungene Schwingung, die der Punkt C unter der veränderlichen Kraft P_c ausführt, ergibt sich aus

$$M \frac{d^2y}{dt^2} + Ky = P - At^2 + Bt^3, \text{ wobei } M \text{ wieder die schwingende Masse und } K \text{ die Wiederherstellungsziffer ist, oder}$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + ky = p - at^2 + bt^3, \text{ wenn } k = \frac{K}{M}, a = \frac{A}{M} \text{ und } b = \frac{B}{M} \text{ ist.}$$

Die mit zwei Festwerten behaftete Lösung dieser Differenzialgleichung lautet für $\sqrt{-k} = i\sqrt{k} = a$:

$$y = \frac{e^{-at}}{2a} \left[C_1 + \int p e^{at} dt - \int at^2 e^{at} dt + \int bt^3 e^{at} dt \right] + \frac{e^{at}}{2a}$$

$$\left[C_2 + \int p e^{-at} dt - \int at^2 e^{-at} dt + \int bt^3 e^{-at} dt \right] =$$

$$= -\frac{C_1 e^{-at}}{2a} + \frac{C_2 e^{at}}{2a} - \frac{p}{a^2} + \frac{at^2}{a^2} + \frac{2a}{a^4} - \frac{bt^3}{a^2} - \frac{6bt}{a^4}.$$

Für die Anfangsbedingungen $y = 0, t = 0, \frac{dy}{dt} = 0$ wird

$$C_1 = -\frac{p}{a} + \frac{2a}{a^3} + \frac{6b}{a^4} \text{ und } C_2 = \frac{p}{a} - \frac{2a}{a^3} + \frac{6b}{a^4}.$$

Wenn wieder die Formeln $\frac{e^{at} - e^{-at}}{2i} = \sin \sqrt{k} t$ und

$$\frac{e^{at} + e^{-at}}{2} = \cos \sqrt{k} t \text{ verwendet werden und für } a \text{ der Wert}$$

eingesetzt wird, so wird

$$Gl. 2) \dots y = \left(\frac{p}{k} + \frac{2a}{k^2}\right)(1 - \cos \sqrt{k} t) + \left(\frac{6b}{k^2}\right) \sin \sqrt{k} t -$$

$$t \left(\frac{6b}{k^2}\right) - t^2 \left(\frac{a}{k}\right) + t^3 \left(\frac{b}{k}\right).$$

Die Veränderlichkeit von M wird durch das am Ablaufende verwendete Verfahren der Näherung berücksichtigt.

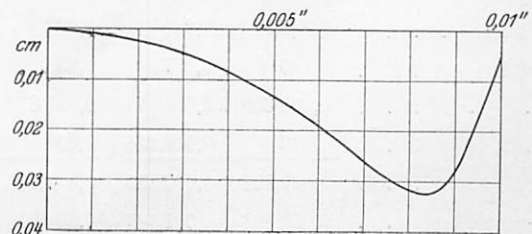
Beispiel.

Wenn dieselben Verhältnisse gelten, wie für den Ablauf, so wird für den Anlauf: $A = \frac{Pv^2(3l + n)}{n l^2 + l^3} = 133333333;$

$$B = \frac{2Pv^3}{n l^2 + l^3} = 533333333; \quad K = \frac{3EJ}{n l^2 + l^3} = 192000 \text{ und}$$

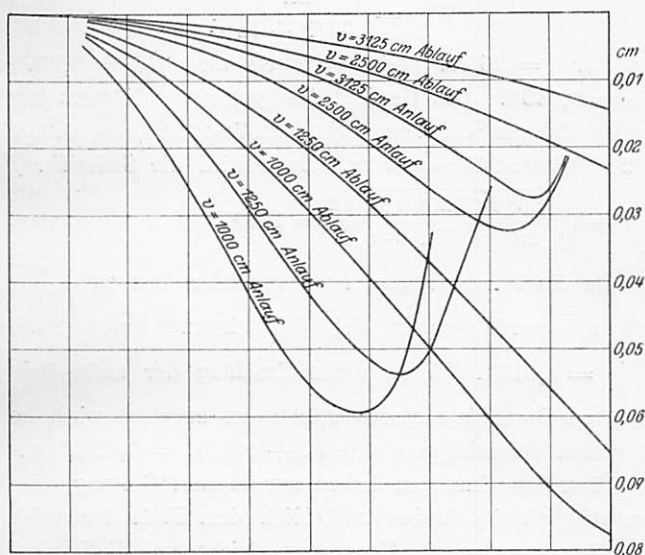
man erhält die verkürzte Zusammenstellung II.

Abb. 5.



man zu der einfachen Gleichung $\frac{d^2y}{dt^2} + ky = g$ und der Lösung $y = \frac{g}{k} (1 - \cos \sqrt{k}t)$ käme, liefert genügende Annäherung an das vorgeführte genauere Verfahren. Dieses wurde auf das obige Beispiel für vier verschiedene Geschwindigkeiten angewendet, nämlich für $v = 1000 \text{ cm/Sek} = 36 \text{ km/St}$, $v = 1250 \text{ cm/Sek} = 45 \text{ km/St}$, $v = 2500 \text{ cm/Sek} = 90 \text{ km/St}$ und $v = 3125 \text{ cm/Sek} = 112,5 \text{ km/St}$. Daraus folgt das Schaubild der Einfluslinien Textabb. 6.

Abb. 6.



Man erkennt aus diesem, daß die Beanspruchung der Ablaufschiene bei wachsender Geschwindigkeit ungleich schneller abnimmt als die der Anlaufschiene; bei kleinen Geschwindigkeiten wird der Ablauf stärker durchgebogen als der Anlauf, bei hohen umgekehrt. Man erkennt auch, wie sich der Zeitpunkt der größten Durchbiegung beim Anlaufe mit wachsender Geschwindigkeit immer weiter hinausschiebt. Die Einfluslinie des Ablaufes für $v = 1000 \text{ cm/Sek}$ zeigt an ihrem Ende die Neigung, sich nach oben zu biegen. Daraus ist zu schließen, daß sich $v = 1000 \text{ cm/Sek}$ derjenigen Geschwindigkeit nähert, bei der die größte Durchbiegung gleich der doppelten ruhenden zu erwarten ist. Würde die Berechnung für noch geringere Geschwindigkeiten als $v = 1000 \text{ cm/Sek}$ durchgeführt, so würden vermutlich bald Fälle eintreten, in denen die Einfluslinie schließlich nach oben einbiegt, in denen also die größte Durchbiegung am Stofspunkte nicht mehr in dem Augenblicke eintritt, in dem die Last über dem Stofse selbst steht, sondern früher.

Die vorstehenden Berechnungen gehen von der Annahme aus, daß beide Schienenenden ohne Wechselwirkung beansprucht werden, und daß der Übergang vom Ablaufe zum Anlaufe ohne Stofdruck stattfindet. Das setzt das Fehlen oder völlige Unwirksamkeit der Stofverbindung voraus, ein Fall, der in der Wirklichkeit selten gegeben sein wird. Für tatsächliche Wechselwirkung beider Enden eine allgemein gültige Annahme zu machen, ist aus naheliegenden Gründen ausgeschlossen. Es kann wohl nur der äußerste, in Wirklichkeit nur ausnahmsweise gegebene Fall betrachtet werden, daß diese Wechsel-

wirkung vollkommen ist, so daß sich beide Enden nur gleichmäßig und gleichzeitig durchbiegen können. Der Fall deckt sich dann mit dem des Anlaufes bei doppelt so großem Trägheitsmomente der Schiene. Es wäre verfehlt, etwa anzunehmen, daß ähnlich, wie bei ruhender Belastung, eine Erhöhung des Trägheitsmomentes in genau gleichem Maßstabe eine Minderung der Durchbiegung unter bewegter Last zur Folge habe. Bei den Schwingungen unter bewegter Last äußert sich eine Erhöhung des Trägheitsmomentes auf die Fälle starker Durchbiegung in ungleich größerm Maße, als bei den Fällen geringer Durchbiegung. Eine Verdoppelung des Trägheitsmomentes hat für obiges Beispiel eine Abnahme der Durchbiegung zur Folge bei

$v = 1000 \text{ cm/Sek}$	um etwa	54,25 %
$v = 1250$	»	40,0 »
$v = 2500$	»	11,1 »
$v = 3125$	»	8,25 »

Für die Geschwindigkeit $v = 2500 \text{ cm/Sek}$, auf die im folgenden die weitere Berechnung des Schienenstofses unter bewegter Last beispielsweise bezogen werden soll, wurde die größte Durchbiegung des Ablaufes bei doppeltem J nach obigem Verfahren zu $0,0212 \text{ cm}$ berechnet.

Zur Berechnung des Winkels, den das Schienenende mit der Wagerechten einschließt, ergibt sich durch Differenzieren aus Gl. 1): $\frac{dy}{dt} = \left(\frac{6c}{k^2} + \frac{a}{k}\right) (1 - \cos \sqrt{k}t) - \frac{2b}{k^2} \sin(\sqrt{k}t) + \frac{2b}{k} t - \frac{3c}{k} t^2$.

Es wird kein zu großer Fehler begangen, wenn M zur Vereinfachung für die Dauer der Schwingung unveränderlich mit seinem Höchstwerte, im Beispiele $\frac{8000 \text{ kg}}{981 \text{ cm}}$, angenommen

wird. Man erhält dann für das gewählte Beispiel $\frac{dy}{dx} =$

$\frac{dy}{v \cdot dt} = \frac{12,679}{2500}$ und $\text{tg } \alpha = 0,00507$. Diesen Winkel bilden

bei obigen Annahmen beide Schienenenden im Stofspunkte mit der Wagerechten (Textabb. 7).

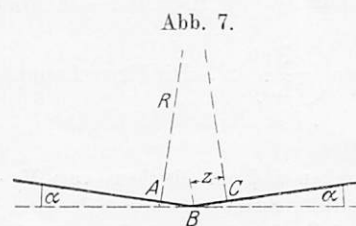


Abb. 7.

Wagerechten (Textabb. 7).

Wird der Radhalbmesser zu 50 cm angenommen, so ergibt sich, daß das Rad am Stofse so einsinken kann, daß nur die Länge der Schiene $z = 50 \text{ tg } \alpha = 0,254 \text{ cm}$ unberührt bleibt. Diese Länge

kann unbedenklich vernachlässigt und es kann angenommen werden, daß der Stofdruck des Rades genau im Schienenstofse

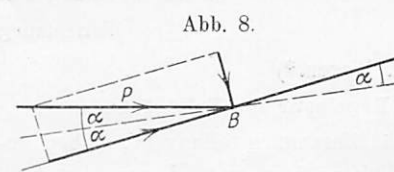


Abb. 8.

wirkt. An diesem Stofdrucke wird aber nicht die ganze Verkehrslast teilnehmen, sondern nur deren ungefederter Teil, der nach dem Vorgange

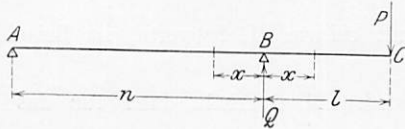
von Zimmermann in Rücksicht auf die Unvollkommenheit der Federung etwa zu $\frac{P}{2,5}$ angenommen werden kann. In Anbetracht der Kleinheit des Winkels ergibt sich die

am Stofsdruke beteiligte Last (Textabb. 8) zu $\frac{P \times \text{tg } 2\alpha}{2,5} = \frac{8000 \times 2 \times 0,00507}{2,5} = \text{rund } 32 \text{ kg}$. Wird die Geschwindigkeit in gleicher Weise zerlegt, so ergibt sich die Stofsgeschwindigkeit $v = 2500 \times 2 \times 0,00507 = \sim 25 \text{ cm}$. Diese Geschwindigkeit darf in doppelter Gröfse, 50 cm, in Rechnung gesetzt werden, da der stofsenden Last sofort nach dem Aufstofsen eine gleiche Geschwindigkeit nach oben erteilt werden muß. Unter einer ruhenden Last von 32 kg biegt sich der Träger um $y_1 = \frac{P l^2 (1+n)}{3 E J} = \frac{32 \times 25^2 \times 75}{3 \times 2000000 \times 2 \times 1500} = \frac{1}{12000} \text{ cm}$. Da die ruhende Wirkung der Last in den Berechnungen der Schwingungen schon berücksichtigt ist, liegt der Fall eines Stofses ohne plötzliche Wirkung vor*).

Hierfür wird die Stofsziffer $\mu = 1 + \sqrt{\frac{v^2}{g y_1} \frac{m_1}{m + m_1}}$. Hierin sind alle Werte bis auf die Masse des gestofsenen Körpers gegeben, die gleich der auf den Stofspunkt umgerechneten Masse der Schiene in Rechnung zu stellen ist. Diesen Teil für den gegebenen Belastungsfall genauer zu berechnen, dürfte über das vorliegende Beispiel hinaus von Bedeutung sein. Man kann hierbei in Übereinstimmung mit einer Reihe von Verfassern von der Annahme ausgehen, daß die Geschwindigkeiten der einzelnen Punkte des Trägers denjenigen Verrückungen entsprechen, die diese Punkte »im statischen Gleichgewichtszustande durch eine äußere Kraft erleiden würden, die in bezug auf Angriffspunkt und Richtung mit dem durch den Stofs entwickelten Stofsdruke gleichartig ist**). Nach Textabb. 9 ist die Biegungsgleichung für die Strecken BC und AB nach $E J \frac{d^2 y}{dx^2} = \pm M$ aufzustellen. Für BC ist $M = P(1-x)$ und $y_x = \left(\frac{P l n}{3 E J}\right) x + \left(\frac{P l}{2 E J}\right) x^2 = \left(\frac{P}{6 E J}\right) x^3$. Die Umrechnungsziffer wird

*) Stofswirkungen an Tragwerken und am Oberbaue vom Verfasser. C. W. Kreidels Verlag 1910, Seite 6
 **) Grashof. Elastizität und Festigkeit. II. Auflage, S. 375.

Abb. 9.



$$\text{Gl. 3) } \beta_{BC} = \frac{1}{l_0} \int_0^l \left(\frac{y_x}{y_1}\right)^2 dx = \frac{1}{l_0} \int_0^l \frac{(2 P l n x + 3 P l x^2 - P x^3)^2}{4 (P l^2 n + P l^3)^2} dx = \frac{1}{(n+1)^2} \left(\frac{331^2}{140} + \frac{n^2}{3} + \frac{111n}{20} \right).$$

Für AB ist $M = P(1+x) - Qx$, wobei $P(1+n) = Qn$ oder $Q = \frac{P l}{n} + P$, also $M = P l - \frac{P l}{n} x$ und $y_x = -\left(\frac{P l n}{3 E J}\right) x + \left(\frac{P l}{2 E J}\right) x^2 - \left(\frac{P l}{6 n E J}\right) x^3$.

$$\text{Gl. 4) } \beta_{AB} = \frac{1}{n_0} \int_0^n \left(\frac{y_x}{y_1}\right)^2 dx = \frac{1}{n_0} \int_0^n \frac{(-2 P l n^2 x + 3 P l n x^2 - P l x^3)^2}{4 n^2 (P l^2 n + P l^3)^2} dx = \frac{1}{105 (l^2 + l n)^2}.$$

Für $l = 25 \text{ cm}$ und $n = 50 \text{ cm}$ wird $\beta_{BC} = 0,297$ und $\beta_{AB} = 0,0339$. Das Gewicht des gestofsenen Körpers beträgt also bei 45 kg/m Schienengewicht $(0,297 \times 2 \times 0,25 + 0,0339 \times 2 \times 0,50) \times 45 = 8,2 \text{ kg}$. Dann wird die Stofsziffer $\mu = 1 + \sqrt{\frac{50^2 \times 12000 \times 32}{981 \times (32 + 8,2)}} = 157^*$.

Da die Durchbiegung unter ruhender Last zu $\frac{1}{12000} \text{ cm}$ berechnet wurde, ergibt sich die Biegung durch Stofs zu $\frac{157}{12000} = 0,0131$. Wenn dieser Zuschlag der anfänglich berechneten Durchbiegung von $0,0212 \text{ cm}$ zugefügt wird, so ist die größte Durchbiegung $0,0212 + 0,0131 = 0,0344 \text{ cm}$.

Diese Berechnungen haben nur so weit Geltung, wie die Beschaffenheit des Stofses tatsächlich dem Falle der auf zwei festen Stützen gelagerten Kragträger gleicht, und die Beschaffenheit der Stofsverbindung den oben gegebenen Annahmen entspricht. Die Voraussetzung, wonach die Eisenbahnschwellen als unnachgiebige Stützpunkte aufzufassen wären, bildet einen Grenzfall, der in Wirklichkeit nie völlig erreicht werden wird. Eine andere Grenzauffassung ist die, daß das Trägheit- und Widerstand-Moment der Schwellenunterstützung nach Haarmann** auf die ganze Schiene ausgeschlagen und der Fall damit auf den der Langschwelle zurückgeführt wird. Einer weiteren Untersuchung bleibt es vorbehalten, die Berechnung des Schienenstofses unter bewegter Last auch für diese Annahme durchzuführen.

*) Diese außerordentliche Höhe der Stofsziffer kommt dadurch zu Stande, daß der Träger gegenüber der verhältnismäßig kleinen, am Stofsdruke beteiligten Last sehr geringe Nachgiebigkeit hat. Bedeutende Stofsverluste entstehen durch bleibende Formänderung, Umsatz in Wärme und dergleichen. Diese Verluste entziehen sich jeder Berechnung.

**) Haarmann. Das Eisenbahngeleise. Kritischer Teil, S. 104.

Das schweizerische Eisenbahnwesen auf der Landesausstellung in Bern 1914.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 20 auf Tafel 45.

(Fortsetzung von Seite 291.)

III. Wagen.*)

A. a) Wagen mit Regelspur für Fahrgäste.

Die Fahrzeuge 1. bis 6., Zusammenstellung IV, haben geschlossene Endbühnen mit Faltenbälgen und Übergangbrücken. Die Kasten ruhen auf zwei zweiachsigen Drehgestellen mit Rahmen aus 12 und 8 mm starken Preßblechen. Die Tragefedern über

*) Schweizerische Bauzeitung 1915, Nr. 1, S. 2; Nr. 2, S. 18; Nr. 5, S. 49; Nr. 6, S. 64; Nr. 7, S. 82 und Nr. 8, S. 92.

den einteiligen Achsbüchsen haben acht Lagen von 1250 mm Stützlänge und je $90 \times 13 \text{ mm}$ Querschnitt, ihre Hängeisen ruhen auf Schraubenfedern, die in Tellern und frei einstellbaren Kugelböcken gelagert sind. Zwischen den hölzernen, durch Bleche verstärkten Wiegebalken liegen auf jeder Seite drei Doppelfedern von 930 mm Stützlänge aus je sechs Blättern mit $90 \times 10 \text{ mm}$ Querschnitt. Die obere Wiege hat 25 mm Seitenspiel, durch Anschläge an den Längsträgern begrenzt. Der

Zusammenstellung IV.

Nr.	Gattung und Zweck	Jahr der Erbauung	Eigentümer	Bauanstalt	Anzahl der Sitzplätze	Leergewicht t	Gewicht für den Sitzplatz kg	Ganzer Achsstand m	Abstand der Drehzapfen m	Achsstand der Drehgestelle m	Länge zwischen den Stößflächen m	Ladegewicht t	Laderaum cbm Freie Bodenfläche qm
A) Wagen für Regelspur.													
a) Für Fahrgäste und Kranke.													
1	I. II. Klasse	1913	Lötschberg-Bahn	Neuhausen*)	42	40,0	953	16,3	13,8	2,5	20,15	—	—
2	III. "	1913	" "	Schlieren**)	72	37,2	517	16,3	13,8	2,5	20,15	—	—
3	II. "	1914	Schweizerische Bundesbahnen .	"	62	35,7	576	16,0	13,5	2,5	19,84	—	—
4	III. "	1914	" "	Neuhausen	80	34,2	428	15,15	13,0	2,15	19,34	—	—
5	III. "	1857	" "	"	32	5,95	186	2,7	—	—	6,69	—	—
6	Krankwagen	1910	" "	"	8	42,3	5287,5	15,5	13,0	2,5	19,34	—	—
b) Für Gepäck, Post und Güter.													
1	Gepäckwagen	1913	Lötschberg-Bahn	Schlieren	—	32,5	—	16,3	13,8	2,5	20,15	15,0	32,02
2	Postwagen	1913	Schweizerische Post . . .	Neuhausen	—	33,0	—	13,5	11,0	2,5	17,3	10,6	30,8
3	"	1913	" "	"	—	23,1	—	9,6	—	—	15,0	7,0	35,1
4	"	1908	" "	"	—	22,0	—	9,2	—	—	14,5	6,0	27,1
5	Gedeckter Güterwagen	1914	" Bundesbahnen	"	—	12,6	—	7,0	—	—	12,3	15,0	65,0 cbm 28,2 qm
6	" "	1857	" "	"	—	5,8	—	2,7	—	—	6,6	10,0	23,82 cbm 11,82 qm
7	Tiefgangwagen	1913	" "	Schlieren	—	22,7	—	12,5	10,5	2,0	16,28	35,0	41,10
8	Fleischbeförderung . .	1912	A. G. Bell Söhne, Basel	Neuhausen	—	14,5	—	5,3	—	—	8,81	12,5	17,68
9	Weinbeförderung . . .	1914	J. Mesmer, Genf	Schlieren	—	16,5	—	4,75	—	—	9,32	21,0	—
10	"	1914	E. Blenk, Genf	"	—	16,6	—	4,75	—	—	9,32	21,0	—
11	"	1914	J. Mérat, Genf	"	—	13,4	—	4,0	—	—	8,356	14,6	—
12	Bierbeförderung . . .	1914	Feldschlößchen Rhein-felden	"	—	10,28	—	5,0	—	—	8,34	12,5	—
13	Kesselwagen	1914	E. Scheller und G., Zürich	"	—	11,15	—	3,75	—	—	8,08	16,15	—
B) Wagen für Schmalspur.													
a) Für Fahrgäste und Kranke.													
1	I. Klasse	1914	Rhätische Bahn	Schlieren	35	18,55	530	11,9	10,2	1,7	15,7	—	—
2	I. "	1914	Montreux-Oberland . . .	Neuhausen	32	16,8	525	11,65	9,8	1,85	15,55	—	—
3	I. und II. Klasse . . .	1914	" "	Schlieren	35	18,25	522	11,65	9,8	1,85	15,55	—	—
4	Krankwagen	1914	Rhätische Bahn	Neuhausen	6	18,2	3033	10,05	11,75	1,7	13,72	—	—
5	"	1914	Chur-Arosa-Bahn	Schlieren	—	9,36	—	5,6	—	—	10,18	—	—
6	Anhängewagen	1914	Straßenbahnen Basel . .	Neuhausen	34†)	12,8	228	7,4	6,0	1,4	12,85	—	—
7	"	1914	" "	Schlieren	16††)	5,6	155	2,8	—	—	9,25	—	—
b) Für Post und Güter.													
1	Postwagen	1914	Schweizerische Post . . .	Neuhausen	—	10,5	—	6,0	—	—	10,5	10,5	21,24
2	Rollbock	1914	Solothurn-Bern-Bahn . .	Schlieren	—	7,14	—	5,65	4,55	1,1	8,25	—	—

*) Schweizerische „Waggonfabrik“ Schlieren A.-G. — **) Schweizerische „Industrie-Gesellschaft“ Neuhausen.

†) und 22 Stehplätze. — ††) und 20 Stehplätze.

Drehzapfen ist als Stufenlager ausgebildet, die seitlichen Gleitlager sind mit Schmierbechern versehen. Die Radscheiben sind aus Flusseisen, die in der Nabe 150 mm starken Achsen aus Martinstahl haben 120 mm dicke, 150 mm lange Schenkel. Das Untergestell des Wagens besteht aus Walzträgern und Prefsblechen, die durch Knotenbleche und Winkel verbunden sind. Die äußeren Längsträger sind durch ein Hängewerk aus Rundeisen versteift. Die durchgehende Zugvorrichtung greift in der Mitte des Rahmens an, die Stößvorrichtung hat doppelte Federung und Ausgleichhebel. Die eichenen Seitenstreben des Kastengerippes sind mit den äußeren Rahmenträgern fest verbunden, die Blechverkleidung der Seitenwände schließt mit Unterkante dieser Träger ab.

Die Fenster haben Metallrahmen mit Gegengewicht und

stellbare Roll-Fenstervorhänge, die Schiebetüren Kugelführung und Plüschdichtung. Die Luftsauger auf dem Wagendache sitzen über den mit Luftschlitzen und Schieber versehenen Sockeln der Beleuchtungskörper. Den Strom für die elektrische Beleuchtung nach Brown, Boveri und G. liefert ein Erzeuger mit Antrieb von der Achse. Die Glühlampen haben zum Teile Dunkelsteller. Zum Bremsen sind eine selbsttätige und nicht selbsttätige Westinghouse-Bremse, sowie Handspindeln auf jeder Endbühne vorgesehen. Im Einzelnen ist über die Wagen folgendes mitzuteilen:

1. Wagen I. und II. Klasse der Lötschberg-Bahn. Der Wagenkasten hat nach unten eingezogene Seitenwände. Er enthält drei Abteile I. und vier II. Klasse mit Aborten. In der I. Klasse sind die Sitze mit grünem gemustertem Samt,

in der II. Klasse mit graugestreiftem Plüsch überzogen. Die innere Verkleidung und Ausstattung der Wände und der Decke sind in einfacher Ausführung ohne staubfangende Auskehlungen dem Gestühle angepaßt. Der Wagen ist mit Signalstützen und Kuppelung für den Verkehr mit Deutschland, Holland, Belgien, Frankreich und Italien versehen.

2. Wagen III. Klasse der Lötschberg-Bahn mit neun geschlossenen Abteilen, davon vier für Nichtraucher. Im durchgehenden Seitengange befindet sich zwischen den Abteilen für Raucher und Nichtraucher eine Pendeltür. Die beiden Aborte haben Wascheinrichtung. Die Sitze mit Latten aus Eschenholz haben 1250 mm hohe Rücklehnen, Kopfpolster und Ohrenbacken mit Lederbezug. Die Wandverkleidung ist aus Eichenholz mit Buchenverstabung gefertigt, unter den Fenstern befinden sich Klapptischchen.

3. Wagen II. Klasse der Schweizerischen Bundesbahnen mit Mittelgang und zwei Räumen für Raucher und Nichtraucher mit je 31 Sitzplätzen; zwischen beiden befindet sich ein Abort mit Wascheinrichtung. Der Fußboden ist durch 7 mm starkes Kork-Linoleum, doppelte Holzverschalung und 25 mm starke Korkplatten gegen Kälte und Geräusch undurchlässig gemacht. Der Überzug der Sitzpolster besteht aus graugestreiftem Plüsch, Wände und Türen sind aus Eichenholz mit Lackanstrich; die unteren Füllungen sind bis auf Fensterhöhe mit Plüsch, die oberen mit Tapetenstoff bezogen, die Decken haben Leinwandüberzug mit hellfarbigem Anstriche. Neben den Luftsaugern in der Decke ist eine weitere Lüftung durch Klappen über den Seitenfenstern vorgesehen. Die Drehtüren der Endbühnen sind mit Einrichtungen für den Schutz der Finger versehen.

4. Wagen III. Klasse der Schweizerischen Bundesbahnen mit Mittelgang und zwei Räumen zu je 40 Sitzplätzen. Die Drehgestelle sind amerikanischer Bauart mit Schwanhalsträgern und Schraubenfedern über den Achsbüchsen. Die Sitzlatten der mit seitlichen Armlehnen versehenen Bänke bestehen aus Eschenholz mit Lackanstrich. Für die Wand- und Türfüllungen ist Tannenholz verwendet. Der Wagen ist für Inlandverkehr gebaut, kann aber auch nach Deutschland und Italien laufen.

5. Zweiachsiger Wagen III. Klasse von 1856, gebaut zum Vergleiche mit Nr. 4. Der Wagen hat offene Endbühnen, Mittelgang und Querbänke. Die Zugstange geht durch und greift mit einem Kreuzkopfe und einer Blattfeder in der Mitte des hölzernen Untergestelles an; zur Aufnahme der Stöße dient nur die abgerundete Kopfschwelle. Die Bremse mit Handspindel wirkt mit hölzernen Bremsklötzen auf jedes der vier Räder. Der Wagen wurde durch eine Öllampe erleuchtet. Er ist seit 1904 ausgemustert.

6. Vierachsiger Krankenwagen der Schweizerischen Bundesbahnen. Über das Fahrzeug ist bereits berichtet*).

B. a) Wagen mit Schmalspur für Fahrgäste.

1. Vierachsiger Wagen I. Klasse der Rhätischen Bahn. Der Wagen läuft auf zwei Drehgestellen mit Blatt-

federung und Kugellagern nach Schmid-Roost*). In den Rahmen ist eine nicht pendelnde Wiege mit Schraubenfedern eingebaut, die den Wagenkasten auf zwei seitlichen Gleitflächen und der mittlern Drehpfanne trägt. Der Wagen hat geschlossene Endbühnen mit Einrichtung für Übergang, einen Seitengang, sechs Abteile und einen Abort mit Waschraum. Das Kastengerippe besteht aus Eichenholz, Boden und Dachrahmen aus Pechfichte, die äußere Bekleidung aus 1,75 mm starkem Aluminiumbleche. Die Fenster haben Spiegelglasscheiben in Messingrahmen, deren Gewicht ausgeglichen ist. Darüber sind Luftöffnungen, die innen mit Holzschiebern geschlossen werden können, außen durch Schlitz-Kappen aus Blech gedeckt sind. Die Endbühnen und der Seitengang sind mit Eichenholz getäfelt, die Wandfüllungen über der Fensterbrüstung mit bunt gemustertem Leinestoffe bezogen. Zur Ausstattung der Abteile für Nichtraucher wurde amerikanisches Nufsbaumholz, für die Raucher-Abteile Mahagoni verwendet. Die Stoffbekleidungen der Polster und Wandfüllungen sind den Holzarten angepaßt. Unter den Fenstern befinden sich Klapptische, der Fußboden ist mit durchlaufendem Teppiche bedeckt. Im Waschraume sind die Wände mit weißgestrichenen Blechtafeln bekleidet, der Fußboden hat Belag aus »Xylolith«-Platten. Der Wagen ist mit Dampfheizung, elektrischer Beleuchtung nach Brown, Boveri und mit Hardy-Bremse ausgerüstet.

2. Vierachsiger Wagen I. Klasse der Oberland-Bahn. Das Untergestell sitzt auf Wiegen mit Schraubenfedern, die am Rahmen des Drehgestelles schwingend aufgehängt sind. Dieser besteht aus durchbrochenen, geschweiften Prefsblechträgern und ruht mit Blattfedern auf den Achsbüchsen mit Kugellagern. Der Wagenkasten ist durch dämpfend wirkende Filzlagen vom Untergestelle getrennt und durch einen mittlern Waschraum in zwei Hälften mit 18 Plätzen für Raucher und 14 für Nichtraucher geteilt. Die Endbühnen sind geschlossen, mit Faltenbälgen und zweiflügeligen, zwangsläufig gekuppelten Türen versehen. Das Abteil für Nichtraucher hat Querreihen aus je zwei bequemen Polstersesseln für je einen Platz, im Raucherabteile sind drei Sitze in jeder Reihe vorhanden. Wände, Türen und die Gestelle der Sessel sind mit reich geschnitzten und eingelegten Edelhölzern bekleidet, die Decken weiß gestrichen. Der doppelte Fußboden hat Schutzbelag aus Korkplatten. Die Gepäcknetze, Lampenkörper, Tür- und Fensterbeschläge sind aus Altbronze künstlerisch gearbeitet. Der Wagen hat ferner Hand- und selbsttätige Luft-Bremse nach Hardy, elektrische Beleuchtung und Heizung mit Stromzuführung vom Triebwagen.

3. Vierachsiger Aussichtswagen I. und II. Klasse der Oberland-Bahn. Über den Wagen ist bereits berichtet**).

4. Vierachsiger Krankenwagen der Rhätischen Bahn. Der Krankenraum liegt in der Mitte des mit Seitengang versehenen Wagens, auf der einen Seite schließt sich der Krankenabort, auf der andern eine kleine Küche mit elektrischer Kocheinrichtung an. An den Wagenenden befindet sich je ein Abteil mit besonderm Aborte und Waschraume für den Arzt und die Begleiter. Die Krankenräume sind weiß

*) Organ 1915, S. 336.

**) Organ 1915, S. 180.

*) Organ 1911, S. 71; 1915, S. 368.

gestrichen und haben weiß lackierte Eisenmöbel, die Gebrauchsgegenstände sind aus Glas, Porzellan, Marmor und vernickeltem Metalle hergestellt, alles kann leicht abgewaschen und keimfrei gemacht werden. Doppelflügeltüren an der einen Stirnwand, in der Seitenwand des Krankenraumes und der Außenwand erleichtern das Einbringen von Krankentragen. Die Räume für Arzt und Begleiter haben Polstersitze mit Lederüberzug, die als Schlaflager zu benutzen sind. Im Küchenraume ist ein geräumiger Schrank und ein Marmortisch, daneben ein Spülbecken mit Wasserhahn, ferner ein an einen Stromspeicher angeschlossener elektrischer Schnellkocher vorhanden. Der Wagen ist elektrisch beleuchtet, zur Heizung und Warmwasserbereitung in Küche und Waschräumen dienen Dampf und elektrischer Strom. Das Untergestell ist aus Walzeisen zusammengesetzt und mit Hängewerken versteift, der Kasten mit Aluminiumblech bekleidet. Neben der selbsttätigen Luftsaug-Bremse nach Hardy sind noch Handbremsen vorgesehen.

5. **Zweiachsiger Krankenwagen der Chur-Arosa-Bahn.** Zwei offene Endbühnen führen zu einem breiten Seitengange neben einem mit Schiebetüren abgeschlossenen Kranken- und Gepäck-Raume. Der Seitengang ist mit Klappstühlen versehen und dient zum Aufenthalte für die Begleitung. Zum Einbringen der Tragbahnen sind in den Seitenwänden doppelte Flügeltüren vorgesehen. Der Gepäckraum enthält einen Wäscheschrank, einen Waschtisch mit Ausguß und Wasserspülung, einen elektrischen Heißwasserbereiter und die Schalttafel für die elektrische Beleuchtung und Heizung. Das Untergestell besteht aus Walzträgern und hängt an vier Blattfedern, die auf den mit Kugellagern versehenen Achsbüchsen der freien

(Schluß folgt.)

Triebdrehgestell Bauart Liechty*).

H Liechty, Abnahmeingenieur in Bern.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 8 auf Tafel 46.

Erstmals wurde das Triebdrehgestell der Bauart Liechty 1913 von der Bauanstalt Winterthur für die Schmalspurbahn Biel-Meinisberg ausgeführt. Die Bauart ist seitdem im Betriebe beobachtet und soll im Folgenden beschrieben werden.

Die Ausbildung dieser Fahrzeuge wurde dadurch erschwert, daß zur Verringerung der Bau- und Betrieb-Kosten Triebwagen gefordert wurden, die auch dem Güterverkehre dienen sollten. Andererseits durften die Wagen an den Endbahnhöfen nicht gewendet werden, mußten auf einer Teilstrecke das Gleis einer Straßenbahn mit 14 m Halbmesser benutzen und nur von einem Manne, der Aussicht wegen je an der Spitze des Zuges, gesteuert werden können. Als Triebkraft war Heißdampf, als Heizstoff Koks in Aussicht zu nehmen, um tunlich rauchfrei ohne teure Rauchverzehrung mit besonderer Bedienung zu fahren.

Die Bewältigung des Verkehrs an Reisenden und Gütern bedingte Fahrzeuge mit zwei Triebachsen, die scharfen Bogen deren Anordnung in einem Drehgestelle, die Anordnung von Regler, Steuerung, Bremse und Ausrüstung auf beiden Endbühnen, Befestigung des Dampfkessels am Hauptrahmen. Um die beweglichen Dampfleitungen zu umgehen und höhere Höchst-

Lenkachsen ruhen. Die Räder werden auf beiden Seiten selbsttätig mit der Hardy-Bremse, oder auf einer Endbühne mit der Handspindel gebremst.

6. **Vierachsiger Anhängewagen der Straßenbahnen des Kantons Basel-Stadt.** Der Wagen ist für Vorortverkehr bestimmt und kann Gleisbogen mit 10 m Halbmesser durchfahren (Abb. 1 und 2, Taf. 45). Die stufenlose Einsteigbühne liegt in der Wagenmitte und hat auf beiden Seiten je eine Tür für Ein- und Ausgang. Die Langträger des Gestellrahmens sind danach in der Mitte nach unten durchgekröpft. Die Langträger der Drehgestelle sind mit Blattfedern unter den Achsbüchsen aufgehängt, das Bremsgestänge liegt außerhalb der Drehgestelle, wodurch die Einregelung und Nachprüfung erleichtert wird. An den Mittelraum schließensich nach vorn und hinten, wie beim Triebwagen*), geschlossene Abteile mit Quersitzen mit umlegbaren gepolsterten Rücklehnen an. Sie liegen um drei Stufen höher und sind durch Doppeltüren abgeschlossen. An den Stirnseiten sind die Handräder der Handspindel und Türen zum Durchgange für die Fahrbeamten vorgesehen.

7. **Zweiachsiger Anhängewagen der Straßenbahnen des Kantons Basel-Stadt.** Das aus Walzträgern und Blechen zusammengebaute Gestell ruht mit doppelter Federung auf den in Kugellagern laufenden Lenkachsen. Ein an beiden Enden keilförmiger Fänger umgibt die Laufräder zum Schutze gegen Überfahren. Die weit überhängenden Endbühnen sind ganz geschlossen und mit großen Fensterflächen ausgestattet. Der Innenraum enthält Quersitze. Beleuchtung und Heizung sind elektrisch.

*) Organ 1916, S. 292.

geschwindigkeit zu erreichen, wurde auch die Triebmaschine am Hauptrahmen angebracht und zum Antriebe der Achsen des Drehgestelles die Bauart Liechty angewendet.

Textabb. 1 und Abb. 1 bis 4, Taf. 46 zeigen diesen Wagen, Textabb. 2 das Triebdrehgestell und Textabb. 3 und 4 die Hohlachse mit Kernachse.

Dampferzeuger und Dampfmaschine sind am Hauptrahmen befestigt. Die Maschine treibt mit Vorgelege die ebenfalls im Hauptrahmen gelagerte Hohlachse, deren Kernachse von ihr wohl mitgenommen wird, aber im Drehgestellrahmen gelagert ist. Der Mitnehmer gleicht dem von Klien-Lindner und bildet in diesem Falle die einzige Verbindung zwischen Hauptrahmen und Drehgestell. Vom Spielraume der Kernachse in der Hohlachse wird der Ausschlag des Drehgestelles begrenzt. Mit Kuppelstangen wirkt die Kernachse auf die Achsen des Drehgestelles, durch Anordnung eines Gleitlagers in der Kuppelstange wird dem Federspiele Rechnung getragen. Federn stützen das Drehgestell auf dem Hauptrahmen, damit diese Last nicht von der Kernachse und deren Lagern allein aufgenommen werden muß.

*) Organ 1916, S. 124.

Abb. 1. Dampf-Triebwagen der Schmalspurbahn Biel–Meinisberg.

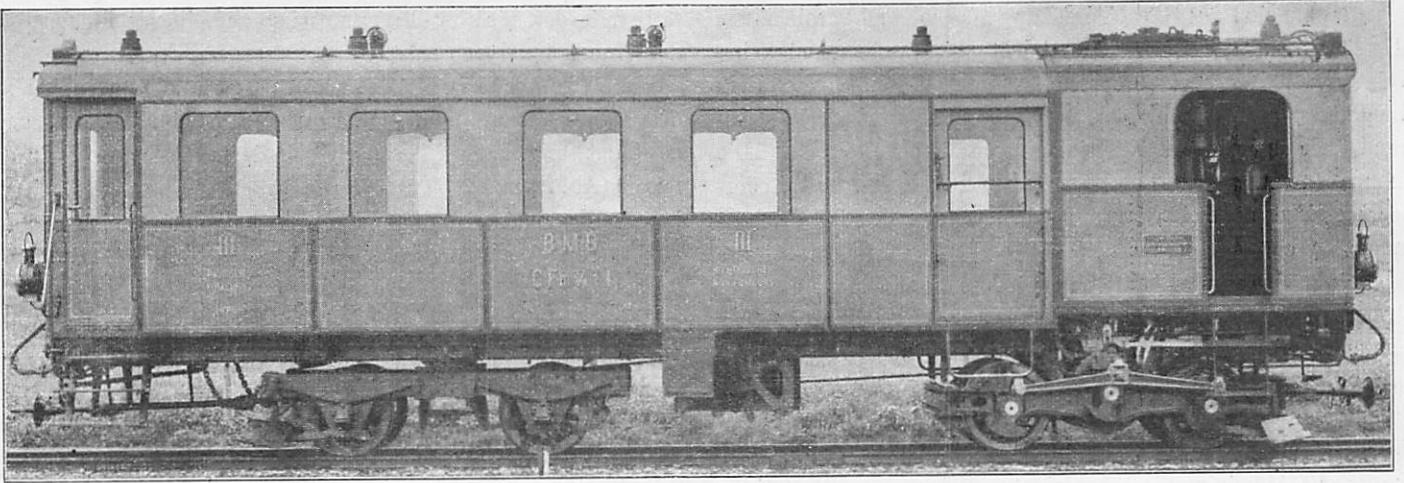
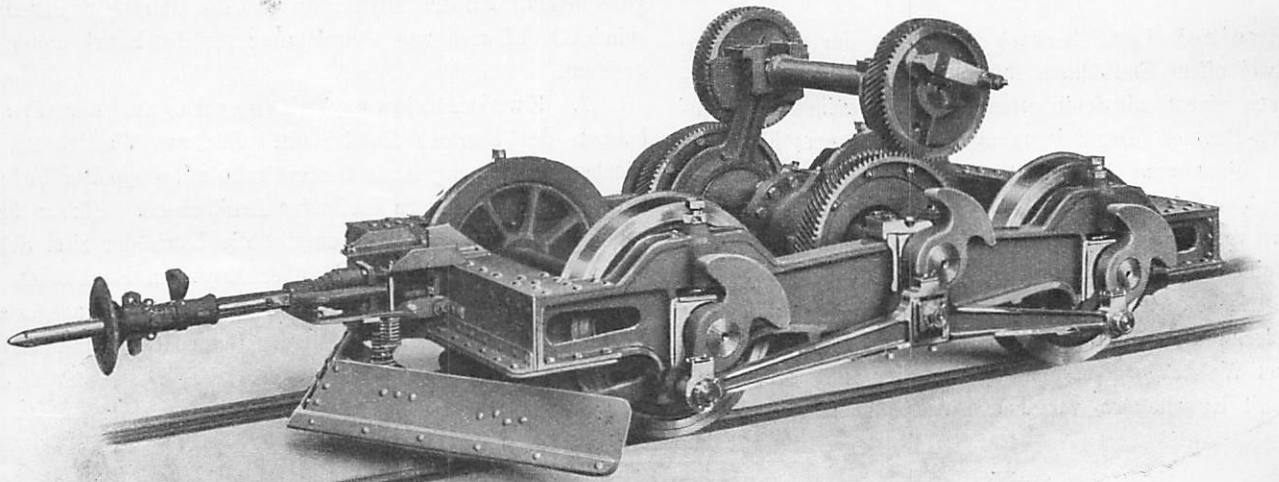
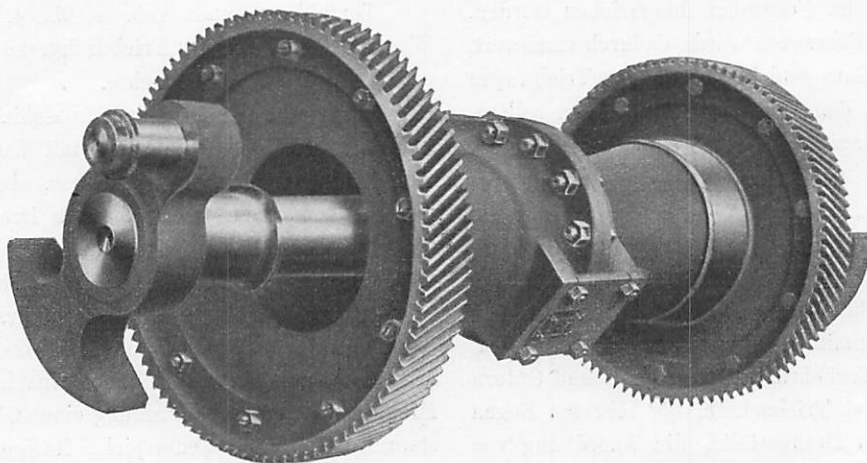


Abb. 2. Zweiachsiges Triebgestell von Liechty.



Die zweizylindrige Dampfmaschine hat Steuerung nach Heusinger. Die Kolbenschieber sind unten angeordnet, um an Platz zu gewinnen und um das Niederschlagwasser und die Ablaufshäne in die tief liegenden Ausströmkanäle zu leiten, dadurch Wasserschläge und den Lärm bei geöffneten Schlammhähnen zu vermeiden.

Der stehende Dampfkessel trägt in seiner vertieften Rauchkammer eine Überhitzerschlange. Eine Speisepumpe fördert aus einem Vorwärmer, eine Strahlpumpe aus den Wasserkasten das Speisewasser nach dem Kessel. Zwei Popp-

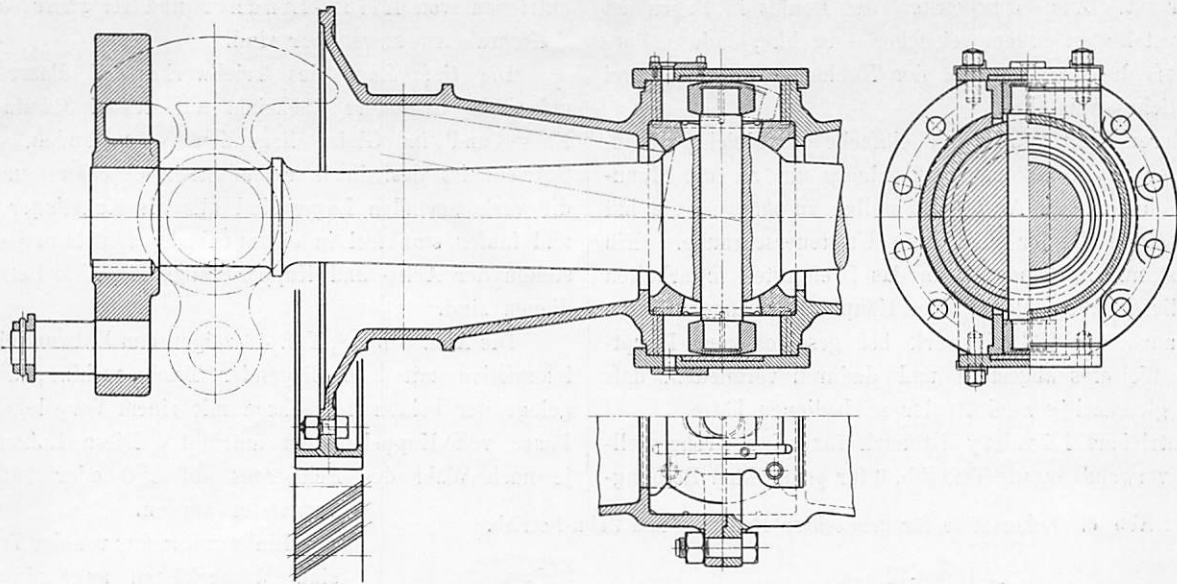
Abb. 3 und 4. Hohlachse mit Kernachse.
Abb. 3.

doch nur der eine aufschreibt.

Neben den Abteilen nur III. Klasse für Raucher und Nichtraucher ist das Gepäckabteil mit den nötigen Schub-

Sicherheitsventile sind auf einem Stutzen angeordnet, ein Wärmemesser zeigt den Grad der Überhitzung an. Die durchgehende selbsttätige Luftsaugbremse hat die vereinfachte Ausbildung für Kleinbahnen. Auf beiden Endbühnen sind außer den üblichen Druck- und Unterdruck-Messern, Regler, Umsteuerung, Bremsbahn und Bremsspindel, ein Geschwindigkeitmesser nach Teil angebracht, von denen je-

Abb. 4.



fächern und Haken für die Post eingerichtet. Die Hauptverhältnisse sind:

Achsanordnung	B 2
Spur	1000 mm
Durchmesser der Triebräder D	750 »
Durchmesser der Zylinder d	220 »
Kolbenhub h	300 »
Heizfläche H	21,5 qm
Rostfläche R	0,45 »
Dampfüberdruck p	12 at
Gewicht des Wagens im Dienste G	18 t
Kleinster Bogenhalbmesser	14 m
Größte Geschwindigkeit	35 km/St.

Diese Wagen laufen jetzt fast drei Jahre, in denen weder Störungen vorgekommen, noch Erhaltungsarbeiten an dem Mitnehmer nötig geworden sind, dessen Abnutzung nach dieser Zeit noch nicht meßbar war. Die Biel-Meinisberg-Bahn hat sich

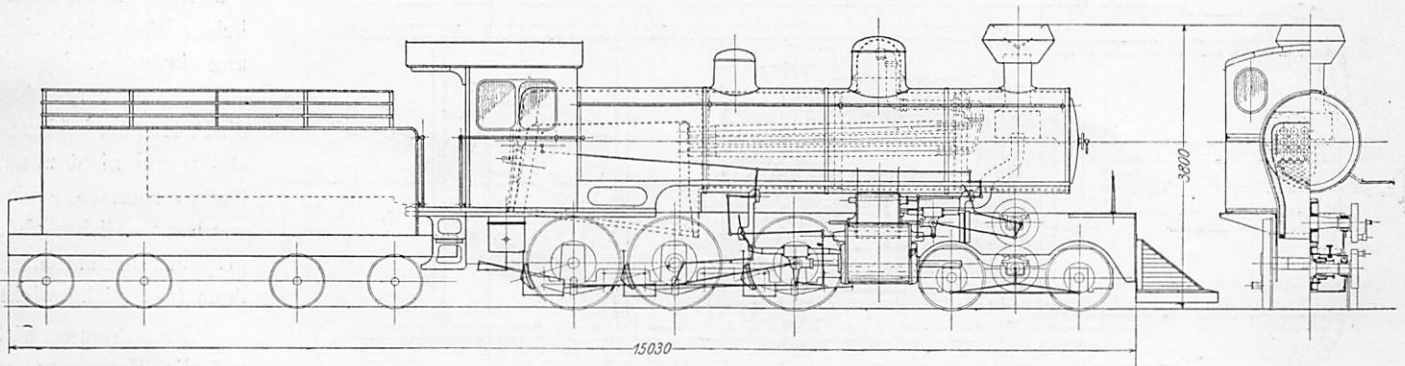
deshalb entschlossen, diese Bauart für die Verlängerung der Bahn bis Büren a. A. ohne Abänderungen beizubehalten.

Die Erwartungen auf die Erzielung ruhigen Ganges dieser Triebdrehgestelle sind voll erfüllt; nach einjährigem Betriebe durfte die Höchstgeschwindigkeit dieser Wagen von 25 auf 35 km/St um 40 % erhöht werden. Die Abnutzung der Radreifen ist gering.

Der Verbrauch an Heizstoff für einen Zug hat trotz der Kürzung der Fahrzeiten um 30 % nur 3,2 kg km betragen, was wohl auf die gleichzeitige Anwendung eines Überhitzers und eines Vorwärmers für das Speisewasser zurück zu führen ist.

Die günstigen Erfahrungen mit dem Triebdrehgestell, besonders aber die Möglichkeit, das ganze Dienstgewicht einer Lokomotive auch unter Beibehaltung der Vorzüge eines Drehgestelles je nach Bedürfnis als Reibungsgewicht auszunutzen, führten zu seiner Verwendung für die Entwürfe schwererer Lokomotiven mit »Vorspanndrehgestell« (Textabb. 5), das nur

Abb. 5. Lokomotive mit Vorspanndrehgestell.



auf steilen Strecken statt einer Vorspannlokomotive mitwirkt. Die Dampfzylinder des Drehgestelles sind über denen der festen Triebachsen angeordnet, um für diese schweren Massen eine günstige Lage in der Nähe des Schwerpunktes der Lokomotive zu erhalten. Der Antrieb der Drehgestellachsen ist dem oben beschriebenen gleich, wird aber auf flachen und fallenden Strecken ausgeschaltet, wenn die Zylinder des Hülfttriebwerkes nicht mit

Dampf beaufschlagt sind, weil der die Ausrückvorrichtung bedienende Dampfkolben an dessen Schieberkasten angeschlossen ist. Das Drehgestell kann je nach Bedarf unabhängig von der Fahrriichtung eingeschaltet werden. Durch Kuppelung der beiden Umsteuerungen ist dafür gesorgt, daß die beiden Radgruppen nur in gleichem Sinne arbeiten können. Ist aber das Triebwerk des Vorspanndrehgestelles abgekuppelt, so ist die Ge-

schwindigkeit nur durch die zulässige Drehzahl des Haupttriebwerkes begrenzt. Zur Verbesserung des Laufes in Bogen ist dem Triebgestelle außerdem seitlicher Ausschlag dadurch ermöglicht, daß die Kernachse in der Hohlachse zwischen zwei Federn seitliches Spiel hat.

Besonderer Wert wurde auf einfache und leichte Handhabung dieser neuen Lokomotivart gelegt, um an die Mannschaft keine besonderen Ansprüche stellen zu müssen; sie hat daher nur einen Regler und eine Umsteuerschraube. Ein Hülfsregler ist nur zu öffnen, wenn das Drehgestell mitarbeiten soll, weil dieser aber hinter dem Hauptregler angeschlossen ist, so ist auch das Hülfstriebwerk bei geschlossenem Hauptregler ohne Weiteres abgestellt und dadurch vermieden, daß der Führer gleichzeitig zwei Regler zu bedienen hätte.

Die Antriebsart Liechty ist auch für reine Drehgestelllokomotiven verwendbar, wie Textabb. 6 für gemischten Reibung-

er unterscheidet sich damit grundsätzlich von den Hohlachsantrieben von Klien-Lindner und Hagans, die nur bei Außenrahmen anwendbar sind.

Die tiefe Lage des Triebwerkes bei dieser Anordnung erforderte besondere Rücksicht auf dessen Schutz vor Staub, Nässe und im Gleise liegenden Gegenständen. Das ganze Getriebe ist deshalb in einem Stahlgußgehäuse untergebracht, die vorkommenden Lager sind alle als Kugellager ausgebildet und laufen staubfrei in einem Ölbad, so daß nur die Schmierstellen der Achs- und Kuppel-Stangenlager im Betriebe zu bedienen sind.

Die Abb. 6 bis 8, Taf. 46 zeigen den Entwurf einer Tunnellokomotive mit hoch liegender Triebmaschine, die die Vorgelege der beiden Hohlachsen mit einem Vorgelege und einem Paare von Kuppelstangen antreibt. Diese Lokomotive kann je nach Wahl des Achssatzes auf 600 oder 1000 mm Spur verwendet werden.

Links und rechts von der Triebmaschine sind Wasserkästen angeordnet, um das Dienstgewicht dem Tragvermögen des Gleises anpassen und Wasser zur Bereitung von Mörtel an Baustellen ohne Quellen bringen zu können.

Bei dem einachsigen Triebdrehgestelle des Verfassers (Textabb. 7), ist die Hohlachse im Drehgestelle, die Kernachse im Hauptrahmen gelagert. Die mechanische Verbindung von Hohlachse und Kernachse ist der des zweiachsigen Drehgestelles gleich. Bei der einachsigen Anordnung fällt die Kuppelstange weg, an ihre Stelle ist eine Zahnradübersetzung getreten, deren Verhältnis zum Achsstande und dem kleinsten Bogenhalbmesser so gewählt werden muß, daß richtige Einstellung der Achse im Bogen erfolgt.

Während das zweiachsige Drehgestell keiner Rückstellvorrichtung bedurfte, ist hier eine Feder vorgesehen; die Federn der beiden Gestelle sind nicht zwangsläufig verbunden, sondern werden möglichst gleich gespannt und halten sich dann im Gleichgewichte.

Die Bremse wirkt auf die Kernachse, um

einerseits nicht die Einstellbarkeit des Gestelles durch das Bremsgestänge nachteilig zu beeinflussen, andererseits die lebendige Kraft der Triebmaschine beim Bremsen nicht erst am Radumfang aufzunehmen, und so den Antrieb zu entlasten. Gleichzeitig wird dadurch die Abnutzung der Radreifen vermindert.

Versuche mit diesem einachsigen Triebgestelle sind im Gange, nach deren Abschlusse wird weiter darüber berichtet werden.

Abb. 6. Lokomotive für gemischten Reibung- und Zahn-Betrieb.

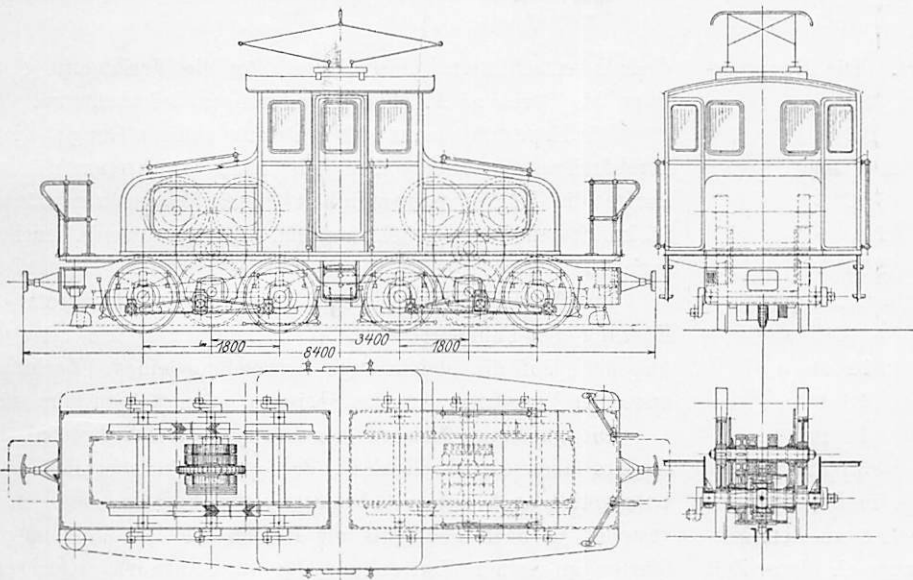
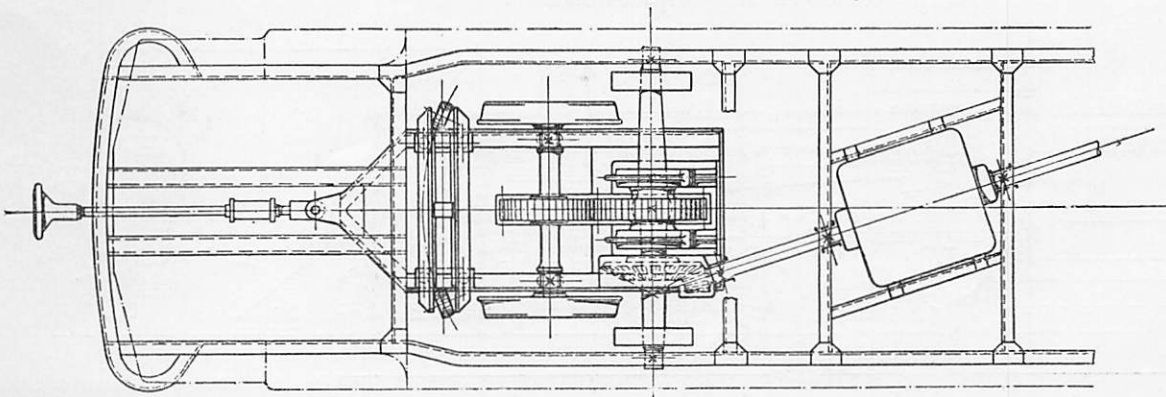


Abb. 7. Einachsiges Triebdrehgestell von Liechty.



und Zahn-Betrieb zeigt. Je eine am Hauptrahmen befestigte elektrische Triebmaschine treibt die Reibungsräder des unter ihr liegenden Drehgestelles mit Zahnradübersetzung in der beschriebenen Weise, eine zweite die lose auf der Hohlachse sitzenden Triebzahnäder.

Abb. 5, Taf. 46 zeigt einen Grundriß dieses Drehgestellantriebes bei Anwendung von Innenrahmen für die Drehgestelle;

Nachruf.

Geheimer Baurat Christian Philipp Schäfer †.

Am 7. Juli 1916 wurde der Geheime Baurat Christian Schäfer, Hannover, aus segensreicher Tätigkeit plötzlich durch einen Herzschlag herausgerissen. Mit ihm ist ein Mann der strengsten Pflichterfüllung bei bescheidener Zurückhaltung, großen Wohlwollens gegen Untergebene und einer besonderen Fähigkeit, deren Leistungen durch richtiges Einschätzen ihrer Kräfte zu heben, dahingegangen. Wie er im beruflichen Leben und als Beamter stets beliebt und anerkannt gewesen ist, so hat er sich auch im Privatleben durch sein offenes, gerades und verlässliches Wesen nur Freunde erworben und hat auch im Kreise einer glücklichen Familie als vortrefflicher Familienvater vorbildlich gewirkt.

Der Geheime Baurat Christian Philipp Schäfer, geboren am 26. Januar 1843 als Sohn des städtischen Oberförsters Schäfer in Saarbürg, war zuletzt Mitglied der Königlichen Eisenbahndirektion Hannover bis zum 31. Dezember 1910 und trat am 1. Januar 1911 in den Ruhestand. Er ist am 1. Februar 1866 nach vollendetem Studium auf der Gewerbeakademie Berlin in den Staatsdienst getreten, wo er nach erfolgter praktischer Ausbildung am 1. April 1882 zum Königlichen Eisenbahn-Maschineninspektor in Trier ernannt wurde. 1890 wurde er zum Eisenbahndirektor und 1900 zum Geheimen Baurate ernannt. 1895 wurde er Mitglied der Direktion Saarbrücken, wo er auch den Roten Adlerorden vierter Klasse erhielt, um dann auf seinen Wunsch 1897 zur Direktion Hannover versetzt zu werden, wo ihm das Dezernat für Werkstätten und Materialwesen und zuletzt für den Lokomotivdienst übertragen war.

In Hannover war Schäfer in den Jahren 1907 bis 1909

nebenamtlich als Mitglied des Prüfungsausschusses für die Diplom-Hauptprüfungen in der Abteilung für Maschineningenieurwesen der Technischen Hochschule in den Fächern Kraft- und Hebe-Maschinen tätig.

Auch nach seinem Übertritte in den Ruhestand, bei welcher Gelegenheit ihm der Rote Adlerorden dritter Klasse verliehen wurde, blieb er in engem Zusammenhange mit der Hochschule, so daß er, als der Krieg ausbrach, trotz seines vorgeschrittenen Alters mit größter Liebe und Pflichterfüllung die vertretungsweise Abhaltung einer ganzen Reihe von Vorträgen übernommen hat, eine Tätigkeit, der er bis wenige Tage vor seinem so rasch erfolgten Hinscheiden treu geblieben ist.

Auf wissenschaftlichem Gebiete hat er sich durch seinen klaren und praktischen Blick große Verdienste erworben. So wurde von ihm unter anderem eingeführt eine besondere Vorrichtung am Ausflusse an Wasserkränen zur Verhütung des Spritzens, ein breiterer Einlauf in den Tender, um die mögliche Stellung des Tenders zum Krane zu erweitern, Verbesserungen an den Schornsteinen der Lokomotiven, um den Rauch aus dem Gesichtsfelde des Führers fern zu halten, die schwarzweisse Merktafel vor den Vorsignalen, die jetzt bei der preussischen Eisenbahnverwaltung allgemein eingeführt ist, und Geschwindigkeitmesser für Lokomotiven. Die Vorrichtungen sind zum Teile patentiert und der Minister hat seine verdienstvolle Tätigkeit durch öftere Gewährung von Belohnungen anerkannt.

Schäfer gehörte zu den ständigen Mitarbeitern des Organes für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Alle, die ihn gekannt haben, werden ihm ehrendes, alle, die ihm nähertraten, auch liebevolles Angedenken bewahren. Dr. Ba.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Maschinen und Wagen.

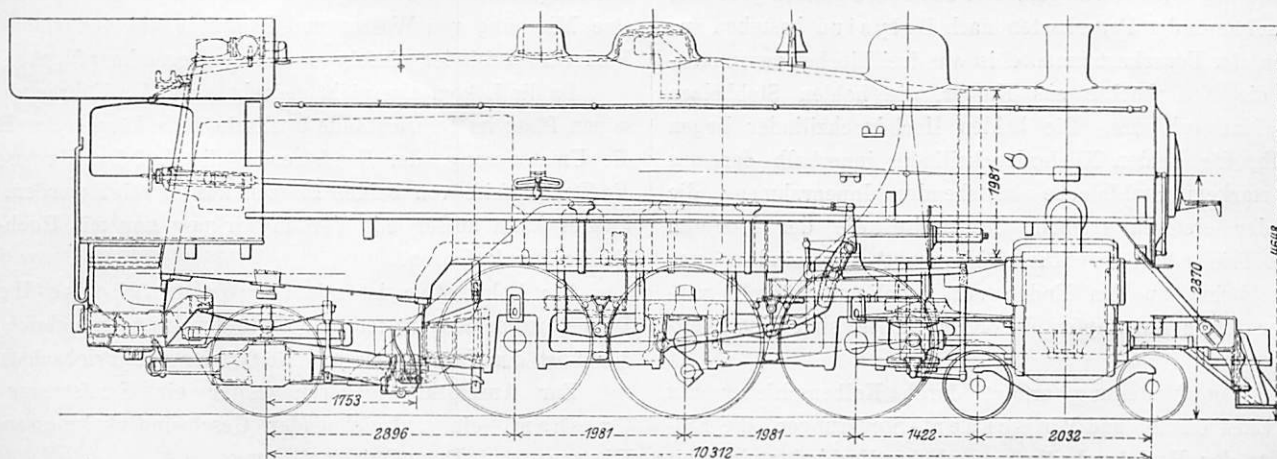
2 C1. II. T. Γ-G-Lokomotive der Delaware, Lackawanna und West-Bahn.

(Railway Age Gazette 1914, Oktober, Band 57, Nr. 15, Seite 657. Mit Abbildungen.)

Vierzehn Lokomotiven dieser Bauart (Textabb. 1) wurden

nach Entwürfen des Obermaschinenmeisters H. C. Manchester von der »Lima Locomotive Corporation« zur Beförderung von Eilgüterzügen gebaut. Der Kessel hat eine 914 mm tiefe Verbrennungskammer und über einem Ausschnitte von 406 mm Durchmesser einen Hilfsdom, damit er bestiegen werden kann,

Abb. 1. 2 C1. II. T. Γ-G-Lokomotive der Delaware, Lackawanna und West-Bahn. Maßstab 1:86.



ohne den Regler aus dem Hauptdome zu nehmen. Die Zylinder sind mit Umström-Kolbenschiebern von Manchester und Riegel ausgerüstet, die beim Schließen des Reglers den Zylindern unmittelbar Kesseldampf zuführen, wodurch die Abkühlung der Wandungen und die Verkohlung des Schmieröles verhindert wird.

Die Rahmen sind aus Vanadiumstahl gegossen, die Schenkel der unmittelbar angetriebenen Achse 533 mm lang. Das Drehgestell nach Woodard stellt sich in Gleisbogen selbsttätig ein.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser, d	635 mm
Kolbenhub h	711 »
Kesselüberdruck p	14 at
Kesseldurchmesser, außen vorn	1981 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante	2870 »
Feuerbüchse, Länge	2823 »
» , Weite	1911 »
Heizrohre Anzahl	265 und 36
» , Durchmesser außen	51 » 137 mm
» , Länge	5182 »
Heizfläche der Feuerbüchse und Verbrennungs-	
kammer	25,92 qm
Heizfläche der Heizrohre	304,62 »
» des Überhitzers	92,90 »
» im Ganzen H	423,44 »

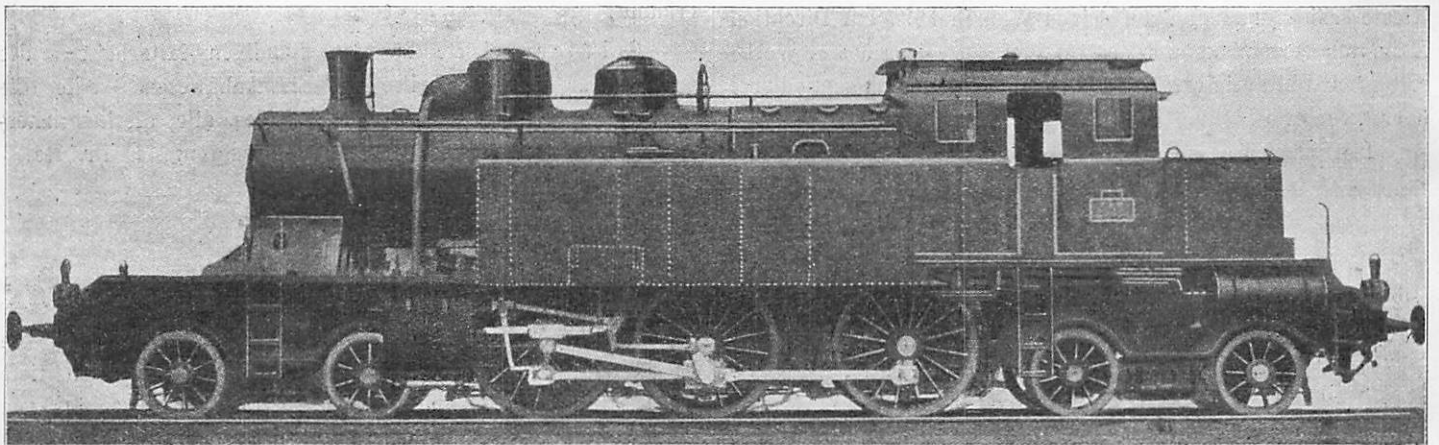
Rostfläche R	5,39 qm
Triebbraddurchmesser D	1753 mm
Durchmesser der Laufräder vorn 762, hinten 1270 »	
Triebachslast G_1	85,28 t
Betriebsgewicht der Lokomotive G	132 »
Betriebsgewicht des Tenders	75,07 »
Wasservorrat	34,07 cbm
Kohlevorrat	9,07 t
Fester Achsstand	3962 mm
Ganzer »	10312 »
» » mit Tender	20218 »
Zugkraft $Z = 0,75 p \frac{(d^{em})^2 h}{D} =$	17172 kg
Verhältnis H : R =	78,6
» H : $G_1 =$	4,97 qm/t
» H : G =	3,21 »
» Z : H =	40,6 kg qm
» Z : $G_1 =$	201,4 kg/t
» Z : G =	130,1 »
	—k.

2 C2. IV. t. Γ . P-Tender-Lokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.

(Génie civil 1914, Juni, Band LXV, Nr. 6, Seite 109. Mit Zeichnungen und Abbildungen.)

Fünzig Lokomotiven dieser Bauart (Textabb. 1) dienen

Abb. 1. 2 C2. IV. t. Γ . P-Tender-Lokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn.



zur Beförderung von Vorortzügen. Der aus zwei Schüssen gebildete Langkessel und der Feuerkasten nach Belpaire bestehen aus Flußeisen, der Feuerkastenmantel ist aus drei Blechen zusammengesetzt, die Feuerbüchse aus Kupfer, die hohlen Stehbolzen sind aus Manganbronze. Die beiden Hochdruckzylinder liegen außerhalb, die beiden Niederdruckzylinder innerhalb der aus 28 mm starkem Stahlbleche bestehenden Innenrahmen; die Kolben der ersteren treiben die zweite, die der letzteren die erste Triebachse an. Die stählernen Achsen sind 60 mm weit durchbohrt, an den Enden mit kegeligen Stöpseln verschlossen; durch die Zapfen der Kurbelachse sind Sicherheitbolzen gezogen.

Die Dampfverteilung erfolgt durch Kolbenschieber mit innerer Einströmung und Walschaert-Steuerungen, die Einströmrohre der Hochdruckzylinder und der Verbinder sind mit

Luftsaugventilen versehen. Der Führer kann mit einem Hahne eine Mischung von Wasser und Dampf in die Ausströmung der Niederdruckzylinder einführen und so Gegendampf geben.

Da die Lokomotive nicht gedreht wird, der Führer vielmehr seinen Platz im Führerstand wechseln muß, können der Regler, die Umsteuerung, der Sandstreuer, die Luftdruckbremse und die Dampfpfeife von beiden Plätzen aus betätigt werden. Der Führer kann außer mit Verbundwirkung nur mit Hoch- oder Nieder-Druck fahren.

Die Lokomotive ist mit der Westinghouse-Henry-Doppelbremse ausgerüstet; der Bremsdruck ist etwa gleich 50% der Last der Laufachsen und 66% der der Triebachsen.

Zur Ausrüstung gehören weiter ein Sandstreuer nach Gresham, ein aufzeichnender Geschwindigkeitmesser nach Flaman und Dampfheizvorrichtung.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser, Hochdruck d . . .	355 mm
» , Niederdruck d ₁ . . .	565 »
Kolbenhub h	650 »
Kesselüberdruck p	16 at
Kesseldurchmesser außen vorn	1473 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante . .	2750 »
Heizrohre nach Serve, Anzahl	150
» , Durchmesser	65 mm
» , Länge	3700 »
Heizfläche der Feuerbüchse	12,53 qm
» » Heizrohre	176,98 »
» im Ganzen H	189,51 »
Rostfläche R	2,48 »
Triebzylinderdurchmesser D	1650 mm
Triebachslast G ₁	49,50 t
Leergewicht	77,23 »
Betriebsgewicht G	94,10 »
Wasservorrat	9 cbm
Kohlenvorrat	etwa 3 t
Fester Achsstand	4080 mm
Ganzer »	12130 »
Länge	15850 »
Zugkraft $Z = 2 \cdot 0,45 \cdot p \frac{(d^{cm})^2 h}{D} =$. . .	7150 kg
Verhältnis H : R =	76,4
» H : G ₁ =	3,83 qm/t
» H : G =	2,01 »
» Z : H =	37,72 kg/qm
» Z : G ₁ =	144,4 kg t
» Z : G =	76 »

—k.

Aussteifung von Schnellbahnwagen.

(Electric Railway Journal, Dezember 1915, Nr. 25, S. 1221.
Mit Abbildungen.)

Die Schnellbahnwagen der Aurora, Elgin und Chicago-

Bahn hatten im Wagenkasten außerordentliche Beanspruchungen zu ertragen, weil der Abstand der Drehzapfen mit 9,14 m gerade einer halben Schienenlänge von 18,28 m mit schwebenden Stößen entspricht. Hieraus entstanden Querverdrehungen des Kastengerippes, die zusammen mit der hohen Anfahrbeschleunigung und der großen Fahrgeschwindigkeit von etwa 105 km/h ungünstig auf alle Verbindungen einwirkten und nachträgliche Aussteifungen erforderlich machten. Die Versuche führten über schwere und teure Bauarten zur Anwendung leichter und doch wirkungsvoller Versteifungen, die den Wagen nur um 323 kg mehr belasten und etwa 1630 \mathcal{M} kosten.

Durch Beobachtung des der innern Ausstattung und Tafelung entkleideten Wagens während der Fahrt wurden die schwachen Punkte festgestellt. Die Pfosten zwischen den Fenstern wurden sodann durch **L**-Eisen verstärkt, die an den unteren und oberen Langschwellen durch dreieckige Knotenbleche mit dem Rahmenwerke des Fußbodens und Daches sorgfältig verbunden wurden. An jedem zweiten Pfosten stellte außerdem ein senkrecht Blechdreieck die Verbindung mit dem Querträger und damit eine besondere Queraussteifung her. Ähnliche Querbleche steiften auch oben den Oberlichtaufbau gegen die Seitenwände aus. Vom Einbaue der **L**-Eisenpfosten wurde später abgesehen, die paarweise neben einander liegenden Fensterpfosten wurden durch Klötze aus Eichenholz und Querschrauben zu einer Einheit zusammen gezogen, die wie vorher durch Knotenbleche unten mit dem äußern Langträger, oben mit dem Dachträger verbunden wurden. Die Dachspriegel wurden durch Winkeleisen verstärkt. Die Gestellrahmen wurden durch Einbringen von Schrägen in die durch die Lang- und Quer-Träger gebildeten Gevierte versteift. Diese Holzstreben wurden eingekleimt und mit Nägeln befestigt, die beiden mittleren Hauptträger durch Einbringen von 50,8 mm starken Querbohlen ausgesteift, die durch Bolzen und Nägel gehalten werden.

A. Z.

Besondere Eisenbahnarten.

Der elektrische Betrieb auf den Linien des Engadin.

(Schweizerische Bauzeitung, Mai 1916, Nr. 20, S. 239. Mit Abbildungen.)

Für die mit Einwellen-Wechselstrom von 10 000 V betriebenen Teilstrecken der Rhätischen Bahnen im Engadin sind 1 D1-Lokomotiven nach gleichen Grundlagen von Brown, Boveri und G., der Maschinenbauanstalt Oerlikon und der A. E. G. Berlin geliefert.*) Ihr unmittelbarer Vergleich ist daher in mehr als einer Hinsicht wertvoll. Zusammenstellung I stellt hierzu die Gewichte, Zusammenstellung II Leistungen und Stromverbrauch als Ergebnisse von Mefsfahrten gegenüber. Verluste in der Fahr-, Speise- und Schienen-Rückleitung sind in diesen Werten einbegriffen. Zusammenstellung III vergleicht die aus den Messungen der Probefahrten bestimmten Werte für $\cos \varphi$, wobei jedoch die Anfahrten nicht berücksichtigt sind. Aus dem Vergleiche geht hervor, daß die Lokomotive von Oerlikon mit Reihenschlußmaschine das geringste Gewicht hat, das die Lokomotiven anderer Herkunft bei gleicher

*) Organ 1916, S. 40.

Zusammenstellung I.

Gewichtverhältnisse der elektrischen Lokomotiven der Rhätischen Bahn.

Nr. und Bauart	Nr. 201	Nr. 301	Nr. 351	Nr. 355	Nr. 391
	bis 207	1-D-1	und 352	bis 357	1-D-1
	1-B-1	1-D-1	1-D-1	1-D-1	1-D-1
Bauanstalt	Brown, Boveri und G.	Maschinenbauanstalt Oerlikon	A. E. G. Berlin		
Anzahl	7	1	2	3	1
Stundenleistung . PS	300	600	600	800	600
Länge zwischen den Stoßflächen . mm	8 700	11 500	10 800	11 100	11 000
Gewicht des mechanischen Teiles . kg	18 900	26 700	27 600	30 500	30 200
Gewicht des elektrischen Teiles . kg	17 800	28 470	21 700	25 870	25 180
Gewicht im Ganzen kg	36 700	55 170	49 300	56 370	55 380
Reibungsgewicht . „	21 800	42 110	39 160	43 800	41 380
Gewicht des elektrischen Teiles für 1 PS	59,3	47,5	36,2	32,4	42,9
Ganzes Gewicht „ 1 „	122	92	82,3	70,5	92,3

Zusammenstellung II.
Stromverbrauch.

Nr.	Gewicht			tkm	Verbrauchte kWh			Verbrauch in Wh/tkm
	Lokomotive	Anhänger	Im Ganzen		Tal-fahrt	Berg-fahrt	Zusammen	
Leerfahrt								
301	55,17	—	55,17	6 261	145,0	274,6	419,6	67,0
351	49,54	—	49,54	5 623	114,6	230,7	345,3	61,4
391	55,38	—	55,38	6 235	130,4	248,0	378,4	60,2
Halblast								
301	55,14	62,35	117,25	13 338	154,5	393,9	548,4	41,1
351	49,54	65,24	114,78	13 027	140,4	375,8	516,2	39,6
391	55,38	62,35	117,73	13 362	142,0	383,5	525,2	39,3
Vollast								
301	55,14	124,70	179,87	20 414	155,2	516,6	671,8	32,9
351	49,54	130,62	180,16	20 449	142,0	517,0	659,0	32,2
391	55,33	124,70	180,08	20 438	144,9	517,4	662,3	32,4

Zusammenstellung III.

Leistungswert $\cos \varphi$.

Fahrt auf der Strecke Nr.	Halblast			Vollast		
	301	351	391	301	351	391
Lavin—Süs 0 ⁰ / ₁₀₀	0,29	0,68	0,60	0,33	0,77	0,65
Scaufs—Zuoz 10 ⁰ / ₁₀₀	0,53	0,81	0,78	0,65	0,80	0,70
Zerne—Carolina 20 ⁰ / ₁₀₀	0,57	0,82	0,78	0,65	0,83	0,81
Schuls—Tarasp—Fetan 25 ⁰ / ₁₀₀	0,61	0,83	0,81	0,72	0,82	0,82

Leistung um 12⁰/₁₀₀ übersteigen. Im Stromverbrauche ist die Lokomotive der A. E. G. um 1 bis 2⁰/₁₀₀ günstiger, als die von Oerlikon, hat aber dafür eine etwas verwickeltere Regelung der Geschwindigkeit. Die Oerlikon-Lokomotive hat andererseits nach Zusammenstellung III die günstigsten Werte von $\cos \varphi$.

Aus den Betriebsergebnissen bringt die Quelle eine Zusammenstellung der Fahrleistungen und des Stromverbrauches für die Zeit vom 1. Juli 1913 bis 30. Juni 1914. Die Um-

formeranlage in Bevers und die Speiseleitungen über den Berninapafs haben stets befriedigt. Die Fahrleitung ist in hervorragendem Maße stromdicht. Die Streckentrennungen mußten wegen der hohen Wärmeunterschiede von +30° bis -30° mit selbsttätiger Nachspannung durch Gewichte ausgeführt werden. In den Gleisbogen wurden nachträglich noch Zwischenmaste und Abspanndrähte eingebaut, da die Schwankungen aus den Einflüssen der Gleislage und der Federungen der Lokomotive, des Stromabnehmers und Fahrdrahtes bisweilen solche Werte erreichten, daß die Bügel entgleisten. Die Klemmen aus Bandmessing mußten durch solche aus Kupfer ersetzt werden. Als Schienenverbindungen scheinen sich Drähte aus Rundkupfer mit angepressten kegeligen Köpfen am besten zu bewähren. Die Erhaltungsarbeiten an den Leitungen werden gelegentlich der Untersuchungsfahrten vorgenommen, die sich in Abständen von 8 bis 14 Tagen folgen.

Bei den Lokomotiven zeigte sich an den Endkuppelachsen eine stärkere Abnutzung des Spurkranzes, als bei Dampflokomotiven. Die starke Erwärmung der Radreifen beim Bremsen wurde dadurch verringert, daß die Bremswirkung an der Lokomotive gegenüber dem Zuge verzögert wurde. Durch sorgfältiges Ausgleichen aller umlaufenden Teile wurde das Zucken auch an den Lokomotiven mit rasch laufenden Triebmaschinen bei Geschwindigkeiten bis 30 km/h behoben. Die Blindachsenantriebe befriedigten im Allgemeinen, sie erfordern jedoch, besonders bei der Bauart von Brown, Boveri und G., peinlich genaue Einstellung aller Triebwerkteile.

Auch am elektrischen Teile traten verschiedene Störungen auf. Bei den Lokomotiven von Brown, Boveri mußten die Ständerwickelungen verbessert werden, die Stromwender der Oerlikon-Lokomotiven erforderten besonders sorgfältiges Nachschleifen, um Unrundwerden und häufiges Brechen der Bürstentohlen zu verhüten. Die Luftsaugpumpen mußten gegen Eindringen von Kohlenstaub nachträglich mit Luftfiltern versehen werden. Die elektrische Zugheizung und die Schwachstromleitungen der Strecke haben befriedigend gearbeitet. A. Z.

Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

Vorrichtung zum Entladen von Wagen und Behältern durch Rinnen mit Schiebern im Boden.

D. R. P. 285028. G. Rath in Düsseldorf.

Hierzu Zeichnungen Abb. 23 bis 27 auf Tafel 45.

Die unmittelbar aneinander schließenden Bodenöffnungen bestehen aus mehreren Teilen, die gegen einander so versetzt sind, daß sich die Schieber beim Öffnen und Schließen der Auslaufrinnen nicht behindern. Die Bewegung der Schieber erfolgt einzeln, in Gruppen oder im Ganzen durch Ketten-, Schnecken- oder Räder-Getriebe. Die schrägen Wände der Rinnen verlaufen bis zur Einmündung in die Bodenöffnungen, so daß das Gut vollständig ausgleiten kann.

Nach Abb. 23 bis 26, Taf. 45 bestehen die Rinnenausläufe aus den versetzten Schlitten 1. Die den Rinnenboden bildenden Schrägwände 2 münden in die Auslaufstützen 3. Die U-förmigen Verschlussschieber 4 umgreifen die Auslaufstützen 3, wodurch dichter Verschluss erzielt wird. Das Versetzen der Schlitte umgeht Behinderungen der Schieber 4.

Zum Bewegen der Schieber 4 dienen Ketten oder Seilzüge 5, die über Festscheiben 6 und Losscheiben 9 laufen.

Der Antrieb der auf Wellen 7 sitzenden Scheiben 6 erfolgt durch Handräder 8. Die Bewegungsmittel befinden sich zwischen je zwei Schiebern 4, von denen der eine mit dem oberen, der andere mit dem untern wagerecht geführten Kettenteile durch Nocken verbunden ist. Die bei 8a gelagerten Wellen 7 ermöglichen je die Bewegung von vier Schiebern. Bei Verbindung dieser Wellen kann die Bewegung aller Schieber 4 gleichzeitig stattfinden. Nach Abb. 27, Taf. 45 sind die Schieber 4 an beiden Seiten je mit einem Kettenzuge 5 verbunden.

Die Ausführung nach Abb. 23 bis 27, Taf. 45 ermöglicht bei Entladewagen mit flachem Boden die Anordnung einer größeren Zahl von Auslaufrinnen nicht nur unter Beibehaltung des Volligkeitsgrades der Wagen, sondern unter Steigerung der Fassung durch Ausnutzung des unter dem Wagenboden verfügbaren Raumes, ferner eine Selbstentleerung dieser Wagen in Gruben oder Behälter und in untergeschobene Fördergefäße 10 (Abb. 26, Taf. 45), auch eine einfache Entnahme des Gutes aus einem Großbehälter mit Rinnenauslauf an Schiffanlegeplätzen, wobei die Beschickung des Behälters beispielsweise durch Kräne erfolgt. Die Bedienung der Schieber 4 kann hierbei von einer Laufbühne aus erfolgen. G.