

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XL. Band.

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

11. Heft. 1903.

### Genauigkeitsgrad der aufzeichnenden Geschwindigkeitsmesser mit zwangsläufiger Bewegung, Patent Haufshälter.

Von P. Bautze, technischem Assistenten in Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 18 auf Tafel XXV.

(Schluss von Seite 199.)

#### 9. Die Aufzieh-Vorrichtung.

Der Haufshälter-Geschwindigkeitsmesser, dessen Zeitwerk durch den als Reibungskuppelung wirkenden Aufziehknopf von Hand aufgezogen werden kann, ist noch mit einer selbsttätigen Aufziehvorrichtung versehen, welche bei Drehung der Antriebswelle während der Fahrt des Zuges in Tätigkeit tritt.

Ein auf der Antriebswelle sitzendes Exzenter greift in das Sperrad der Federtrommel (Abb. 2, Taf. XXV) ein und bewegt dieses bei jeder Umdrehung der Antriebswelle um einen Zahn.

Das Sperrad hat jetzt meist 18 Zähne. Durch die von  $\frac{1}{18}$  Umdrehung durch einen Zahn bewirkte Federspannung kann das Federgehäuserad mit 108 Zähnen um  $108 \cdot \frac{1}{18} = 6$  Zähne gedreht werden.

Die Fortbewegung des Federgehäuserades um einen Zahn erfordert den Zeitaufwand eines Doppelschlages =  $\frac{2}{3}$  Sekunden, das Aufziehen der Federn um einen Sperradzahl setzt also das Uhrwerk  $t = \frac{6 \cdot 2}{3} = 4$  Sekunden lang in Tätigkeit.

Soll nun das Uhrwerk von der Antriebswelle aus ständig in Bewegung gehalten werden, so hat die Antriebswelle mindestens in 4 Sekunden eine Umdrehung auszuführen, was einem zurückgelegten Wege von  $\frac{1}{n}$  km entspricht. Da nach Gl. 10a)

$n = \frac{4500}{x}$  ist, so beträgt die Mindestgeschwindigkeit, welche zur Inganghaltung des Zeitwerkes erforderlich ist,

$$v_{kl} = \frac{x \cdot 3600}{4500 \cdot 4} = 0,2 \cdot x \text{ km/St.}$$

Diese Rechnung bezieht sich auf den gedachten Raddurchmesser  $D_0$ . Ist der Raddurchmesser  $D^m$ , so ist diese Mindestgeschwindigkeit für die neueren Werke mit 18 Zähnen am Federsperrade:

$$\text{Gl. 37 a) . . . } v_{kl} = 0,2 \cdot x \cdot \frac{D}{D_0} \text{ km/St.}$$

Bei den älteren Ausführungen hatte das Sperrad der Aufziehvorrichtung 24 Zähne, dann ist zur ständigen Inganghaltung des Zeitwerkes beim Raddurchmesser  $D$  eine Fahrgeschwindigkeit von

$$\text{Gl. 37 b) . . . } v_{kl} = 0,267 \cdot x \cdot \frac{D}{D_0} \text{ km/St.}$$

erforderlich.

#### 10. Berechnungs-Beispiel.

Bei Ausrüstung einer Lokomotive mit einem Geschwindigkeitsmesser ist zunächst die Zifferblatt-Einteilung festzusetzen. Maßgebend hierfür ist einerseits die beabsichtigte Mefsgenauigkeit und damit zusammenhängend die höchste Fahrgeschwindigkeit der Lokomotivgattung, andererseits das Streben nach Einheitlichkeit innerhalb eines Verwaltungsbezirkes.

Für ein Beispiel möge  $x = 120$  km/St. angenommen werden. Das Werk sei frei von Ausführungsfehlern und genau auf 180 einfache Schläge in der Minute geregelt.

Dann ist im Durchschnitte die Umlaufzeit des Fallstückes nach Gl. 1)  $t_1 = 12$  Sek., die Eingriffszeit nach Gl. 2)  $t_2 = 11$  Sek., die Mefszeit für den ersten Mefsabschnitt nach Gl. 3a)  $t_3 = 4 \frac{2}{3}$  Sek., die gesammte Mefszeit für den zweiten Mefsabschnitt nach Gl. 3b)  $t_4 = 10 \frac{2}{3}$  Sek.

Die Lokomotivtriebachse, von der aus das Werk angetrieben werden soll, habe zur Zeit der Anbringung des Geschwindigkeitsmessers einen Raddurchmesser  $D_1 = 2,10^m$ , der bis auf  $D_2 = 2,03^m$  abgedreht werden kann. Der mittlere Raddurchmesser ist dann nach Gl. 6a)  $D_m = \frac{2,10 + 2,03}{2} = 2,065^m$ .

Auf diesen Durchmesser wird das Uebersetzungsverhältnis

zwischen Triebachse und Antriebwelle des Werkes nach Gl. 5) bestimmt mit  $a : b = 2,065 \cdot \frac{4,5 \cdot 3,14}{120} = 0,24315$ .

Diesem Verhältnisse entsprechen am nächsten die Zahnradsätze von 11 : 45, 12 : 49, 13 : 53 und so fort. Hier wird beispielsweise das Verhältnis  $a : b = 12 : 49$  gewählt, welches nach Gl. 6 b) nur für den gedachten Raddurchmesser  $D_0 = \frac{12}{49} \cdot \frac{120}{4,5 \cdot 3,14} = 2,08^m$  genau richtig ist.

In der Reihenfolge der vier hier nun in Betracht kommenden Raddurchmesser  $D_1 = 2,100$ ,  $D_0 = 2,080$ ,  $D_m = 2,065$  und  $D_2 = 2,030^m$  wird die Antriebwelle nach Gl. 4 a) für 1 km  $n = \frac{1000}{D \cdot 3,14} \cdot \frac{12}{49} = 37,1; 37,5; 37,8$  und  $38,4$  Umdrehungen machen.

Bei einer Fahrgeschwindigkeit von beispielsweise  $v = 80$  km/St. folgt die Anzahl der Antriebwellen-Umdrehungen für eine Melszeit von  $t_4 = 10^{2/3}$  Sek. aus Gl. 4 b) mit  $n_1 = \frac{80 \cdot 80 \cdot 12}{27 \cdot D \cdot 3,14 \cdot 49} = 8,80; 8,89; 8,95$  und  $9,11$  Umdrehungen, und die Steighöhe des Fallstückes aus Gl. 7 b) oder 7 c) mit  $h = 3 \cdot n_1 = 26,41; 26,67; 26,86$  und  $27,33^m$ .

Die regelmäßige Steighöhe folgt nach Gl. 7 a) aus dem gedachten Raddurchmesser  $D_0$  mit  $h_0 = \frac{40 \cdot 80}{120} = 26,67^m$ .

Aus der Steighöhe ergibt sich die tatsächliche mittlere Fahrgeschwindigkeit nach Gl. 11) für alle 4 Raddurchmesser mit  $v = h \cdot \frac{120 \cdot D}{40 \cdot D_0} = 80$  km/St.

Der Zeiger zeigt nur eine scheinbare Fahrgeschwindigkeit an, deren Grenzen von dem Raddurchmesser und vom Unterschiede  $c$  der Fallstück-Ruhestellung bestimmt werden. Beträgt  $c = 1^m$ , beginnt also der Fallstückhub von einer tiefsten Ruhestellung, so ist die erste Zeigereinstellung nach Gl. 12 a)

$$z_1 = 80 \cdot \frac{2,08}{D} + \frac{120}{80} - \frac{120}{17,5} \text{ km/St.}$$

daher bei den vier verschiedenen Raddurchmessern:

$$z_1 = 73,9; 74,6; 75,2 \text{ und } 76,6 \text{ km/St.}$$

Das Fallstück steigt aber ununterbrochen weiter und berichtigt die Zeigerstellung am Schlusse des zweiten Melsabschnittes nach Gl. 12 b) auf

$$z_2 = 80 \cdot \frac{2,08}{D} + \frac{120}{80} - \frac{120}{40} \text{ km/St.},$$

also bei den vier verschiedenen Raddurchmessern auf

$$z_2 = 77,7; 78,5; 79,1 \text{ und } 80,5 \text{ km/St.}$$

Beträgt andererseits  $c = 0$ , beginnt also der Fallstückhub von einer der höchsten Ruhestellungen, so ist die 1. und 2. Zeigereinstellung nach Gl. 12 a) und 12 b) gleichmäßig

$$z_1 \text{ und } z_2 = 80 \cdot \frac{2,08}{D} + \frac{120}{80} \text{ km/St.},$$

je nach dem Raddurchmesser also

$$z_1 \text{ und } z_2 = 80,7; 81,5; 82,1 \text{ und } 83,5 \text{ km/St.}$$

Dasselbe erhält man durch Ermittlung der Zeigerstellung nach Gl. 12 c) und 12 d) unmittelbar aus der Steighöhe  $h$ .

Zwischen der 1. und 2. Zeigereinstellung ist nach Gl. 13) immer ein Unterschied von  $\Delta = 0,0322 \cdot 120 \cdot c$  km/St., also von  $3,86$  km/St., wenn  $c_{gr} = 1^m$ , und von  $0$  km/St., wenn  $c_{kl} = 0$  ist.

Die nach Gl. 14 a) und 14 b) zu berechnenden Abweichungen der Zeigerstellung von der tatsächlichen mittlern Fahrgeschwindigkeit  $v$  betragen bei  $c = 1$  am Ende des ersten Melsabschnittes

$$\Delta_1 = \left(80 \cdot \frac{2,08}{D} - 80\right) + \frac{120}{80} - \frac{120}{17,5}$$

$$= -6,1; -5,4; -4,8 \text{ und } -3,4 \text{ km/St.},$$

und am Ende des zweiten Melsabschnittes:

$$\Delta_2 = \left(80 \cdot \frac{2,08}{D} - 80\right) + \frac{120}{80} - \frac{120}{40}$$

$$= -2,3; -1,5; -0,9 \text{ und } +0,5 \text{ km/St.}$$

Bei  $c = 0$  betragen die Abweichungen am Ende des ersten und zweiten Melsabschnittes gleichmäßig:

$$\Delta_1 \text{ und } \Delta_2 = \left(80 \cdot \frac{2,08}{D} - 80\right) + \frac{120}{80}$$

$$= +0,7; +1,5; +2,1 \text{ und } +3,5 \text{ km/St.}$$

Die Durchschnittswerte der Abweichungen sind für alle Fahrgeschwindigkeiten gleich und betragen bei Werken mit  $120$  km/St. Zifferblatt für die 1. Zeigereinstellung nach Gl. 15 a)

$$\varepsilon = \pm \frac{120}{35} = \pm 3,43 \text{ km/St.}$$

und für die 2. Zeigereinstellung nach Gl. 15 b)

$$\varepsilon = \pm \frac{120}{80} = \pm 1,5 \text{ km/St.}$$

Da diese Fehlergrenzen umso geringer werden, je kleiner  $x$  ist, so soll man die Zifferblatt-Einteilung nicht unnötig hoch wählen.

Innerhalb der berechneten Fehlergrenzen ist aus der Zeigereinstellung die tatsächliche mittlere Fahrgeschwindigkeit nach Gl. 16) zu ermitteln mit  $v = z \cdot \frac{D}{2,08}$  km/St., sie ist also bei der 2. Zeigereinstellung je nach dem Raddurchmesser mit  $v = 1,010 \cdot z; 1,000 \cdot z; 0,993 \cdot z$  und  $0,976 \cdot z$  km/St. anzunehmen.

Wollte man den Einfluss der Veränderlichkeit des Raddurchmessers auf das Melsergebnis durch entsprechende Einteilung des Zifferblattes von Fall zu Fall aufheben, so müßte das letztere innerhalb des regelmäßigen Zeigerweges von  $90^\circ$  nach Gl. 10 b) in  $x = D \cdot \frac{4,5 \cdot 3,14 \cdot 49}{12} = 57,7 \cdot D$  km/St.

eingeteilt werden. Das erste Zifferblatt des Werkes bekäme demnach für den ersten Raddurchmesser von  $D = 2,10^m$  eine Einteilung von  $x = 57,7 \cdot 2,1 = 121,2$  km/St., welche für die übrigen drei Raddurchmesser auf  $x = 120,0; 119,2$  und  $117,1$  km/St. zu ändern wäre.

Die vorstehenden Berechnungen beziehen sich auf eine mittlere Melszeit von  $10^{2/3}$  Sekunden für einen Fallstückumlauf. Nach der Entwicklung zu Gl. 3 a) und 3 b) bewegt

sich aber diese Mefszeit in den Grenzen von  $\frac{157}{15}$  bis  $\frac{163}{15}$  Sekunden.

Man kann dies leicht ermitteln, wenn man einen Teilkreis von  $360^\circ$  auf die Fallstückwelle setzt, wobei jeder Grad den zehnten Teil eines einfachen Schlages darstellt und die Drehung an einem Zeiger abliest.

Wird auf diese Weise an einem Werke festgestellt, dafs es statt  $\frac{160}{15}$  beispielsweise nur  $\frac{159}{15}$  Sekunden Mefszeit hat, so ist die Fallstücksteigung und damit die angezeigte Geschwindigkeit nach Gl. 17) um  $\delta_1 = \frac{100}{160} = 0,625\%$  zu gering, und man hat sämtliche abgelesenen Geschwindigkeiten noch mit 1,00625 zu vervielfältigen.

Ausnahmsweise könnte man aber auch die Schlagzahl in der Minute um  $0,625\%$  verringern, indem das Zeitwerk auf  $a_0 = 180 \cdot 0,99375 = \text{rund } 179$  Schläge in der Minute eingestellt wird.

Soll das Glockensignal des Werkes auf die Fahr- geschwindigkeit  $v = 80$  km/St. und mehr aufmerksam machen, so ist die Exzentrerscheibe nach Gl. 8) auf die von einer tiefsten Ruhestellung aus begonnene Fallstücksteigung von  $h_{gr} = 41,25 \cdot \frac{80 \cdot 2,08}{120 D} = \frac{57,2}{D}$  mm festzustellen. Bei dem gedachten Raddurchmesser  $D_0$  ist also im vorliegenden Falle  $h_{gr} = 27,5$  mm.

Bringt nach Abb. 12, Taf. XXV eine Antriebwelldrehung von  $360 - \alpha^\circ$  eine Fallstücksteigung von  $c_1 = 2,5$  mm hervor, so ist nach Gl. 18) die Länge des Auslösestiftes derart zu bemessen, dafs er den Glockenhammer in dem Augenblicke freigibt, wo das Fallstück die von einer höchsten Ruhestellung aus beginnende Steigung von

$$h_{kl} = 27,5 - 2,5 = 25,0 \text{ mm}$$

erreicht hat. Das Glockensignal ertönt dann nach Gl. 19 a) und 19 b) in den Grenzen von  $v_1 = 80$  km/St. bis zu

$$v_2 = 80 - \frac{2,5 \cdot 120}{40} = 72,5 \text{ km/St.}$$

Diesen Geschwindigkeiten entspricht nach Gl. 20 a) und 20 b) während der Fahrt eine Zeigerstellung von höchstens

$$z_3 = 80 - \frac{120}{80} = 78,5 \text{ km/St.},$$

und mindestens von

$$z_4 = 72,5 + \frac{120}{80} = 74,0 \text{ km/St.}$$

Wäre der Ausschnitt der Exzentrerscheibe sehr grofs und dem entsprechend  $c_1 = 0,5$  mm, so ist dafür ein Mindestmafs von  $c_1 = 1$  mm in Rechnung zu stellen. Die Geschwindigkeitsgrenzen für das Ertönen des ersten Glockenschlages liegen zwischen  $v_1 = 80$  km/St., und  $v_2 = 80 - \frac{120}{40} = 77$  km/St.; ihnen entsprachen Zeigerstellungen während der Fahrt von höchstens  $z_3 = 80 - \frac{120}{80} = 78,5$  km/St. und wenigstens  $z_4 = 77 + \frac{120}{80} = 78,5$  km/St.

Da die Einstellung des Glockensignales ebenfalls vom Raddurchmesser abhängt, so mufs die Exzentrerscheibe in jeder Stellung auf der Antriebwelle befestigt werden können. Auch empfiehlt es sich, die Länge des Auslösestiftes verstellbar zu machen.

Durch beispielsweise drei schnell hintereinander folgende Glockenschläge wird nach Gl. 21) eine Ueberschreitung von  $v_u = (3 - 1) \cdot \frac{3 \cdot 120}{40} = 18$  km/St. angezeigt, so dafs der Zug in diesem Augenblicke durchschnittlich mit  $v = 80 + 18 = 98$  km/St. fährt.

Die Anschreibung der Kilometer beruhe beispielsweise auf einer Weglänge von  $i = 500$  m, für die Schaltung des Sperrrades wird ein Doppelexzenter mit  $e = 2$  angenommen. Die Zähnezahle des Sperrades folgt dann nach Gl. 22 b) mit

$$y = 500 \cdot 2 \cdot \frac{4,5}{120} = 37,5.$$

Da  $y$  aber eine ganze Zahl sein mufs, so kann entweder statt des Doppelexzentrers ein vierfaches verwendet werden, welches  $y = 2 \cdot 37,5 = 75$  Zähne am Sperrade erfordert, oder das berechnete  $y$  wird, wie hier, auf 38 Zähne abgerundet. Dann hat der Wegabstich nach Gl. 23) einen Längenwert von  $i = D \cdot \frac{3,14 \cdot 49 \cdot 38}{12 \cdot 2} = (243,61 \cdot D)$  m, für die vier verschiedenen Raddurchmesser des Beispiels also von  $i = 511,6, 506,7, 503,1$  und  $494,5$  m.

Wollte man das Sperrad der Kilometeranschreibung zur Berichtigung des Wegabstiches  $i$  auf  $500$  m bei erheblichen Aenderungen des Raddurchmessers auswechseln, so wäre ein vierfaches Exzenter zu empfehlen und die Zähnezahle nach Gl. 22 a) aus der Anzahl  $n$  der Antriebwellen-Umdrehungen für  $1$  km Weg zu berechnen. Hiernach ist im vorliegenden

Beispiel  $y = \frac{500 \cdot 4}{1000} \cdot n = 2 \cdot n$ , und für die vier verschiedenen Raddurchmesser aufgerundet:  $y = 74; 75; 76$  und  $77$  Zähne.

Der Wert des Wegabstiches beträgt dann  $i = 498,1; 500,0; 503,1$  und  $501,0$  m.

Die Schreibvorrichtung sei nach Gl. 24 a) für einen Papiervorschub von  $p = 4$  mm/Min. eingerichtet, so dafs 2 Zeitstiche nach Gl. 25 a) einen Zeitraum von  $t_0 = 1,5$  Min. einschliessen. Der Papiervorrat einer vollen Rolle reicht dabei etwa 166 Betriebsstunden aus.

Die Streifenbreite von  $40$  mm wird bis zum Höchstbetrage von  $x = 120$  km/St. in 12 Teile von  $10$  zu  $10$  km/St. eingeteilt, welche nach Gl. 26) je  $0 = \frac{40 \cdot 10}{120} = 3,33$  mm auseinander stehen.

Der genaue Geschwindigkeitswert ist aus der Höhe  $O_1$  zu berechnen. Ist beispielsweise  $O_1 = 26,7$  mm, so ergibt sich nach Gl. 27) die mittlere Fahr- geschwindigkeit zu

$v = \frac{120 (26,7 + 0,5)}{40} \cdot \frac{D}{D_0} = 81,6 \cdot \frac{D}{D_0}$  km/St., bei einer Fehlergrenze von  $\pm 1,5$  km/St.

Für die Zeitberechnung möge Abb. 15, Taf. XXV das Beispiel abgeben.\*) Der Einfachheit wegen wird auch hier vorausgesetzt, daß die Unruhe des Zeitwerkes auf genau 180 einfache Schläge in der Minute geregelt ist.

Der Beginn der Fahrt ist durch die senkrechte Querlinie I angedeutet, welche den letzten Aufenthaltstich von dem ersten Geschwindigkeitstiche trennt; das Ende der Fahrt ist ebenso durch die Querlinie II bezeichnet, welche durch die Mitte zwischen dem vorletzten und letzten Geschwindigkeitstiche geht.

Innerhalb dieser beiden Querlinien liegen  $q = 5$  ganze Zeitstich-Abstände und Reste von  $r_1 = 1,0$  mm,  $r_2 = 3,5$  mm, zusammen also  $r = 4,5$  mm. Da  $t_0 = 1,5$  Min. beträgt, so ergibt sich nach Gl. 28) die Zeit zwischen I und II mit

$$t = \left( 5 + \frac{4,5}{6} \right) \cdot 1,5 = 8,6 \text{ Min.}$$

Nach dem zweiten Verfahren ist die Papierlänge zwischen I und II zu messen; diese betrage  $P = 34,5$  mm. Dann ist die Zeit nach Gl. 29)  $t = \frac{34,5}{4} = 8,6$  Min.

Bei der dritten Berechnungsweise hat man die Geschwindigkeitstich-Abstände zu zählen. Zwischen I und II liegen 42 vollwertige und ferner 2 Teilabstände, welche durch den ersten und letzten Geschwindigkeitstich abgegrenzt werden, je mit halbem Werte, zusammen also  $g = 42 + \frac{2}{2} = 43$  Geschwindigkeitstich-Abstände. Nach Gl. 30) beträgt die Zeit  $t = 0,2 \cdot 43 = 8,6$  Min.

Für die Wegberechnung dient Abb. 16, Taf. XXV als Beispiel.

Beginn und Ende der Fahrt sind durch die senkrechten Querlinien III und IV bezeichnet. Dazwischen liegen  $w = 16$  volle Wegabstiche, welche bei dem zugehörigen Raddurchmesser  $D_1 = 2,10$  m nach Gl. 23) einen Einzelwert von  $i = 511,6$  m besitzen und daher nach Gl. 31 a) zusammen einen Längenwert von  $s_0 = \frac{16 \cdot 511,6}{1000} = 8,186$  km. haben.

Für den Restwert  $\sigma_1$  kommt die Geschwindigkeit zwischen dem 5. und 6. Stiche mit  $v = 39,6 \cdot \frac{2,10}{2,08} = 40,0$  km/St. und die Zeit  $t = \frac{1}{60}$  St. in Betracht, so daß nach Gl. 31 b)

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot \frac{1}{60} = 0,333 \text{ km Weg darstellt.}$$

Für  $\sigma_2$  ist die Geschwindigkeit  $v = 40,8 \cdot \frac{2,10}{2,08} = 41,2$  km/St. und die Zeit  $t = \frac{18}{3600}$  St., also der Weg nach

$$\text{Gl. 31 b) } \sigma_2 = \frac{1}{2} \cdot 41,2 \cdot \frac{18}{3600} = 0,103 \text{ km.}$$

Der gesammte Weg zwischen III und IV beträgt nach Gl. 31 c)  $s = 8,186 + 0,333 + 0,103 = 8,622$  km.

\*) Maßstäbliche Uebereinstimmung der Abb. 15 bis 18, Taf. XXV mit den Berechnungsbeispielen liefs sich bei Vervielfältigung der Zeichnungen wegen der Dehnung des Papiers nicht genau durchführen.

Da  $\sigma_1$  und  $\sigma_2$  zu beiden Seiten einer Geschwindigkeitslinie liegen, so ist ihre Summe kleiner als  $(2i)^m$ .

Jeder Stich der Geschwindigkeitslinie gibt nach Gl. 32 a) eine bestimmte Weglänge, welche der Zug in dem abgelaufenen Mefszeitraume zurückgelegt hat.

Entspricht der in Abb. 17, Taf. XXV mit D bezeichnete vollwertige Stich bei  $2,1$  m Raddurchmesser nach Gl. 27) einer Geschwindigkeit von  $v = \frac{120 (15,1 + 0,5) 2,10}{40 \cdot 2,08} = 47,3$  km/St.,

so ist ein Weg  $s = \frac{47,3 \cdot 12}{3600} = 0,158$  km zurückgelegt.

Der Stich B derselben Geschwindigkeitslinie hat zwar einen abgemessenen Wert von  $v = 5,0$  km/St., gilt jedoch nur für die halbe Zeitdauer, also für 6 Sekunden, sodafs er auf 12 Sekunden Mefszeit bezogen nur mit  $\frac{5,0}{2} = 2,5$  km/St. in Rechnung zu stellen ist. Aehnliches ist der Fall mit Stich G am Ende der Geschwindigkeitslinie.

Bestimmt man nun sämtliche Geschwindigkeitswerte der 44 Geschwindigkeitstiche zwischen V und VI, und beträgt deren Summe nach Abb. 17, Taf. XXV  $\Sigma v = 1995,3 \cdot \frac{D}{D_0} = 2015,3$  km/St., so ist die Weglänge zwischen V und VI nach Gl. 32 b)  $s = \frac{2015,3}{300} = 6,718$  km.

Um das mühsame Geschäft der Geschwindigkeitsbestimmung sämtlicher Geschwindigkeitstiche zu verringern, ist die Weglänge zwischen den Querlinien k und  $k_1$ , welche 12 volle Wegabstiche einschließen, nach Gl. 31 a) mit  $s_0 = \frac{12 \cdot 511,6}{1000} = 6,139$  km zu berechnen.

Der linksseitige Wegrest  $\sigma_3$  wird von k abgegrenzt, welche den durch Stich C mit  $v = 30,6$  km/St. bestimmten Geschwindigkeitstich-Abstand so schneidet, daß ein Zeitraum  $\tau = 3$  Sekunden in den Wegrest fällt. Für den letztern ist also Stich C nach Gl. 33 a) nur mit  $v_n = \frac{30,6 \cdot 3}{12} = 7,6$  km/St. einzustellen. Außerdem umfaßt  $\sigma_3$  noch 3 vollwertige und 1 halbwertigen Geschwindigkeitstich von  $\Sigma v = 50,1 \cdot \frac{D}{D_0} = 50,6$  km/St., so daß der linksseitige Wegrest nach Gl. 32 b) einen Längenwert von  $\sigma_3 = \frac{50,6 + 7,6}{300} = 0,194$  km darstellt.

Die rechtsseitige Querlinie  $k_1$  schneidet zwischen den Geschwindigkeitstichen E und F (Abb. 17, Taf. XXV) ein. Auf den Wegrest entfällt dabei ein Zeitraum von  $\tau = 5$  Sekunden und eine durch folgenden Stich F bestimmte Geschwindigkeit von  $v = 41,8$  km/St. Der Geschwindigkeitstich F ist daher nach Gl. 33 a) nur mit  $v_n = \frac{41,8 \cdot 5}{12} = 17,4$  km/St. für den Wegrest in Rechnung zu stellen. Innerhalb des letztern sind außerdem noch 4 vollwertige und 1 halbwertiger Geschwindig-

keitstich mit  $\Sigma v = 96,9 \cdot \frac{D}{D_0} = 97,9 \text{ km/St.}$  vorhanden, so  
 dafs die Länge des rechtsseitigen Wegrestes  $\sigma_4 = \frac{97,9 + 17,4}{300}$   
 $= 0,384 \text{ km}$  beträgt. Die gesammte Weglänge zwischen V  
 und VI ist dann nach Gl. 33 b)  $s = 6,139 + 0,194 + 0,384$   
 $= 6,717 \text{ km}$ .

Soll die vorstehende Berechnungsweise Anspruch auf Ge-  
 nauigkeit erheben, so ist der Bedingung Genüge zu leisten,  
 dafs die Stiche des Schreibstiftes und der Kilometeranschriftung,  
 wenn sie zu gleicher Zeit erfolgen, genau senkrecht unter-  
 einander stehen. Ist das nicht der Fall, so mufs auf dem  
 Streifen eine Berichtigung durch rechnungsmäfsige Verschiebung  
 der vollen Wegabstiche vorgenommen werden.

Wendet man das abgekürzte Verfahren auch für die Er-  
 mittelung der beiderseitigen Wegreste an, so erhält man nach  
 Gl. 31 b) für  $\sigma_3 = \frac{1}{2} \cdot 30,6 \cdot \frac{45}{3600} = 0,191 \text{ km}$ , und für  $\sigma_4$   
 $= \frac{1}{2} \cdot 41,8 \cdot \frac{59}{3600} = 0,343 \text{ km}$ . Die gesammte Weglänge  
 zwischen V und VI ist dann  $s = 6,139 + 0,191 + 0,343$   
 $= 6,673 \text{ km}$ . Das Ergebnis ist also gegenüber dem nach  
 Gl. 32 b) erhaltenen um etwa  $0,6\%$  zu klein.

Zur Bestimmung des Längenwertes einer Geschwindigkeits-  
 linie durch Berechnung der Fläche wird Abb. 18, Taf. XXV als  
 Beispiel benutzt.

In einer Aufschreibung für  $120 \text{ km/St.}$  Höchstgeschwindig-  
 keit hat jedes Flächenteilchen von  $t = \frac{1}{60}$  Stunde und  $v$   
 $= 10 \text{ km/St.}$  nach Gl. 34) einen Längenwert von  $F = s$   
 $= \frac{1}{60} \cdot 10 = \frac{1}{6} \text{ km}$ .

Es gilt zunächst den Längenwert des aufsteigenden Zweiges  
 bis zum Geschwindigkeitstiche VIII zu berechnen. Zu den  
 9 Höhen, welche von 0 anfangend acht gleichbreite Streifen  
 abgrenzen, gehören die auf den Raddurchmesser  $D_1 = 2,10 \text{ m}$   
 zurückgeführten Geschwindigkeiten  $0,0; 30,3; 47,0; 56,7;$   
 $68,8; 73,6; 77,0; 80,0$  und  $82,1 \text{ km/St.}$  Die Zeit beträgt  
 $t = \frac{306}{3600}$  Stunden. Die Weglänge von Beginn der Fahrt bis  
 zum Stiche VIII ist dann nach Gl. 35)  
 $s = 4(30,3 + 56,7 + 73,6 + 80,0) + 2(47,0 + 68,8 + 77,0)$   
 $+ 82,1 \cdot \frac{306}{3600 \cdot 3 \cdot 8} = 5,065 \text{ km}$ .

Dieses Ergebnis ist allerdings erheblich geringer als das  
 nach Gl. 32 b) aus den einzelnen Geschwindigkeitstichen zu  
 ermittelnde von  $s = \frac{1546,5}{300} \cdot \frac{D}{D_0} = 5,207 \text{ km}$ .

Berechnet man die ganze Linie bis Stich IX nach diesem  
 Verfahren, so liegen im abfallenden Zweige von VIII bis IX  
 noch 4 Teile, deren 5 Höhen die Geschwindigkeitswerte  $82,1;$   
 $75,5; 67,6; 59,7$  und  $0,0 \text{ km/St.}$  haben. Die Zeit beträgt  
 $t = \frac{162}{3600}$  Stunden, und die Weglänge von VIII bis IX

$$s = 82,1 + 4 \cdot 135,2 + 2 \cdot 67,6 \cdot \frac{162}{3600 \cdot 3 \cdot 4} = 2,843 \text{ km}.$$

Demgegenüber ergibt die Berechnung nach Gl. 32 b) für  
 den Teil VIII bis IX  $s = \frac{804,3}{300} \cdot \frac{D}{D_0} = 2,707 \text{ km}$ .

Für die ganze Strecke VII bis IX erhält man also bei  
 Berechnung nach der Simpsonschen Regel Gl. 35)  
 $s = 5,065 + 2,843 = 7,908 \text{ km}$ , und nach den Geschwindig-  
 keitstichen und Gl. 32 b)  $s = 5,207 + 2,707 = 7,914 \text{ km}$ , also  
 nur einen unwesentlichen Unterschied.

Für einen aufsteigenden oder einen abfallenden Zweig  
 für sich ist daher die Simpsonsche Regel nur mit Vor-  
 sicht zu gebrauchen. Für längere Wegstrecken mit auf-  
 steigenden und abfallenden Zweigen reicht sie aus.

Die mittlere Geschwindigkeit von Fahrtbeginn bis Fahrt-  
 ende ist nach Gl. 36) zu ermitteln.

Für die Linie Abb. 16, Taf. XXV sind für 41 vollwertige  
 und 2 halbwertige Geschwindigkeitstiche nach Gl. 30)  
 $g = 41 + \frac{2}{2} = 42$  Geschwindigkeitstich-Abstände von je  
 12 Sekunden, also  $t = 8,4$  Minuten gezählt. Da nach Gl. 31c)  
 hierfür die Weglänge  $s = 8,622 \text{ km}$  beträgt, so ist die mitt-  
 lere Fahrgeschwindigkeit für die Strecke zwischen III und IV  
 $v = \frac{60 \cdot 8,622}{8,4} = 61,6 \text{ km/St.}$

Für die Linie der Abb. 17, Taf. XXV beträgt  $g = 42 + \frac{2}{2}$   
 $= 43$  und die Zeit  $t = 8,6$  Minuten. Bei der Weglänge nach  
 Gl. 32 b) von  $s = 6,718 \text{ km}$  ist die mittlere Fahrgeschwindig-  
 keit für die Strecke zwischen V und VI  $v = \frac{60 \cdot 6,718}{8,6}$   
 $= 46,9 \text{ km/St.}$

Für die Linie Abb. 18, Taf. XXV ist  $g = 38 + \frac{2}{2} = 39$ ,  
 also  $t = 7,8$  Minuten, die Weglänge nach Gl. 35)  $s = 7,908 \text{ km}$ ,  
 die mittlere Fahrgeschwindigkeit für die ganze Strecke VII  
 bis IX daher  $v = \frac{60 \cdot 7,908}{7,8} = 60,8 \text{ km/St.}$

## 11. Genauigkeitsgrad.

Die Fehlerquellen des Haufshalter-Geschwindigkeits-  
 messers bilden nach dem Grade ihres Einflusses drei Gruppen:

1. Ausführungsfehler am Werke;
2. Betriebsfehler, deren Wirkung auf das Ergebnis durch  
 Rechnung berichtigt werden kann;
3. Fehler in der Anordnung, deren veränderlicher Einfluß  
 unbekannt ist, sich jedoch innerhalb bestimmter Grenzen  
 bewegt.

Für die Wertschätzung eines Geschwindigkeitsmessers  
 können die der ersten Gruppe angehörigen Erscheinungen unbe-  
 denklich ausgeschieden werden. Sie sind bei Besprechung der  
 einzelnen Bestandteile von vornherein teils als geringfügig  
 erkannt, teils lassen sie sich durch Aufwendung üblicher Sorg-  
 falt beim Einregeln ausgleichen.

Hierher zählen alle mechanischen Eingriffsfehler, Gang-  
 fehler des Zeitwerkes innerhalb der Mefszeit, auch der unbe-

deutende Einfluß etwaiger Verschiebung der Drehachsen im Antriebe.

Die Grundlagen für richtige Bauart und genaue Nachrechnung der Aufschreibung sind jedoch zu wahren. Dies bezieht sich auf gleichmäßige Auflage beider Zahnstangenstifte auf der Ringfläche des Fallstückes in dessen höchster Ruhestellung, auf die richtige Stellung des Zeigers zum Nullpunkte des Zifferblattes und des Schreibstiftes zur Nulllinie der Aufschreibung, ferner auf die lotrechte Lage des Schreibstiftes über der Kilometer-Stechspitze.

Die durch Reibungs- oder Riemen-Antrieb verursachten Unregelmäßigkeiten scheiden aus, weil beide Anordnungen wegen Verstopfens gegen den Grundsatz der Zwangläufigkeit unzulässig sind; die durch Schleudern der Triebäder hervorgerufenen Abweichungen sind als zufällige nicht sicher zu verfolgen.

Zur zweiten Gruppe zählen diejenigen Einflüsse, welche durch die Veränderlichkeit des Raddurchmessers der Triebachse und durch die Abrundungen hervorgerufen werden, die bei endgültiger Feststellung des Uebersetzungsverhältnisses von Triebachse zu Antriebswelle und bei Bestimmung der Zähnezah für das Sperrad der Kilometer-Anschreibung erzeugt werden, ebenso die Erscheinungen, welche bei Regelung der Mefszeit durch Veränderung der Schlagzahl des Zeitwerkes auftreten. Sie sind sämtlich genau bekannt, und lassen sich durch Rechnung berichtigen, oder durch Einteilung des Zifferblattes von Fall zu Fall aufheben.

Nur die der Anordnung des Werkes eigentümlichen Erscheinungen der dritten Gruppe beeinflussen die Richtigkeit des Mefsergebnisses in zwar begrenzter, aber unbekannter Weise. Hierher gehört die veränderliche Ruhestellung des Fallstückes, der Unterschied zwischen der 1. und 2. Zeigereinstellung, die rechnermäßig möglichen, im Betriebe vermeidbaren Fehler bei Rückstellung des Zeigers durch den steilen Schraubengang, der Geschwindigkeitsunterschied beim Ertönen des ersten

Glockenschlages und die Unmöglichkeit, Beginn und Ende einer Fahrtbewegung auf dem Papierstreifen scharf zu bestimmen.

Für den gewöhnlichen Gebrauch erscheinen diese Abweichungen einzeln unbedenklich, nur für besondere Betriebszwecke und bei Vornahme genauer Messungen muß damit gerechnet werden.

Das geradlinige Gesetz, nach dem die aufgezählten Betriebsfehler auf das Mefsergebnis einwirken, ist ein Vorzug des Haufshälter-Geschwindigkeitsmessers, andererseits wird die Länge der Mefabschnitte von  $10\frac{2}{3}$  und 12 Sekunden vielfach als ein Mifsstand empfunden, der sich insbesondere bei schnellem Anfahren und Halten des Zuges, sowie beim Fahren im Gefälle äußert.

Diesen Nachteil sucht man in letzter Zeit durch weitere Teilung der Mefszeit zu vermeiden,\*) und nach veränderten Grundsätzen eine Umänderung des Haufshälter-Geschwindigkeitsmessers auf einsekundliche Zeigereinstellung und dreisekundliche Geschwindigkeits-Aufschreibung durchzuführen.

Die Frage, wie weit die damit verbundene Unterteilung der Zeit auf mechanischem Wege gelungen ist, muß späterer Untersuchung nach endgültiger Durchbildung dieser Werke vorbehalten bleiben.

Bei der jetzigen Bauart kann man die Fehlergrenze, welche dem zweiten Mefabschnitte, also der Hauptmessung mit  $\pm \frac{x}{80}$  km/St. anhaftet, allgemein als Durchschnittswert für den Genauigkeitsgrad ansehen. Der letztere ist also beim Haufshälter-Geschwindigkeitsmesser sowohl für die Ablesung am Zifferblatte, als auch für die Nachrechnung der Aufschreibung, jedoch abgesehen von den rechnermäßig möglichen Berichtigungen der Betriebsfehler allgemein mit  $\pm \frac{x}{80} \cdot \frac{100}{x} = \pm 1,25\%$  anzunehmen.

\*) Organ 1903, S. 108.

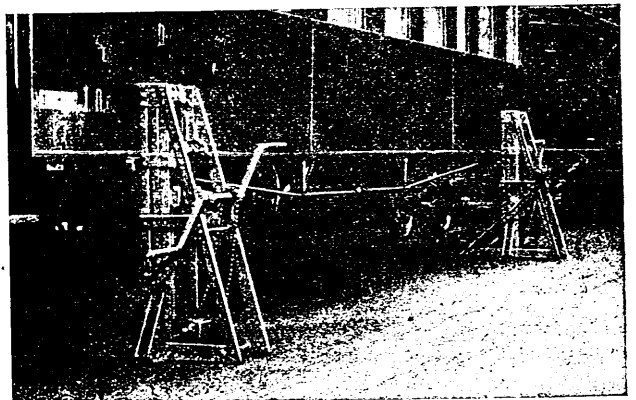
## Winde zum Hochheben vierachsiger Personenwagen.

Von H. Kuttruff, Baurat, Vorstand der Hauptwerkstätte zu Karlsruhe.

Hierzu Zeichnungen Abb. 10 bis 17 auf Tafel XXXIV.

Das Hochheben vierachsiger Personenwagen behufs Ein- und Ausbringens der Drehgestelle geschieht in der Regel mit gewöhnlichen Wagenhebeböcken. Hierzu sind acht Hebeböcke und vier Querträger erforderlich. Das Einziehen der letzteren wird durch die unter den Wagen befindlichen Teile, wie Gasbehälter, Bremssteile, Längsträgerversteifungen sehr erschwert und zeitraubend, auch ist eine gleichmäßige Verteilung der Querträger auf die Wagenlänge meist nicht möglich; beim Aufwinden treten also, namentlich, wenn es nicht ganz gleichmäßig erfolgt, ungünstige Spannungen und Verbiegungen der Wagenwände ein. Man hat deshalb für obigen Zweck besondere Hebevorrichtungen gebaut, welche mit Prefs-Wasser oder -Luft oder mit mechanischer Uebersetzung getrieben werden. Diese Hebewerke sind jedoch sehr teuer und wegen der für sie nötigen

Abb. 1.



Untermauerungen an einen bestimmten Platz gebunden; sie eignen sich wohl zum raschen Auswechseln von Drehgestellen, nicht aber dann, wenn der Wagen zur Ausbesserung längere Zeit gehoben bleiben muß.

Der Verfasser war deshalb bestrebt, einen Hebebock so auszubilden, daß ein Drehgestellwagen mit vier Böcken, welche zu ihrer Aufstellung nur guten ebenen Boden, aber keine besondere Untermauerung oder Befestigung bedürfen, ohne Einziehen von Querträgern und ohne jede weitere Rüstung sicher und rasch gehoben werden kann.

Als Angriffspunkt für die Hebevorrichtung können nur die vier Endpunkte der beiden über der Mitte der Drehgestelle befindlichen Kastenquerträger, welche den Drehzapfen aufnehmen, in Betracht kommen. Da der Wagenkasten auch während des Betriebes auf dieser Querschwellen ruht, so tritt beim Heben keine Verbiegung ein.

Die Bauart und Wirkungsweise des neuen Hebebockes ist aus der Zeichnung (Abb. 1 bis 9, Taf. XXXIV) verständlich. Da in der Ebene der Drehachse der Untergestelle gewöhnlich die Hängwerkstangen des Längsträgers angreifen, wird das Zwischenstück des an den Ständern des Bockes gleitenden Rollschlittens nach den Augen der Stütze geformt, welche die Spannstange aufnimmt.

Wenn die Spannstangen vor der Drehgestellmitte angreifen, wird ein Pafsstück eingelegt, welches nach der untern Fläche des betreffenden Wagenkastens in der Ebene der Drehachse geformt ist, wie beispielsweise in Abb. 4 bis 5, Taf. XXXIV angegeben ist.

Die Standsicherheit des Bockes ist dadurch gewahrt, daß sein Fuß weit genug unter den Wagen hineingebaut ist, um Kippen nach innen auszuschließen.

Bei der Bauart des Fußes ist berücksichtigt, daß die gewöhnlich vorhandenen Querfedern des Drehgestelles genügend Spielraum haben. Die Übersetzung der Winde ist so bemessen, daß zwei Mann an jedem Hebebocke zum Betriebe genügen.

Die Achse der Antriebschnecke ist beiderseits über die Lager hinaus verlängert, damit die Böcke miteinander gekuppelt und elektrisch angetrieben werden können, wie dies bei Lokomotivhebezeugen in einigen Werkstätten üblich ist.

In der Hauptwerkstätte Karlsruhe, wo die neuen Hebebocke im Gebrauch sind, hat man von dieser Antriebsart bisher abgesehen, weil die mit der Aufstellung der Triebmaschine und der gegenseitigen Kuppelung der Böcke verbundenen Arbeiten ebenso viel, wenn nicht gar mehr Zeit erfordern, als das Aufwinden von Hand, das in höchstens 10 Minuten vollzogen ist. Da die zum Aufwinden erforderlichen Arbeiter zum Verschieben der Drehgestelle und Vornahme der an diesen und den Wagenkasten notwendigen Instandsetzungsarbeiten doch gebraucht werden, so ist in der Regel eine Ersparnis an Arbeitslohn durch den mechanischen Betrieb der Hebebocke nicht zu erzielen. Die Hebebocke können des leichten Versetzens halber auch mit Laufrollen ausgerüstet werden. Da aber nur geringe Wege in Frage kommen, hat man zur Vereinfachung der Bauart hier von deren Anbringung abgesehen.

Das Gewicht eines vollständigen Hebebockes beträgt 545 kg.

### Einiges über Eisenbahnoberbau.

Von A. Francke Baurat in Herzberg a. Harz.

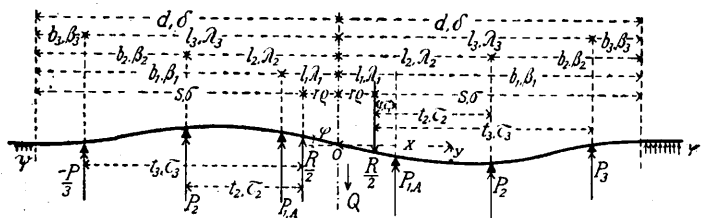
(Schluß von Seite 203.)

#### V. Wirkung einer beliebig stehenden Einzellast.

Soll die Wirkung einer auf den Querschwellenoberbau beliebig stehenden Einzellast R erschöpfend in der Weise bestimmt werden, daß nicht nur die Erzeugung der Kräfte, sondern auch die Gleichung der erzeugten elastischen Senkungen festgelegt wird, so kann man die vier elastischen Werte: Senkung  $y_m$ , Drehung  $\varphi$ , Moment  $M_m$ , Querkraft Q bestimmen, welche die Einzellast R in der Mitte derjenigen Oeffnung hervorruft, auf welcher R steht. Denn sind diese vier Werte ein für allemal durch feststehende Gleichungen gegeben, so ist damit auch die elastische Senkung und die Kräfteverteilung für jeden Punkt des Oberbaues bekannt.

Bei beliebiger Stützweite und wenn die Mittellinie der

Abb. 20.



mit R belasteten Oeffnung Symmetrieachse des Oberbaues ist, nehme man zunächst zur Bestimmung der beiden Werte  $\varphi$ , Q durch allgemeine Formeln antisymmetrische Belastung mit den Werten  $\frac{R}{2}$  an (Textabb. 20). Dann wird Senkung und Moment im Symmetriepunkte  $O = 0$ , es gelten die Gleichungen der elastischen Senkung:

$$\text{Gl. 10) } \left\{ \begin{aligned}
 EJy &= EJ\varphi x + \frac{Qx^3}{6} + \frac{R(x-r)^3}{12} - \frac{\sum P(x-l)^3}{6}, \\
 EJ \frac{dy}{dx} &= EJ\varphi + \frac{Qx^2}{2} + \frac{R(x-r)^2}{4} - \frac{\sum P(x-l)^2}{2}, \\
 EJ \frac{d^2y}{dx^2} &= Qx + \frac{R(x-r)}{2} - \sum P(x-l), \\
 EJ \frac{d^3y}{dx^3} &= Q + \frac{R}{2} - \sum P.
 \end{aligned} \right.$$

Daraus folgen für  $x = d$  die vier Bedingungsgleichungen der elastischen Bindung der Balkenenden:

$$\begin{aligned}
 EJ\varphi d + \frac{Qd^3}{6} + \frac{Rs^3}{12} - \frac{\sum P b^3}{6} &= \frac{A + B}{4m^3}, \\
 EJ\varphi + \frac{Qd^2}{2} + \frac{Rs^2}{4} - \frac{\sum P b^2}{2} &= \frac{-B}{2m^2},
 \end{aligned}$$

$$Qd + \frac{Rs}{2} - \Sigma P b = \frac{B-A}{2m},$$

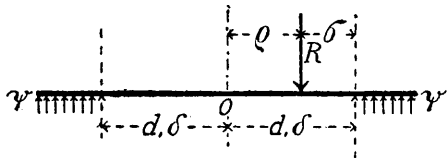
$$Q + \frac{R}{2} - \Sigma P = A.$$

Daraus können unter Einführung der Winkelzahlen  $\delta = md$  die beiden Gleichungen abgeleitet werden:

$$\text{Gl. 11) } \begin{cases} -\frac{\psi\varphi}{2m^2} - Q(1+\delta)^2 + \Sigma P(1+\beta)^2 = \frac{R(1+\sigma)^2}{2}, \\ \frac{\psi\varphi}{m^2} \delta - 2Q\left(1+\delta - \frac{\delta^3}{3}\right) + 2\Sigma P\left(1+\beta - \frac{\beta^3}{3}\right) = R\left(1+\sigma - \frac{\sigma^3}{3}\right). \end{cases}$$

Ist  $P_1 = P_2 = 0$ , so folgt aus diesen beiden Gleichungen (Textabb. 21) der Wert der Querkraft links von R, sowie die

Abb. 21.



elastische Drehung  $\varphi$  der Mitte, für den auf der Strecke  $2d$  nicht unterstöpften Langschwelenoberbau:

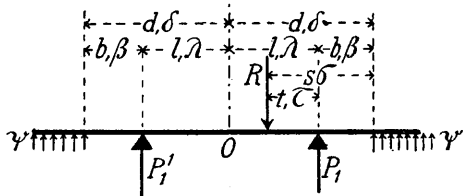
$$\text{III) } \begin{cases} \frac{\psi\varphi}{m^2} = \frac{(1+\delta)^2\left(1+\sigma - \frac{\sigma^3}{3}\right) - (1+\sigma)^2\left(1+\delta - \frac{\delta^3}{3}\right)}{1+\delta - \frac{\delta^3}{3} + \delta(1+\delta)^2}, \\ \varphi, Q \quad -Q = \frac{\left(1+\sigma - \frac{\sigma^3}{3}\right) + \delta(1+\sigma)^2}{2\left\{1+2\left(\delta + \delta^2 + \frac{\delta^3}{3}\right)\right\}}, \end{cases}$$

woraus für  $\sigma = \delta$   $\varphi = 0$ ,  $Q = -\frac{1}{2}$ , für  $\sigma = 0$ , also für die Stellung der Last R auf der Auflagerkante des elastisch eingemauerten Balkens:

$$\frac{\psi\varphi}{m^2} = \frac{\delta + \delta^2 + \frac{\delta^3}{3}}{1+2\left(\delta + \delta^2 + \frac{\delta^3}{3}\right)}, \quad -Q = \frac{1+\delta}{2+4\left(\delta + \delta^2 + \frac{\delta^3}{3}\right)}$$

folgt. Werden zwei Schwellen hinzugenommen (Textabb. 22),

Abb. 22.



so tritt zu den beiden Gleichungen 11) als dritte Bedingung hinzu:

$$EJ \frac{P_1}{k_1} = EJ\varphi l_1 + \frac{Q l_1^3}{6} + \frac{R t^3}{12},$$

oder anders geschrieben:

$$\frac{P_1 \psi}{m k_1} = \frac{\psi \varphi \lambda}{m^2} + \frac{2}{3} Q \lambda_1^3 + \frac{R \tau^3}{3},$$

so daß die drei Gleichungen gelten:

$$\text{12) } \begin{cases} -\frac{\psi\varphi}{2m^2} - Q(1+\delta)^2 + P(1+\beta)^2 = \frac{R(1+\sigma)^2}{1}, \\ \frac{\psi\varphi\delta}{m^2} - 2Q\left(1+\delta - \frac{\delta^3}{3}\right) + 2P\left(1+\beta - \frac{\beta^3}{3}\right) = R \\ \quad \left(1+\sigma - \frac{\sigma^3}{3}\right), \\ -\frac{\psi\varphi\lambda}{m^2} - \frac{2}{3} Q \lambda^3 + \frac{P\psi}{m k_1} = \frac{R \tau^3}{3}, \end{cases}$$

aus welchen die Werte folgen:

$$\text{IV) } \varphi \cdot Q \frac{\psi\varphi}{m^2} = \frac{Z_\psi}{N}, \quad Q = \frac{Z_Q}{N},$$

worin also der Nenner N die Determinante der Gleichungen 12) bedeutet:

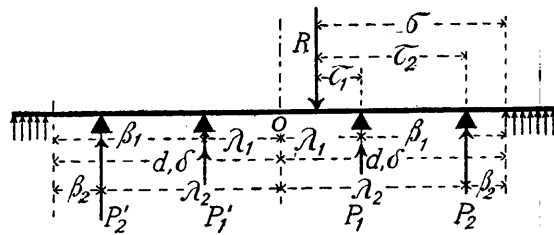
$$N = \begin{vmatrix} -\frac{1}{2} & -(1+\delta)^2 & (1+\beta)^2 \\ \delta & -2\left(1+\delta - \frac{\delta^3}{3}\right) & 2\left(1+\beta - \frac{\beta^3}{3}\right) \\ -\lambda & -\frac{2}{3}\lambda^3 & \frac{\psi}{m k_1} \end{vmatrix}$$

$Z_\psi$  aber aus N durch Vertauschung der Werte der ersten Spalte mit den Werten der rechten Seite der Gleichungen hervorgeht, während  $Z_Q$  durch dieselbe Vertauschung der Glieder der zweiten Spalte erhalten wird. Will man diese Gleichungen in der Form schreiben:

$$\frac{\psi\varphi}{m^2} = \frac{S \frac{\psi}{m k_1} + S_0}{D \frac{\psi}{m k_1} + D_0},$$

so hat man nur zu überlegen, daß  $D_0, S_0$  aus N,  $Z_\psi$  folgen, für  $\frac{\psi}{m k_1} = 0$ , und diese Werte  $Q, \varphi$  sind also (Textabb. 22) die mathematisch genauen Werte, welche die einzelne Last R in der Mitte des durch zwei Einzelstützen getragenen Balkens mit elastisch gebundenen Enden erzeugt.

Abb. 23.



Werden zwei weitere Stützen zugefügt (Textabb. 23), so gelten die vier Gleichungen:

$$\text{13) } \begin{cases} \frac{\psi\varphi}{2m^2} - Q(1+\delta)^2 + P_1(1+\beta_1)^2 + P_2(1+\beta_2)^2 = \frac{R(1+\sigma)^2}{2}, \\ \frac{\psi\varphi\delta}{m^2} - 2Q\left(1+\delta - \frac{\delta^3}{3}\right) + 2P_1\left(1+\beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3}\right) + 2P_2 \\ \quad \left(1+\beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3}\right) = \frac{R}{3}\left(1+\sigma - \frac{\sigma^3}{3}\right), \\ -\frac{\psi\varphi\lambda_1}{m^2} - \frac{2}{3} Q \lambda_1^3 + \frac{P_1\psi}{m k_1} + 0 = \frac{R \tau_1^3}{3}, \\ -\frac{\psi\varphi\lambda_2}{m^2} - \frac{2}{3} Q \lambda_2^3 + \frac{2}{3} P_1(\lambda_2 - \lambda_1)^3 + \frac{P_2\psi}{m k_2} = \frac{R \tau_2^3}{3}, \end{cases}$$



aus welchen wieder die Werte  $\varphi$ ,  $Q$ , welche die Last  $R$  der Textabb. 23 erzeugt, in der angegebenen Weise berechnet werden können.

Betrachten wir aber (Textabb. 24 und 25) sechs Einzel-

Abb. 24.

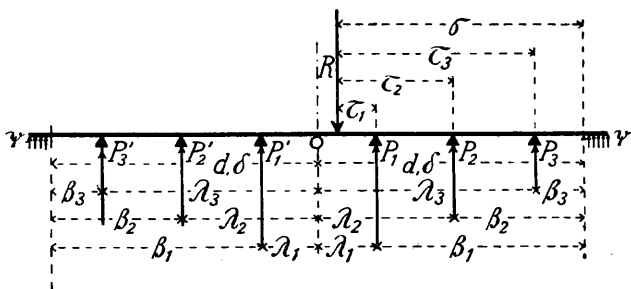
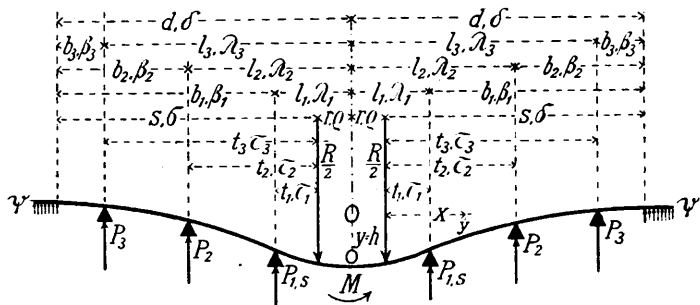


Abb. 25.



stützen, so gelten zur Berechnung von  $\varphi$  und  $Q$  die Gleichungen:

$$14) \left\{ \begin{aligned} &-\frac{\psi\varphi}{2m^2} - Q(1+\delta)^2 + P_1(1+\beta_1)^2 + P_2(1+\beta_2)^2 + P_3 \\ &\quad (1+\beta_3)^2 = \frac{R(1+\sigma)^2}{2}, \\ &\frac{\psi\varphi\delta}{m^2} - 2Q\left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}\right) + 2P_1\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right) + 2P_2 \\ &\quad \left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right) + 2P_3\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) = R\left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), \\ &-\frac{\psi\varphi\lambda_1}{m^2} - \frac{2}{3}Q\lambda_1^3 + \frac{P_1\psi}{mk_1} + 0 + 0 = \frac{R\tau_1^3}{3}, \\ &-\frac{\psi\varphi\lambda_2}{m^2} - \frac{2}{3}Q\lambda_2^3 + \frac{2P_1(\lambda_2-\lambda_1)^3}{2} + \frac{P_2\psi}{mk_2} + 0 = \frac{R\tau_2^3}{3}, \\ &-\frac{\psi\varphi\lambda_3}{m^2} - \frac{2}{3}Q\lambda_3^3 + \frac{2P_1(\lambda_3-\lambda_1)^3}{3} + \frac{2P_2(\lambda_3-\lambda_2)^3}{3} \\ &\quad + \frac{P_3\psi}{mk_3} = \frac{R\tau_3^3}{3}. \end{aligned} \right.$$

Man kann die Betrachtung hiernach auf eine beliebige Anzahl Einzelstützen ausdehnen, also  $\varphi$ ,  $Q$  auf Grund der Annahme so vieler Einzelstützen berechnen, wie man will.

Die Gleichungen sind nach der hier gewählten Schreibweise unter der Voraussetzung aufgestellt, dass  $R$  auf der analytisch positiven Seite der Symmetrieachse steht. Sie sind daher allgemein ohne weiteres nur anwendbar unter der Voraussetzung  $\tau_1 < \lambda_1$ ; für Stellungen  $R$ , bei denen  $\tau_1 > \lambda_1$  ist, ist von der andern Seite aus unter Annahme des Wertes  $2\lambda_1 - \tau_1$  zu rechnen.

Um aber auch die Werte  $y_m = h$ , sowie  $M$  zu berechnen, betrachten wir (Textabb. 25) symmetrische Laststellung mit den Werten  $\frac{R}{2}$  und erhalten hierfür die Gleichung:

$$\begin{aligned} EJy &= EJh - \frac{Mx^2}{2} + \frac{R(x-r)^3}{12} - \sum \frac{P(x-l)^3}{6}, \\ EJ \frac{dy}{dx} &= -Mx + \frac{R(x-r)^2}{4} - \sum \frac{P(x-l)^2}{2}, \\ EJ \frac{d^2y}{dx^2} &= -M + \frac{R(x-r)}{2} - \sum P(x-l), \\ EJ \frac{d^3y}{dx^3} &= 0 + \frac{R}{2} - \sum P, \end{aligned}$$

woraus, für  $x = d$ , die Bedingungen folgen

$$\begin{aligned} \frac{\psi h}{m} - 2mM\delta^2 + \frac{R\sigma^3}{3} - \frac{2}{3}\sum P\beta^3 &= A + B, \\ -2mM\delta + \frac{R\sigma^2}{2} - \sum P\beta^2 &= -B, \\ -2mM + R\sigma - 2\sum P\beta &= B - A, \\ \frac{R}{2} - \sum P &= A. \end{aligned}$$

Daraus folgen die beiden Gleichungen:

$$15) \left\{ \begin{aligned} &\frac{\psi h}{m} + 2mM(1-\delta^2) + 2\sum P\left(1+\beta-\frac{\beta^3}{3}\right) \\ &\quad = R\left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), \\ &2mM(1+\delta) + \sum P(1+\beta)^2 = \frac{R(1+\sigma)^2}{2}. \end{aligned} \right.$$

Ist  $P_1 = P_2 = P_3 = 0$ , so genügen diese beiden Gleichungen zur Berechnung der gesuchten Werte  $h$ ,  $M$ , daher stellen die Gleichungen:

$$16) \left. \begin{aligned} &M = \frac{R(1+\sigma)^2}{4m(1+\delta)}, \\ &\frac{\psi h}{mR} = 1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3} + \frac{(\delta-1)(1+\sigma)^2}{2}, \end{aligned} \right\}$$

die für den Fall der Textabb. 21 durch  $R$  erzeugten Werte des Biegemomentes  $M$  der Trägermitte und der Senkung  $h$  daselbst dar.

Für  $s = d$ ,  $\sigma = \delta$ , also Mittelstellung der Last  $R$  folgen daraus die Werte

$$\begin{aligned} M &= \frac{R}{4m}(1+\delta), \\ h &= \frac{mR}{2\psi}\left(1+\delta+\delta^2+\frac{\delta^3}{3}\right). \end{aligned}$$

Für  $\sigma = 0$ , also Endstellung der Last  $R$  ergibt sich:

$$\begin{aligned} M &= \frac{R}{4m(1+\delta)}, \\ h &= \frac{mR}{2\psi}(1+\delta). \end{aligned}$$

Werden wieder zwei Stützen zugefügt (Textabb. 24), so gelten die drei Gleichungen:

$$16) \left\{ \begin{aligned} &\frac{\psi h}{m} + 2mM(1-\delta^2) + 2P\left(1+\beta-\frac{\beta^3}{3}\right) = R \\ &\quad \left(1+\sigma-\frac{\sigma^3}{3}\right), \\ &2mM(1+\delta) + P(1+\beta)^2 = \frac{R(1+\sigma)^2}{2}, \\ &-\frac{\psi h}{m} + 2mM\lambda^2 + \frac{P\psi}{mk_1} = \frac{R\tau^3}{3}, \end{aligned} \right.$$

aus welchen wieder die Werte  $\frac{\psi h}{m}$ ,  $2mM$  für den Fall der Textabb. 22 berechnet werden können.

Geht man zur Betrachtung einer gröfsern Anzahl Einzelstützen über, so hat man eine gröfsere Anzahl Gleichungen zu betrachten und allgemein zu schreiben:

$$\text{Gl. 17) } \left\{ \begin{aligned} & \frac{\psi h}{m} + 2mM(1 - \delta^2) + 2 \Sigma P \left( 1 + \beta - \frac{\beta^3}{3} \right) \\ & \qquad \qquad \qquad = R \left( 1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3} \right), \\ & 2mM(1 + \delta) + \Sigma P(1 + \beta)^2 = \frac{R(1 + \sigma)^2}{2}, \\ & -\frac{\psi h}{m} + 2mM\lambda_1^2 + \frac{P_1 \psi}{m k_1} + 0 = \frac{R \tau_1^3}{3}, \\ & -\frac{\psi h}{m} + 2mM\lambda_2^2 + \frac{2}{3} P_1 (\lambda_2 - \lambda_1)^3 + \frac{P_2 \psi}{m k_2} + 0 \\ & \qquad \qquad \qquad = \frac{R \tau_2^3}{3}, \\ & -\frac{\psi h}{m} + 2mM\lambda_3^2 + \frac{2}{3} P_1 (\lambda_3 - \lambda_1)^3 + \frac{2}{2} P_2 (\lambda_3 - \lambda_2)^3 \\ & \qquad \qquad \qquad + \frac{P_3 \psi}{m k_3} = \frac{R \tau_3^3}{3}, \end{aligned} \right.$$

welche Gleichungen, wenn noch weitere Einzelstützen  $P_4, P_5$  in Betracht gezogen werden sollen, weiter fortzusetzen sind.

Da man hiernach in der Lage ist, die vier Werte: elastische Senkung  $h$ , elastische Drehung  $\varphi$ , Moment  $M$ , Querkraft  $Q$ , welche  $R$  bei beliebiger Stellung in der Mitte der Oeffnung erzeugt, in der es steht, so genau zu berechnen, wie man will, so ist hierdurch auch allgemein die elastische Erregung und Biegung des ganzen Schienenbalkens bestimmt.

Für die rechte Seite, auf welcher  $R$  steht, würde beispielsweise die Gleichung der elastischen Senkung  $y$  bezogen auf die Mittellinie lauten:

$$EJy = EJh + EJ\varphi x - \frac{Mx^2}{2} + \frac{Qx^3}{6} + \frac{R(x-r)^3}{6} - \frac{\Sigma P(x-l)^3}{6},$$

während für die linke Seite, auf welcher  $R$  nicht steht, die entsprechende Gleichung gelten würde:

$$EJy = EJh - EJ\varphi x - \frac{Mx^2}{2} - \frac{Qx^3}{6} - \frac{\Sigma P(x-l)^3}{6}.$$

Durch diese Gleichungen sind alle elastischen Senkungen, sowie überhaupt alle Werte für jeden Punkt des Oberbaues gegeben. Beispielsweise sind durch sie die elastischen Senkungen in den Schwellenpunkten  $P_1$ , also auch die Gröfsen der Druckkräfte  $P_1$  sowohl für die rechte, als auch für die linke Seite bekannt.

Kommt es aber nicht darauf an, die Linie  $y$  der elastischen Senkung selbst darzustellen, handelt es sich vielmehr nur um Klarstellung der Kräfteverteilung, so wird man sich zweckmäfsiger Weise überhaupt von vornherein gar nicht mit einer Darstellung der Gröfsen  $y_m = h, \varphi$  befassen, sondern aus den vorstehend gegebenen analytischen Gleichungen gleich die Kraftgröfsen  $Q, M, P_A, P_s$  durch Formeln feststellen.

Einfacher und übersichtlicher wird man für diesen Fall von vornherein aus den ursprünglichen analytischen Gleichungen die Gröfsen  $h, \varphi$  als für sich kenntlich beseitigen, und nur

diejenigen Kraftgröfsen in die Erscheinung treten lassen, welche man berechnen will. Dieses Verfahren läuft auf eine Auscheidung der Gröfsen  $h, \varphi$  aus den oben gegebenen Gleichungen hinaus.

Man schreibt also beispielsweise die Gleichung der elastischen Senkung für Antisymmetrie:

$$EJl_1 y = \frac{Q(x^3 l_1 - l_1^3 x)}{6} - \frac{R t_1^3 x}{12} + \frac{P_1 EJx}{k_1} + \frac{R l_1 (x-r)^3}{12} - l_1 \Sigma \frac{P(x-l)^3}{6}.$$

Daraus folgt durch Ableitung:

$$EJl_1 \frac{dy}{dx} = \frac{Q(3x^2 l_1 - l_1^3)}{6} - \frac{R t_1^3}{12} + \frac{P_1 EJ}{k_1} + \frac{R l_1 (x-r)^2}{4} - \frac{l_1 \Sigma P(x-l)^2}{2},$$

$$EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = Qx + \frac{R(x-r)}{2} - \Sigma P(x-l),$$

$$EJ \frac{d^3 y}{dx^3} = Q + \frac{R}{2} - \Sigma P,$$

und hieraus können für  $x = d$  die beiden allgemeinen Bedingungsgleichungen abgeleitet werden:

$$\text{Gl. 18) } \left\{ \begin{aligned} & 2Q \left[ 1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \delta(1 + \delta)^2 \right] - 2 \Sigma P \left\{ 1 + \beta - \frac{\beta^3}{3} + \delta(1 + \beta)^2 \right\} = -R \left\{ 1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3} + (1 + \sigma)^2 \delta \right\}, \\ & Q \lambda_1 \left[ (1 + \delta)^2 - \frac{\lambda_1^2}{3} \right] + \frac{P_1 \psi}{2 m k_1} - \lambda_1 \Sigma P(1 + \beta)^2 = \frac{R}{2} \left\{ \frac{\tau_1^3}{3} - \lambda_1 (1 + \sigma)^2 \right\}, \end{aligned} \right.$$

welche zusammen mit den weiteren Bedingungen  $y_2 = \frac{P_2}{k_2}$ ,

$y_3 = \frac{P_3}{k_3} \dots \dots$  zur unmittelbaren Berechnung aller Kraftgröfsen  $Q, P_{1A}, P_{2A}$  genügen. Hierbei gilt für  $P_{1A}$  auf der linken Trägerseite der negative Wert der rechten Seite, deshalb soll  $P_{1A}' = -P_{1A}$  gesetzt werden.

Ist  $P_1 = P_2 = P_3 = 0$ , so gilt von den Gleichungen 18) nur die erste, nicht etwa auch die zweite, den unbestimmten Wert  $\frac{P_1}{k_1} = \frac{0}{0}$  enthaltende.

Die Gleichung aber der elastischen Senkung  $y$  bei symmetrischer Belastung  $\frac{R}{2}$  kann man von vornherein schreiben:

$$EJy = + \frac{M(l_1^2 - x^2)}{2} + \frac{EJP_1}{k_1} - \frac{R t_1^3}{12} + \frac{R(x-r)^3}{12} - \frac{\Sigma P(x-l)^3}{6},$$

aus welcher für  $x = d$  die beiden allgemeinen Bedingungsgleichungen abgeleitet werden können:

$$\text{Gl. 19) } \left\{ \begin{aligned} & 2mM(1 + \delta) + \Sigma P(1 + \beta)^2 = \frac{R(1 + \sigma)^2}{2}, \\ & 2mM(1 - \delta^2 + \lambda_1^2) + \frac{P_1 \psi}{m k_1} + 2 \Sigma P \left( 1 + \beta - \frac{\beta^3}{3} \right) \\ & \qquad \qquad \qquad = R \left( 1 + \sigma - \frac{\sigma^3}{3} + \frac{\tau_1^3}{3} \right), \end{aligned} \right.$$

welche zusammen mit den Gleichungen

$$y_2 = \frac{P_2}{k_2}, y_3 = \frac{P_3}{k_3}, y_4 = \frac{P_4}{k_4} \dots$$

genügen, die Größen  $M, P_{1s}, P_{2s} \dots$  zu bestimmen.

Eine einzelne Einzellast  $R$  aber erzeugt die soeben nachgewiesenen Werte, nämlich die Querkraft  $Q$  links von ihrem Angriffspunkte, das Biegemoment  $M$  in der Mitte der Öffnung, auf welcher  $R$  steht, sowie die Stützdrücke  $P_1 = P_{1s} \pm P_{1A}, P_2 = P_{2s} \pm P_{2A} \dots$ , wobei das Vorzeichen  $+$  auf die rechte Seite, auf welcher  $R$  steht, zu beziehen ist, während

das Vorzeichen  $-$  für die linke Seite gilt, auf der  $R$  nicht steht.

Wird  $\tau_1 = \lambda_1, \sigma = \delta$ , so wird die Wirkung der Antisymmetrie  $= 0$ ; aus den Gleichungen 18) folgt dann allgemein  $Q = 0, P_{1A} = P_{2A} = 0$ , während die Gleichungen 19) den in Abschnitt II\*) eingehend behandelten Fall des unter der Last  $R$  bei deren Mittelstellung erzeugten Biegemomentes darstellen.

\*) Organ 1902, S. 34.

## Vereinfachung des Bahnunterhaltungsdienstes und Herstellung von Weg-Unter- und Ueberführungen bei den bayerischen Staatseisenbahnen.

Von **F. Weikard**, Generaldirektionsrat und **E. Ebert**, Regierungsrat zu München.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 11 auf Tafel XXXII und Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXXIII.

(Fortsetzung von Seite 209.)

### 2. Wegüberführungen.

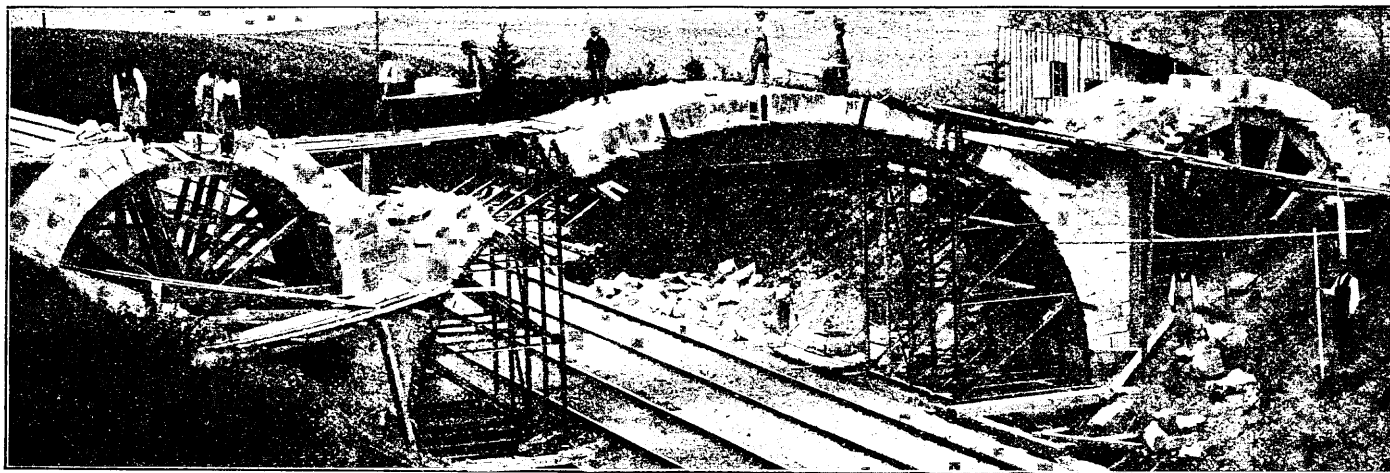
#### a) Auf der freien Strecke.

Die Wegüberführungen werden bei nicht beschränkter Bauhöhe und höchstens zweigleisiger Bahn zweckmäßig nach Abb. 1 und 2, Taf. XXXII in Beton oder Bruchsteinmauerwerk auch aus Schlackenziegeln ausgeführt und zwar die Brücken mit Sparbogen der Form A (Textabb. 1, Abb. 1, Taf. XXXII)

da, wo die Bahn in entsprechend tiefem Einschnitte liegt, die der Form B (Textabb. 2 und Abb. 2, Taf. XXXII) über flachen Einschnitten und bei Lage der Bahn in Geländehöhe.

Muß die Bauhöhe tunlichst, nicht aber auf das geringste erreichbare Maß beschränkt werden, so ist die Anordnung von Beton-Eisenüberbau ähnlich dem für Wegunterführungen besprochenen nach Abb. 3, Taf. XXXII zweckmäßig.

Abb. 1.



Wegüberführung Form A.

Die Betonumhüllung erfüllt hierbei zugleich den sehr wichtigen Zweck des Schutzes des Eisenüberbaues gegen die zerstörenden Einwirkungen der sauren Lokomotivgase und -Dämpfe. Der Fahrweg dieser Ueberführungen wird in der Regel mit Steinpflaster befestigt, dessen Fugen mit Asphalt ausgegossen werden, damit das Tagwasser nicht auf die, das Eisenwerk umhüllende Betondecke gelangen kann. Nur in Ausnahmefällen, wo die Bauhöhe auf das geringst erreichbare Maß beschränkt werden muß, wird eine Schotterdecke auf Belageisen nach Abb. 4, Taf. XXXII angewendet.

Für die statische Berechnung der bezeichneten Beton-Eisenüberbauten wird in der Regel angenommen, daß die

Wagenbelastung von vier neben einander liegenden Trägern ohne Mitwirkung der Betonumhüllung gleichmäßig aufgenommen wird.

Die für die Gestaltung sämtlicher Ueberbauten der Wegüberführungen allgemein einzuhaltenden Grundsätze sind folgende:

1. Die unterste Begrenzung des eisernen Ueberbaues einer über Eisenbahngleise führenden Straßen- oder Fußwegbrücke muß mindestens 5,10 m über Bahnkrone liegen.

2. Sämtliche Straßen- und Fußweg-Brücken erhalten Geländer von mindestens 1 m Höhe.

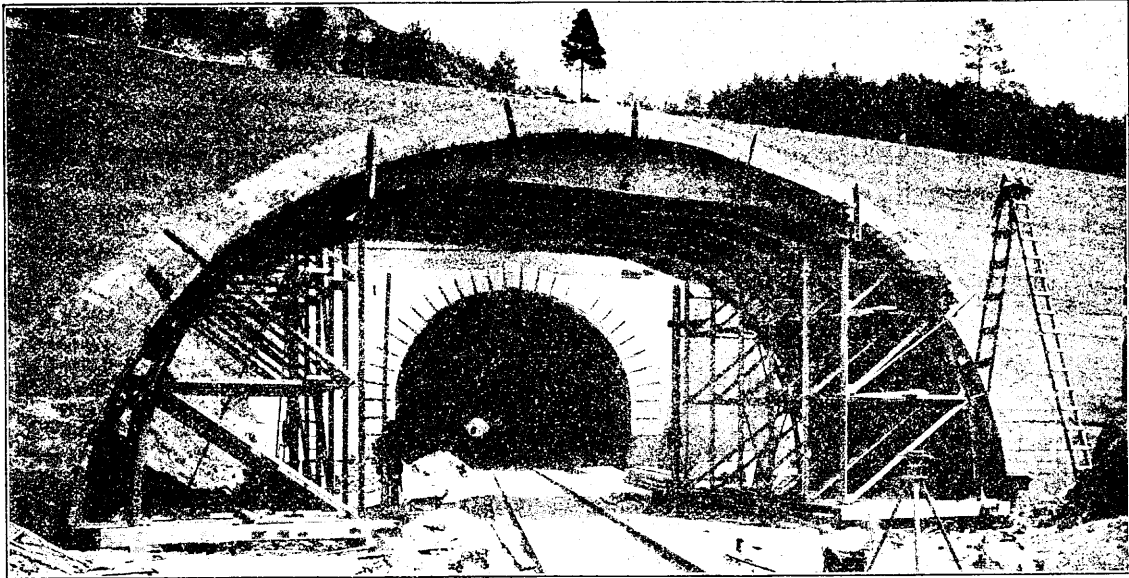
3. Sämtliche Straßenbrücken, welche über Eisenbahngleise führen, erhalten, sofern nicht an sich breitere seitliche

Fußwege anzuordnen sind, mindestens 0,60 m breite, 0,08 m bis 0,15 m hohe seitliche Radabweiser, welche auf die ganze Länge der Brückengeländer durchlaufen. Diese erhöhten Fußwege erfüllen auch den Zweck, das Abfallen von Steinen oder Schmutzwasser auf die Bahnzüge zu verhindern.

4. Die Fahrbahntafel solcher Brücken ist zum Zwecke rascher Entwässerung womöglich mit ausreichendem Längsgefälle anzuordnen; wo dies nicht angängig erscheint, muß das Wasser an geeigneten Punkten durch Abfallrohre abgeleitet werden.

5. Bei Brücken, welche in der Nähe von Städten liegen,

Abb. 2.



Wegüberführung Form B.

sind seitliche erhöhte Fußwege von mindestens je 1 m Breite und 0,08 m Höhe anzuordnen.

6. Die Breite des Fahrweges und der Fußwege bemißt sich nach den jeweiligen örtlichen Verhältnissen.

7. Ueber der Fahrwegmitte ist eine lichte Höhe von mindestens 4 m frei zu halten.

8. Ist die Fahrbahn von den Fußwegen durch emporragende Tragwände getrennt, so soll bei deren Anordnung für lange Brücken tunlichst dafür Sorge getragen werden, daß der Querverkehr vom Fußwege zum Fahrwege möglich ist.

9. Die Fahrbahndecke ist auf Belageisen zu lagern, welche durch Längsträger getragen werden, wenn nicht die Anordnung einer andern Unterlage, beispielsweise einer Betondecke zweckmäßiger erscheint. Befindet sich jedoch die Brücke über viel befahrenen Eisenbahngleisen, so ist möglichst das ganze Gerippe der Fahrbahntafel in geeigneter Weise mit Beton zu umbüllen, damit die schädlichen Einflüsse der Dämpfe und Rauchgase von dem Eisenwerke tunlichst ferngehalten werden.

10. Bei Anwendung einer Betondecke ist stets Stein- oder Holzpflaster anzuordnen, dessen Fugen mit Asphalt auszugießen sind.

11. Die Wölbung der Fahrbahndecke soll mindestens betragen:

bei Anwendung einer Schotterdecke	1,5 ‰,
« « « Steinpflaster- oder Holzdecke	1,0 ‰
	der Fahrwegbreite.

12. Die Höhe der Fahrbahndecke beträgt am Rande des Fahrweges, über Belageisen- oder Beton-Oberfläche:

bei Anwendung einer Schotterdecke	mindestens 100 mm
« « « Steinpflasterung	« 190 «
« « « Holzpflasterung	« 120 «

13. Die Querneigung der Fußwege gegen den Fahrweg beträgt bei Anwendung von Granitplatten, Klinker oder einer Asphalt- oder Betondecke mindestens 1,0 ‰.

14. Für Fußwege zu verwendende Granitplatten sollen bei einer größten Freilage von 1,50 m eine Dicke von 13 bis 15 cm, Dielen bei einer größten Freilage von 2,00 m eine Dicke von mindestens 5 cm erhalten.

#### b) In den Stationen.

Die örtlichen Verhältnisse bedingen hier in der Regel, daß die Bauhöhe auf das geringste Maß beschränkt wird, doch fällt sie hier wegen des nötigen Schutzes gegen Rauchgase stets größer aus, als auf freier Strecke. Die Betonumbüllung bietet nach den seitherigen Erfahrungen das einzige wirksame Schutzmittel gegen diese Einwirkungen. Man wird daher zur Verminderung der Bauhöhe an geeigneten Stellen zwischen den Gleisen Pfeiler anordnen und zwar in der Regel solche aus Eisen, um die Uebersicht über sämtliche Stationsgleise wenig zu beeinträchtigen. Zur Sicherung dieser Eisenpfeiler gegen entgleiste Fahrzeuge erhalten sie, oben 0,60 bis 0,80 m breite, bis 1,20 m über Bahnkronen emporgeführte Untermauerungen. Die in 0,75 bis 1,25 m Teilung angeordneten Walz- oder Blechträger werden als Kragelenkträger »Gerberträger« ausgebildet, deren Gelenke an Stelle der für die tote Last sich ergebenden Momentenwendepunkte der durchlaufenden Träger gelegt.

Können Pfeiler nicht, oder nur in so geringer Anzahl an-

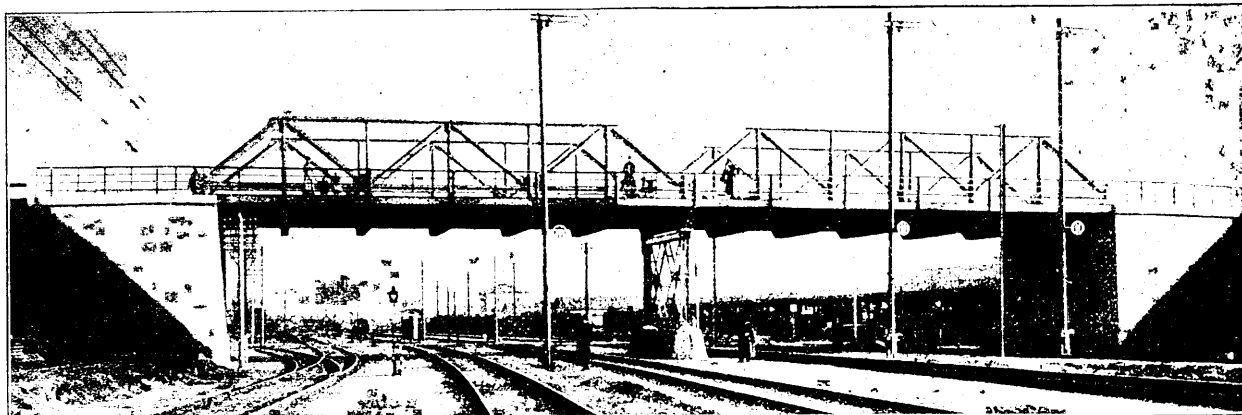
geordnet werden, daß Fachwerkträger angewendet werden müssen, so wird die aus Quer- und Längsträgern gebildete Fahrbahntafel wieder vollständig mit Beton umhüllt und an den beiden über der Fahrbahn angeordneten Hauptträgern derart aufgehängt, daß letztere den schädlichen Einwirkungen der Rauchgase tunlichst entzogen sind, möglichst unabhängig von der den Wärmeeinflüssen weniger rasch folgenden Fahrbahntafel

ihre Länge zu verändern vermögen und von den Fahr- und Fußwegen aus auf die einfachste Art unterhalten werden können.

Die erste derartige Anordnung zeigt die im Jahre 1892 erbaute, im Zentralbahnhofe München über die Gleise führende »Hacker«-Brücke\*).

Eine weitere ähnliche Ausführung, bei der jedoch mit Rücksicht auf die geringe Länge der Brücke davon abgesehen

Abb. 3.



Wegüberführung in Station Rosenheim.

werden konnte, wie bei der »Hacker«-Brücke den Verkehr von Fußweg zu Fußweg offen zu halten, ist aus Textabb. 3 zu ersehen.

Unter beiden Enden der Hauptträger letztgenannter Brücke sind Rollenlager angeordnet, um die durch Wärmeänderungen eintretenden Längenänderungen der Träger gegenüber denen der mit Beton umhüllten Fahrbahntafel auf das mindeste Maß zu beschränken. Damit aber die Beweglichkeit des Brückenüberbaues nach der Längsrichtung begrenzt wird, sind an der Unterfläche der letzten Fahrbahnträger an den Endlagern Anschlagwinkel in einem den Längenänderungen der Fahrbahntafel entsprechenden Abstände von letzteren befestigt. An dem stehenden Schenkel dieser Anschlagwinkel wurden mittels Ge-

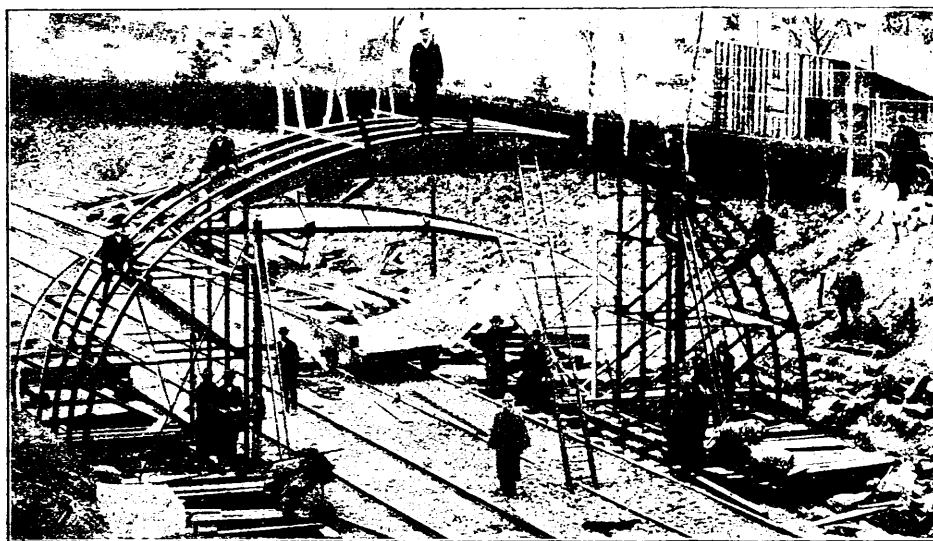
windestützen 20 mm dicke Eisenfutter angeschraubt, um bei etwaigem Zusammenrücken der Auflagermauern den vorgesehenen Spielraum zwischen Anschlagwinkel und Auflager durch Auswechseln oder Abnehmen dieser Futter aufrecht erhalten zu können.

Dieses Verfahren wurde auch bei den vorerwähnten, auf Pfeilern gelagerten, vollwandigen Trägern mit größerer Gesamtlänge angewendet.

### 3. Eiserner Lehrgerüste.

Für die Ausführung der ganz erheblichen Zahl von gewölbten Bahnüberbrückungen sind mehrere Sätze eiserner Lehrgerüste beschafft.

Abb. 4.



Eisernes Lehrgerüst für Form A.

Diese Gerüste sind für die Form A (Textabb. 1 und 4, Abb. 5 und 10 bis 13, Taf. XXXII, sowie Abb. 4 und 5, Taf. XXXIII) gestaltet, können aber durch Aufsattelungen der Wölbeform B (Textabb. 2, Abb. 3 bis 5, Taf. XXXIII) angepaßt, auch durch Aufstellung von mehr oder weniger Rahmen oder zweier Sätze für schmalere oder breitere Brücken, und bei schiefer Stellung zu der Gleisachse unter Verschiebung des einfachen Gleises auch zu schiefen Ueberbrückungen der Bahn benutzt werden.

Da die Hauptgewölbe in vier Teilen mit drei Schlüssen ausgeführt werden, so sind die Lehrgerüste mit künstlichen Widerlagern für die beiden im Scheitel

\*) Z. V. D. I. 1893, S. 1441.

zu schließenden, obern Gewölbeteile ausgestattet (Textabb. 1, Abb. 4, Taf. XXXIII).

Wo die Bogen in Beton hergestellt werden, wird in dem mittlern Gewölbeschluss zur Bildung einer künstlichen Fuge ein ölgetränktes Papier eingelegt.

Bei der Gestaltung dieser Gerüste war darauf zu achten, dass

1. bei zweigleisigen Bahnen der Verkehr durch die Aufstellung nicht gestört wird,
2. die über der Umgrenzung des lichten Raumes anzuordnenden Träger möglichst niedrig und doch nicht zu biegsam sind,
3. die einzelnen Versandstücke möglichst leicht sind, um sie mit höchstens zehn Mann ohne weitere Vorkehrungen zusammenfügen zu können,
4. das Aufstellen und Abtragen je einer Tragrippe in Zugpausen von 30 Minuten sicher zu ermöglichen ist,
5. das Gerüst nach Fertigstellung des Gewölbes soweit gesenkt werden kann, dass die Herausnahme der Verschalung leicht zu ermöglichen ist,
6. eine möglichst oftmalige Verwendung des Gerüsts und in beliebiger Breite stattfinden kann.

Nach diesen Grundsätzen wurde zunächst das in Textabb. 1 und 4, und Abb. 10 bis 13, Taf. XXXII, und Abb. 4, Taf. XXXIII dargestellte Gerüst für Anordnung der Gewölbe mit zwei seitlichen Sparbögen und die in Textabb. 4 und Abb. 10 und 11, Taf. XXXII dargestellte Aufzugvorrichtung ausgeführt. Die seitlichen Segmente erhielten später die aus Textabb. 2 und Abb. 3, Taf. XXXIII ersichtlichen Aufsattelungen, um die Gerüste auch für Gewölbeanordnungen ohne Sparbögen verwenden zu können. Für sämtliche Verbindungen der Gerüst-Versandstücke wurden kegelförmig gedrehte Gewinde-Bolzen verwendet.

Um die einzelnen Tragrippen und die sie verbindenden Teile rasch in richtiger Folge aneinander reihen zu können, wurden diese mit verschiedenen Farbtönen gekennzeichnet. Da die Ausführung des Gewölbes gleichzeitig von den Widerlagern aus und über den lotrechten Pfosten der seitlichen Gerüstteile beginnen sollte, um das Gerüst während der Herstellung des Gewölbes möglichst gleichmäßig zu belasten und die Bildung von Rissen zu vermeiden, so wurden über diesen Stützen abnehmbare Kragstücke angeordnet.

Vor Aufstellung des Gerüsts wird das Widerlager des Gewölbes bis etwa Bahnkronenhöhe fertig gestellt, dann wird die in Textabb. 4 und Abb. 10 bis 13, Taf. XXXII und Abb. 5, Taf. XXXIII dargestellte für die Gerüsthebschrauben und Hebevorrichtungen nötige Holz-Unterbauung auf Holzpfehlen Betonblöcken oder Steinwürfeln gelagert.

Nach entsprechender Befestigung der in Textabb. 4 und Abb. 10 und 11, Taf. XXXII dargestellten Hebevorrichtungen werden die beiden seitlichen Tragböcke und der mittlere Träger in Zugpausen von Hand auf Holzunterlagen zu einer Tragrippe vereinigt und letztere mit Hilfe der an den Aufzugvorrichtungen befindlichen Windwerke um den Fußpunkt der seitlichen Tragböcke aufgekantet und mit dem Ständer der Aufzugvorrichtungen verbunden.

In gleicher Weise werden hierauf die folgenden Tragrippen aufgerichtet und mit den bereits stehenden durch Querwinkel

verbunden, wobei die Ketten der beiden Windwerke über die in Textabb. 4 und Abb. 11, Taf. XXXII sichtbaren, stets an der zuletzt aufgestellten Tragrippe angebrachten Leitrolle geleitet werden, damit bei Beginn des Aufziehens einer Tragrippe die Neigung der Kette und damit die in ihr auftretende Kraftwirkung stets dieselbe bleibt. Auf diese Weise können beliebig viele Tragrippen in der einfachsten Weise aneinandergereiht und abgetragen werden, wenn die Ketten von genügender Länge vorhanden sind.

Doch wurden auch schon zwei der vorhandenen, je aus sechs Tragrippen und einer Reserverippe bestehenden Gerüste nebeneinander verwendet, wobei die Aufzugvorrichtung nach Aufstellung des ersten Gerüsts vor dieses gesetzt und mit ihm verbunden wurde. Diese Gerüste, deren sechs in Verwendung standen, haben sich sehr gut bewährt und wurden bisher 125 mal verwendet, eines von ihnen bereits 27 mal, ohne dass Ausbesserungen nötig wurden.

Das Gesamtgewicht eines solchen Gerüsts aus sieben Tragrippen beträgt einschliesslich der beiden Aufzugvorrichtungen 12250 kg, der Anschaffungspreis 6400 M.

Die durch Brückenmonteure erfolgende Aufstellung und Abtragung des eigentlichen Gerüsts erfordert je nach den zur Verfügung stehenden Zugpausen je einen bis drei Tage und kostet je 50 bis 80 M. Aus Textabb. 4 ist der Vorgang des Aufstellens zu ersehen.

#### 4. Gewölbte Bahnüberbrückungen in Beton-Eisenbau.

Wenn bei beschränkter Bauhöhe von dem in Anschaffung und Unterhaltung teuerern Eisenüberbau abgesehen werden sollte und man sich nicht für die Wahl des geraden Beton-Eisenüberbaues entschied, wurde die Bauart C (Textabb. 5 und Abb. 6, Taf. XXXII und Abb. 1 und 2, Taf. XXXIII) mit eingelegten gebogenen Eisenrippen gewählt.

Die Eisenrippen bilden dabei zugleich das Lehr- und Traggerüst.

Auch für die Brückengewölbe mit einbetonierten Eisenrippen wurden zur Ausführung der unteren Bogenteile ähnliche Tragböcke beschafft wie für die vorbesprochenen Gewölbe.

Für die Ausführung dieser Eisenrippenbogen geben die in Abschnitt VIII mitzuteilenden Vorschriften Anleitung.

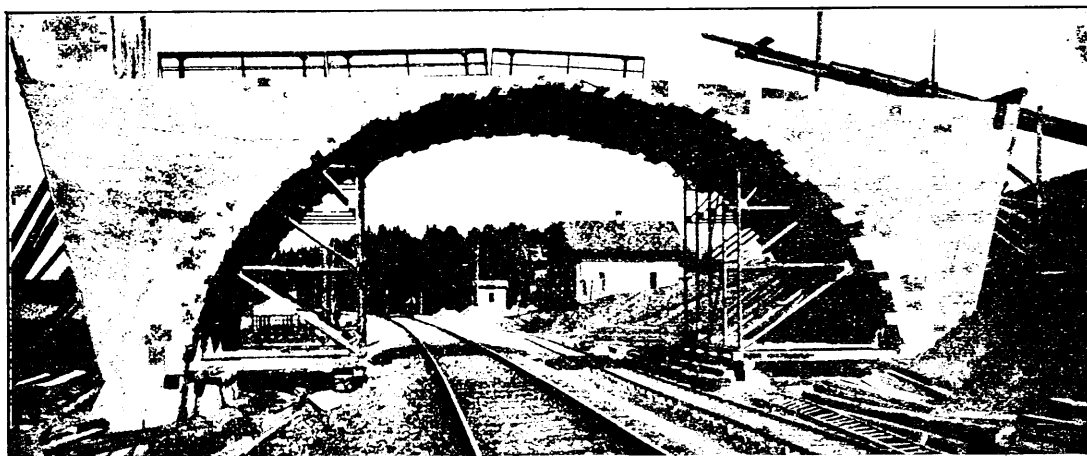
Die auch im Kostenpunkte günstigen Erfahrungen, welche zuerst bei der Anlage von Fußweg-Unterführungen zum Zwecke des namentlich auf zweigleisigen Linien angestrebten Ersatzes unbewachter oder stark benutzter schienengleicher Fußwegübergänge und ferner bei Fahrweg-Unterführungen mit der Anwendung von durch Beton verstärkten eisernen Walzträgern gemacht wurden, führten dazu, die Bauart C mit »Melan«-Bogen mehr und mehr zu verlassen und auch die Bahnüberbrückungen da, wo die Bauhöhe beschränkt ist, mit dem unter Ziffer 2) behandelten geraden Tragwerke aus Walzträgern und Beton auszuführen. Diese Bauart macht bei schiefen Brücken die Schwierigkeiten vermeidlich, die bei gewölbten Bahnüberbrückungen überwunden werden müssen, sodass nun auch bei schienenfreien Wegüberführungen die schiefe Anlage nicht zu scheuen ist.

Schließlich sei noch erwähnt, daß sich die geringsten Kosten einer Feldweg-Unterführung für eingleisige Bahn und der billigsten Wegüberführung mit 6800 bis 7200 M. gleich-

gestellt haben, worin der Aufwand für Grundentschädigung und Wegeverlegungen enthalten ist.

Im allgemeinen sind bei Verwendung guten Zementmörtels

Abb. 5.



Wegüberführung Form C.

für Bruchsteinmauerwerk und Beton die Kosten der gewöhnlichen Unterführungen und zumal der Bahnüberbrückungen weit niedriger als die der Bauwerke, welche nach den Regelentwürfen und mit der Mauerwerkstechnik der früheren Bahn-

neubauten entstanden wären. Die hohen Kosten solcher Bauten haben häufig die Neubauverwaltung zurückgeschreckt, Unterfahrten und Bahnüberbrückungen an Stelle schienengleicher Uebergänge auszuführen.

(Schluß folgt.)

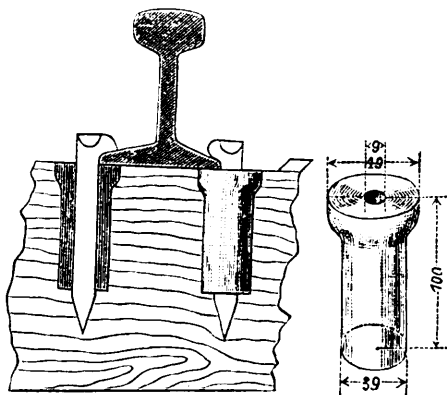
### Glatte Schwellendübel.

Von W. Fridericia, Ingenieur in Kopenhagen.

Der Verfasser, früher Bahndirektor der dänischen Staats-eisenbahnen, führt zur Befestigung der Schienen auf Holzschwellen mit Hakennägeln glatte Schwellendübel aus Hartholz ein\*) (Textabb. 1).

Auf einer längeren Probestrecke der dänischen Staatseisenbahnen, die jetzt ein Jahr lang unter Eilzugverkehr in der Nähe von Kopenhagen in Betrieb gewesen ist und auf welcher abwechselnd Schienenbefestigungen mit solchen Schwellendübeln ohne Unterlageplatten und mit Unterlageplatten ohne Schwellendübel, beide Arten stets auf derselben Schwelle verwendet wurden, hat sich ergeben, daß die neue Art der Schienenbefestigung auf Holzschwellen die gehegten Erwartungen soweit als begründet bestätigt, daß die allgemeinere Einführung ins Auge gefaßt werden kann.

Abb. 1.



Dem finländischen »Teknikeren« ist die Textabb. 1 entnommen, die Art und Mafse der Dübel zeigt. Der Durchmesser des Dübelschaftes soll nicht mehr als 1 mm größer sein, als der des für ihn in der Schwelle vorgebohrten, zylindrischen Loches.

Angestellte Versuche haben gezeigt, daß sich die Dübeloberfläche bei glattem Dübel und Hakennagel nach schnellem Aufspalten einer Schwelle unverletzt vorfindet. Der vor seiner Nagelung stark und ganz gleichmäßig auf seiner ganzen Oberfläche in der Schwelle eingespannte glatte Schwellendübel zeigt sich also gegen die durch die Nagelung hervorgerufene Dehnung von innen nach außen so widerstandsfähig, daß seine Oberfläche unversehrt bleibt. Erst nach dem Ausspalten springen solche Dübel oft mit hörbarem Geräusche.

Dem Collet'schen Schraubendübel\*) bleibt hiernach die Verwendung bei Schwellenschrauben unbeschränkt, während für Hakennägel der glatte Dübel nach den gemachten Erfahrungen den Wettbewerb aufnehmen kann.

Die Kosten der glatten Schwellendübel werden sich etwa halb so hoch stellen als die der Schraubendübel.

Die Erfolge der Verwendung glatter Schwellendübel sind die folgenden:

Verdoppelung der Haftfestigkeit der Hakennägel in den Schwellen, und zwar sitzen Hakennägel

\*) D. R. P. 140633. „Trenail-Gesellschaft“ in Paris, „Dübelwerke“ in Frankfurt a. M.

\*) Organ 1903, S. 169.

in glatten Dübeln auch fester als Schwellenschrauben in den Schwellen.

Fortfall der Umnagelung des Gleises, da bei den in glatten Dübeln steckenden Hakennägeln die Neigung zu seitlichem Ausweichen nicht auftritt. Welche Schonung der Schwellen in der Vermeidung des Umnagelns liegt, ist bekannt.

Schutz gegen Fäulnis. Werden die glatten Schwellendübel etwa für kieferne Schwellen aus mit Teeröl getränktem Buchen- oder Birkenholze hergestellt, so wird beim Eintreiben der Nägel ein gewisser Teil des Teeröles der Dübel in das umgebende Schwellenholz gedrückt. Bei kiefernen, etwa nach Rüttgers getränkten Schwellen erhält man dadurch eine ergänzende Tränkung grade der Teile, die zerstörenden Einflüssen am meisten ausgesetzt sind, die um so wertvoller ist, als die gewöhnliche Tränkung das Innere der Schwelle meist nicht erreicht. Bei Einsetzung glatter Schwellendübel in Hartholz-Schwellen muß man auch ohne Tränkung unverwüsthliche Holzarten tropischen Ursprunges, Maj-Deng, Yarra, Karry, möglicher Weise auch Quebracho verwenden.

Möglichkeit des Fortlassens der Unterlageplatten. Die Dübel und das durch sie verdichtete Schwellenholz geben den Schienen sehr harte Auflager, welches während einer langen Reihe von Jahren im Stande ist, der Abnutzung durch den Schienenfuß Widerstand zu leisten. Daher erscheint die Weglassung der Unterlageplatten möglich. Bislang ist durch Versuche festgestellt, daß sich die Unterlageplatten unter sonst gleichen Verhältnissen tiefer in die Schwelle drücken, als der Schienenfuß in die Dübel. Mit dem Ersatze der Unterlageplatten durch glatte Schwellendübel ist eine bedeutende Ersparnis verbunden. Die Verbindung von glatten Schwellendübeln mit Unterlageplatten liefert für schwer belastete Strecken ein Gleis von einer Widerstandsfähigkeit, die der höchsten bislang mit kostspieligeren Mitteln erzielten mindestens gleich ist.

Ausbesserung der ausgenutzten Schwellen. Die Dübel können das durch Vernagelung verdorbene Schwellenholz in ziemlich beliebiger Ausdehnung ersetzen.

Die bisherige Ausfüllung der ausgenutzten Löcher mit Holzpflockchen von wenig größeren Abmessungen im faulen Holze bietet keine Abhilfe des vorhandenen Uebels. Durch die Vorbohrung der Dübel wird das faule Holz entfernt und durch das Einschlagen des harten und stark getränkten oder sonst unverwüsthlichen, glatten Schwellendübels erhält der Nagel von neuem eine völlig verlässliche Umgebung, sodafs die Schwelle wieder voll brauchbar wird.

Ueber die bisher angestellten Versuche ist folgendes zu berichten.

Die erste Probestrecke wurde auf dem Güterbahnhofe Kopenhagen im Winter 1902 verlegt. In alten, ungetränkten Schwellen, die wegen Fäulnis und Weichheit teils ausgewechselt, teils mit Unterlageplatten versehen werden sollten, wurden statt dessen die alten Nagellöcher ausgebohrt und gedübelt.

Trotz des schlechten Zustandes dieser Schwellen bewährte sich die Dübelung so, daß man im Frühjahr 1902 eine zweite längere Probestrecke der stark befahrenen Hauptbahn zwischen Kopenhagen und Roskilde, etwa 4,4 km von Kopenhagen, einrichtete. Hier wurden 39 halb verfaulte, nicht getränkte

Schwellen unter drei Schienenlängen von 10 m und 52 neue, nach Rüttgers getränkte Schwellen in der Weise verlegt, daß eine Schiene des Gleises Unterlageplatten erhielt, während die andere über jeder Schwelle auf drei Dübelkopf-Abschnitten ruhte, um einen unmittelbaren Vergleich der Wirkung dieser beiden Befestigungsweisen zu erhalten. An den Schwellenenden mit schräg gewalzten Unterlageplatten waren die Schwellen glatt, an den Enden mit den Dübeln in üblicher Weise gekappt. Abwechselnd wurden die Schienenlängen jedes Stranges mit der einen oder andern Befestigung versehen. Die buchenen Schwellendübel waren teils mit Zinkchlorid, teils mit reinem Teeröl getränkt; nur unter einer Schienenlänge wurden Dübel aus dem sehr harten, nicht getränkten ostasiatischen Holze, Maj-Deng, verwendet, und zwar in Zylinderform ohne Kopf.

Nach Ablauf eines Jahres ist der Zustand der Dübel derart, daß sich die Staatsbahnverwaltung entschlossen hat, die 50 km lange Neubaustrecke Herning-Holstebro in Jütland ohne Unterlageplatten mit glatten Schwellendübeln zu versehen.

Die gewöhnlichen Schwellen erhalten vier, die Stofsschwellen sechs Dübel, einzelne Schwellen erhalten versuchsweise acht Dübel. Im ganzen werden gegen 300 000 glatte Schwellendübel mit reinem Teeröl in der Rüttgers'schen Tränkanstalt in Horsens in Jütland getränkt gebraucht. Im Laufe der kommenden Monate werden die Schwellen ausgebohrt, gedübelt und mit Mischflüssigkeit getränkt geliefert und gelangen 1903 bis 1904 zur Verwendung.

Eine dritte 7 km lange Probestrecke wird im Sommer 1903 für die dänische Regierung auf der Kleinbahn bei Agger in Nordjütland hergestellt. Hier werden von den Staatsbahnen beseitigte Oberbauteile verwendet. Die alten, nicht getränkten Schwellen werden mit vier glatten Schwellendübeln versehen, die erforderlichen 40 000 Dübel sind mit Teeröl getränkt. Die Dübelung der Schwellen erfolgt im Juli 1903, die Bahn wird im Sommer 1904 in Betrieb genommen.

Viertens stellt die dänische Privatbahn Horsens-Bryrup mit 1 m Spur im Juli 1903 einen Versuch mit glatten Schwellendübeln in alten nicht getränkten Staatsbahnschwellen für Regelspur an. Die so ausgestatteten Schwellen sind zur Auswechslung der im Gleise liegenden verfaulten Schwellen bestimmt.

Fünftens sind von der dänischen Privatbahn »Gribskovbahn« mit Regelspur, die durch einen Eichenwald hindurchgeht, und wo deshalb kleine Eichenschwellen von 10×18 cm Querschnitt auch als Stofsschwellen verwendet werden, versuchsweise Hartholz-Schwellendübel aus Maj-Deng-Holz schon seit 1902 in Gebrauch.

Sechstens hat der Bahndirektor der finländischen Staatsbahnen nach Prüfung der vorhandenen Probestrecke einen größeren Versuch mit glatten Schwellendübeln für die nächste Zeit in Aussicht gestellt.

Siebtens beabsichtigen einige Privatbahnen in Schweden Versuche anzustellen, unter anderen auch die Bahnen zwischen Halmstad und Nässjö und zwischen Grängesberg und Oxelösund.

Diese Versuche stellen also baldigen weitem Aufschluß über die Bewährung der glatten Hartholz-Schwellendübel in Aussicht.



# Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

## Fortschritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens in den letzten Jahren.\*)

(Schluss von Seite 212.)

### Lokomotiven.

In diesem und in den folgenden Abschnitten scheinen einzelne Fragen von allgemeiner Bedeutung nicht von allen Seiten die Beachtung und Beantwortung gefunden zu haben, welche von den Fragestellern erhofft war. Andere, namentlich solche, die sich auf bestimmte Gegenstände beziehen, sind recht vollständig und lehrreich beantwortet worden.

So betraf die Frage 1 die grösste Beanspruchung der Lokomotiven im regelmässigen Dienste, gemessen durch die auf 1 qm Heizfläche stündlich verdampfte Wassermenge, die Blasrohrwirkung, die Luftverdünnung in der Rauchkammer und die Leistungen in P.S. am Triebumfang auf 1 qm Heizfläche. Die Antworten zeigen, dass sich nur wenige Verwaltungen mit der Feststellung dieser Grundlagen der Lokomotivleistungen eingehend befasst haben.

Zu einem sichern Urteile darüber, ob die eigenen Lokomotiven wirklich ihre Schuldigkeit tun, sind derartige Untersuchungen aber unentbehrlich. Die einzelnen Angaben weichen daher auch noch stark voneinander ab. Die Leistungen bei grossen Geschwindigkeiten erscheinen durchweg zu hoch, weil die benutzte Widerstandformel  $(2,4 + 1300 [V^{km/St}]^2)^{kg/t}$  zu hohe Werte gibt. Hoffentlich geben diese Antworten zu allseitiger Prüfung der Lokomotivleistungen Anlass. Die Frage nach dem Verhältnisse der Heizfläche zur Rostfläche H:R ergab für volle Ausnutzung der Kessel übereinstimmend 50 bis 60, umso grösser, je besser die Kohle ist.

Die Frage 2: »Dampfspannung« wurde übereinstimmend dahin beantwortet, dass ein Ueberdruck von 12 at allgemein, von 13 at vielfach, von 14 at mehrfach verwendet wird. Bei Verbund-Lokomotiven geht man bis 16 at. Die vielfach höheren Unterhaltungskosten der Kessel scheinen mehr durch die gesteigerten Leistungen als durch die höheren Dampfspannungen bedingt zu sein.

Die Frage 3: »Verbund-Lokomotiven« ist von den meisten Verwaltungen sehr eingehend beantwortet. Die bekannte Anordnung mit zwei Dampfzylindern wird hiernach für Lokomotiven fast aller Gattungen verwendet, sodass jetzt etwa 15% des Gesamtbestandes damit versehen sind. Die einzelnen Antworten enthalten wenig Neues, zeigen aber, dass man sich mit der Wirkungsweise der Verbund-Anordnung näher vertraut gemacht hat und zu richtigen Verhältnissen für die Steuerungen und die Kolbenquerschnitte gelangt ist. Für die Heizstoffersparnis im Vergleiche mit Zwillingslokomotiven werden 10 bis 12% als Durchschnitt angegeben; unter günstigen Umständen betrug sie 20%, selbst 25%.

Zum ersten Male werden die Verbund-Lokomotiven mit vier Dampfzylindern besprochen und bezüglich ihrer Leistungen übereinstimmend günstig beurteilt. Umfangreiche Erfahrungen liegen indes nur mit den Bauarten de Glehn\*) und Mallet-Rimrott\*) vor.

\*) Eisenbahntechnik der Gegenwart Bd. I, 2. Aufl., S. 389 u. 396.

\*) C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Ueber die verschiedenen Anfahr- und Wechselvorrichtungen werden keine vergleichenden Urteile gegeben, da sich die jetzt verwendeten Anordnungen sämtlich bewähren sollen.

Die Frage 4: über die Verwendung überhitzten Dampfes konnte bei der Neuheit der Sache nur von vier Verwaltungen beantwortet werden, die sich in günstigem Sinne äussern. Zunächst ist wichtig, dass es gelungen ist, die Kolben, Schieber und Stopfbüchsen so zu gestalten, dass sie den überhitzten Dampf ohne Nachteile ertragen.

Die Frage 5: Bauart und Beschaffenheit der Feuerkisten, ist recht vollständig beantwortet, ohne indes viel Neues zu bringen. Allgemein werden besondere Vorrichtungen, etwa kurze Deckenanker oder bewegliche Stehbolzen\*) für nötig gehalten, um die schädlichen Wirkungen des Streckens der Rohrwände zu vermindern. Der Einfluss der chemischen Zusammensetzung des Kupfers auf die Haltbarkeit der Feuerkisten soll noch weiter beobachtet werden. Sehr reines Kupfer hält am schlechtesten: es kommt also darauf an, diejenigen Beimengungen zu ermitteln, welche die Haltbarkeit steigern.

Flusseiserne Feuerkisten\*\*) haben sich auch weiterhin nur vereinzelt befriedigend gehalten. Warum sie sich in Amerika besser bewähren, ist noch immer nicht klar. Mehrfach wird die dortige Betriebsweise, bei welcher die Kessel längere Zeit nicht aus dem Feuer kommen, für vorteilhaft gehalten.

Die Frage 6: Bauart der Kessel, hat keine Antworten von besonderer Bedeutung gefunden.

Frage 7. Für die Heizrohre haben sich nahtlose Rohre aus weichem Flusseisen gut bewährt.

Frage 8. Die besonderen Vorrichtungen zur Rauchverminderung finden noch immer sehr geteilten Beifall und sind bei den Lokomotivmannschaften meist wenig beliebt. Uebermässige Rauchentwicklung wird durch Feuerschirme und Luftzuführung durch die Feuertür verhütet. Die einfache und gute englische Einrichtung wird nur in Holland benutzt.

Frage 9. Auch für die Funkenfänger ist noch keine bei scharfem Zuge zuverlässig wirkende Anordnung gefunden. Im allgemeinen scheinen die Siebflächen häufig zu klein zu sein. In Amerika wendet man grössere an und treibt die Funken neuerdings so lange in der Rauchkammer herum, bis sie zerkleinert durch das Sieb und aus dem Schornsteine fliegen;\*\*\*) dabei bleibt in der Rauchkammer nur so viel Flugasche zurück, dass sie nicht entfernt zu werden braucht.

Die folgenden Fragen betreffen die Bauart von Einzelteilen: die Dampfschieber werden vielfach mit Ringentlastung, vereinzelt auch als Kolbenschieber ausgeführt; die Schmierung der unter Dampf laufenden Teile erfolgt durch Selbstöler oder Schmierpressen, wobei das Oel möglichst unmittelbar an die Schmierstellen gelangen soll.

\*) Die nachstellbaren Anker von Busse, Organ 1903, S. 116.

\*\*) Organ 1897, S. 7.

\*\*\*) Organ 1903, S. 241.

Metallstopfbüchsen, welche den Abweichungen der Stangen folgen können,\*) bewähren sich gut. Dampf-Sandstreuer und solche mit mechanischem Antriebe haben sich im allgemeinen nicht, Luft-Sandstreuer besser bewährt.

Bremsen an den Drehgestellen sind nur bei den süddeutschen und einigen österreich-ungarischen Bahnen vereinzelt ohne nachteilige Nebenwirkungen in Gebrauch.

Freie Lenkachsen haben nur als Hinterachsen der 2/5 gekuppelten Lokomotiven bei großen Geschwindigkeiten ruhigen Gang ergeben. Als führende Achsen geben sie leicht Anlaß zum Schlingern, wie zu erwarten war.

Stahlformguß wird für Radsterne und sonst geeignete Teile mit Vorteil verwendet. Dagegen ist Nickelstahl noch wenig benutzt und hat sich für Feuerkisten und Stehbolzen nicht bewährt.

Zum Wärmeschutz für die Kessel sind verschiedene Stoffe mit geteiltem Erfolge verwendet worden. Ueber die Wirksamkeit der sogen. Windbrecher zur Verminderung des Luftwiderstandes liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor.

### Wagen.

Frage 1: die allgemeine Bauart der Personenwagen hat zu lebhaftem Meinungs austausche über die Vor- und Nachteile der zwei-, drei- und vierachsigen Wagen Anlaß gegeben. Obgleich schließlich für große Geschwindigkeiten die vierachsigen Wagen ihres ruhigen und leichten Ganges und der größeren Sicherheit wegen vorgezogen werden, so sind doch die zweiachsigen als wirtschaftlich besser bezeichnet. Wenn sie sorgfältig durchgebildet, wenn namentlich lange Achsstände und Tragfedern verwendet werden, laufen auch sie gut. Ihre allgemeine Verurteilung in Norddeutschland erscheint daher sachlich nicht begründet. Federnde Auflagerung der Wagenkasten auf den Untergestellen hat zwar sanften Gang ergeben, aber mehrfach Uebelstände bewirkt.

Die Dampfheizung hat sich als Hoch- und Niederdruckheizung bis auf kleinere Mängel bewährt. Der Hauptmangel ist immer die zu enge Kuppelung, welche die Zahl der von einer Stelle zu heizenden Wagen stark beschränkt und stellenweise zur Mitführung besonderer Heizwagen nötigt. Die Einstellung durch die Reisenden wird der durch die Zugmannschaft vielfach vorgezogen. Ueber den Dampfverbrauch, welcher bei der Niederdruckheizung größer ist, finden sich merkwürdigerweise keine Äußerungen.

Für die Beleuchtung der Personenwagen hat sich das Mischgas aus 75 % Oelgas und 25 % Acetylen bewährt. Elektrische Beleuchtung, namentlich mit Speicher in jedem Wagen wird versuchsweise verwendet, ist aber teurer als Mischgas. Die meisten Angaben sind inzwischen überholt.

Die folgenden Fragen betreffen wieder Einzelheiten von geringerer Bedeutung. So wird die Wasserspülung der Aborte bei wirksamem Schutze gegen Einfrieren empfohlen und eine leichter schließ- und lösbare Verbindung der Faltenbälge angestrebt. Ein für diese Frage eingesetzter Unterausschuß hat inzwischen die Einführung einfacher Vorreiber an

Stelle der schwerfälligen Schrauben empfohlen. Einteilige Achsbüchsen haben sich bei geeigneter Gestaltung bewährt.

Bei den Drehgestellen der Personenwagen werden die jetzt wohl allgemein eingeführten kleinen Schraubenfedern an den Federgehängen zur Herstellung sanften Ganges empfohlen. Für die Querbewegung ist freies Ausschwingen den Rückstellfedern vorzuziehen, da diese jede Bewegung unvermindert zurückgeben und dadurch Schlingern verursachen. Die Sache erfordert noch weitere Beobachtung. Bremsen an verschiebbaren Mittelachsen machen keine Schwierigkeiten mehr.

In der Bauart der Güterwagen ist durch Verwendung von Prefsblechen eine gewisse Verringerung der Eigengewichte erreicht, ohne daß indes wesentliche Fortschritte zu verzeichnen wären. Entladeklappen verschiedener Art haben sich bewährt.

Flusseisen von geeigneter Beschaffenheit wird zu den Kuppelungsteilen vielfach verwendet, erfordert aber sorgsame Bearbeitung und Behandlung. Aus Stahlformguß wurden geeignete, früher geschmiedete oder geprefste Teile vielfach hergestellt, Bremsklötze aus Gußeisen mit Stahlzusatz.

Die verbesserten Schalengulfräder, Griffin-Räder sind für mäßige Geschwindigkeiten vielfach, vereinzelt auch unter Bremswagen verwendet. Die preussischen Staatsbahnen lassen sie indes noch nicht zu.

### Werkstätten.

Die Antworten dieser Gruppe enthalten vielerlei Beachtenswertes. Bei der Grundrissanordnung der Wagenwerkstätten wird die größte zweckmäßige Länge der Ausbesserungsgleise für kleine eintägige Arbeiten zu 100 bis 250, selbst 350 m, für größere Arbeiten bei Zugang von beiden Seiten zu 40 bis 60 m für vier bis sechs Wagen, von einer Seite zu 25 bis 35 m für drei bis vier Wagen angegeben. Ersatzdrehgestelle und mechanisch betriebene Hebevorrichtungen verschiedener Art beschleunigen die rasche Fertigstellung der Wagen.

Wie in Maschinenbauanstalten werden leichte und mittlere Maschinen mit elektrischem Gruppenantriebe, schwere und raschlaufende Werkzeugmaschinen, Räderdrehbänke und Holzbearbeitungsmaschinen mit Einzelantrieb versehen, der auch für Kräne, Hebezeuge, Schiebebühnen und bewegliche Werkzeugmaschinen mit großem Nutzen verwendet wird.

Auch die Druckluft wird zum Antriebe beweglicher Werkzeugmaschinen, zum Nieten, Bohren, Aufreiben und Gewindeschneiden, Anhängern der Sprengringe, Heben von Fahrzeugen, Achssätzen und Werkstücken, bei Formmaschinen und zum Betriebe von Sandstrahlgebläsen viel und vorteilhaft angewandt. Vereinzelt werden ungeheizte Lokomotiven zur Fortbewegung mit Druckluft gefüllt. Gleichzeitig sind Druckluftwerkzeuge, Hämmer in großem Umfange und mit Vorteil eingeführt worden. Zur Erprobung der Luftdruckbremsen, zum Betriebe von Sandstrahlgebläsen und zum Ausblasen der Heizrohre wird gleichfalls Druckluft benutzt.

Hebevorrichtungen. Zum Heben der Lokomotiven werden mehrfach elektrisch betriebene Laufkräne von 40 bis 50 t Tragkraft, von den bayerischen Staatsbahnen ein ebenso betriebener fahrbarer Bockkran verwendet. Im übrigen wer

\*) Organ 1903, S. 62.

den die Windeböcke mehrfach mechanisch angetrieben, bei der österreichisch-ungarischen Staatsbahngesellschaft zum Heben der Wagen Wasserdruckbockwinden von 30 t Tragkraft verwendet.

Zum Erwärmen der Radreifen beim Aufziehen werden fast ausschließlich Gasfeuer verschiedener Art benutzt. Lose gewordene Radreifen werden auf größere Räder wieder aufgezogen, wenn sie noch 40 bis 50<sup>mm</sup> Stärke besitzen. Das Zwischenlegen dünner Blechstreifen gilt vielfach für bedenklich. Stauchen und Schrumpfen wird nur vereinzelt geübt.

Das künstliche Trocknen namentlich weicher Hölzer geschieht nur bei neun Verwaltungen, meist mit gutem Erfolge.

Vereinfachter Anstrich der Personenwagen durch Verwendung von Emaillelackfarben ist bei den österreichischen Staatsbahnen eingeführt. Auch bei Güterwagen sind Vereinfachungen versucht.

Preiserteilungen erfolgen vielfach für Verbesserungen im Werkstattbetriebe und für Auffindung verborgener Schäden, seltener für geringen Ausbesserungsstand.

#### Fahrdienst.

Der Abschnitt über Fahrdienst bietet zunächst nur Einzelheiten von minderer Bedeutung. Zum Abschlusse der Stumpfgleise genügen meistens Prellböcke und Sandhaufen, sonst Sandgleise. Wasserdruckprellböcke sind noch wenig erprobt. Die Ausstattung der Lokomotiven mit Geschwindigkeitsmessern wird vielfach empfohlen. Zum Schmieren der Dampfkolben und Schieber wird meistens hochentzündliches Mineralöl, vereinzelt mit Rüböl gemischt, verwendet. Für die kalten Teile sind vorwiegend besondere Sommer- und Winter-Mineralöle in Gebrauch.

Die Reinigung ungeeigneten Speisewassers wird in steigendem Umfange geübt, mit durchweg guten Erfolgen für die Erhaltung der Lokomotivkessel. Das Warmauswaschen und Füllen der Kessel wird vielfach empfohlen, trotzdem sich der Kesselstein dabei weniger leicht ablöst. Die Heizrohre werden stellenweise durch Durchblasen mit Prefsluft oder Dampf gereinigt, sonst mit Werg- oder Hanfpfropfen durchstoßen.

Die wichtige Frage der mehrfachen Besetzung der Lokomotiven ist recht vollständig behandelt. Sie wird in großem Umfange für Zug- und Verschiebedienst angewandt. Je nach der Art des Dienstes wird eine mehr oder weniger große Ersparung an Lokomotiven erzielt, die aber durch Mehrbedarf an Mannschaften zum Teile aufgewogen werden kann.

Nachteile haben sich bei reiner Doppelbesetzung nur vereinzelt, bei mehrfacher Besetzung häufiger ergeben. Eine Steigerung der Unterhaltungskosten der Lokomotiven für die Einheit der Leistungen tritt nicht ein. Auf die Ersparnisanteile hat die mehrfache Bedienung keinen Einfluss gehabt.

Zum raschen Verladen der Kohlen auf die Tender sind hochgelegene Bühnen mit Stürzvorrichtungen, Kräne mit mechanischem Antriebe und Kippkarren vielfach im Gebrauch. In Saarbrücken befindet sich auch eine Hunt'sche Bekohlungsanlage amerikanischen Musters.

Trennung der Güterzüge für Nah- und Fernverkehr wird bei starkem Verkehre in beiden Richtungen für Wagenladungen und für Stückgüter empfohlen.

Die Frage nach Versuchen über Zugwiderstände bei Wagen verschiedener Bauart hat keine ausreichende Beantwortung gefunden, da leider nur bei zwei Verwaltungen entsprechende Versuche stattgefunden haben.

Bei Zugförderung auf Steilrampen wird die zweite Lokomotive in der Regel vorgespannt bei Personenzügen und Steigungen unter 10<sup>o</sup>/<sub>o</sub> und wenn sie auf längeren Strecken mitfährt. Das Schieben wird für einzelne Steigungen namentlich steilere als 10<sup>o</sup>/<sub>o</sub> bevorzugt. Sind drei Lokomotiven nötig, so wird eine an das Zugende gestellt. Nur die österreichischen Staatsbahnen verwenden auch zwei Schiebelokomotiven. Vier Lokomotiven, zwei vorn und zwei hinten, werden nur bei den württembergischen Staatsbahnen auf einer Steigung von 23<sup>o</sup>/<sub>o</sub> benutzt. Mit dem Schieben sind bei der nötigen Vorsicht überall gute Erfahrungen gemacht worden.

Lehrreich sind die Angaben über den Betrieb mit Triebwagen. Die württembergischen Staatsbahnen haben einen Wagen mit Benzinmotor von Daimler, fünf Dampfswagen von Serpollet und einen mit elektrischem Speicher. Die pfälzischen Bahnen verwenden neun Wagen mit Speichern. Die Dampfswagen weisen die größte Leistungsfähigkeit, die Benzinwagen die stete Bereitschaft, die Speicherwagen die Geräuschlosigkeit und einfache Bedienung als besondere Vorzüge auf.

Rollböcke zur Beförderung von Vollbahnwagen auf Schmalspurgleisen von 1 und 0,75<sup>m</sup> Spurweite werden mit gutem Erfolge verwendet, ebenso mechanischer Antrieb von Drehscheiben, Schiebebühnen, Kränen und Verschiebevorrichtungen. Auch mit den sägeförmigen Ladebühnen sind gute Erfahrungen gemacht.

v. Borries.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Internationale Congresse.

#### Internationale Konferenz für drahtlose Telegraphie.

Die internationale Konferenz für drahtlose Telegraphie besichtigte am 11. August 1903 als Gast der »Gesellschaft für drahtlose Telegraphie« in Berlin die Betriebe der beiden Gesellschaften, welche sich bei der Gründung der »Gesellschaft für drahtlose Telegraphie« beteiligten, der Siemens und Halske Aktiengesellschaft und der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft. Daran schloß die Vorführung der Vorrichtungen

der gastgebenden Gesellschaft nach der Bauart »Telefunken« an. Bei Siemens und Halske wurden namentlich die Betriebsstätten für die Herstellung von Telegraphen- und Fernsprechanlagen und der Wagen für militärische drahtlose Telegraphie in Augenschein genommen, wobei der telegraphische Verkehr dieser militärischen Telegraphenstationen gezeigt wurde.

Im Sitzungssaale der Berliner Elektrizitätswerke fand dann eine etwa zwei Stunden währende Vorführung der Vorrichtung

»Telefunken« statt. Vor Beginn der Vorträge begrüßte der Direktor der »Gesellschaft für drahtlose Telegraphie«, Herr Bargmann, die Erschienenen, worauf Graf Arco, der technische Leiter der Gesellschaft, die neuesten Fortschritte erklärte. Hieran reihten sich Versuche in drahtloser Mehrfach-Telegraphie mit verschiedenen anderen Stationen der Gesellschaft, nämlich mit der im Berliner Werke der Siemens und Halske Aktiengesellschaft, zweitens mit einer Station in der Besselstraße und drittens mit der Riesenstation in Oberschönweide. Dr. Seibt, Oberingenieur der »Gesellschaft für drahtlose Telegraphie« zeigte an der Hand der von ihm zusammengestellten Vorrichtungen die Grundlagen der elektrischen Wellen-Telegraphie. Ingenieur Schmidt erklärte das Wesen und die Anwendung zweier elektrischer Wellenmesser der Gesellschaft, den einzigen Vorrichtungen dieser Art, von denen bisher etwas in die Öffentlichkeit gedrungen ist. Für den drahtlosen Ueberland-Verkehr ist vor allem die Tatsache wichtig, daß durch diese neue Vorrichtung die Möglichkeit gegeben ist, irgend eine Station einer Bauart mit der irgend einer andern gleich zu stimmen. Somit ist der bisher hinderliche Widerspruch der Bauarten aufgehoben.

Eine Ueberraschung für die Gäste bot die nun folgende Vorführung eines neuen Empfangswerkes durch seinen Erfinder, Ingenieur Schloemilch von der »Gesellschaft für drahtlose Telegraphie«, der bei dieser Gelegenheit der Öffentlichkeit

übergeben wurde. Der neue Empfänger benutzt den Einfluß, welchen die elektrischen Wellen auf die Zersetzungsvorgänge einer elektrolytischen Zersetzungs- »Poralisationszelle« ausüben. Der Empfänger, an dem seit langer Zeit eifrig gearbeitet wurde, ist nun fertig und wird aus Anlaß des Kongresses der Öffentlichkeit übergeben. Die vollkommene Abstimmung, die durch ihn erfolgen kann, sein völlig einwandfreies Arbeiten bei elektrischen Störungen, seine überraschende Einfachheit und seine technischen Vorzüge lassen die Hoffnungen, die man im Kreise der Fachmänner auf ihn setzt, wohl gerechtfertigt erscheinen.

Einen wirkungsvollen Abschluss fanden die Vorführungen durch einige Hochspannungsversuche, bei denen Funkenentladungen von 2<sup>m</sup> Länge stattfanden, die selbst auf Fachleute großen Eindruck machten.

Die Anwesenden begaben sich dann nach Oberschönweide. Hier besichtigte man zunächst die Riesenstation im elektrischen Werke »Oberspree« der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, die jetzt der »Gesellschaft für drahtlose Telegraphie« gehört. In einem Vortrage wurde mitgeteilt, daß in den nächsten Tagen von der Riesenstation aus mit einer schwedischen Marinstation in Karlskrona die ersten drahtlosen Telegramme gewechselt werden sollen. Die elektrischen Wellen werden alsdann eine Entfernung von 450 km überbrücken, davon 150 km über Land.

### Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

#### Schutz eiserner Ueberbauten gegen den Angriff der Lokomotivgase.

Bei den preussischen Staatsbahnen hat sich nach jahrelangen Beobachtungen gezeigt, daß der eiserne Ueberbau von Wegeüberführungen durch einen gut erhaltenen Oelfarbenanstrich gegen die Wirkung der Lokomotivgase ausreichend geschützt wird, wenn die Brücken keine sehr erhebliche Breite haben und deshalb der gewöhnliche Zugwind für schnelle Abführung der Gase ausreicht. In solchen Fällen sind daher besondere Schutzvorrichtungen wie Verkleidung mit Blech entbehrlich, zumal dadurch vielfach andere Nachteile entstehen.

Dagegen muß überall da, wo das Abziehen der Gase wegen großer Breite der Brücken nur langsam erfolgt und namentlich wenn diese den Oelanstrich angreifen, für ausreichenden Schutz des Eisens gegen Rosten Sorge getragen werden.

Zur Zeit bildet die Unterdeckung mit Beton in dieser Beziehung das beste Mittel. —k.

#### Der neue Tunnel unter der Themse zwischen Greenwich und Millwall.

(Le génie civil. 1903, S. 267.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 10 bis 17 auf Taf. XXXIV.

Der Tunnel dient nur dem Fußgänger-Verkehre, insbesondere dem Verkehre der zahlreichen Dock-Arbeiter von Millwall, welche südlich der Themse in Greenwich wohnen. Aus örtlichen Gründen war beiderseits die Anlage von Rampen von der Straßensfläche bis zur Tunnelsohle nicht ausführbar, deshalb mußten an beiden Ufern Schächte mit elektrischen Aufzügen hergestellt werden. Die Tiefe der Schächte von Straßensfläche bis Tunnelsohle beträgt 13,4<sup>m</sup> bei Millwall, 15,25<sup>m</sup> bei Greenwich; die Länge des Tunnels 371<sup>m</sup>, dessen

mittlerer Teil mit Gefälle von 1:277 beiderseits mit Rampen von 1:15 Steigung an die Schächte anschließt. Der Tunnel hat eine zylindrische eiserne Verkleidung von 3,9<sup>m</sup>, die Schächte von 13,4<sup>m</sup> äußerem Durchmesser.

Den mittlern Teil der Schächte nehmen die elektrischen Aufzüge ein. An ihrer innern, mit weißglasierten Ziegeln versehenen Wandung läuft eine Treppe mit bequemer Steigung und zahlreichen Absätzen, durch ein Geländer für den Auf- und Abstieg getrennt und elektrisch beleuchtet. Oben an der StraÙe sind die Schächte durch Glas-Ueberdachung geschützt.

Die beiden Schächte haben an den Tunnelenden (Abb. 15 und 16, Taf. XXXIV) eine Höhe von 18,4<sup>m</sup> bei Millwall und 20,3<sup>m</sup> bei Greenwich, einen äußern Durchmesser von 13,7<sup>m</sup>, einen innern von 10,7<sup>m</sup>. Der Zwischenraum der beiden Stahlblechwandungen ist mit Beton der Mischung 1:6 ausgefüllt. Die Wandungen bestehen aus 1,43<sup>m</sup> hohen Ringen, deren Blechstärke mit 8<sup>mm</sup> oben beginnend auf 15<sup>mm</sup> nach unten zunimmt. Am untersten Ende der Schächte neigt sich auf 2,15<sup>m</sup> Höhe die innere Wandung gegen die äußere, um die Schneide für die Absenkung zu bilden, welche außen noch mit einem 18<sup>mm</sup> starken Stahlring verstärkt wurde. Die Absenkung erfolgte mittels Preßluft.

Jeder Schacht erhielt im untern Teile zwei luftdicht schließende Böden aus zwei Hauptträgern und Querträgern mit aufgenieteten Buckelblechen, der eine über, der andere unter der eigentlichen Tunnelmündung, der untere Boden diente insbesondere zur Erleichterung der Absenkung des Schachtes.

Zwischen diesen beiden Böden wurde in der Schachtwandung eine Oeffnung von 4,65<sup>m</sup> Höhe für die Tunnelmündung gebildet, welche während der Schachtabsenkung durch einen

eisernen, luftdicht schließenden Schild geschlossen war, der bei Beginn der Tunnelarbeiten losgenommen wurde.

Die kreisrunde Tunnel-Verkleidung (Abb. 17, 13 und 14, Taf. XXXIV) setzt sich aus gußeisernen Ringstücken von 0,50 m Länge mit 3,88 m äufserm und 3,58 m innerm Durchmesser zusammen. Jeder Ring besteht aus acht gleichgroßen Ringstücken von 50 cm Länge und einem neunten kleinern Ringstücke mit zusammen etwa 4600 kg/m Gewicht.

Der Schild (Abb. 10, 11 und 12, Taf. XXXIV) zum Vortreiben des Tunnels hat 4,29 m Länge und einen 3,96 m äufsern Durchmesser. Seine Schneide besteht aus dreizehn Ringstücken mit je zwei 15 cm vorspringenden keilförmigen Zähnen, versteift durch eine kreisrunde röhrenförmige Einfassung von 0,5 m mal 0,35 m Querschnitt. Mit dieser Einfassung ist oben und unten zur Versteifung der Schildfläche eine 80 cm breite senkrechte Verstärkungsrippe vernietet.

Hinter dieser Verstärkungsrippe befindet sich die vordere Schildwand, welche den obern Teil des Schildes bis 38 cm unter seiner wagerechten Achse bedeckt. Der untere Teil ist durch eine bewegliche Wand abgeschlossen.

Mit der vordern Schildwand wurden die Hülsen für zwei Schraubenwinden von 1,20 m Länge und 127 mm Durchmesser fest verbunden, welche nach dem Ausbruche der obern Tunnelhälfte die Stützpunkte für die Auszimmerung gegen Nachbruch der Bodenmassen bildeten. Die am Umfange der Rückseite des Schildes angebrachten dreizehn Druckklötze, auf welche ein Druck von im ganzen 750 t ausgeübt werden konnte, dienten zum Vortreiben des Schildes.

#### Arbeitsvorgang.

Die Senkung der Schächte erfolgte an beiden Ufern gleichartig. Man begann mit dem Schachte am Ufer von Millwall, schraubte zunächst vier Wandringe zu einem Zylinder zusammen; während dieser dann versenkt und mit Beton ausgefüllt wurde, wurde ein zweiter gleich großer Zylinder zusammengesraubt, auf den ersten aufgesetzt, befestigt und ausgefüllt. Auf diese Weise erreichte man mit der Schachtschneide von September 1899 bis März 1900 eine Tiefe von 7,45 m, da man indes bei 6,70 m eine Kiesschicht durchschnitt, so stellte sich ein so großer Wasserzudrang ein, daß man zum Prefsluftbetriebe übergehen mußte.

Zu diesem Zwecke wurde zunächst der untere, luftdicht schließende Boden hergestellt, die Träger für den über der Tunnelmündung anzulegenden Boden befestigt, auf diesen die Luftkammern angebracht und diese durch 1,05 m weite Röhren mit der Arbeitskammer unter dem untern Boden verbunden. So konnte die Versenkung Mai 1900 wieder aufgenommen werden.

Im geregelten Arbeitsgange begann man mit der Ausbaggerung, sobald der Schacht um etwa 0,45 m gesenkt war. Der Aushub erfolgte bis etwa 0,30 m unter der Schneide, wobei jedoch ein etwa 30 bis 60 cm breiter Wall innerhalb stehen blieb.

Die Fördermenge richtete sich nach der Zeit, welche für die durch die Luftkammern durchzuschleusenden Baggerkübel erforderlich war. Vier Arbeiter in der Arbeitskammer erwiesen sich als genügend.

Vor Beginn jeder Ausbaggerung wurde der Luftdruck ermäßigt und der Zylinder um das oben angegebene Maß gesenkt, dann wurde der Luftdruck wieder erhöht und der Aushub vorgenommen, wobei täglich ziemlich gleiche Ergebnisse erzielt wurden. Beim Durchschneiden der 60 cm starken, wasserführenden Kiesschicht senkte sich der Zylinder auf der südlichen Seite um 16 cm, diese Senkung wurde jedoch unschwer wieder auf 5 cm ermäßigt.

Unter dieser Kiesschicht erreichte man eine 12,5 m starke Schicht von dichtem Sande, in welcher die Senkungsarbeiten leicht voranschritten, da sich die Reibungswiderstände als sehr gering herausstellten. Man schrieb dieses dem Umstande zu, daß wegen der großen Dichtigkeit dieser Sandschicht die unter der Zylinderschneide entweichende Druckluft gezwungen wurde, an den Zylinderwandungen emporzusteigen.

Das Eigengewicht der Zylinderwandung war bei 18,3 m 2560 t, eine Beschwerung um 921 t mit Sand auf dem Boden genügte zur Absenkung.

Nach einem Monate Prefsluftbetriebes war der Schachtzylinder bis zur richtigen Tiefe gesenkt; die Arbeitskammer wurde mit Beton, wie die Wandungen, ausgestampft und der für die Tunnelmündung eingesetzte Schild herausgenommen.

Die Tunnelarbeiten erfolgten mittels Prefsluftbetriebes. Bis zu 43 m Länge benutzte man die beiden Luftkammern im Schachte, dann wurden diese zur Absenkung des Schachtzylinders auf dem Greenwicher Ufer hinübergenommen und man ersetzte sie durch zwei andere Kammern im Tunnel und am Schachte.

Man begann mit der Lösung der Massen vor dem Tunnel- schilde in der obern Hälfte und schützte sich vor Nachbruch milderer Bodenarten zunächst durch Anbringung eines Lehmwulstes rund um die Schildschneide herum, sowie durch Auszimmerung, welche man mittels der beiden Schraubenwinden vom Tunnel- schilde aus stützte. Nach Ausbruch der obern Hälfte wurde in gleicher Weise die untere Hälfte ausgehoben.

Auf diese Weise wurden in drei Monaten 67 m in fast keinen Sand enthaltendem Boden vorgetrieben. Dann stiefs man auf dichten Sand, bei welchem von der Anbringung eines Lehmwulstes um die Schildschneide herum abgesehen werden konnte, bei 130 m erreichte man Lehm mit Kieseln, welcher die Auszimmerung entbehrlich machte. In 70 Tagen betrug der Vortrieb des Tunnel- schildes täglich regelmäsig 3 m, auf der Rampe am Greenwicher Ufer erreichte man nur 1,50 m.

Zur Sicherung der Arbeiter gegen Unterwassersetzung des Tunnels waren zwei Scheidewände am Fusse der beiden äufsern Tunnelrampen errichtet, durch welche das Steigen des Wassers bis zum Tunnelscheitel verhindert und eine Rettung für die Arbeiter ermöglicht wurde. Eine Unterwassersetzung des Tunnels kam aber nicht vor. Ueberdies wurde am Millwall-Ufer am Fusse der Tunnelrampe zum Auspumpen des Wassers eine Rohrleitung hergestellt.

Jeder Arbeiter wurde vor der Einstellung zur Arbeit und einmal wöchentlich ärztlich untersucht. Die Arbeitszeit war achtstündig mit 45 Minuten Pause, während welcher die Arbeiter den Tunnel verließen und warmen Kaffee erhielten. Aerztliche Behandlung schädlicher Einflüsse der Prefsluft wurde nur in zwei Fällen nötig.

Der Lüftung der Arbeitsstellen wurde besondere Sorgfalt gewidmet. Für jeden Arbeiter wurden stündlich mindestens 115 cbm, im Mittel 140 cbm frische Luft zugeführt und die mit Kohlensäure gesättigte Luft der Arbeitskammern öfter durch die zum Auspumpen des Wassers im Tunnel oben erwähnte Rohrleitung mittels Auspumpens entfernt. Vorsichtshalber entzog

man der zugeführten Luft einen Teil ihrer Kohlensäure, indem man sie vor ihrer Einführung durch Kästen leitete, welche mit Bimstein gefüllt waren, den man öfter mit Aetznatron tränkte.

Man verdankte diesen Vorsichtsmaßregeln einen ungestörten Arbeitsbetrieb. P—n.

## Maschinen- und Wagenwesen.

### Zinkweifs-Spachtelfarbe.

(Bulletin de la Commission internationale du congrès des chemins de fer 1903, Januar, S. 86.)

Nach zahlreichen Versuchen ist es der Haupt-Wagenwerkstätte der belgischen Staatsbahnen in Mecheln gelungen, unter Verwendung von Zinkweifs eine Spachtelfarbe herzustellen, welche an Güte der aus Bleiweifs bereiteten gleicht, sie an Dauerhaftigkeit aber übertrifft.

Die Zusammensetzung ist folgende:

Zinkweifs, gepulvert . . . . .	48,00
Grauer Schiefer, gepulvert, (Farbkörper) . . . . .	14,00
Eisenmernige . . . . .	13,00
Kienrufs, gepulvert . . . . .	0,50
Schellackpolitur . . . . .	22,00
Trockenmittel . . . . .	2,50
	<hr/>
	100,00

Diese neue Spachtelfarbe ist leicht zu verarbeiten; sie trocknet und erhärtet innerhalb 12 Stunden, das Schleifen geht leicht von statten, auch klebt die Farbe weder am Steine noch am Spachtelmesser.

100 kg der Zinkweifs-Spachtelfarbe kosten rund 82 M., während die gleiche Menge der bis jetzt gebräuchlichen Bleiweifs-Spachtelfarbe nur 56 M. kostet. Da diese Spachtelfarbe aber fast doppelt so schwer ist als die aus Zinkweifs hergestellte, so ist es dennoch vorteilhaft, die letztere zu verwenden. Die Verwaltung der belgischen Staatsbahnen hat deshalb auch beschlossen, die neue Spachtelfarbe allgemein zu verwenden.

—k.

## Technische Litteratur.

**Vorlesungen über Statik der Baukonstruktionen und Festigkeitslehre** in drei Bänden von Georg Christoph Mehrrens, Geh. Hofrat und Professor der Ingenieurwissenschaften an der Königl. Technischen Hochschule in Dresden. I. Band: Einführung in die Grundlagen. Leipzig, W. Engelmann, 1903. Preis gebunden 21 M.

Der vorliegende Band gibt eine übersichtliche Darstellung des ebenen und räumlichen statisch bestimmten, starren, das heisst unverschieblichen Fachwerkes, wobei namentlich die Kennzeichen der statischen Bestimmtheit und Unverschieblichkeit durch viele Beispiele von Fachwerkzusammensetzungen erörtert werden. Es sind die Punkte, die in den älteren Lehrbüchern der Statik meist nicht genügend zur Geltung kommen, eine Lücke, die unter Umständen irreführend wirkt. Das Buch hat mit den guten Erscheinungen der Neuzeit den Vorzug gemein, in die Beurteilung dieser Verhältnisse sicher einzuführen. Ebenso ist dann auch die Anwendung der Gleichgewichtsgesetze auf ebene und räumliche Fachwerke eine gründliche und übersichtliche, insbesondere ist die Berechnung der räumlichen Fachwerke mit durchgeführten Beispielen belegt, sodafs sie hier wirksamer vorgeführt ist, als in vielen Vorgängern des Werkes.

Die Beispiele sind in der Regel mehr mit Rücksicht auf die erschöpfende Klarlegung der behandelten theoretischen Fragen, als auf unmittelbare Verwendbarkeit für Bauwerke gewählt, was zur Verbreiterung der Anwendung theoretischer Gesetze wesentlich beiträgt.

Wir halten das Buch deshalb sehr geeignet, um Schüler in die Grundbegriffe der statischen Mechanik einzuführen, aber auch ältern Technikern den Besitz an statischen Kenntnissen zu erweitern und durch klarere Begriffsfestlegung zu vertiefen;

deshalb raten wir zu eingehendem Studium, wobei hier und da wohl Punkte auftreten werden, die sich auch anders und vielleicht nach Ansicht mancher wirksamer fassen liefsen, die aber grade so auch wieder belebend wirken.

Bezüglich der Ausstattung ist besonders zu betonen, dafs für die Behandlung des Kräfteplanes zu mehrfarbigem Drucke gegriffen ist, wodurch die Durchsichtigkeit wesentlich steigt.

Wir halten das Buch für eine wertvolle Bereicherung der Lehrbücher aus dem Gebiete der Ingenieurmechanik.

### Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie.

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

Heft 188, Vol. IV, Th. III, Cap. XX. Eisenbahnunfälle, von Ingenieur Stanislao Fadda. Preis 1,6 M.

Heft 188<sup>bis</sup>, Vol. IV, Th. III, Cap. XXI. Verrechnung der Zugkraftkosten, von Virginio Lattuada. Mit 188 geliefert.

Heft 189, Vol. I, Th. I, Cap. II. Bahnunterbau, von Ingenieur Vittorio Baggi. Preis 1,6 M.

Heft 189<sup>bis</sup>, Vol. IV, Th. IV, Cap. XXVII. Eisenbahnstatistik, von Ingenieur Stanislao Fadda. Mit 189 geliefert.

### Statistische Nachrichten und Geschäftsberichte von Eisenbahn-Verwaltungen.

31. Geschäftsbericht der Direktion und des Verwaltungsrates der Gotthardbahn umfassend das Jahr 1902. Luzern 1903, H. Keller.