

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LV. Band.

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

22. Heft. 1918. 15. November.

Anwendung des Massenmaßstabes bei Erdkörpern mit veränderlicher Breite, gebrochener Böschung oder gekrümmter Bahnachse. Querausgleich *).

Dr.-Ing. W. Müller, Regierungshaumeister in Mainz.

Im Anschlusse an die frühere**) Behandlung einfacherer Fälle sollen hier nunmehr die Erdmassen mit veränderlicher Graben- und Kronen-Breite, gebrochenen Böschungen oder kreisförmiger Bahnachse ermittelt werden, und zwar für Erdkörper mit ebener und mit windschiefer Geländefläche. Auch hierbei fällt der Flächenplan fort.

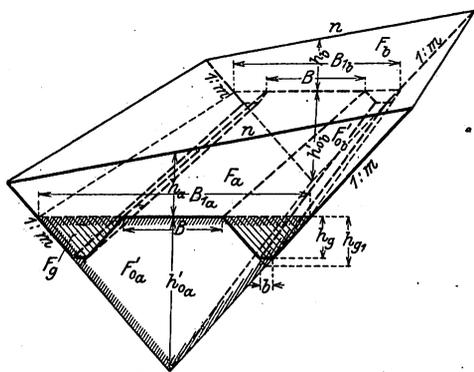
I. Ermittlung von Erdkörpern mit veränderlicher Breite.

I. A) Ebenes Gelände.

A) 1. Einschnitte mit veränderlicher Grabenbreite.

Bei veränderlicher Grabenbreite in ebenem Gelände (Textabb. 1) bestimme man zur Ermittlung der Massen unmittelbar

Abb. 1.



aus dem Höhenplane ohne Auftragen der Querschnitte mittels des Massenmaßstabes für Querneigung aus den dem Höhenplane entnommenen Grabentiefen zunächst nach dem Maßstabe (Textabb. 2) die veränderlichen Höhen h'_{oa} und h'_{ob} der

Dreiecke F'_{oa} und F'_{ob} der beiden Endquerschnitte. Setzt man auf einer Wagerechten die halbe Kronenbreite $B:2$ und die Breite b der Grabensohle = der Strecke AC ab und trägt in den Punkten A und C die Böschung I und III an, so kann man zwischen der Wagerechten und dem Strahle III die Grabentiefe $DG = h_g$ als Senkrechte aus dem Höhenplane absetzen. Macht man $DE = CD$ und errichtet in E ein Lot bis I , so ist $JE = h'_{ca}$. Zieht man vom Punkte B , der um $b:2$ von C absteht, noch den Strahl $II \parallel I$ und verlängert DG bis zu diesem, so ist $DH = h_{g1}$.

*) Dieser Aufsatz ist größtenteils der von der Großherzoglichen Technischen Hochschule in Darmstadt genehmigten Arbeit zur Erlangung der Würde eines Doktoringenieurs entnommen.

**) Organ 1918, S. 149 und 165.

Man greife nach dem frühern*) Verfahren am Massenmaßstabe mit den Höhen h'_{oa} und h'_{ob} zwischen dem Strahle s_o für die Wagerechte und der X -Achse den mittlern Querschnitt F'_{mo} des ergänzenden Körpers ab, indem man jedoch hier die Höhen $h'_{oa} + h'_{ob}$ vom Nullpunkte der Parabel, h'_{ob} vom Pole O' auf dem wagerechten Strahle und von letzterem nach oben h'_{oa} absetzt.

Abb. 2.

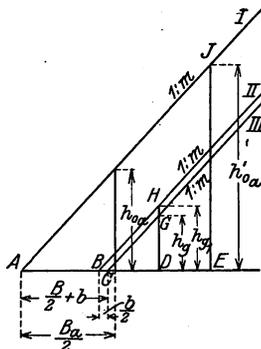
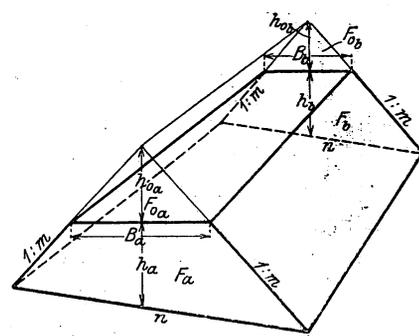


Abb. 3.



Sodann ermittle man ebenso mit den Höhen $h_a + h'_{oa}$ und $h_b + h'_{ob}$ den mittlern Querschnitt F_{m1} mit der Querneigung n und verkürze F_{m1} um F'_{mo} . Zu dem Reste ist dann noch die Strecke $2 F_{mg}$ hinzuzufügen. Der mittlere Grabenquerschnitt F_{mg} wird bestimmt wie F'_{mo} .

Die Genauigkeit leidet nicht sehr darunter, wenn man das ergänzende Dreieck des Grabenquerschnittes wegen seiner Kleinheit nicht vom Querschnitte des Grabens abzieht.

Die Strecke $F_m = F_{m1} + 2 F_{mg} - F'_{mo}$ ist dann noch an dem Strahlenbüschel durch O' mit der Länge l zu vervielfältigen, um den genauen Inhalt J_g zu erhalten.

A) 2. Dämme mit veränderlicher Kronenbreite (Textabb. 3).

In derselben Weise kann man auch Dämme mit veränderlicher Kronenbreite an dem Massenmaßstabe für Querneigung ermitteln. Hier sind aber die Breiten $B_a:2$ und $B_b:2$ der Endquerschnitte in dem Maßstabe zur Bestimmung von h_o (Textabb. 2) anzutragen, um als Lot bis zum Strahle I die

*) Organ 1918, S. 152-154.

Höhen h_{0a} und h_{0b} der ergänzenden Dreiecke zu erhalten. $J_g = (F_{m1} - F_{m0})l$ ist der genaue Inhalt.

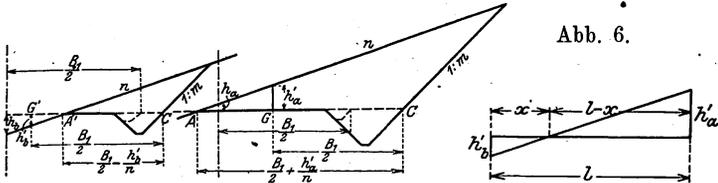
A) 3. Anschnitte mit veränderlicher Grabenbreite (Textabb. 4 bis 6).

Man zeichne die beiden Endquerschnitte F_a und F_b auf, verlängere die Kronenbreite bis zum Schnitte C mit der Böschung, setze aus dem Massenmaßsstabe für Anschnitte das unveränderliche $B_1 : 2$ von C aus als Breite bis G und G' ab, errichte in G und G' die Lote und erhält h'_a und h'_b ; AG ist $= h'_a : n$, $A'G' = h'_b : n$. Schneidet eines dieser Lote die Querneigung über

Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 6.



der Krone, so findet man nach Textabb. 5 $AC = B_1 : 2 + h'_a : n$, liegt der Schnitt unter der Krone, so erhält man nach Textabb. 4 $A'C' = B_1 : 2 - h'_b : n$. Den mittlern Querschnitt F'_m ohne Berücksichtigung der Gräben bestimmt man dann in der alten Weise am Massenmaßsstabe für Anschnitte. Sind die Breiten $B_1 : 2 + h'_a : n$, $B_1 : 2 + h'_b : n$ oder $B_1 : 2 - h'_a : n$, $B_1 : 2 - h'_b : n$, so ist nach Ermittlung des mittlern Grabenquerschnittes F_{mg} am Massenmaßsstabe für Querneigung $F'_m + F_{mg}$ mit der Stationslänge l zu vervielfältigen, um J_g zu erhalten. Hat aber der eine Endquerschnitt die Breite $B_1 : 2 + h'_a : n$, der andere $B_1 : 2 - h'_b : n$, so ist im Abstände x aus Textabb. 6 ein Querschnitt von der Breite $B_1 : 2$ einzuschalten, die Massen der Körper der Längen x und $l - x$ sind dann getrennt zu ermitteln. Die Massen dieser Teilkörper sind dann um die des Grabens zu vergrößern.

I. B) Windschiefes Gelände.

Bei windschiefe Gelände trägt man die aufgenommenen Endquerschnitte auf und ergänzt sie durch das Dreieck F_0 , ermittelt für den ganzen Körper mit den Endflächen $F_1 = F_a + F_{0a}$ und $F_2 = F_b + F_{0b}$ nach VI*) $F_{m1} = (F_1 + F_2) : 2 - (\Delta l + \Delta r) : 6$ und zieht von F_{m1} den mittlern Querschnitt F_{m0} des ergänzenden Körpers ab, oder setzt $2 F_{mg}$ der beiden Gräben hinzu. F_{m0} und F_{mg} werden nach IV A.) 1**) am Massenmaßsstabe für Querneigung ermittelt. Dann ist $J_g = l \cdot (F_{m1} - F_{m0} + 2 F_{mg})$ oder $J_g = l (F_{m1} - F_{m0})$.

Anschnittkörper mit windschiefer Begrenzung und veränderlicher Grabenbreite werden bestimmt wie früher***) beschrieben.

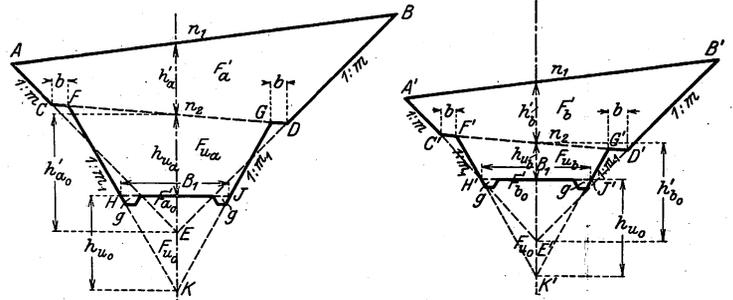
II. Einschnitte und Dämme mit gebrochener Böschung.

Zeichnet man nach Textabb. 7 und 8 die Endquerschnitte des Einschnittes mit gebrochener Böschung $1 : m$ und $1 : m_1$ auf, so kann man nach IV. A**) aus den eingetragenen Höhen, Breiten, Quer- und Böschung-Neigungen den mittlern Querschnitt F'_m des obern Teiles des Erdkörpers mit den Endflächen $F'_a = ABCD$

und $F'_b = A'B'C'D'$ an dem Massenmaßsstabe für die Böschung $1 : m$ ermitteln. Bei windschiefe Gelände ist für den obern Körper nach obigem Abschnitte I B) zu verfahren.

Abb. 7.

Abb. 8.



Für den untern Teil mit den Endflächen $F_{ua} = FGHI$ und $F_{ub} = F'G'H'J'$ und der unveränderlichen Breite B_1 gelten die früheren Erörterungen mit der Böschung $1 : m_1$ *) für den Querschnitt F_{um} .

Um den betreffenden Massenmaßstab nicht neu zeichnen zu müssen, kann man in den vorhandenen**) für $1 : m$ die entsprechenden Punkte A_1, G_1, D_1 und die Strahlen für die Querneigung bei Böschung $1 : m_1$ rot eintragen. F'_m und F_{um} sind dann durch Auftragen zu vereinigen und an dem Büschel durch O mit der Länge l zu vervielfältigen.

Bei veränderlichem B_1 des untern Teiles erfolgt die Ermittlung von F_{um} nach I. A) dieses Aufsatzes.

Für die Berechnung von Aufträgen mit gebrochenen Böschungen gelten diese Ausführungen sinngemäß.

III. Ermittlung der Erdmassen in Bogen.

III. A) Ebenes Gelände.

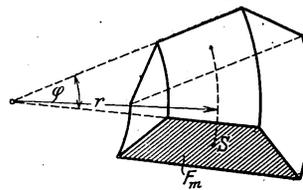
A) 1. Dämme und Einschnitte.

1. a) Geländeschnitt wagerecht.

Wie früher werden die Erdkörper in Prismen gleichen Inhaltes derselben Länge und mit der Grundfläche F_m (Textabb. 9) verwandelt, deren Inhalt man nach Guldin aus:

Gl. 1) $J_g = F_m \cdot 2 \cdot r \cdot \pi \cdot \varphi : 360$ ermittelt.

Abb. 9.



Der Weg $2r \cdot \pi \cdot \varphi : 360$ des Schwerpunktes ist der abgewinkelten Bahnachse gleich, wie sie im Höhenplane erscheint; der Inhalt des Erdkörpers stimmt also mit dem der geraden Strecke überein.

1. b) Geländeschnitt geneigt.

In die auch hier gültige Gl. 1) ist R statt r einzuführen (Textabb. 10 und 11). Der Weg L des Schwerpunktes folgt aus der Länge l der Bahnachse nach:

$L = 2 \cdot R \cdot \pi \cdot \varphi : 360$, $R = r + x$ oder $R = r - x$,

$l = 2r\pi \cdot \varphi : 360$ mit $L = \frac{r \pm x}{r} \cdot l$.

Die Lage von S der Breite nach bestimmt man genau genug so, daß das Lot durch S den Querschnitt in gleiche Teile zerlegt (Textabb. 12).

*) Organ 1918, S. 167.

**) Organ 1918, S. 152.

***) Organ 1918, S. 168.

*) Organ 1918, S. 152.

**) Organ 1918, Tafel 26, Abb. 1.

Dann ist:

$$\frac{h_{m1} \cdot x_2}{2} - \frac{m \cdot h_0^2}{2} - x h_m - \frac{n \cdot x^2}{2} = \frac{h_{m1} \cdot x_1}{2} - \frac{m \cdot h_0^2}{2} + x h_m + \frac{n \cdot x^2}{2}$$

$$n \cdot x^2 + 2 h_m \cdot x = \frac{h_{m1}}{2} (x_2 - x_1)$$

Abb. 10.

Abb. 11.

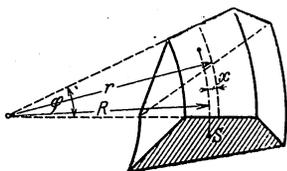
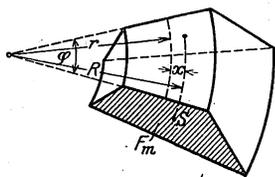
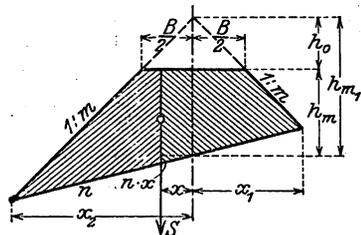


Abb. 12.



Wird $n \cdot x^2$ vernachlässigt, so folgt:

$$x = h_{m1} \cdot (x_2 - x_1) : 4 h_m$$

Nach II. A)*) ist:

$$x_2 = \frac{m \cdot h_{m1}}{1 - m \cdot n}; \quad x_1 = \frac{m \cdot h_{m1}}{1 + m \cdot n}$$

$$x = \frac{h_{m1}}{4 \cdot h_m} \cdot m \cdot h_{m1} \cdot \left(\frac{1}{1 - m \cdot n} - \frac{1}{1 + m \cdot n} \right)$$

$$x = \frac{m \cdot n}{2 \cdot h_m} \cdot \frac{m \cdot h_{m1}^2}{1 - m^2 \cdot n^2} \text{ und da nach II. A)**) } \frac{m \cdot h_{m1}^2}{1 - m^2 \cdot n^2} = F_{m1}$$

$$x = m \cdot n \cdot F_{m1} : 2 h_m$$

F_{m1} ist nach dem Massenmaßstabe für Querneigung der Abstand des Punktes N auf dem Strahle s von der X-Achse***).

Nach IV. A. 1)†) ist:

$$J_g = l \left\{ \frac{m}{3(1 - m^2 n^2)} \cdot [(h_1 + h_2)^2 - h_1 \cdot h_2] - F_0 \right\} = F_m \cdot l$$

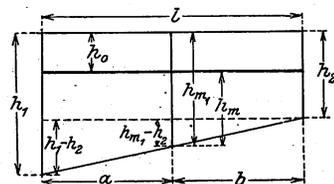
Da $F_m = F_{m1} - F_0$, so ist $F_{m1} = m \cdot [(h_1 + h_2)^2 - h_1 \cdot h_2] : 3 \cdot (1 - m^2 n^2)$. Setzt man die beiden Ausdrücke für F_{m1} gleich, so erhält man:

$$h_{m1} = \sqrt{\frac{(h_1 + h_2)^2 - h_1 \cdot h_2}{3}} \text{ ist = der Strecke EL : 3 im}$$

Massenmaßstabe für Querneigung; EL ist der Abstand der Strecke F_m von der Y-Achse der Parabel. Die der Länge EL : 3 entsprechende Höhe an der Parabel $x = y^2$ ist dann:

$$h_{m1} = \sqrt{\frac{(h_1 + h_2)^2 - h_1 \cdot h_2}{3}}$$

Abb. 13.



Nach Ermittlung von h_{m1} kann man dessen Lage und damit die von F_{m1} des mittlern Querschnittes eines Erdkörpers, im Höhenplane bestimmen (Textabb. 13).

*) Organ 1918, S. 151.

**) Organ 1918, S. 151.

***) Organ 1918, Tafel 26, Abb. 1.

†) Organ 1918, S. 153.

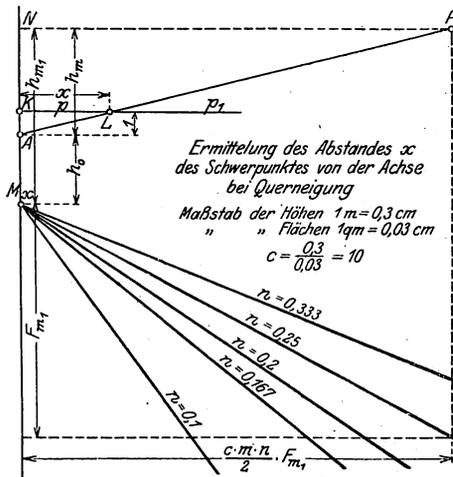
Nach Textabb. 13 ist:

$$a = l \cdot \frac{(h_1 - h_{m1})}{(h_1 - h_2)} \text{ und } b = l \cdot \frac{(h_{m1} - h_2)}{(h_1 - h_2)}$$

Mit den aus der Zeichnung entnommenen Größen werden a und b rechnerisch ermittelt, da man so genauere Werte erhält.

Zur Ermittlung von $x = m \cdot n \cdot F_{m1} : 2 h_m$ macht man im Maßstabe der Textabb. 14 $h_m = AN$, bildet an dem Strahlenbündel für $c \cdot m \cdot n : 2$ den Wert $F_{m1} \cdot c \cdot m \cdot n : 2$, indem man aus dem Massenmaßstabe F_{m1} von M aus, das

Abb. 14.



Ermittlung des Abstandes x des Schwerpunktes von der Achse bei Querneigung
 Maßstab der Höhen 1m = 0,3 cm
 " " Flächen 1qm = 0,03 cm
 $c = \frac{0,3}{0,03} = 10$

gesuchte Strecke LK = x im Maßstabe der Höhen ab.

Dem Werte $m \cdot n : 2$, der für die meist vorkommenden Böschungen, Querneigungen aus Zusammenstellung I hervorgeht, ist als Beiwert c das Verhältnis des Höhen- zum Flächenmaßstabe, hier $c = 10$, beigefügt, um x im Maßstabe der Höhen zu erhalten.

Zusammenstellung I.

Werte $m \cdot n : 2$.

| 1 : n | n | m = 1,5 | 1,25 | 1 | 0,5 |
|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| 10 | 0,100 | 0,075 | 0,063 | 0,050 | 0,025 |
| 9 | 0,111 | 0,083 | 0,070 | 0,056 | 0,028 |
| 8 | 0,125 | 0,094 | 0,078 | 0,063 | 0,032 |
| 7 | 0,143 | 0,107 | 0,089 | 0,072 | 0,036 |
| 6,5 | 0,154 | 0,116 | 0,096 | 0,077 | 0,039 |
| 6,0 | 0,167 | 0,125 | 0,105 | 0,084 | 0,042 |
| 5,5 | 0,182 | 0,137 | 0,114 | 0,091 | 0,046 |
| 5,0 | 0,200 | 0,150 | 0,125 | 0,100 | 0,050 |
| 4,75 | 0,211 | 0,158 | 0,132 | 0,105 | 0,053 |
| 4,5 | 0,222 | 0,166 | 0,139 | 0,111 | 0,056 |
| 4,25 | 0,235 | 0,176 | 0,147 | 0,118 | 0,059 |
| 4,0 | 0,250 | 0,187 | 0,156 | 0,125 | 0,063 |
| 3,75 | 0,267 | 0,200 | 0,167 | 0,133 | 0,067 |
| 3,5 | 0,286 | 0,214 | 0,179 | 0,143 | 0,074 |
| 3,25 | 0,308 | 0,232 | 0,193 | 0,154 | 0,077 |
| 3,0 | 0,333 | 0,250 | 0,208 | 0,167 | 0,084 |
| 2,9 | 0,345 | 0,258 | 0,217 | 0,173 | 0,087 |
| 2,8 | 0,357 | 0,267 | 0,223 | 0,178 | 0,089 |
| 2,7 | 0,370 | 0,277 | 0,232 | 0,185 | 0,093 |
| 2,6 | 0,385 | 0,288 | 0,241 | 0,193 | 0,097 |
| 2,5 | 0,400 | 0,300 | 0,250 | 0,200 | 0,100 |

$L = (r \pm x) l : r$ ist dann auszurechnen und $J_g = F_m \cdot L$ an den Bündel mit dem Pole O*) zu bilden.

*) Organ 1918, Tafel 26, Abb. 1.

Bei der Ermittlung von x für die Einschnitte ist der Grabeninhalt nicht zu berücksichtigen.

Für die Einschnitte und Dämme mit veränderlicher Graben- oder Kronen-Breite in Bogen kann x bei ebenem Gelände ebenso bestimmt werden. Hier ist $h_m = h_{m1} - h_{om1} + 2h_{gm1}$ oder $h_m = h_{m1} - h_{om1}$. Die Höhen sind in der vorher beschriebenen Weise einzeln zu ermitteln. F_{m1} erhält man mittels des Massenmaßstabes aus den Höhen ($h_a + h_{oa}$) und ($h_b + h_{ob}$).

Nun ist zu ermitteln, wie groß x werden kann, um danach zu beurteilen, wann diese Verschiebung des Schwerpunktes vernachlässigt werden kann, wenn Fehler bis zu 2% zulässig sind.

Der genaue Inhalt ist $J_g = 2 \cdot R \cdot \pi \cdot F_m \cdot \varphi : 360$, der ungenaue $J_1 = 2r \cdot \pi \cdot F_m \cdot \varphi : 360$, also mit $R = r + x$ $J_g : J_1 = 1 \pm x : r$, worin $x : r \leq 0,02$ bleiben soll; die Berücksichtigung von x kommt also um so mehr in Frage, je kleiner r ist. In Zusammenstellung II ist für verschiedene Straßensbreiten bei Damm und Einschnitt angegeben, von welchen r an die Größe x bei bestimmten Neigungen des Geländes und der Böschung 2:3 zu berücksichtigen ist.

Die Zusammenstellung II ist für $h_m = 1,0$ m berechnet; für wachsendes h_m würde sie sich zunächst etwas günstiger, von einer gewissen Größe von h_m an aber wieder ungünstiger stellen.

Beispiel:

Für eine Straße mit $B = 8$ m ist bei Damm auf $n = 1:10$ bereits in Bogen mit $r = 77$ m der Weg des Schwerpunktes statt der Achslänge für die Massenberechnung zu benutzen, für Einschnitte derselben Verhältnisse von $r = 129$ m an.

Daraus und aus den sonstigen Werten der Zusammenstellung II erkennt man, daß die Berücksichtigung der Verschiebung des Schwerpunktes aus der Achse bei Einhaltung der Fehlergrenze in sehr vielen Fällen nötig wird.

Bei diesen Untersuchungen ist der Aushub des Kofferbettes nicht berücksichtigt, weil das umständlich ist und manche Verwaltungen zunächst die Krone voll und nachträglich erst das Kofferbett herstellen. Die dadurch bedingte Ungenauigkeit ist nicht von Belang.

Bei Erdkörpern mit gebrochener Böschung wird der Abstand des Schwerpunktes von der Bahnachse, dann der Inhalt für den oberen und unteren Teil getrennt nach den Ausführungen unter II) dieses Aufsatzes und der Regel von Guldin bestimmt.

Zusammenstellung II.

Bogenhalbmesser r , unterhalb dem die Abweichung x des Schwerpunktes von der Bogenachse zu berücksichtigen ist.

$$r = \frac{x}{0,02} = \frac{m \cdot n \cdot F_{m1}}{0,04 h_m}; h_m = 1 \text{ m.}$$

Damm.

| 1:m = 2:3 | B = 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|
| n = 1:10 | 41 | 52 | 64 | 77 | 92 |
| 1:9 | 46 | 58 | 72 | 87 | 103 |
| 1:8 | 52 | 66 | 81 | 98 | 117 |
| 1:7 | 60 | 76 | 94 | 110 | 134 |
| 1:6,5 | 65 | 82 | 102 | 123 | 146 |
| 1:6 | 71 | 90 | 112 | 135 | 160 |
| 1:5,5 | 79 | 100 | 124 | 150 | 178 |
| 1:5 | 88 | 112 | 138 | 167 | 198 |
| 1:4,75 | 94 | 119 | 147 | 178 | 211 |
| 1:4,5 | 101 | 127 | 157 | 190 | 226 |
| 1:4,25 | 108 | 136 | 169 | 203 | |
| 1:4 | 117 | 150 | 183 | 221 | |
| 1:3,75 | 128 | 161 | 200 | | |
| 1:3,5 | 140 | 177 | 220 | | |
| 1:3,25 | 157 | 198 | | | |
| 1:3 | 178 | 225 | | | |
| 1:2,9 | 189 | | | | |
| 1:2,8 | 201 | | | | |
| 1:2,7 | 215 | | | | |
| 1:2,6 | 231 | | | | |
| 1:2,5 | 250 | | | | |

Einschnitt.

| 1:m = 2:3 | B = 5 B ₁ = 8,2 | 6 9,2 | 7 10,2 | 8 11,2 | 9 12,2 |
|-----------|-------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| n = 1:10 | 80 | 95 | 114 | 129 | 147 |
| 1:9 | 90 | 111 | 125 | 144 | 166 |
| 1:8 | 102 | 120 | 141 | 163 | 188 |
| 1:7 | 118 | 138 | 163 | 188 | 216 |
| 1:6,5 | 128 | 141 | 177 | 205 | 236 |
| 1:6 | 140 | 165 | 194 | 224 | |
| 1:5,5 | 155 | 183 | 215 | | |
| 1:5 | 174 | 204 | | | |
| 1:4,75 | 184 | 218 | | | |
| 1:4,5 | 197 | | | | |
| 1:4,25 | 211 | | | | |

(Schluß folgt.)

Gleisabstand auf freier Strecke bei mehrgleisigen Eisenbahnen.

Geh. Baurat W. Schlesinger, Mitglied der Königlichen Eisenbahndirektion Berlin.

(Schluß von Seite 325.)

V. Einfluß der Abstandsvergrößerung auf die Baukosten.

Nachstehend sollen die bei Vergrößerung des Abstandes von 4,0 m auf 4,50 m, 4,75 m und 5,0 m entstehenden kilometerischen Mehrkosten der freien Strecke einer viergleisigen Bahn unter Zugrundelegung der gezeichneten Bahnquerschnitte überschläglich ermittelt werden. Es sind dies die Kosten der 0,50 m oder 0,75 m oder 1,0 m starken lotrechten Schicht in der Mitte des Bahnkörpers, um die er in Länge der freien Strecke breiter wird, abzüglich der bei

den verschiedenen Abstandsvergrößerungen entstehenden Ersparnisse.

Für den bezeichneten, ungefähr prismatischen Teil des Bahnkörpers entstehen Kosten nur bei den Titeln I, II, IV und V, Ersparnisse nur bei den Titeln IV, VII und VIII des Kostenanschlages. Anteilig kommen dazu noch die Kosten und Ersparnisse beim Titel XIII mit $3\frac{1}{2}$ v. H. (F. O. XII, P. 42).

Da die Verschiedenheit der örtlichen Verhältnisse die Baukosten im ganzen, folglich auch die Kosten jenes Bahnkörper-

teils beeinflusst, so soll die Rechnung soweit erforderlich bei jedem Titel unter verschiedenen Voraussetzungen durchgeführt werden. Immer wird aber angenommen, daß alle Planübergänge durch schienenfreie Anlagen ersetzt werden.

Im einzelnen braucht die Rechnung nur einmal, und zwar für die Abstandsvergrößerung von 4,0 m auf 5,0 m, also um 1 m, durchgeführt zu werden. Aus den Ergebnissen lassen sich dann die Mehrkosten und Ersparnisse für die Abstandsvergrößerungen um 0,50 m (auf 4,50 m) und um 0,75 m (auf 4,75 m) unmittelbar ableiten.

1. Kilometrische Mehrkosten und Ersparnisse bei 1 m Abstandsvergrößerung (auf 5,0 m).

Titel I. Grunderwerb.

Es müssen 1000 qm mehr erworben werden.

Beim viergleisigen Ausbau der Teilstrecken Berlin—Oranienburg und Berlin—Bernau hat das qm einschließlich aller Nebenausgaben für Wertminderungen, Umwegentschädigungen usw. durchschnittlich 8,50 \mathcal{M} und 5,70 \mathcal{M} gekostet. Für den viergleisigen Ausbau der Teilstrecke Berlin—Strausberg sind die Kosten auf 6 \mathcal{M} veranschlagt. Berücksichtigt man, daß die Nebenausgaben durch den Mehrerwerb von 1 m Breite nicht wachsen, so dürfte hiernach ein Einheitspreis von 6 bis 8 \mathcal{M} oder von durchschnittlich 7 \mathcal{M}/qm für Vorortstrecken bei Großstädten als ausreichend anzusehen sein. Es versteht sich, daß der Preis in der aller-nächsten Umgebung der Großstadt und besonders im städtischen Bebauungsgebiet selbst ein höherer ist; dafür ist er aber in den von der Großstadt weiter abliegenden Gebieten soviel niedriger. Bei den Durchschnittsermittlungen für die vorliegende allgemeine Betrachtung braucht dies nicht berücksichtigt zu werden.

Bei durchgehenden viergleisigen Bahnen im großen Raume des Staatsbahnbereichs wird im allgemeinen mit einem weit geringeren Durchschnittspreis gerechnet werden können. Wenn sie auch vorwiegend in besonders entwickelten Landesgebieten zur Ausführung kommen werden, so durchziehen sie doch in ihrer größten Erstreckung überwiegend nur landwirtschaftlich genutzte Flächen, teilweise wohl auch Forsten. Dort betragen die Grunderwerbskosten höchstens 1000 bis 1500 \mathcal{M} für den Morgen oder durchschnittlich 0,50 \mathcal{M}/qm . Nur in der Nähe des Bebauungsgebietes der berührten größeren Orte, in diesem Gebiete selbst und besonders in der Nähe der Bahnhöfe, ferner unmittelbar bei kleinen Orten, Dörfern und einzelnen Gehöften werden mehr oder weniger höhere Preise zu zahlen sein. Auf die Kosten des Grunderwerbs für die ganze freie Strecke haben diese Preise aber verhältnismäßig wenig Einfluß.

Höhere Kosten werden ferner auf besonderen Teilstrecken mit vorwiegendem Garten-, Gemüse-, Obst- oder Weinbau und dergleichen entstehen, besonders aber in einem hochentwickelten Industrie- und Bergbaugebiete.

Für die vorliegende Betrachtung wird man hiernach einen genügenden Anhalt gewinnen, wenn man der Berechnung etwa folgende verschiedene Durchschnittspreise zu Grunde legt:

a) für hauptsächlich landwirtschaftlich genutzte Gegenden 0,50 \mathcal{M}/qm ;

b) für Sondergebiete mit Gemüse-, Obst-, Wein- und dergleichen Kulturen 1,50 \mathcal{M}/qm ;

c) für Vorortgebiete großer Städte 7 \mathcal{M}/qm ;

d) für engere Sondergebiete mit hochentwickelter Industrie 25 \mathcal{M}/qm ;

e) für Bebauungsflächen mittlerer und größerer Städte 50 \mathcal{M}/qm .

Es ergeben sich dann die kilometrischen Mehrkosten

| | |
|---------------------|-------------------|
| für a) zu | 500 \mathcal{M} |
| » b) » | 1500 » |
| » c) » | 7000 » |
| » d) » | 25000 » |
| » e) » | 50000 » |

Titel II. Erdarbeiten.

Unter der für den Umfang der Erdarbeiten schon verhältnismäßig recht ungünstigen Annahme, daß im Zuge der Bahn nur Einschnitte und Aufträge von 5 m durchschnittlicher Höhe hintereinander abwechseln, daß aber ein Massenausgleich stattfindet, verursacht die Abstandsvergrößerung ein Mehr an Erdarbeiten von $1,0 \cdot 5,0 \cdot 1000 : 2 = 2500$ cbm auf das Kilometer. Da für dieses Mehr weder Böschungs- noch sonstige Befestigungsarbeiten in Anrechnung kommen, so kostet es bei mittleren Bodenarten höchstens 1,20 \mathcal{M} cbm, also im ganzen 3000 \mathcal{M} . Wo Bodenausgleich nicht überall ermöglicht werden kann, sondern streckenweise Schüttboden aus Seitenentnahmen herbeigeschafft werden muß, mag sich dieser Betrag im Höchsfalle auf 5000 \mathcal{M}/km erhöhen. Im Durchschnitt wird man immer mit 4000 \mathcal{M}/km ausreichen. Felseinschnitte bilden Ausnahmen, die hier nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

Titel IV. Unter- und Überführungen.

Auf der ein ausgebildetes Wegenetz durchschneidenden rund 22 km langen Fern- und Vorortstrecke Berlin (Schönholz)—Oranienburg befinden sich 29 Unter- und Überführungen von durchschnittlich 10 m Wegbreite, mithin auf 1 km Bahn rund $1\frac{1}{3}$ Bauwerke. In den zusammen 13 km langen freien Strecken dieser Bahn liegen nur 13 von jenen 29 Bauwerken. Sie allein müßten bei einer Vergrößerung des Gleisabstandes je 1 m länger werden. Auf die freie Strecke entfällt dort also nur $\frac{13}{13}$ oder 1 Bauwerk auf das Kilometer.

Die rund 20 km lange Fern- und Vorortstrecke Berlin (Pankow)—Bernau enthält 27 Unterführungen von durchschnittlich 9 m Weite. In den zusammen rund 11 km langen freien Strecken dieser Bahn liegen davon 16 Stück. Auf die freie Strecke entfallen dort also etwa $\frac{16}{11}$ oder $1\frac{1}{2}$ Bauwerke für das Kilometer.

Man wird hiernach annehmen können, daß auf das Kilometer freier Strecke viergleisiger Fern- und Vorortbahnen bei großen Städten höchstens $1\frac{1}{2}$ Bauwerke entfallen, daß aber bei einer durchgehenden viergleisigen Bahn im Lande etwa nur 1 Bauwerk herzustellen ist.

Dagegen wird man schätzungsweise für ein hochentwickeltes Industriegebiet 2 Bauwerke und für das Bebauungsgebiet mittlerer und größerer Städte

etwa 3 Bauwerke auf das Kilometer freier Strecke voraussetzen können.

Nach überschläglicher Berechnung verursacht 1 m Mehrlänge

a) bei einer Unterführung mittlerer Weite rund 1000 *M* Mehrkosten,

b) bei einer Überführung mittlerer Breite rund 1000 *M* Ersparnis am Bauwerk selbst als Folge der Halbierung der Stützweite durch die möglich werdende Zwischenstütze und außerdem durchschnittlich noch 1000 bis 2000 *M* Ersparnis an den etwaigen Zufahrtrampen infolge Verminderung der Bauhöhe um durchschnittlich wenigstens 0,50 m.

Bei gleich großer Anzahl von Über- und Unterführungen würden hiernach im Titel IV keine Mehrkosten, sondern noch ansehnliche Ersparnisse erwartet werden können.

Bei durchgehenden Linien im Lande wird dies auch eintreten; es soll aber nur angenommen werden, daß sich dort die Mehrkosten bei den Unterführungen und die Ersparnisse bei den Überführungen ausgleichen.

Bei Bahnen in Industrie- und städtischen Bebauungsgebieten wird möglicherweise aber die Zahl der Unterführungen überwiegen, so daß ihre Mehrkosten durch die Ersparnisse an den Überführungen nicht ganz aufgewogen werden. Macht man diese höchst ungünstige Annahme, so wird es aber gerechtfertigt sein, dafür ihre oben auf 2 und 3 Stück für das Kilometer geschätzte Anzahl wenigstens auf 1½ und 2 Stück herabzumindern.

Als kilometrische Mehrkosten für die Bauwerke des Titels IV ergeben sich dann für die freie Strecke:

- aa) für die Überlandstrecken durchgehender Bahnen — *M*
- bb) für Fern- und Vorortstrecken bei großen Städten 1½ . 1000 = 1500 *M*
- cc) für Strecken im Bebauungsgebiet mittlerer und größerer Städte 2 . 1000 = 2000 *M*.

Titel V. Brücken und Durchlässe.

Für große Brücken mit Fachwerkträgern, die über S. O. reichen, entstehen keine Mehrkosten, da sie ohnehin mindestens 5,80 m Abstand der inneren Gleise erfordern. Aber auch für solche mit Fachwerkträgern unter der Fahrbahn und solche mit Gewölben dürften kilometrische Mehrkosten wegen ihres im allgemeinen nur vereinzelt Vorkommens nicht in Ansatz zu bringen sein, auch weil man sich vielleicht entschließen wird, auf Brückenlänge den geringeren Abstand zuzulassen.

Brücken geringerer Weite und Durchlässe (20 m bis 4 m) erfordern 1500 *M* bis 500 *M* oder im Mittel 1000 *M* Mehrkosten; man wird aber durchschnittlich höchstens 1 Brücke auf 2 km freie Strecke, mithin für das Kilometer 500 *M* rechnen können.

Die Mehrkosten der noch kleineren Durchlässe und der Durchlaßrohre können auf 200 *M* für das Kilometer freier Strecke geschätzt werden.

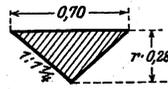
Die Gesamtmehrkosten beim Titel V können mithin auf 500 + 200 = 700 *M* angenommen werden.

Titel VII. Oberbau.

Bei der oben vorgeschlagenen Ausbildung des Bettungsquerschnitts der viergleisigen Bahn, d. h. Aussparung eines

mittleren Fußweges in Planumshöhe wird gegenüber der bei 4,0 m Abstand der inneren Gleise kaum vermeidlichen und allgemein geübten durchgehenden Abgleichung der Bettungsoberfläche in Höhe der Schwellenoberkante an Kleinschlag gespart.

Abb. 2.



Die Ersparnis beträgt nach Textabb. 2 rund 0,1 cbm auf das m, oder rund 100 cbm auf das Kilometer. Sie ist mit etwa 700 *M*/km in Ansatz zu bringen.

Titel VIII. Signale.

Hier kommen Ersparnisse in Betracht durch den Fortfall der Brücken und Ausleger, und zwar bei Vergrößerung des 4 m-Abstandes

- auf 4,50 m durch ihren Fortfall für die Vorsignale,
- auf 4,75 und 5,0 m durch ihren Fortfall für alle Signale der freien Strecke.

Nach besonderen Ermittlungen gebraucht man etwa für das Kilometer freie Strecke:

A) bei viergleisigen Fern- und Vorortstrecken:

- a) mit 4 m Abstand der inneren Gleise:
 - 2¼ Stück zu durchschnittlich
 - 4000 *M* = 9000 *M*
 - dazu die kapitalisierten Unterhaltungs- und Erneuerungskosten mit r. 1000 »
 - sind 10000 *M*

- b) mit 4,50 m Abstand der inneren Gleise:
 - 1¼ Stück zu durchschnittlich
 - 4000 *M* = 5000 *M*
 - dazu wie oben 500 «
 - sind 5500 *M*

B) bei viergleisigen reinen Fernstrecken:

- a) mit 4 m Abstand der inneren Gleise:
 - 1½ Stück zu durchschnittlich
 - 4000 *M* = 6000 *M*
 - dazu wie oben etwa 500 «
 - sind 6500 *M*
- b) mit 4,50 m Abstand der inneren Gleise:
 - 4/5 Stück zu durchschnittlich
 - 4000 *M* = 3200 *M*
 - dazu wie oben 300 »
 - sind 3500 *M*

Man erspart daher für das Kilometer bei Vergrößerung des Abstandes von 4,0 m

- aa) auf 4,50 m
 - bei Fern- und Vorortstrecken
 - 10000 — 5500 . . . = 4500 *M*
 - bei reinen Fernstrecken
 - 6500 — 3500 . . . = 3000 *M*

bb) auf 4,75 m und mehr:

- bei Fern- und Vorortstrecken . . . 10000 *M*
- bei reinen Fernstrecken 6500 *M*

2. Kilometrische Mehrkosten und Ersparnisse bei 0,50 m Abstandsvergrößerung (auf 4,50 m).

Titel I. Grunderwerb.

Es ergeben sich die Hälften der bei 1 ermittelten Mehrkosten, also

| | | |
|------------------|---|---------|
| für a) | = | 250 M |
| » b) | = | 750 » |
| » c) | = | 3500 » |
| » d) | = | 12500 » |
| » e) | = | 25000 » |

Titel II. Erdarbeiten.

Es ergibt sich die Hälfte der bei 1 ermittelten Mehrkosten von 4000 M, also 2000 M.

Titel IV. Unter- und Überführungen.

Auch hier sind die Hälften der bei 1 ermittelten Mehrkosten anzusetzen, also

| | | |
|-------------------|---|--------|
| für aa) | = | -- M |
| » bb) | = | 750 » |
| » cc) | = | 1000 » |

Titel V. Brücken und Durchlässe.

Die Hälfte der bei 1 zu 700 M ermittelten Mehrkosten beträgt 350 M.

Titel VII. Oberbau.

Die Ersparnis bleibt dieselbe, wie bei 1 berechnet, also 700 M.

Titel VIII. Signale.

Die Ersparnis ist bereits bei 1 mitberechnet, nämlich für

- a. Fern- und Vorortstrecken zu 4500 M
- β. Fernstrecken » 3000 »

3. Kilometrische Mehrkosten und Ersparnisse bei 0,75 m Abstandsvergrößerung (auf 4,75 m).

Die Mehrkosten bei Titel I, II, IV und V betragen $\frac{3}{4}$ der für 1,0 m Abstandsvergrößerung oben ermittelten, also bei

Titel I. Grunderwerb.

| | | |
|------------------|---|---------|
| für a) | = | 375 M |
| » b) | = | 1125 » |
| » c) | = | 5225 » |
| » d) | = | 18750 » |
| » e) | = | 37500 » |

Titel II. Erdarbeiten.

3000 M.

Titel IV. Unter- und Überführungen.

| | | |
|-------------------|---|--------|
| für aa) | = | -- M |
| » bb) | = | 1125 » |
| » cc) | = | 1500 » |

Titel V. Brücken und Durchlässe.

525 M.

Die Ersparnisse betragen bei

Titel VII. Oberbau.

wie oben 700 M.

Titel VIII. Signale.

Nach den Angaben oben bei 1 am Schlusse

- α. für Fern- und Vorortstrecken 10000 M
- β. » Fernstrecken 6500 »

Aus vorstehenden Einzelzahlen ergibt sich die nachstehende Übersicht Seite 348.

Die in den Spalten 14 und 15 der Übersicht enthaltenen Zahlen, die den kilometrischen Einfluß der Abstandsvergrößerung

auf die Baukosten darstellen, sollen in folgendem Abschnitt näher betrachtet werden.

VI. Betrachtung vom wirtschaftlichen Standpunkte.

Aus den Zahlen der Spalten 14 und 15 ergibt sich zunächst folgendes:

Die Kosten viergleisiger Bahnen werden durch Vergrößerung des 4 m-Abstandes der inneren Gleise auf der freien Strecke keineswegs unter allen Umständen erhöht. Vielmehr werden sie je nach Art und Zweck der Bahn und des von ihr durchlaufenen Gebietes, oder der von ihren einzelnen Teilstrecken durchlaufenen verschiedenartigen Gebiete erhöht oder vermindert.

Im allgemeinen kann man aus den Zahlenergebnissen folgendes schliessen:

A) Viergleisige Strecken für getrennten Fern- und Vorortverkehr im Vorortgebiete größerer Städte werden nur in ganz verschwindendem Maße teurer; bei 4,75 m Abstand ist sogar eine, wenn auch unerhebliche Kostenverminderung zu erwarten.

B) Viergleisige durchgehende Strecken für getrennten Personen- und Güterverkehr oder Orts- und Durchgangsverkehr werden

a) außerhalb des Bebauungs- und des Vorortgebietes größerer Städte, sowie außerhalb hochentwickelter Industriegebiete im allgemeinen stets billiger, am meisten bei 4,75 m Abstand;

b) sie werden im Vorortgebiet großer Städte nicht erheblich teurer, am unerheblichsten bei 4,75 m Abstand;

c) erst in hochentwickelten Industriegebieten und mehr noch im Bebauungsgebiete mittlerer und größerer Städte wachsen ihre Kosten und zwar mit zunehmender Abstandsvergrößerung um beachtenswerte Beträge.

Die Verschiedenartigkeit dieser Ergebnisse erklärt sich vorwiegend aus der zum Teil sprungweise eintretenden Beeinflussung der Rechnung einerseits durch die Mehrkosten bei Titel I, andererseits durch die Ersparnisse bei Titel VIII (Signalbrücken und Ausleger).

Um den Grad und die Gesamthöhe des Einflusses zu erkennen, den die Abstandsvergrößerung auf die Gesamtkosten des viergleisigen Ausbaues einer zweigleisigen Bahn unter verschiedenen Verhältnissen ausübt, empfiehlt sich die Betrachtung einiger derartiger Bauausführungen aus neuester Zeit.

Zu A) Strecken für getrennten Fern- und Vorortverkehr.

1. Berlin (Schönholz) — Oranienburg. Gesamtlänge rund 22 km. Entwurfsmäßiger Abstand 4,0 m. 3 Bahnhöfe II. und III. Klasse und 7 Haltepunkte. Anschlagsmäßige Baukosten rund 16135000 M., daher für das Kilometer 733400 M. Gesamtlänge der freien Strecke rund 13 km. Die Gesamtkosten würden sich nach den Sätzen in Spalte 14 und 15, Reihen I c der Übersicht bei Vergrößerung des Abstandes

| auf m | vermehr- um | | vermindern um | |
|----------|----------------------|------|---------------------|------|
| | M. | % | M. | % |
| 4,50 | 13 . 1400 = 18200 | 0,11 | — | — |
| 4,75 | — | — | 13 . 800 = 10400 | 0,07 |
| 5,00 | 13 . 2700 = 35100 | 0,22 | — | — |

2. Berlin (Pankow) -- Bernau. Gesamtlänge rund 20 km. Entwurfsmäßiger Abstand 4,0 m. 4 Bahnhöfe II. und III. Klasse und 5 Haltepunkte. Anschlagmäßige Baukosten

rund 12 735 000 M., daher für das Kilometer rund 636 800 M. Gesamtlänge der freien Strecke rund 11 km.

Die Gesamtkosten würden sich nach denselben Sätzen bei Vergrößerung des Abstandes

| auf m | vermehr- um | | vermindern um | |
|----------|----------------------|------|--------------------|------|
| | M. | % | M. | % |
| 4,50 | 11 . 1400 = 15400 | 0,12 | — | — |
| 4,75 | — | — | 11 . 800 = 8800 | 0,07 |
| 5,00 | 11 . 2700 = 29700 | 0,23 | — | — |

Übersicht der Mehrkosten und Ersparnisse für 1 Kilometer freie Strecke bei Vergrößerung des Gleisabstandes von 4,0 m auf 4,50 m, 4,75 m und 5,0 m.

| Viergleisige Bahnen und zwar | | | Mehrkosten | | | | | | Ersparnisse | | | | Verbleiben daher | |
|---|---|-----------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|--|--------------|--------------------|---------------------|--|--------------|---------------------|------------------|
| | | | bei | | | | zusammen ohne mit Verwaltungs- kosten | | bei | | zusammen ohne mit Verwaltungs- kosten | | Mehr- kosten | Erspar- nisse |
| | | | Titel I M. | Titel II M. | Titel IV M. | Titel V M. | M. | M. | Titel VII M. | Titel VIII M. | M. | M. | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| I. Für getrennten Fern- und Vorort- verkehr. | | | | | | | | | | | | | | |
| c) In den Vorortgebieten großer Städte | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | bei 4,50 m Gleisabstand | 3500 | 2000 | 750 | 350 | 6600 | 6800 | 700 | 4500 | 5200 | 5400 | 1100 | — |
| 2 | | " 4,75 " " | 5225 | 3000 | 1125 | 525 | 9875 | 10200 | 700 | 10000 | 10700 | 11000 | — | 800 |
| 3 | | " 5,00 " " | 7000 | 4000 | 1500 | 700 | 13200 | 13700 | 700 | 10000 | 10700 | 11000 | 2700 | — |
| II. Für getrennten Personen- und Güter- verkehr oder Orts- und Durchgangs- verkehr. | | | | | | | | | | | | | | |
| a) In forst- und landwirtschaftlichen Gebieten | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | bei 4,50 m Gleisabstand | 250 | 2000 | — | 350 | 2600 | 2700 | 700 | 3000 | 3700 | 3800 | — | 1100 |
| 2 | | " 4,75 " " | 375 | 3000 | — | 525 | 3900 | 4000 | 700 | 6500 | 7200 | 7400 | — | 3400 |
| 3 | | " 5,00 " " | 500 | 4000 | — | 700 | 5200 | 5400 | 700 | 6500 | 7200 | 7400 | — | 2000 |
| b) In Gemüse, Obst- und Weinbau-Gebieten | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | bei 4,50 m Gleisabstand | 750 | 2000 | — | 350 | 3100 | 3200 | 700 | 3000 | 3700 | 3800 | — | 600 |
| 2 | | " 4,75 " " | 1125 | 3000 | — | 525 | 4650 | 4800 | 700 | 6500 | 7200 | 7400 | — | 2600 |
| 3 | | " 5,00 " " | 1500 | 4000 | — | 700 | 6200 | 6400 | 700 | 6500 | 7200 | 7400 | — | 1000 |
| c) In Vorortgebieten größerer Städte | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | bei 4,50 m Gleisabstand | 3500 | 2000 | 750 | 350 | 6600 | 6800 | 700 | 3000 | 3700 | 3800 | 3000 | — |
| 2 | | " 4,75 " " | 5225 | 3000 | 1125 | 525 | 9875 | 10200 | 700 | 6500 | 7200 | 7400 | 2800 | — |
| 3 | | " 5,00 " " | 7000 | 4000 | 1500 | 700 | 13200 | 13700 | 700 | 6500 | 7200 | 7400 | 6300 | — |
| d) In hochentwickelten Industrie-Gebieten | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | bei 4,50 m Gleisabstand | 12500 | 2000 | 1000 | 350 | 15850 | 16400 | 700 | 3000 | 3700 | 3800 | 12600 | — |
| 2 | | " 4,75 " " | 18750 | 3000 | 1500 | 525 | 23775 | 24600 | 700 | 6500 | 7200 | 7400 | 17200 | — |
| 3 | | " 5,00 " " | 25000 | 4000 | 2000 | 700 | 31700 | 32800 | 700 | 6500 | 7200 | 7400 | 25400 | — |
| e) Im Bebauungsgebiet mittlerer und größerer Städte | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | bei 4,50 m Gleisabstand | 25000 | 2000 | 1000 | 350 | 28350 | 29400 | 700 | 3000 | 3700 | 3800 | 25600 | — |
| 2 | | " 4,75 " " | 37500 | 3000 | 1500 | 525 | 42525 | 44000 | 700 | 6500 | 7200 | 7400 | 36600 | — |
| 3 | | " 5,00 " " | 50000 | 4000 | 2000 | 700 | 56700 | 58700 | 700 | 6500 | 7200 | 7400 | 51300 | — |

Zu B) Durchgehende Strecken für getrennten Personen- und Güterverkehr.

1. Teilstrecke Weissenfels (ausschl.) - Naumburg (ausschl.). Gesamtlänge rund 10 km. Entwurfsmäßiger Abstand 5,0 m. 1 Bahnhof 4. Klasse und 3 Blockstellen. Anschlagsmäßige Baukosten rund 4 008 000 *M*, daher für das Kilometer 400 800 *M*. Gesamtlänge der freien Strecke rund 9,6 km*).

Die Gesamtkosten würden sich unter Zugrundelegung der kilometrischen Sätze in Spalte 15, Reihen IIa der Übersicht bei Verkleinerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um | | vermindern um | |
|----------|----------------------------|------|-----------------------------|------|
| | <i>M</i> | % | <i>M</i> | % |
| 4,75 | — | — | 9,6. (3400—2000) = 13440 | 0,34 |
| 4,50 | 9,6. (2000—1100) = 8640 | 0,22 | — | — |
| 4,00 | 9,6. 2000 = 19200 | 0,48 | — | — |

2. Teilstrecke Naumburg (ausschl.) — Großsheringen (einschl.). Gesamtlänge rund 11 km. Entwurfsmäßiger Abstand 5,0 m. 2 Bahnhöfe I. Klasse (Bad Kösen und Großsheringen) und 3 Blockstellen. Anschlagsmäßige Baukosten rund 10 728 000 *M*, daher für das Kilometer rund 975 000 *M*. Gesamtlänge der freien Strecke rund 7 km.²⁾

Die Gesamtkosten würden sich nach denselben Sätzen bei Verkleinerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um | | vermindern um | |
|----------|--------------------------|------|--------------------------|------|
| | <i>M</i> | % | <i>M</i> | % |
| 4,75 | — | — | 7. (3400—2000) = 9800 | 0,09 |
| 4,50 | 7. (2000—1100) = 6300 | 0,06 | — | — |
| 4,00 | 7. 2000 = 14000 | 0,13 | — | — |

3. Gesamtstrecke Weissenfels (einschl.) — Großsheringen (einschl.). Ganze Länge rund 30 km. Darin die 4 Bahnhöfe 1. Klasse Weissenfels, Naumburg, Bad Kösen, Großsheringen, der Bahnhof 4. Klasse Leifling und 7 Blockstellen. Gesamtbaukosten rund 30 436 000 *M*, daher für das Kilometer 1014 500 *M*. Gesamtlänge der freien Strecke rund 16,6 km.

Die Gesamtkosten der ganzen Strecke würden sich bei Verkleinerung des Abstandes

*) Nach Mitteilungen der Königlichen Eisenbahndirektion Erfurt.

2) Ohne die Umbauten der Bahnhöfe Großsheringen und Bad Kösen betragen die Gesamtkosten rund 4 950 000 *M* bei 7 km freier Strecke, also für das km 707 000 *M*. Die 3 Prozentsätze würden sich bei Zugrundelegung dieses Gesamtbetrages zu 0,20, 0,13 und 0,28 ergeben.

| auf m | vermehrten um | | vermindern um | |
|----------|------------------------------|------|------------------------------|------|
| | <i>M</i> | % | <i>M</i> | % |
| 4,75 | — | — | 16,6. (3400—2000) = 23240 | 0,08 |
| 4,50 | 16,6. (2000—1100) = 14940 | 0,05 | — | — |
| 4,00 | 16,6. 2000 = 33200 | 0,19 | — | — |

4. Teilstrecke Erfurt (ausschl.) — Neudietendorf (ausschl.). Gesamtlänge etwa 10 km. Entwurfsmäßig ausgeführter Abstand 5,0 m. 1 Bahnhof III. Klasse (Bischleben) und 2 Haltepunkte. Baukosten 3 310 000 *M*, daher für das Kilometer rund 331 000 *M*. Gesamtlänge der freien Strecke rund 9 km.

Die Gesamtkosten würden sich nach denselben Sätzen bei Verkleinerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um | | vermindern um | |
|----------|-------------------------|------|--------------------------|------|
| | <i>M</i> | % | <i>M</i> | % |
| 4,75 | — | — | 9 (3400—2000) = 12600 | 0,38 |
| 4,50 | 9 (2000—1100) = 8100 | 0,24 | — | — |
| 4,00 | 9. 2000 = 18000 | 0,54 | — | — |

5. Gesamtstrecke Wunstorf (ausschl.) — Hamm (Heefsen) (ausschl.). Ganze Länge ohne den 2,8 km langen, besonders umzubauenden Bahnhof Minden 147,2 km. Gleisabstand abschnittsweise wechselnd und zwar 4,0 m, 4,50 m und 5,0 m; noch größer, wo die Gleispaare nicht parallel laufen. Darin 9 Bahnhöfe I. Klasse, 5 Bahnhöfe II. Kl., 4 Bahnhöfe III. Kl., 4 Bahnhöfe IV. Klasse, 1 Haltepunkt und 18 Blockstellen. Gesamtbaukosten rund 138 Millionen Mark, daher für das Kilometer durchschnittlich rund 938 000 *M*. Gesamtlänge der freien Strecke rund 98,3 km.³⁾

Betrachtung der einzelnen Teilstrecken.

a) Teilstrecke Wunstorf (ausschl.) — Stadthagen (ausschl.). Gesamtlänge der freien Strecke rund 15,8 km. Abstand 4,0 m. Forst- und landwirtschaftliches Gebiet.

Die Kosten würden sich nach den Sätzen in Spalte 14 und 15, Reihen IIa der Übersicht bei Vergrößerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um | | vermindern um | |
|----------|------------------|--|--------------------|--|
| | <i>M</i> | | <i>M</i> | |
| 4,50 | — | | 15,8. 1100 = 17380 | |
| 4,75 | — | | 15,8. 3400 = 53720 | |
| 5,00 | — | | 15,8. 2000 = 31600 | |

3) Nach Mitteilungen der Königlichen Eisenbahndirektion Hannover.

b) Teilstrecke Stadthagen (ausschl.)—Minden (ausschl.). Gesamtlänge der freien Strecke rund 17,1 km. Abstand 5,0 m. Forst- und landwirtschaftliches Gebiet.

Die Kosten würden sich nach denselben Sätzen bei Verkleinerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|----------|------------------------------|--------------------------------|
| 4,75 | — | 17,1 · (3400—2000) = 23 940 |
| 4,50 | 17,1 (2000—1100) = 15 390 | — |
| 4,0 | 17,1 · 2000 = 34 200 | — |

c) Teilstrecke Minden (ausschl.) — Löhne (ausschl.). Gesamtlänge der freien Strecke rund 18,5 km. Abstand 4,50 m. Landwirtschaftliches Gebiet auf 17,5 km, Bebauungsgebiet vor und hinter Bahnhof Oeynhaus auf 1 km Länge, das bei Zurückführung auf die hohen Bodenpreise in Spalte 4 der Reihen IIe der Übersicht aber nur mit halber Länge, also mit 0,5 km, angerechnet werden kann.

Die Kosten würden sich nach den Sätzen in Spalte 14 und 15, Reihen IIa und e bei Verkleinerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|----------|-----------------------|-----------------------|
| 4,0 | 17,5 · 1100 = 19 250 | 0,5 · 25 600 = 12 800 |

also im ganzen vermehren um

$$19 250 - 12 800 = 6 450 \text{ M.}$$

Sie würden sich nach diesen Sätzen bei Vergrößerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|----------|-------------------------------|-----------------------------|
| 4,75 | 0,5 · (36 600—25 600) = 5 500 | 17,5 · (3400—1100) = 40 000 |

also im ganzen vermindern um

$$40 000 - 5 500 = 34 500 \text{ M.}$$

Sie würden sich nach denselben Sätzen bei Vergrößerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|----------|--------------------------------|-----------------------------|
| 5,0 | 0,5 · (51 300—25 600) = 12 850 | 17,5 · (2000—1100) = 15 750 |

also im ganzen vermindern um

$$15 750 - 12 850 = 2 900 \text{ M.}$$

Zusammengefaßt ergibt sich mithin für diese Teilstrecke folgendes. Ihre Kosten würden sich bei Änderung des Abstandes von 4,50 m

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|----------|-----------------------|-----------------------|
| 4,0 | 6 450 | — |
| 4,75 | — | 34 500 |
| 5,0 | — | 2 900 |

d) Teilstrecke Löhne (ausschl.) — Bielefeld (ausschl.). Gesamtlänge der freien Strecke rund 20,9 km. Abstand 4,50 m. Landwirtschaftliches Gebiet auf rund 19 km, Bebauungsgebiet vor und hinter Bahnhof Herford und vor Bahnhof Bielefeld auf im ganzen etwa 1,9 km Länge, das bei Zurückführung auf die hohen Bodenpreise in Spalte 4 der Reihen IIe der Übersicht aber nur mit etwa 1 km Länge angerechnet werden kann.

Die Kosten würden sich nach den Sätzen in Spalte 14 und 15, Reihen IIa und e bei Verkleinerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|----------|-----------------------|-----------------------|
| 4,0 | 19,0 · 1100 = 20 900 | 1,0 · 25 600 = 25 600 |

sich also im ganzen vermindern um

$$25 600 - 20 900 = 4 700 \text{ M.}$$

Sie würden sich nach diesen Sätzen bei Vergrößerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|----------|--------------------------------|-----------------------------|
| 4,75 | 1,0 · (36 600—25 600) = 11 000 | 19,0 · (3400—1100) = 43 700 |

sich also im ganzen vermindern um

$$43 700 - 11 000 = 32 700 \text{ M.}$$

Sie würden sich nach denselben Sätzen bei Vergrößerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|----------|--------------------------------|-----------------------------|
| 5,0 | 1,0 · (51 300—25 600) = 25 700 | 19,0 · (2000—1100) = 17 100 |

sich also im ganzen vermehren um

$$25 700 - 17 100 = 8 600 \text{ M.}$$

Zusammengefaßt ergibt sich mithin für diese Teilstrecke folgendes. Ihre Kosten würden sich bei Änderung des Abstandes von 4,50 m

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|----------|-----------------------|-----------------------|
| 4,0 | — | 4 700 |
| 4,75 | — | 32 700 |
| 5,0 | 8 600 | — |

e) Teilstrecke Bielefeld (ausschl.) — Heessen (ausschl).

Gesamtlänge der freien Strecke rund 62,1 km. Abstand 4,0 m. Forst- und landwirtschaftliches Gebiet auf rund 58,0 km, Baugebiet hinter Bahnhof Bielefeld auf etwa 1,5 km, Industriegebiet bei den Bahnhöfen Brackwede, Neu-beckum und Ahlen auf etwa 2,5 km.

Die Kosten würden sich nach den Sätzen in Spalte 14 und 15, Reihen IIa, d und e bei Vergrößerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|-------|---|-------------------|
| 4,50 | 2,5. 12 600 = 31 500 + 1,5. 25 600 = 38 400 | 58. 1100 = 63 800 |
| zus. | 69 900 | 63 800 |

also im ganzen vermehren um

$$69\,900 - 63\,800 = 6\,100 \text{ M.}$$

Sie würden sich danach bei Vergrößerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|-------|---|---------------------|
| 4,75 | 2,5. 17 200 = 43 000 + 1,5. 36 600 = 54 900 | 58. 3 400 = 197 200 |
| zus. | 97 900 | 197 200 |

also im ganzen vermindern um

$$197\,200 - 97\,900 = 99\,300 \text{ M.}$$

Sie würden sich danach bei Vergrößerung des Abstandes

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|-------|---|---------------------|
| 5,0 | 2,5. 25 400 = 63 500 + 1,5. 51 300 = 76 950 | 58. 2 000 = 116 000 |
| zus. | 140 450 | 116 000 |

also im ganzen vermehren um

$$140\,450 - 116\,000 = 24\,450 \text{ M.}$$

Zusammengefaßt ergibt sich mithin für diese Teilstrecke folgendes. Ihre Kosten würden sich bei Vergrößerung des Abstandes von 4,00 m

| auf m | vermehrten um M | vermindern um M |
|-------|-----------------|-----------------|
| 4,50 | 6 100 | — |
| 4,75 | — | 99 300 |
| 5,00 | 24 450 | — |

Eine Berechnung der Prozentsätze, der vorstehend für die 5 Teilstrecken ermittelten Kostenvermehrungen und -Verminderungen von den anschlagsmäßigen Baukosten der ein-

zelnen Teilstrecken kann hier nicht ausgeführt werden, weil letztere nicht bekannt sind. Wohl aber lassen sich, wie nachstehend geschieht, die Prozentverhältnisse der Summen der Vermehrungen und Verminderungen von den anschlagsmäßigen Gesamtkosten der ganzen Strecke (ohne Bahnhof Minden), die rund 138 000 000 M betragen, ausrechnen. Dazu sind zunächst in folgender Übersicht die Vermehrungen und Verminderungen zusammengezählt, die entstehen würden, wenn sämtliche freien Strecken der Linie Wunstorf-Heessen einen einheitlichen Abstand der inneren Gleise, und zwar 4,0 m, 4,50 m, 4,75 m oder 5,0 m erhielten.

| Bei einheitlichem Abstand von m | für Teilstrecke | würden sich die Kosten | |
|---------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| | | vermehrten um M | vermindern um M |
| 4,0 | a | — | — |
| | b | 34 200 | — |
| | c | 6 450 | — |
| | d | — | 4 700 |
| | e | — | — |
| | zus. | 40 650 | 4 700 |
| also im ganzen | | 35 950 | |
| 4,50 | a | — | 17 380 |
| | b | — | 15 390 |
| | c | — | — |
| | d | — | — |
| | e | 6 100 | — |
| | zus. | 6 100 | 32 770 |
| also im ganzen | | — | 26 670 |
| 4,75 | a | — | 53 720 |
| | b | — | 23 940 |
| | c | — | 34 500 |
| | d | — | 32 700 |
| | e | — | 99 300 |
| | zus. | — | 243 160 |
| also im ganzen | | — | 243 160 |
| 5,00 | a | — | 31 600 |
| | b | — | — |
| | c | — | 2 900 |
| | d | 8 600 | — |
| | e | 24 450 | — |
| | zus. | 33 050 | 34 500 |
| also im ganzen | | — | 1 450 |

Es würden sich also die Baukosten der ganzen Strecke in Höhe von 138 Millionen M bei einheitlicher Durchführung eines Abstandes von

| | vermehrten um % | vermindern um % |
|--------|-----------------|-----------------|
| 4,00 m | 0,03 | — |
| 4,50 " | — | 0,02 |
| 4,75 " | — | 0,18 |
| 5,00 " | — | — |

Die in den vorstehenden Beispielen errechneten Ergebnisse können selbstverständlich keinen Anspruch auf zahlenmäßige Richtigkeit für den Fall der Ausführung der betrachteten anderweiten Abstände beanspruchen, da ihre Grundlagen nur aus allgemeinen Überlegungen und Schätzungen hervorgegangen sind, wenn diese auch aus dem Durchschnitt der wirklich vorkommenden Verhältnisse abgeleitet wurden.

Sie gewähren aber wohl ein im allgemeinen zutreffendes Bild von dem Einfluß, den die Wahl des Abstandsmaßes auf die Baukosten ausübt. Er zeigt sich danach unter allen gewöhnlichen Verhältnissen als ganz außerordentlich geringfügig. Dies trifft selbst dann noch zu, wenn die viergleisig auszubauende Bahn auf kürzeren Erstreckungen durch Industrie- und Bebauungsgebiete führt.

Wie verhältnismäßig unbedeutend selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen die Baukosten durch Vergrößerung des Abstandes auf der freien Strecke vermehrt werden, mag noch durch eine kurze Angabe über die in den 70er Jahren erbaute Berliner Stadtbahn beleuchtet werden. Bei ihr wird die Unzulänglichkeit des 4-m-Abstandes der inneren Gleise bekanntlich in allerschwerster Weise empfunden.

Nach einer Überschlagsrechnung würden ihre Baukosten, die rund 68 Millionen \mathcal{M} betragen haben, durch Vergrößerung jenes Abstandes auf den im ganzen etwa 7,5 km langen freien Strecken auf das Maß von 4,5 m im ganzen nur um etwa 1,5 Millionen \mathcal{M} , also um rund 2,2 v. H. erhöht worden sein.

Im übrigen bestätigen diese Beispiele die bereits weiter oben erwähnte wirtschaftliche Überlegenheit des Abstandsmaßes von 4,75 m, bei dem unter der im III. Abschnitt angeführten Voraussetzung schon keinerlei Signalbrücken und -Ausleger mehr nötig sein würden, gegenüber den 3 anderen betrachteten Abstandsmaßen.

VII. Gesamtergebnis für viergleisige Bahnen mit Linienbetrieb.

Die Ergebnisse der in den Abschnitten II bis VI durchgeführten Untersuchungen über die Bemessung des Abstandes der beiden inneren Gleise viergleisiger Bahnen mit Linienbetrieb lassen sich folgendermaßen zusammenfassen.

1. Die mit dem Eisenbahnbetriebe unvermeidlich verbundene Gefährdung der auf der Strecke tätigen Personen wird auf viergleisigen Bahnen für Arbeiten in oder bei den inneren Gleisen gegenüber gleichen Arbeiten auf ein- oder zweigleisigen Bahnen erheblich erhöht, wenn die inneren Gleise nur den im § 12 (1) der B. O. verlangten geringsten Abstand von 4,0 m haben. Die Zahl der Unglücksfälle wird infolgedessen größer. Auch werden die Personen für die Dauer dieser Arbeiten in einen Zustand erhöhter Sorge versetzt, unter dem sie ebenso leiden, wie die mit der Fürsorge für ihre möglichste Behütung betrauten Personen unter der größeren Schwere ihrer Verantwortlichkeit. Da die erhöhte Gefährdung durch Vergrößerung des Abstandes beseitigt werden kann, so würde die fernere Zulassung dieses unzulänglichen Abstandes bei der Herstellung viergleisiger Bahnen gegenüber den Fürsorgegrundsätzen der neueren Zeit nur dann zu rechtfertigen sein,

wenn die nötige Abstandsvergrößerung mit unverhältnismäßig hohen Aufwendungen erkaufte werden müßte.

2. Auch das Interesse der Verwaltung an einer leichteren, besseren und besonders billigeren Unterhaltung der inneren Gleise weist nachdrücklich auf eine Vergrößerung des Abstandsmaßes hin.

3. Es ist zur Gewinnung einer durchgehend schlanken, eine ruhige Schnellfahrt ermöglichenden Gleisführung notwendig, das Abstandsmaß so weit zu vergrößern, daß die zwischen den inneren Gleisen anzubringenden Ausrüstungsgegenstände betriebssicher aufgestellt werden können, ohne bei ihren Standorten die Gleisentfernung streckenweise vergrößern zu müssen.

4. Der Einfluß, den eine Vergrößerung des Abstandsmaßes bis zu 5,0 m auf die Bausummen hat, die zum viergleisigen Ausbau zweigleisiger Bahnen erforderlich sind, ist im Verhältnis zur Höhe dieser Summen verschwindend klein, auch für sich betrachtet im allgemeinen nur geringfügig. Dies gilt selbst im Vorortgebiet großer Städte und für Bahnen, die nur auf kürzeren Strecken Industrie- und städtische Bebauungsgebiete durchlaufen. Erst wenn sie ganz oder auf größere Länge solche hochwertigen Gebiete durchschneiden, entstehen Mehrkosten, die Beachtung verdienen.

5. Unter den in Bezug auf die Kosten genauer untersuchten drei Abstandsmaßen von 4,50 m, 4,75 m und 5,00 m, die nach den Breitenabmessungen der Ausrüstungsgegenstände und den Rücksichten auf vorteilhafte Anordnung der Querbauwerke zur Auswahl unter den verschiedenen Verhältnissen besonders in Frage kommen, ist das mittlere von 4,75 m in wirtschaftlicher Hinsicht fast immer sowohl den beiden anderen, als auch dem Mindestmaß von 4,00 m überlegen.

6. Nach der Übersicht auf Seite 333 kann unter der in der Vorbemerkung zum III. Abschnitt ausgesprochenen Voraussetzung die Zulänglichkeit des bisherigen unteren Grenzmaßes und der vorbezeichneten 3 größeren Maße bei gehöriger Rücksichtnahme auf die praktischen Bedürfnisse im allgemeinen folgendermaßen gekennzeichnet werden.

a) Das Maß von 4,0 m ist fast in jeder Hinsicht völlig unzureichend.

b) Das Maß von 4,50 m reicht zur Unterbringung der nötigen Ausrüstungsgegenstände und Bauteile, abgesehen von Hauptsignalen und Brückenstützen, bei entsprechender Anordnung teils befriedigend, teils notdürftig aus; es gewährt bei Trennung der Bettungskörper der inneren Gleise einen für mäßige Zuggeschwindigkeiten zum Stehen brauchbaren Schutzraum.

c) Das Maß von 4,75 m reicht für alle Ausrüstungsgegenstände und Bauteile, für einige der ersteren bei entsprechender Anordnung aus, es gewährt einen bei allen Zuggeschwindigkeiten zum Stehen brauchbaren Schutzraum.

d) Das Maß von 5,0 m bietet dasselbe in erweitertem, noch einige Beschränkungen beseitigendem Maße und einen bei allen Zuggeschwindigkeiten zum Stehen und Gehen brauchbaren Schutzraum.

Hiernach empfiehlt es sich, beim viergleisigen Ausbau von Eisenbahnen für Linienbetrieb den Abstand der inneren Gleise

auf der freien Strecke in Zukunft nach folgenden Grundsätzen zu bemessen:

1. Unter gewöhnlichen Verhältnissen, wie sie in den meisten Fällen vorliegen, ist das Maß von 4,75 m zu wählen.

2. Dabei kann aber auch schon das Maß von 5,0 m am Platze sein, besonders wenn Landgebiete mit höherwertigen Kulturen nur wenig vorkommen, die Zahl der Querbauwerke den Durchschnitt nur wenig übersteigt und künstliche Gründungen bei ihnen nicht viel nötig werden, weil dieses größere Maß gegenüber dem von 4,75 m noch beachtenswerte Vorteile für die Bahnunterhaltung darbietet.

3. Das Maß von 4,50 m ist nur dort anzuwenden, wo die Grundwerte hohe sind, wie in sehr entwickelten Industriegebieten und in den Bebauungsgebieten mittlerer und größerer Städte, wo außerdem das Anschneiden weiterer teurerer Flächen oder die Erbauung von kostspieligen Futtermauern besonders vermieden werden muß, wenn ferner die Erdarbeiten hohe Kosten verursachen oder die Zahl der Querbauwerke den Durchschnitt erheblich überragt und künstliche Gründungen bei ihnen vielfach nötig werden.

4. Das Maß von 4,0 m ist als Regelabstand nicht mehr anzuwenden, selbst nicht für viergleisige Bahnen innerhalb des bebauten Gebietes großer Städte. Es ist nur noch als Ausnahme an solchen Stellen zuzulassen, wo die Durchführung des Abstandes von 4,50 m zum Erwerb einzelner ganz besonders teurer Grundstücke zwingen würde, deren Reste nicht hinreichend nutzbringend weiter verwertet, auch nicht ohne große Einbuße wieder veräußert werden können.

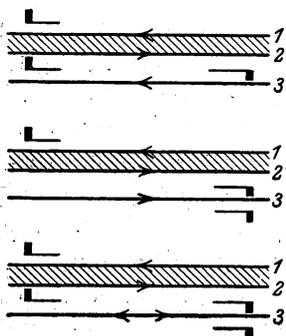
Die Anwendung dieser Grundsätze hätte in der Weise zu erfolgen, daß bei Aufstellung des Entwurfs im Zweifelsfalle durch Überschlagsrechnungen nachzuweisen wäre, welches von den jeweilig zur Wahl kommenden 2 Mäßen unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Umstände vorzuziehen sein würde. Auch wäre zu beachten, daß es gerechtfertigt sein kann, auf einer längeren Bahn teilstreckenweise verschiedene Abstandsmaße anzuwenden, wenn die Beschaffenheit der Teilstrecken hinsichtlich des Bahnbaues stark voneinander abweicht.

VIII. Schlußfolgerungen für drei- und mehr als viergleisige Strecken.

1. Bei einer dreigleisigen Bahn bestehen für das mittlere Gleis dieselben Mißstände, wie bei einer viergleisigen für die beiden inneren Gleise, es sei denn,

daß eines der beiden äußeren Gleise nur schwach belastet wäre. Ist dies nicht der Fall, so wird es nötig, denjenigen Gleiszweiraum, in dem Signale untergebracht werden müssen, durch hinreichende Verbreiterung zugleich als Schutzraum auszubilden. Dabei ist es, wie Textabb. 3 zeigt, gleich, ob das Gleis 3 als Zubehör der zweigleisigen Bahn, also etwa

Abb. 3.



lediglich als Berggleis für die vielleicht zahlreichen Güterzüge benutzt, oder als selbständige Bahn in beiden Richtungen betrieben wird.

2. Ist indes das dritte Gleis nur schwach belastet, so werden durch seinen Hinzutritt zu der zweigleisigen Bahn die hier zur Erörterung stehenden Verhältnisse des benachbarten Gleises weniger beeinflusst. Dieser Fall liegt z. B. vor, wenn es sich darum handelt, die Zugfolge auf einer mit Schnellzügen stark belasteten zweigleisigen Bahn in der Bergrichtung durch Verweisung des vielleicht verhältnismäßig nicht bedeutenden, aber im Fahrplan dennoch unbequemen Güterzugverkehrs dieser Richtung auf ein besonderes Gleis wirksam zu verbessern.

Weit häufiger wie diese Sachlage ist aber der hierher gehörige Fall, daß zur Seite der zweigleisigen Hauptbahn eine eingleisige Nebenbahn geführt werden muß. Man wird dann zu erwägen haben, ob und wann etwa auf der Nebenbahn eine Verkehrssteigerung zu erwarten sein dürfte, durch die sich die Verhältnisse den im Absatz 1 beschriebenen nähern, oder sich die spätere Erhebung der Nebenbahn zur Hauptbahn oder gar ihr zweigleisiger Ausbau sodann gebieten würde. Nach dem Ergebnis dieser Erwägungen wird die Frage zu entscheiden sein, ob das dritte Gleis von vornherein in einem größeren Abstände als 4 m vom Nachbargleis, und in welchem, herzustellen ist oder nicht.

3. Auf fünf- und mehrgleisigen Bahnen finden diese Erwägungen sinngemäße Anwendung. Dabei wird man im Falle der Entschließung zur Wahl eines größeren Abstandes diesen um so reichlicher bemessen, wenn in der Mitte der viergleisigen Strecke, zu der das neue Gleis oder Gleispaar hinzutritt nur ein verhältnismäßig knapper Schutzraum vorhanden ist.

Es sei gestattet, im Anschluß an vorstehende Denkschrift über die Bemessung des Abstandes der inneren Gleise auf der freien Strecke mehrgleisiger Bahnen mit Linienbetrieb darauf hinzuweisen, daß der nunmehr ergangene Erlaß den nötigen Anhalt für die Bemessung der Gleisabstände auf der freien Strecke mehrgleisiger Eisenbahnen sowohl für Linienbetrieb wie für Richtungsbetrieb bietet.

Als maßgebende Gesichtspunkte sind nämlich darin allgemein bezeichnet:

- Schaffung genügender Sicherheit für das Bahnpersonal bei Arbeiten an den inneren Gleisen und ausreichenden Raumes zwischen ihnen für die Lagerung von Baustoffen;
- Ermöglichung gut sichtbarer Aufstellung der Signale 5 und 6b rechts neben jedem einzelnen aller Gleise.

Dementsprechend ist für die beiden inneren Gleise einer viergleisigen Strecke das Abstandsmaß von 4,75 m empfohlen, im übrigen für jedes Gleis rechts von seiner Fahrrichtung 4,0 m Abstand vom Nachbargleis gefordert.

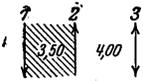
Hieraus ergeben sich ohne Weiteres für mehrgleisige Bahnen die folgenden Anordnungen:

A. Linienbetrieb.

B. Richtungsbetrieb.

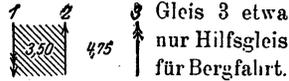
I. 3 Gleise.

Gleise 1 oder 3 schwach belastet und späterer viergleisiger Ausbau nicht wahrscheinlich.



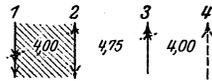
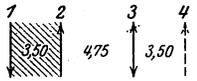
a.

Gleise 1 und 3 stark belastet oder späterer viergleisiger Ausbau wahrscheinlich.

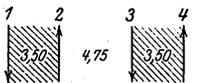


b.

Gleise 1 und 3 stark belastet oder späterer viergleisiger Ausbau wahrscheinlich (vergl. Ia und II).

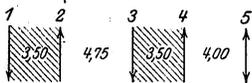


II. 4 Gleise.

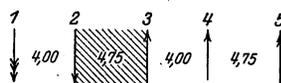


III. 5 Gleise.

Gleis 5 schwach belastet und späterer sechsgleisiger Ausbau nicht wahrscheinlich.



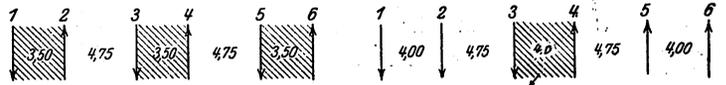
Gleis 5 stark belastet oder späterer sechsgleisiger Ausbau wahrscheinlich.



A. Linienbetrieb.

B. Richtungsbetrieb.

IV. 6 Gleise.



(hier theoretisch nur 3,50 nötig)

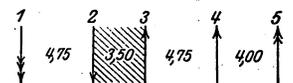
Ob nicht indes für Richtungsbetrieb bei 4 und bei 5 Gleisen auch folgende Anordnungen unter Umständen in Betracht zu ziehen wären, mag dahin gestellt bleiben.

B. Richtungsbetrieb.

B. II.

B. III.

Gleis 5 schwach belastet, späterer sechsgleisiger Ausbau nicht wahrscheinlich.



Ferner darf wohl angenommen werden, daß das im letzten Absatze des Erlasses enthaltene Verbot, ihn als Anlaß zu Änderungen an bestehenden Bahnen zu betrachten, sich nicht auf die allmähliche Schaffung der mittleren Ausparung (Fußweg) in einem z. Zt. durchgehenden Steinschlagbett durch nützliche anderweite Verwendung der betreffenden Steinschlagmenge erstrecken soll.

N a c h r i c h t

Edmund Wehrenfennig †*)

Am 11. April 1918 starb in Wien der ehemalige Zentralinspektor der österreichischen Nordwestbahn, k. k. Baurat Ing. Edmund Wehrenfennig im 75. Lebensjahre.

Geboren 1844 in Gosau in Oberösterreich, bezog Wehrenfennig 1866 die Technische Hochschule in Zürich und trat am 1. September 1869 als Ingenieur-Assistent in den Dienst der österreichischen Nordwestbahn, bei der er bis zur Verstaatlichung dieser Bahn, zuletzt als Zentralinspektor tätig war. Wegen seiner besonderen Verdienste erhielt er den Titel k. k. Baurat.

Wehrenfennigs Fachgebiet waren die Schäden an Dampfkesseln**) und die Reinigung des Speisewassers†), die er

*) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines 1918, August, Heft 33, Seite 3:2. Mit Lichtbild.

**) Organ 1891, S. 110, 139, 179 und 221; 1892, S. 1.

auch für die »Eisenbahntechnik der Gegenwart« in zwei Auflagen bearbeitete. An den Arbeiten des Technischen Ausschusses des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen nahm Wehrenfennig von der 65. Sitzung in Wien im Juni 1899 bis zur 88. Sitzung in Oldenburg im Mai 1908 mit regstem Eifer teil; bei den Verhandlungen zeichnete er sich durch Sachkunde, Ruhe und liebenswürdige Sachlichkeit aus.

Die Eisenbahn-Maschinen-Ingenieure Österreichs verließen in Wehrenfennig einen ihrer ältesten und hervorragendsten Fachmänner.

Auch die Schriftleitung des Organ wird dem Entschlafenen als einem geschätzten Mitarbeiter ein ehrendes Andenken bewahren.

—k.

†) Organ 1893, S. 19, 52 und 98; 1899, S. 214; 1902, S. 244 und 297; 1905, S. 296; 1918, S. 1 und 19.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Zeichnerische Pläne für den Betrieb von Eisenbahnbauten.

(Nach Teknisk Tidskrift. Väg-och Vatten. 1915. Häft 10.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Taf. 62.

Ein Bedürfnis für übersichtliche Pläne des Betriebes von Eisenbahnbauten bestand von jeher. Die Durchführung scheiterte aber an dem Mangel eines geeigneten Verfahrens der Darstellung. O. Kärnekull, Eksjö, gibt nun mit Beispielen ein Verfahren an. Es handle sich um den Bau einer 60 km langen Bahn. Der Höhenplan wird aufgezeichnet und über ihm ein gewöhnlicher Zeitplan mit den Weglängen als Längen und den Zeiten

als Höhen aufgetragen. Die Arbeiten sollen am 1. Aug. 1916 beginnen und am 1. Okt. 1919 beendet sein. Über dem Höhenplane werden in üblicher Weise alle Kunstbauten, die Lage der Kiesgruben, der Lagerplätze für Oberbau und der Bahnhöfe vorgemerkt. Man bestimmt dann ungefähr die für Gleisrichtung, Beschotterung, Gleislagen und Ergänzungen erforderliche Zeit, und nun gilt es, in dem übrig bleibenden Zeitraume alle Erd- und Kunst-Bauarbeiten unterzubringen. Der Beginn des Gleislegens ist der Zeitpunkt, bis zu dem diese Arbeiten beendet sein müssen.

Die Massenverteilung erfolgt nach einem einfachen Massenplane, die Grenzen, zwischen denen sich die Massen ausgleichen, werden in den Zeitplan eingetragen; jede so abgeteilte Strecke gibt die Grundlinie für einen «Massenpfeiler».

Der Massenpfeiler stellt alle nicht an einen bestimmten Punkt gebundenen Arbeiten der Strecke dar, Zeit-Länge und Lage des Pfeilers werden folgendermaßen bestimmt:

Auf Grund bekannter Arbeitspreise, Stundenlöhne und Arbeitszeiten wird alle Arbeit in Zeit ausgedrückt. Ein bestimmter Massenpfeiler stellt beispielsweise dar:

| | |
|-------------------|---------------------------|
| Fels | 500 cbm zu 4 Kr = 2000 Kr |
| Erde | 2400 » » 1 » = 2400 » |
| Gräben | 200 » » 1 » = 200 » |
| Packung | 150 m » 2 » = 300 » |

Rechnet man 10 Mann bei 10 stündiger Tagesleistung und 0,5 Kr Stundenlohn für Steinarbeiter, 0,4 Kr für Erdarbeiter, so erhält man 111 Tage, oder 5,6 Monate zu 20 Tagen.

Bei Feststellung der Zeitlänge der Pfeiler muß auch auf Zeitverlust durch das Wetter, Verkürzung der Arbeitszeit im Winter und ähnliches Rücksicht genommen werden. Wo genaue Berechnung unmöglich ist, muß nach Erfahrungssätzen geschätzt werden.

Ist also die Zeitlänge oder die Höhe eines Massenpfeilers berechnet, dann wird der Massenpfeiler so eingesetzt, daß die Arbeiten mit Rücksicht auf den Anfall an Werkzeug und Arbeitskräften tunlich zeitlich an einander schliessen, und daß das Gleislegen die obere Grenze bildet.

Im Massenpfeiler wird dann mit verschiedenen Farben die Zeit ausgedrückt, die jeder Teil der Arbeit erfordert, wie Erde, Fels, Tunnel, und zwar in der entsprechenden Zeitfolge. Ferner werden die Anzahl Schichten, die Arbeiter und Verwandtes eingetragen. Die Bezeichnung mit Farben macht die Pläne übersichtlich. Mit Vorteil verwendet man im Massenpfeiler dieselben Bezeichnungen, wie im Höhenplane.

Sind die Massenpfeiler unter Berücksichtigung des Anfalles von Werkzeug und Arbeitskraft zeitlich eingelegt, dann wird jeder so beziffert, daß die gleiche Nummer die gleiche Arbeiterschicht und den gleichen Werkzeugsatz bezeichnet. An bestimmte Orte gebundene Arbeiten werden im Betriebsplane durch lotrechte Linien dargestellt, die Zeitbestimmung erfolgt, wie beim Massenpfeiler. Solche örtlich gebundene Arbeiten, deren Ausführung der gleichen Arbeiterschicht bei Verwendung des gleichen Werkzeuges obliegt, werden zu Arbeitstaffeln vereinigt und die Staffeln mit den Zahlen der Arbeitsschichten bezeichnet.

Im Zeitplane ist für Brücken die Zeit gerechnet, die für den Aufbau des Überbaues nötig ist, diese Zeit ist unmittelbar

nach den Arbeiten für Herstellen der Baugrube und Gründung eingetragen.

Das Gleislegen und die Beschotterung, die bisher nur versuchsweise eingelegt waren, werden jetzt ergänzt und auch hier gilt, daß die Linien mit gleicher Ziffer die gleiche Lokomotive und die gleichen Wagen bezeichnen.

Der Arbeitsplan (Abb. 1, Taf. 62) gibt dem Leiter des Baues die erforderliche Übersicht. Nach den Meldungen der Bauführer über den Fortgang werden die Arbeitsgrößen in den Massenpfeiler eingezeichnet; damit ergibt sich eine Überwachung der Leistung. Aus dem Zeitplane kann man aber auch unmittelbar die Zeit ablesen, wann alle Lieferungen von Lokomotiven, Wagen, Schienen, Schwellen, Brücken beendet sein müssen und, was vielleicht noch wichtiger ist, die Verteilung und Verschiebung der Arbeitskräfte und des Werkzeuges.

Die Übersicht für den Leiter des ganzen Baues braucht nicht so ins Einzelne zu gehen, wie die für die Bauführer der einzelnen Lose; deshalb bekommen auch diese letzteren besondere Zeitpläne.

Abb. 2, Taf. 62 zeigt die vorbeschriebene Bahn in der Teilstrecke zwischen Km 20 und 24. Die Linien des Gleislegens und die örtlich gebundenen Arbeiten werden nach dem Hauptzeitplane übertragen und die Strecken mit Ausgleich der Massen werden eingezeichnet. In den Zeitplänen der Bauführer werden diese Strecken als Arbeitstrecken mit entsprechenden Arbeitspfeilern aufgeteilt.

Für die Arbeitstrecken ist bezeichnend, daß alle in der Strecke vorkommenden Arbeiten von derselben Arbeiterschicht ausgeführt werden, und zwar in der Folge, die die Art der Arbeit verlangt. Der Arbeitspfeiler, der seiner Zeit-Lage und Länge nach entsprechend dem betreffenden Massenpfeiler in Abb. 1, Taf. 62 übertragen wird, gibt die Art und Menge der Arbeiten, die Arbeiterzahl und alles Nötige an. Während der Ausführung wird die fertige Arbeit in den Arbeitspfeiler für jeden Lohnabschnitt eingetragen.

Mit einem solchen Arbeitsplane kann der Ingenieur den Gang der Arbeiten in seiner Strecke fast auf den einzelnen Tag verfolgen. Entsteht eine Stockung, so kann er sie rechtzeitig beheben. Die Zeitpläne zwingen den Ingenieur, die Art der Arbeiten genau kennen zu lernen; sie bilden zusammen einen Arbeitsplan, der von Beginn der Arbeit an die Folgen einer Versäumnis so deutlich anzeigt, daß größere Anschaulichkeit kaum gefordert werden kann. Derartige zeichnerische Darstellungen geben dem Leiter des ganzen Baues, der sonst bei langen Strecken mit unhandlichen Plänen zu rechnen hat, erst die Möglichkeit, die ganze Arbeit schnell und stetig zu überblicken.

Dr. S.

O b e r b a u.

Eisenbahnschwellen aus Grobmörtel in England.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 62, Nr. 28, S 469, 13. VII. 18.)

In England ist man wegen Mangels an Holz zu Schwellen aus Grobmörtel geschritten, wobei man durch stählerne Spur-

stangen verbundene Langschwellen am zweckmäßigsten gefunden hat. Bis jetzt haben die London und Nordwest-, die London und Südwest- und die Zentral-Bahn solche Schwellen eingeführt.

G—g.

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

Selbsttätige Aufzüge mit Kippgefäßen.

(Engineering, Oktober 1917, S. 434. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 und 4 auf Tafel 62.

Die Quelle bespricht die Sonderbauarten ganz und teilweise selbsttätiger Aufzüge mit einem oder zwei kübelähnlichen Fördergefäßen, die nach dem Hube durch Kippen entleert werden. Sie stehen etwa zwischen den Becher- und den für Massenleistung geeigneteren Gurt-Förderern und haben weite Verbreitung gefunden. Bei senkrechter Anordnung nehmen sie gegenüber den anderen Bauarten nur geringe Grundfläche ein und können daher mit Vorteil auch noch in eng bebauten Werkhöfen untergebracht werden. Ihre Hubhöhe ist unbeschränkt. Sie werden als Einfach- und Doppel-Aufzüge mit geneigter und senkrechter Förderbahn gebaut. Kleinstückiges Fördergut ist erwünscht. Bis 200 mm Korn beträgt die höchste Leistung etwa 200 t/st. Die Quelle zeigt Anlagen für Erz, Kohle, Schlacke, Staub, Sand und Asche.

Eine Anlage dieser Art zur Förderung von Kohle zeigen

Abb. 3 und 4, Taf. 62. Die Kohle fällt vom Eisenbahnwagen in einen Trichter zwischen den Gleisen, wird durch ein Förderband zu einem Brecher gehoben und fällt durch diesen in einen Füllrumpf mit zwei Ausläufen, aus dem sie in die Kübel von je 1,12 cbm des Doppelaufzuges abgezogen wird. Das freistehende senkrechte Fördergerüst ist 33,22 m hoch. Am oberen Anschlage entleert der Kübel durch einen Trichter in den Speicher für 180 t. Die Seilwinde ist in einem freistehenden Häuschen untergebracht.

Die Geschwindigkeit des Förderseiles wird selten über 60 m/min gewählt. Die Bedienung beschränkt sich auf wenige Handgriffe beim Füllen der Kübel und Anlassen der Triebmaschine, die übrigen Bewegungen, Beschleunigung und Verzögerung des Hubes, Anhalten, Kippen und Umkehren werden selbsttätig gesteuert. Bei Ausbleiben des Betriebstromes fällt eine Bremse ein, deren Gewicht sonst durch einen Magnet gehalten wird. Bei der halb selbsttätigen Steuerung werden die einzelnen Bewegungen durch Druckknöpfe ausgelöst. A. Z.

Maschinen und Wagen.

Einheitlokomotiven in den Vereinigten Staaten.

(Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 62, Nr. 32, S. 539, 10. VIII. 18.)

Während des Krieges ist die Verwaltung aller Eisenbahnen der Vereinigten Staaten an den Staat übergegangen. Seitdem hat die Regierung zahlreiche Einheitlokomotiven bestellt, 1025

bei Baldwin und der amerikanischen Lokomotiv-Gesellschaft. Trotz der Bedenken, welche die amerikanische Fachpresse geäußert hat, häufen sich die Bestellungen. Im Ganzen werden zwölf Gattungen an sechs Einheitlokomotiven in je zwei Größen gebaut. G—g.

Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

Seilsehwebbahn.

D. R. P. 304984. Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Haackel mit beschränkter Haftung in Saarbrücken.

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 und 10 auf Taf. 61.

Nach Abb. 9, Taf. 61 sind die Haltestellen A und B durch eine Bahn mit zwei Seilen verbunden. Sollen beispielsweise von A über B hinaus nach C Massengüter befördert werden, so läßt man das Zugseil der Strecke A—B bis C durchlaufen und benutzt dann dieses Zugseil als vereinigt Trag- und Zugseil der Bahn BC mit einem Seile so, daß auf der Strecke A—B verschieden geartete Bahnwagen beider Strecken mit einander laufen. Zusammenstoßen dieser Wagen ist ausgeschlossen, weil für beide Strecken dasselbe Zugseil dient. Durch Verwendung gleicher Masten und Fortfall besondern Antriebes für die Strecke mit einem Seile wird an Anlage- und Betrieb-Kosten gespart. Es ist möglich, einen Teil des Betriebes der Strecke mit zwei Seilen etwa bei Ausbesserungen am Trageile vorübergehend durch die Bahn mit einem Seile zu ersetzen. Abb. 10, Taf. 61 zeigt eine Ansicht des Seilbahnmastes der Strecke A—B. Die zweiten Trageile a sind auf den Schuhen b gelagert. Das von der Seilklemme c des Wagens d der Strecke mit zwei Seilen getragene Zugseil e wird ebenfalls auf den Seiltragrollen f abgelegt. An diesem Zugseile hängen nun die leichten Lastbehälter g der Strecke mit einem Seile. G.

Selbsttätige Kuppelung.

D. R. P. 307246. W. Eichel in Steinbach, Kreis Meiningen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 bis 12 auf Taf. 62.

Die Kuppelstange 1 (Abb. 9 und 10, Taf. 62) kann mit ihrem Gewindebolzen 5 in der mit Muttergewinde versehenen Führung 3 lang und kurz gestellt werden. Der verstärkte Kopf 6 der Stange 1 wird von der Kuppelschnauze 2 gefangen, die aus dem festen Teile 2 mit Mundstück 7 und einem um Bolzen 8 drehbaren, eine Zunge 10 tragenden Löffel 9 besteht. Dieser hat an seinem vordern Umfange innen eine Verstärkung 11, die zusammen mit der Halbringwulst 12 des Mundstückes zum

Fassen des Kuppelkopfes 6 dient, ferner an seinem hintern Ende eine Rolle 13. Er wird von einem Federbolzen 14 beeinflusst, dessen Zugstange 15 durch den um Bolzen 16 drehbaren Griff 17 entgegen der Spannung der Feder 18 soweit gezogen werden kann, daß sich die Rolle 13 in der Kuppelschnauze vor den Federbolzen 14 legt (Abb. 11, Taf. 62).

Wird die Kuppelstange 1 in die Kuppelschnauze 2 geführt, so gleitet der Kuppelkopf 6 durch das Mundstück 7, gelangt über die Zunge 10 und drückt diese herab. Da Zunge 10 mit dem Löffel 9 verbunden ist, so wird auch der letztere an seinem Vorderende niedergedrückt, so daß er sich um seinen Bolzen 8 dreht. Dadurch wird die Schnauze so geschlossen, daß der Kuppelkopf 6 von der Verstärkung 11 des Löffels 9 und der Verstärkung 12 des Mundstückes 7 gefaßt wird. Hierbei ist durch Abwärtsschwingen des Vorderendes des Löffels 9, dessen hinteres Ende in die Höhe gegangen (Abb. 10, Taf. 62), ferner legt sich der Federbolzen 14 unter die Rolle 13 des Löffels und hält diesen geschlossen, so daß auch die Kuppelung geschlossen ist.

Um den Schluß des Löffels zu sichern und zugleich den Federbolzen von dem Drucke des Löffels oder dem durch den Kuppelkopf ausgeübten Zuge zu entlasten, dient ein Ring 19, der durch die Stange 20 mit dem Hebel 17 verbunden ist, der, um Zapfen 16 drehbar, das Zurückziehen der Federbolzen herbeiführt. Dieser Ring 19 ruht bei geöffneter Schnauze 2 auf dem Mundstück 7 (Abb. 11, Taf. 62). Er wird durch Stellen des Griffes 17 in Richtung des Pfeiles I über den Löffel 9 gebracht und hält denselben an der Schnauze 2 geschlossen (Abb. 10, Taf. 62), wodurch Selbstöffnen des Löffels oder zu starker Druck auf den Federkolben vermieden wird.

Zum Öffnen der Kuppelung wird der Hebel 17 entgegen der Pfeilrichtung I (Abb. 11, Taf. 62) bewegt, hierbei der Ring 19 über das Mundstück 17 geschoben und der Federbolzen 14 hinter die Rolle 13 des Löffels 9 gezogen, so daß sich der Löffel durch Übergewicht seines hintern Teiles senkt. Die Verstärkung 11 kommt in die gehobene Lage, die Kuppelstange 1 kann also mit ihrem Kopfe aus der Schnauze 2 herausgezogen werden. G.