

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LIII. Band.

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

22. Heft. 1916. 15. November.

Die Gestaltung der Übergangs- und Verbindungs-Bogen in Eisenbahngleisen. †)

A. Cherbuliez.

Hierzu Auftragszeichnungen Abb. 1 und 2 auf Tafel 54.

I. Ermittlung des räumlichen Weges des Schwerpunktes.

I. A) Voraussetzungen.

Die nachfolgenden Betrachtungen und Ableitungen gehen von dem Grundsatz aus, daß die Gestaltung des räumlichen, von dem Massenschwerpunkte eines Eisenbahnfahrzeuges beim Befahren eines Übergangsbogens beschriebenen Weges in erster Linie auf stoßfreie Fahrt des Fahrzeuges wirkt. Dieser Grundsatz ist schon einigemal mehr oder weniger deutlich ausgesprochen worden*). Er beruht auf der Anwendung der Gesetze des Schwerpunktes auf den Eisenbahnbetrieb: Der Schwerpunkt einer Masse bewegt sich, wie ein freier Massenpunkt, in dem die ganze Masse vereinigt gedacht wird und auf den alle Kräfte wirken. Das gilt jedoch nur, wenn freie Verschiebungen der Masse möglich sind, oder wenn das nur für einzelne Richtungen zutrifft, für diese Richtungen.

Auf die Eisenbahnen angewandt gelten die Gesetze des Schwerpunktes streng nur für die geradlinige Fortbewegung, so daß mit ihnen in Bogen nicht gerechnet werden dürfte. Bei Drehungen gelten die Flächengesetze.

Wenn man trotzdem, auch wenn keine freien Verschiebungen möglich sind, die ganze Masse und alle Kräfte im Schwerpunkte vereinigt annimmt, und so die Bewegung des Schwerpunktes untersucht, so ist dies als eine Annäherung zu betrachten, zu der man unter Umständen berechtigt ist, und zwar von dem Gesichtspunkte aus, daß die Abmessungen des Wagens gegen die Halbmesser der Bogen, besonders bei Hauptbahnen, klein sind. Da trotz des Einlegens von Übergangsbogen bis jetzt kein vollkommen ruhiger Lauf der Eisenbahnfahrzeuge beim Übergange aus der Geraden in den Bogen erzielt werden konnte**), soll untersucht werden, welche Gestalt der Weg des Schwerpunktes für eine bestimmte Anordnung des Übergangsbogens annimmt. Es handelt sich also um den räumlichen Weg des Schwerpunktes des Eisenbahnfahrzeuges.

*) Organ 1905, S. 22; 1907, S. 186.

**) Feyerherm, Beitrag zur Theorie der Eisenbahnkurven, S. 16.

Die Darstellung des Schwerpunktweges kann rechnerisch, zeichnerisch und durch Versuch erfolgen.

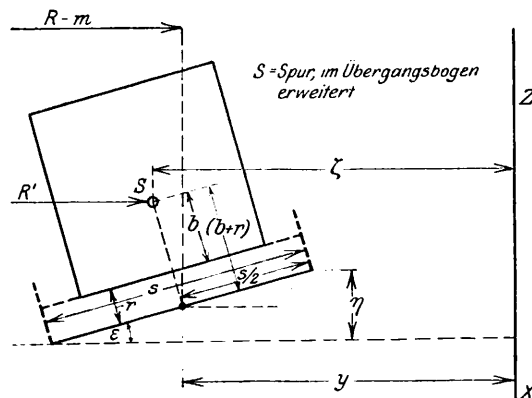
I. B) Die rechnerische Darstellung des Schwerpunktweges.

Im üblichen*) Übergangsbogen beschreibt der Schwerpunkt einen räumlichen Weg, der in einem rechtwinkligen Achsenkreuz durch die Abzeichnung auf zwei Ebenen eindeutig festgelegt ist.

B. 1) Ableitung der Gleichung des Grundrisses des Schwerpunktweges.

Im augenblicklichen Orte des Schwerpunktes sei die veränderliche Gleisüberhöhung bei Annahme der üblichen Gestalt des Bogens = η (Textabb. 1).

Abb. 1.



Ist dann z die Spur der lotrechten Ebene durch die an dem Übergangsbogen anschließende Gerade, ferner y die Abweichung der nach der kubischen Parabel gekrümmten Gleisachse (Textabb. 2), so ist

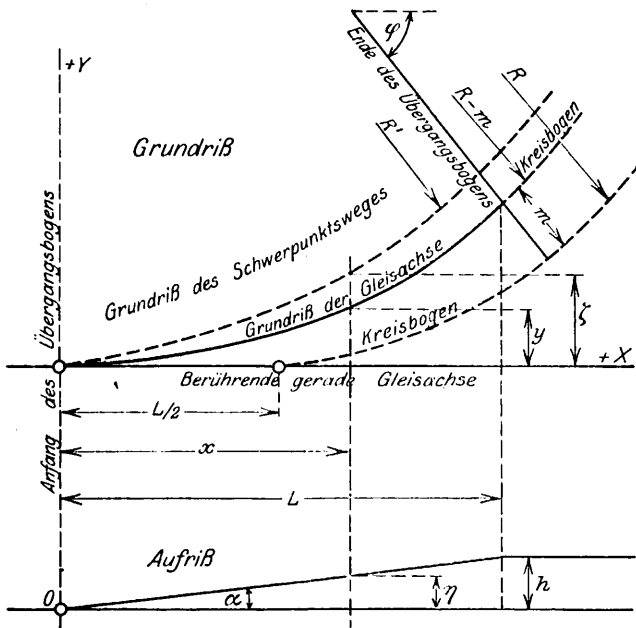
$$\zeta = y + (b + r) \sin \varepsilon;$$

*) Unter „üblichem Übergangsbogen“ ist in der Folge stets verstanden: die kubische Parabel als Grundriß des Übergangsbogens mit einer Rampe, deren Länge im Aufrisse gleich der Länge des Übergangsbogens im Grundrisse ist.

†) Dieser Aufsatz bildet einen Teil der von der Großherzoglichen Technischen Hochschule zu Darmstadt zur Erlangung der Würde eines Doktoringenieurs genehmigten Dissertation.

hierbei ist die Annahme gemacht, daß der betrachtete Querschnitt des Fahrzeuges während des Durchfahrens des Übergangsbogens rechtwinkelig zur x-Achse des Grundrisses, also in Textabb. 2 $\varphi = 90^\circ$, $\sin \varphi = 1$ bleibt*).

Abb. 2.



Ferner ist $\sin \varepsilon = \eta : s$ (Textabb. 1), also $\zeta = y + (b+r) \cdot \eta : s$; nun ist $y = x^3 : A$; $\eta = x \cdot \text{tg } \alpha$ also
 Gl. 1) . . . $\zeta = \frac{x}{A} \left[x^2 + A \cdot \frac{(b+r)}{s} \cdot \text{tg } \alpha \right]$
 worin A, α , b, r gegebene oder gewählte Größen sind.

Für $x = 0$ ist nach Gl. 1) auch $\zeta = 0$, für $x = L$

$$\zeta = \frac{L}{A} \left[L^2 + A \cdot \frac{(b+r)}{s} \cdot \text{tg } \alpha \right],$$

aber auch $\text{tg } \alpha = h : L$, also

$$\zeta = \frac{L^3}{A} + L \cdot \frac{(b+r)}{s} \cdot h$$

schließlich ist $A = 6 \cdot R \cdot L$ **), also

$$\text{Gl. 2) } \dots \zeta = \frac{L^3}{6R} + \frac{(b+r)}{s} \cdot h,$$

was auch unmittelbar aus Textabb. 1 folgt. Von $x = L$ an ist der Grundriß des Schwerpunktes ein mit dem Kreisbogen der Gleisachse gleichmittiger Kreis des Halbmessers (Textabb. 1)

$$\text{Gl. 3) } \dots R' = R - m - \frac{(b+r) \cdot h}{s},$$

worin m ***) = $L^2 : 24 R$.

Gl. 1) stellt den Grundriß des Schwerpunktes im Übergangsbogen dar.

B. 2) Ableitung der Gleichungen für den Aufsriß des Schwerpunktes.

Die Ableitung fußt auf folgenden Annahmen.

Der Übergangsbogen wird in einer lotrechten XZ-Ebene durch die X-Achse (Textabb. 2) abgezeichnet.

*) Hallade, Revue générale des Chemins de Fer, 1903, I, S. 265.

**) Hütte, Band III, 20. Auflage, S. 496.

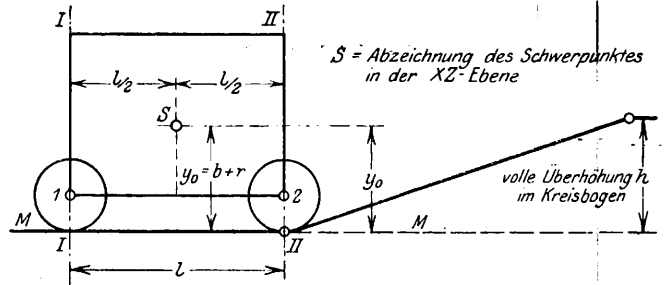
***) Hütte, Band III, 20. Auflage, S. 496.

Beide Schienen eines Querschnittes haben zunächst gleiche Höhe, also gleiche Abzeichnung auf die XZ-Ebene.

Der Aufsriß der Rampe der Überhöhung hat keine Ausrundungen.

Der räumliche Schwerpunkt des zweiachsigen Fahrzeuges liegt über der Mitte der Achsen und der Räder.

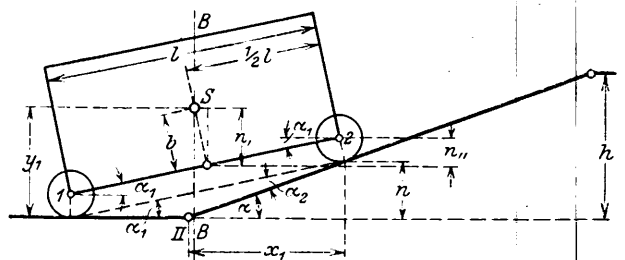
Abb. 3.



Nach Textabb. 3 läuft der Weg von S, bis das Rad 2 in die Stellung II gelangt, gleich mit MM im Abstände (Gl. 4) $y_0 = b + r$.

Wenn das Rad 2 auf der Rampe aus der Stellung II aufsteigt, hebt sich S. Für die Lage nach Textabb. 4 ist $a_1 + a_2 = \alpha$

Abb. 4.



Gl. 5) $n = x_1 \cdot \text{tg } \alpha$, $n_1 = 1$, $\sin \alpha : 2$, $n_{11} = b \cdot \cos \alpha_1$, demnach

$$y_1 = n + r \cos \alpha_1 - n_1 + n_{11}.$$

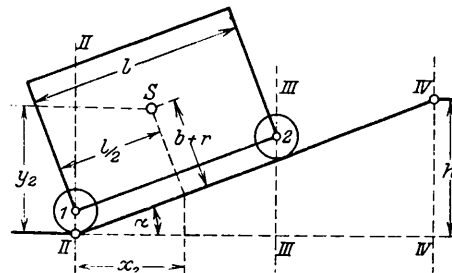
Nun ist $\sin \alpha_1 = n : 1$ also

$$y_1 = x_1 \text{tg } \alpha - \frac{1}{2} \cdot \frac{n}{1} + \frac{b+r}{1} \cdot \sqrt{1^2 - n^2}$$

ferner nach Gl. 5)

$$\text{Gl. 6) } y_1 = \frac{1}{2} x_1 \cdot \text{tg } \alpha + \frac{b+r}{1} \sqrt{1^2 - x_1^2 \cdot \text{tg}^2 \alpha^*}.$$

Abb. 5.



Für $x_1 = 0$ ist:

$$y_1 = y_0 = b + r \quad (\text{Gl. 4}).$$

Für $x_1 = 1 \cdot \cos \alpha$, wenn sich das Rad 1 in der Stellung II befindet, ist

$$\text{Gl. 7) } y_1 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot$$

$\sin \alpha + (b+r) \cdot \cos \alpha$.

Gl. 6) gilt bis $x_1 = 1 \cdot \cos \alpha$ und $x_2 = 1 \cdot \cos \alpha : 2$ (Textabb. 5). Für den in Textabb. 5 gezeichneten Zustand ist

*) In Gl. 6) sind α , l, b, r gegebene Größen, x und y veränderlich. α ist durch die angenommene Länge des Übergangsbogens und die im Kreisbogen vom Halbmesser R erforderliche Überhöhung h bestimmt.

Gl. 8) . . . $y_2 = \frac{1}{2} \cdot l \cdot \sin \alpha + (b + r) \cdot \cos \alpha$,

was mit Gl. 7) übereinstimmt.

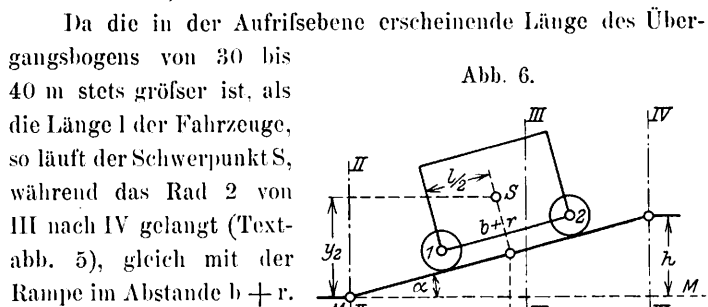


Abb. 6.

Nach Textabb. 6 ist dann

Gl. 9) . . . $y_2 = (b + r) \cos \alpha + x_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha$.

Für $x_2 = l \cdot \cos \alpha : 2$ ist dann

$$y_2 = \frac{1}{2} \cdot l \cdot \sin \alpha + (b + r) \cdot \cos \alpha,$$

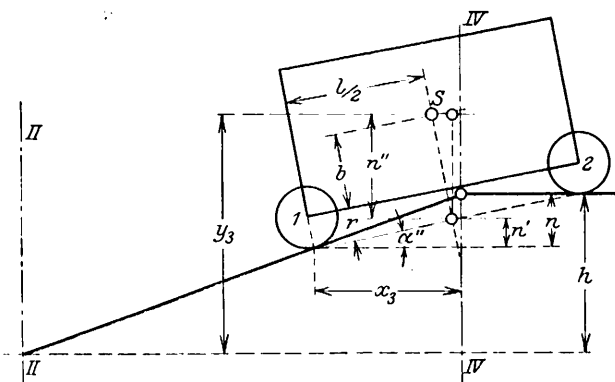
was mit Gl. 8) übereinstimmt.

Für $x_2 = l \cdot \cos \alpha : 2$, wenn Rad 2 in IV steht, folgt aus Gl. 9).

Gl. 10) $y_2 = (b + r) \cos \alpha + l \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} l \cdot \sin \alpha$.

Gl. 10) gilt, bis Rad 2 in IV steht; von da an steigt S langsamer. Für den Zustand nach Textabb. 7 ergibt sich

Abb. 7.



Gl. 11) $n = x_3 \cdot \operatorname{tg} \alpha$, $n' = \frac{1}{2} l \cdot \sin \alpha''$, $n'' = (b + r) \cos \alpha''$,

ferner $y_3 = h - n + n' + n''$, $\sin \alpha'' = n : l$, also nach Gl. 11),

Gl. 12) $y_3 = h - \frac{1}{2} x_3 \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{b+r}{l} \cdot \sqrt{l^2 - x_3^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}$.

Für $x_3 = l \cdot \cos \alpha$, wenn Rad 2 in IV steht, folgt aus Gl. 12)

$$y_3 = h - \frac{1}{2} \cdot l \cdot \sin \alpha + (b + r) \cdot \cos \alpha,$$

oder, da $h = l \cdot \operatorname{tg} \alpha$ ist,

Gl. 13) $y_3 = (b + r) \cos \alpha + l \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} l \cdot \sin \alpha$.

Gl. 13) stimmt mit Gl. 10) überein. Für $x_3 = 0$, wenn Rad 1 in IV steht, folgt aus Gl. 12)

Gl. 14) $y_3 = h + b + r$.

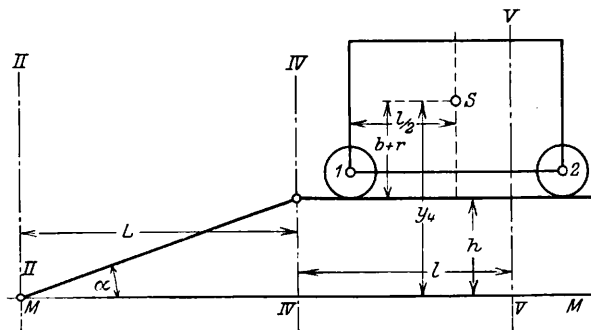
Gl. 12) gilt, bis Rad 1 in IV ankommt; von da ab bewegt sich S (Textabb. 8) gleichlaufend zu MM im Abstände

Gl. 15) $y_4 = b + r + h$,

Gl. 15) stimmt mit Gl. 14) überein.

Die Gleichungen 4), 6), 10), 12), 15) mit den Grenzen II, III und IV der Geltung stellen also den Aufriss des räum-

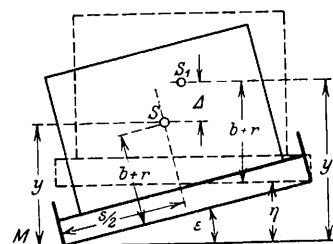
Abb. 8.



lichen Schwerpunktweges unter den oben angegebenen Annahmen dar.

In Wirklichkeit ist aber die innere Schiene gemäß Textabb. 14) im Übergangsbogen gegen die äußere gesenkt, sie liegt in derselben Höhe, wie in der Geraden. Der Schwerpunkt S_1 (Textabb. 9) liegt um $b + r + \eta$ über MM, S um $(b + r) \cos \varepsilon + s \sin \varepsilon : 2$.

Abb. 9.



Dabei entsteht kein Fehler, wenn man S und S_1 in den Querschnitten durch die Wagenachsen liegend betrachtet, denn es kommt nur auf ihren Höhenabstand an. Nun ist $\sin \varepsilon = \eta : s$, also nach Abb. 9 die Höhe von S über MM

Gl. 16) . . . $y = \frac{b+r}{s} \cdot \sqrt{s^2 - \eta^2} + \frac{\eta}{2}$.

Ferner ist nach Textabb. 9

Gl. 17) $y' = b + r + \eta$.

also nach Gl. 16) und 17) $A = y' - y$.

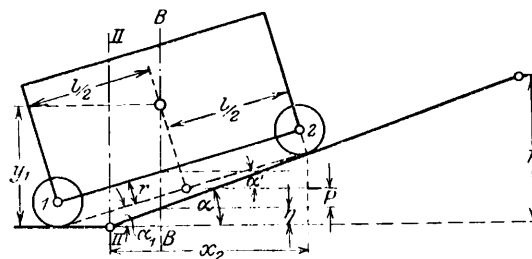
Gl. 18) . . $A = b + r + \frac{\eta}{2} - \frac{b+r}{s} \sqrt{s^2 - \eta^2}$.

Man kann nun annähernd η^2 gegen s^2 vernachlässigen*), dann ist die Berichtigung

Gl. 19) $A = \eta : 2$,

worin η die Überhöhung in der Ebene B - B (Textabb. 10) ist.

Abb. 10.



*) Nach der Deutschen Eisenbahnbau- und Betriebsordnung vom 4. Nov. 1904, Ausgabe 1913, § 66, ist für $R = 250$ m, $v = 60$ km/St, nach den preussisch-hessischen Vorschriften für Herstellung des Oberbaues vom 1. X. 1909. $\eta = 0,12$ m, $s = 1,435$ m, also $s^2 = 2,06$. $\eta^2 = 0,0144$.

Für den Abschnitt I—II kommt die Berichtigung Δ nicht in Betracht, da beide Schienen in gleicher Höhe liegen, in den Abschnitten II—III, III—IV, IV—V und hinter V muß sie angebracht werden.

Aus den Gl. 6) und 19) folgt also

$$\text{Gl. 20) } y_{1A} = \frac{1}{2} x_1 \cdot \text{tg} \alpha + \frac{b+r}{1} \sqrt{1^2 - x_1^2} \cdot \text{tg}^2 \alpha - \frac{\eta}{2}$$

für den Abschnitt II—III.

Die veränderliche Überhöhung η bezieht sich auf die Überhöhung in der lotrechten Ebene B-B durch S (Textabb. 4), sie ist unter Vernachlässigung der sehr kleinen Strecke p (Textabb. 10) $\eta = x_1 \cdot \text{tg} \alpha - l \sin \alpha' : 2$ und mit $\sin \alpha' = x_1 \cdot \text{tg} \alpha : l$

$$\text{Gl. 21) } \dots \dots \dots \frac{\eta}{2} = \frac{1}{4} x_1 \cdot \text{tg} \alpha,$$

also nach Gl. 20) und 21)

$$\text{Gl. 22) } y_{1A} = \frac{1}{4} x_1 \cdot \text{tg} \alpha + \frac{b+r}{1} \sqrt{1^2 - x_1^2} \text{tg}^2 \alpha.$$

Die genaue Gleichung nach Gl. 18) lautet dann

$$\text{Gl. 23) } y_{1A} = \frac{1}{4} x_1 \cdot \text{tg} \alpha + (b+r) \left[\frac{\sqrt{1^2 - x_1^2} \text{tg}^2 \alpha}{1^2} + \frac{\sqrt{s^2 - \eta^2}}{s} - 1 \right].$$

Aus Gl. 23) folgt wieder Gl. 22), wenn η^2 gegen s^2 vernachlässigt wird. Aus Gl. 22) folgt ferner für $x_1 = 0$ $y_{1A} = b+r$, was mit Gl. 4) übereinstimmt. Für $x_1 = l \cos \alpha$ (Textabb. 10 und 4) wird nach Gl. 22) auch

$$\text{Gl. 24) } \dots \dots y_{1A} = \frac{1}{4} l \sin \alpha + (b+r) \cos \alpha.$$

Im Abschnitte III—IV beträgt die Berichtigung (Textabb. 11)

$$A = \frac{\eta}{2} = \frac{1}{2} x_2 \cdot \text{tg} \alpha,$$

also folgt aus Gl. 9)

$$\text{Gl. 25) } y_{2A} = (b+r) \cos \alpha + \frac{x_2^2}{2} \cdot \text{tg} \alpha.$$

Für $x_2 = l \cos \alpha : 2$, wenn Rad 1 in II steht, folgt aus Gl. 25)

$$\text{Gl. 26) } \dots \dots y_{2A} = (b+r) \cos \alpha + \frac{1}{4} l \cdot \sin \alpha;$$

Gl. 26) stimmt mit 25) überein.

Für $x_2 = l - l \cos \alpha : 2$, wenn Rad 2 in IV steht, wird nach Gl. 25)

$$y_{2A} = (b+r) \cos \alpha + \frac{1}{2} l \cdot \text{tg} \alpha - \frac{1}{4} l \cdot \sin \alpha,$$

und da $l \cdot \text{tg} \alpha = h$ ist, folgt

$$\text{Gl. 27) } \dots \dots y_{2A} = (b+r) \cos \alpha + \frac{h}{2} - \frac{1}{4} l \cdot \sin \alpha;$$

im Abschnitte IV—V beträgt die Berichtigung nach Textabb. 12 $AB = \eta : 2$. In diesem Falle sei $\Delta C = \eta$, dann ist die Berichtigung $A = h : 2 - \eta : 4$, aber es ist auch $n = x_3 \cdot \text{tg} \alpha$,

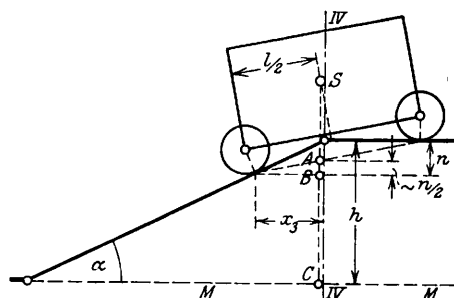
$$\text{also } A = \frac{h}{2} - \frac{x_3 \cdot \text{tg} \alpha}{4}.$$

Nach Gl. 12) folgt also

$$\text{Gl. 28) } y_{3A} = \frac{h}{2} - \frac{1}{4} x_3 \cdot \text{tg} \alpha + \frac{b+r}{1} \sqrt{1^2 - x_3^2} \text{tg}^2 \alpha.$$

Für $x_3 = l \cos \alpha$, wenn Rad 2 in IV steht, folgt aus Gl. 28)

Abb. 12.



$$\text{Gl. 29) } \dots \dots y_{3A} = \frac{h}{2} - \frac{l \cdot \sin \alpha}{4} + (b+r) \cdot \cos \alpha.$$

Gl. 29) stimmt mit Gl. 27) überein. Für $x_3 = 0$, wenn Rad 1 in IV steht, folgt aus Gl. 28)

$$\text{Gl. 30) } \dots \dots \dots y_{3A} = \frac{h}{2} + (b+r),$$

was man auch erhält, wenn man in Gl. 15) die Berichtigung $A = h : 2$ anbringt.

Die genaue Berichtigung nach Gl. 18) folgt aus Gl. 25):

$$\text{Gl. 31) } y_{2A} = \frac{1}{2} x_2 \cdot \text{tg} \alpha + (b+r) \left[\cos \alpha + \frac{\sqrt{s^2 - \eta^2}}{s} - 1 \right].$$

Aus Gl. 31) folgt mit $\eta^2 = 0$ wieder Gl. 25).

Aus Gl. 28) ergibt sich für die genaue Berichtigung nach Gl. 18)

$$\text{Gl. 32) } y_{3A} = \frac{h}{2} - \frac{1}{4} x_3 \text{tg} \alpha + (b+r) \left[\frac{\sqrt{1^2 - x_3^2} \text{tg}^2 \alpha}{1} + \frac{\sqrt{s^2 - \eta^2}}{s} - 1 \right],$$

ebenso aus Gl. 30) oder 15):

$$\text{Gl. 33) } \dots \dots y_{4A} = \frac{h}{2} + (b+r) \left[\frac{\sqrt{s^2 - \eta^2}}{s} - 1 \right].$$

Demnach stellen (Gl. 4), 22), 25), 28) und 30) in den Grenzen ihrer Geltung den berichtigten Aufriss des Schwerpunktweges dar, (Gl. 23), 31), 32) und 33) denselben Aufriss nach Gl. 18) genau berichtigt.

Kennt man die Gleichungen von Grundriss und Aufriss des räumlichen Schwerpunktweges, so kann man sie in den beiden zugehörigen Zeichenebenen darstellen und so beliebig viele Punkte des räumlichen Schwerpunktweges erhalten.

II. Die wichtigsten beim Befahren des Übergangsbogens auftretenden Kräfte.

Die Länge der Rampe der Überhöhung wird nach Beobachtungen im Betriebe mit 5 bis 3,33 ‰ vorgeschrieben. Aus dieser willkürlichen Bestimmung ist ersichtlich, daß zwischen Fahrgeschwindigkeit, Halbmesser des Kreisbogens und bewegter Masse kein wesentlicher Zusammenhang angenommen wird, obwohl für bestimmte Werte dieser Größen nur ein nach bestimmten Gesetzen verlaufender Schwerpunktweg der günstigste sein kann.

Für ein bestimmtes Fahrzeug und einen gegebenen Über-

gangsbogen ist der Schwerpunktweg von der Geschwindigkeit der Fahrt unabhängig, wenn man das Befahren nur vom Standpunkte der Bewegungslehre ansieht. Mit Wahrscheinlichkeit ist aber nachzuweisen, daß das so erzielte Ergebnis nicht der Wirklichkeit entspricht.

II. A) Arbeitvermögen der Masse.

Der im Schwerpunkte des Fahrzeuges vereinigt gedachten Masse wird bei der Beschleunigung der Fahrt ein Arbeitvermögen erteilt. Die räumliche Bewegung des Schwerpunktes setzt sich zusammen*) aus einer Schiebung in wagerechter Ebene und einer Drehung um den augenblicklichen Berührungspunkt des innern Spurkranzes.**)

Die Schiebung liefert Arbeitvermögen $m \cdot v^2 : 2$, die Drehung (annähernd***) $J \cdot \omega^2 : 2 = (\omega^2 : 2) \int k^2 dm$, die ganze Bewegung also $K = m \cdot v^2 : 2 + J \cdot \omega^2 : 2$. Für gegebenes m , v und J nimmt K mit fallendem ω , also bei langsamer Schraubebewegung des Schwerpunktes, das heißt kleinem Winkel α und langer Rampe L (Textabb. 11) ab, in diesem Falle nimmt also auch der Winkel ε sehr langsam zu (Textabb. 1).

Andererseits bleibt K mit v und ω unveränderlich; letzteres ist wichtig. In der Geraden und im Kreisbogen ebenfalls ist $\omega = 0$, nur bei der Einfahrt von der Geraden in den Übergangsbogen ist $\omega > 0$, bei der Ausfahrt aus dem Übergangsbogen in die Gerade < 0 , hat also endliche Werte und erreicht für einen bestimmten Zeitabschnitt †) einen Höchstwert. ω wächst also von Null bis zu einem Höchstwerte und nimmt wieder bis Null ab während der Fahrt durch den Übergangsbogen. Für hohe Geschwindigkeiten sind also ω und K , das Arbeitvermögen des Fahrzeuges innerhalb sehr kurzer Zeiträume bedeutenden Schwankungen unterworfen. Auch dies ist wahrscheinlich eine Ursache der auftretenden Stofswirkungen.

II. B) Hebung des Schwerpunktes.

Endlich tritt beim Befahren des Übergangsbogens durch die Überhöhung der äußern Schiene eine Hebung des Schwerpunktes ein. Abb. 1, Taf. 54 zeigt, daß sie nicht stetig erfolgt. (Gl. 30, S. 358.) Die Hebung entspricht Aufwand, die Senkung Gewinn an Arbeit, bei der Hebung tritt Verzögerung, bei der Senkung Beschleunigung ein. Erfolgt die Hebung h der Masse m in der Zeit t , so ist das am Ende der Hebung gespeicherte Arbeitvermögen ††) $0,5 m (h : t)^2$, wenn

*) Förster, Taschenbuch für Bauingenieure, Berlin 1911, S. 119.

**) Dies tritt streng genommen nur bei Klemmgang, Spießgang, ein: bei richtiger Bemessung der Erweiterung der Spur soll aber Klemmgang nicht entstehen, der augenblickliche Drehpunkt müßte dann aus den Gesetzen des Gleichgewichtes bestimmt werden. Grade die Beibehaltung der Erweiterung der Spur ist aber im Betriebe schwierig, daher wird oft Klemmgang eintreten.

***) ω , die Winkelgeschwindigkeit der Drehung, ist aus Fahrgeschwindigkeit, Länge des Übergangsbogens, Überhöhung, Halbmesser des Bogens und sonstigen gegebenen Größen, J , das Trägheitsmoment des Körpers in bezug auf die Drehachse am innern Gleisstrange, aus der Annahme eines bestimmten Querschnittes des Fahrzeuges zu ermitteln.

†) Bezogen auf die Zeit, die der Zug oder Wagen zum Durchfahren des Übergangsbogens braucht.

††) Feyerherm, Beitrag zur Theorie der Eisenbahnkurven, S. 43.

die Hebung mit der gleichförmigen Geschwindigkeit $h : t$ erfolgt, die geleistete Arbeit ist $m \cdot g \cdot h$, bei der Senkung wird dasselbe Arbeitvermögen ausgegeben, dieselbe Arbeit gewonnen. Diese Schwankungen im Arbeitvermögen, die in Veränderung der Fahrgeschwindigkeit zum Ausdruck kommen, bilden vermutlich eine Hauptursache des unruhigen Laufes der Fahrzeuge in den Übergangsbogen. Denn die als Folge der Federung auftretenden Schwingungen des Schwerpunktes und das Vorhandensein der Winkelgeschwindigkeit sind beim regelrechten Übergangsbogen eindeutig auf das Vorhandensein der einseitigen Überhöhung, das heißt auf den Einfluß der dadurch bedingten Hebung des Schwerpunktes zurückzuführen, was auch aus Abb. 2, Taf. 54 hervorgeht.

II. C) Verschiedenheit der Höhenlagen des Schwerpunktes.

Diese Erscheinung gewinnt an Bedeutung, wenn man die übliche Zugbildung in Betracht zieht.

Besonders in Güterzügen sind die Höhenlagen der Schwerpunkte der Wagen verschieden. Auch abgesehen davon ergeben die Längen der Fahrzeuge ein zeitliches Aufeinanderfolgen des Durchfahrens des Übergangsbogens. Läuft das Fahrzeug I noch in der geraden, wagerechten Gleisstrecke MM und beschreibt sein Schwerpunkt S_I demnach mit unveränderlicher Geschwindigkeit eine gerade Gleichlaufende zu MM , so erleidet das Fahrzeug II in der Lage nach Textabb. 11, S. 358 nebst seinem Schwerpunkte S_{II} von dem Augenblicke an, wo Rad 2 den Fuß der Rampe in der Pfeilrichtung verläßt, die oben erörterte Verzögerung seiner Bewegung. S_{II} beginnt zugleich seinen verwickelten, räumlichen Weg. Durch die bei gewissen Zügen straff angezogene Kuppelung beeinflussen sich die beiden in den Bedingungen ihrer Kräftezustände so verschiedenen Schwerpunktwege S_I und S_{II} gegenseitig, und zwar wahrscheinlich so, daß die auftretenden Störungen in gleichem Sinne wirken, also sich vergrößern statt sich aufzuheben. Ebenso wird der Schwerpunktweg von S_{II} den von S_{III} des vor ihm laufenden Fahrzeuges beeinflussen und es ist denkbar, daß sich ein abklingender Einfluß auch auf die noch weiter entfernten Fahrzeuge äußert. Der Verfasser nimmt daher an, daß der ganze Zug, für die Kräftewirkungen als Einheit betrachtet, durch das Befahren des Übergangsbogens in den Zustand nach einander auftretender, teilweiser Verzögerungen bei den Einfahrten in den Übergangsbogen und teilweiser Beschleunigungen bei den Ausfahrten aus dem Übergangsbogen der ihm bildenden Fahrzeuge versetzt wird, deren Ergebnis die Hebung aller Schwerpunkte der Fahrzeuge um die Hälfte der Überhöhung bildet, also eine verlorene Arbeit, die die Zugkraft unter Vergrößerung der Widerstände zu leisten hat.

In diesem Zusammenhange erscheint also die Hebung des Schwerpunktes mit ihren Folgen im regelrechten Übergangsbogen als ein besonders bemerkenswerter Übelstand. Wegen der Verschiedenheit der Höhenlagen der Schwerpunkte legen die Schwerpunkte auch noch verschiedene räumliche Wege zurück, die zwar räumlich gleichartig sind, in ihrer Vereinigung aber verschieden geartete Kräftespiele ergeben, da mit anderen Verhältnissen der Krümmung alle Grundlagen der Kraftwirkung, wie Winkelgeschwindigkeit, Hebung der Schwerpunkte, Flieh-

kräfte, andere Zahlenwerte annehmen. Als Folge dieses Umstandes muß sich dann auch eine noch ungünstigere gegenseitige Beeinflussung der Wege der Schwerpunkte der Fahrzeuge ergeben*).

Die bisherigen Untersuchungen lassen die Aufstellung des Grundsatzes berechtigt erscheinen, daß ein wesentlicher Teil der im üblichen Übergangsbogen auftretenden Störungen der Bewegung der Schwerpunkte auf die Hebung und Senkung des Schwerpunktes zurück zu führen sind.

Um diesen Übelstand zu vermeiden, muß man den Übergangsbogen so anordnen, daß beim Befahren keine Hebung oder Senkung der Schwerpunkte der Fahrzeuge eintritt. Gibt man zugleich den Wegen der Schwerpunkte günstige Grundrisse, so sind gemäß den hier gemachten Voraussetzungen die Bedingungen für eine stoßfreie Fahrt im Übergangsbogen erfüllt, unter dem Vorbehalte, daß der gewählte Schwerpunktweg nicht eine für den Lauf der Räder ungünstige Gestaltung der Gleislage bedingt.

II. D) Zusammenfassung aus Abschnitt I und II.

Ausgehend davon, daß die Verfolgung der Kraftwirkungen für den ruhigen Lauf der Fahrzeuge im Übergangsbogen maßgebend ist, wird der räumliche Weg des Schwerpunktes eines Fahrzeuges rechnerisch untersucht.

Die wichtigsten beim Befahren des Übergangsbogens auftretenden Kräfte werden aufgezählt und beurteilt. Die Einflüsse verschieden hoher Lagen der Schwerpunkte und der Vereinigung mehrerer Fahrzeuge werden allgemein untersucht. Daraus wird gefolgert, daß lotrechte Bewegungen der Schwerpunkte zu vermeiden sind.

III. Der höhengleiche Wechsel der Richtung.

III. A) Rechnerische Ermittlung der Lage der Schienen.

A. 1) Grundrifs der Lage der Schienen.

1a) Ableitung der Gleichungen des Übergangsbogens für unveränderte Höhenlage des Schwerpunktes.

Betrachtet man zwei nicht gleich gerichtete, wagerechte, in gleicher Höhe liegende Gleisachsen AC und BC (Textabb. 13)

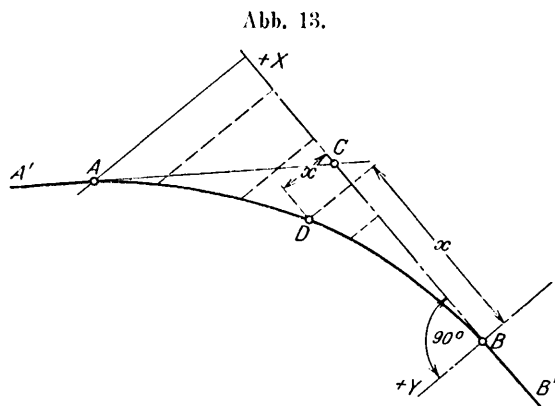


Abb. 13.

und zugleich Grundrisse der Bahnen des Schwerpunktes, so ist der Aufrifs der Bahn beim Übergange aus B'B in AA' eine wagerechte Gerade, wenn der Übergang ohne Verlegung des

* Die rechnerische Untersuchung des Einflusses verschieden hoher Lagen der Schwerpunkte enthält Abschnitt III.

Schwerpunktes der Höhe nach erfolgt. Die Gestalt der räumlichen Bahn des Schwerpunktes ist dann eindeutig durch ihren Grundrifs bestimmt.

$y = f(x)$ sei das Gesetz eines nach Bewegung und Kraftwirkung günstigen Verbindungsbogens AB, sodafs

1. in A und B Berührung zweiter Ordnung stattfindet,

2. der veränderliche Krümmungshalbmesser ρ in A und B 8 ist, in einem beliebigen, unter den tatsächlichen Verhältnissen aber gegengleich zu A und B liegenden Punkte D seinen Kleinstwert ρ_{kl} erreicht.

Es hängt also nur von der Zeitdauer*) des Zustande $\rho = \rho_{kl}$ ab, ob man einen Wechsel der Richtung nach Le Fort**) mit ständig veränderlichem Halbmesser und einem Scheitelpunkte, oder einen Kreisbogen als Scheitelpunkte mit anschließenden Übergangsbogen erhält; der zweite gebräuchlichere Fall ist nur ein Sonderfall des allgemeinen Wechsels der Richtung nach Le Fort.

Wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeuges unveränderlich ist, so wirkt außer der Schwerkraft nur die bei veränderlichem Krümmungshalbmesser auch veränderliche Fliehkraft. Sie bestimmt die Überhöhung der Schienen, diese wieder die Gleislage. Bei dieser Betrachtungsweise geht man also von der räumlichen Bahn des Schwerpunktes, und zwar hier von deren Grundrisse aus. Das Fahrzeug bewegt sich in wagerechter Lage mit dem Schwerpunkte in der Bahn des Gesetzes y wie das einer Schwebbahn mit einer bestimmten Geschwindigkeit. In jedem Punkte stellt sich das Fahrzeug gemäß der augenblicklichen Fliehkraft und seinem Eigengewichte in eine veränderliche, geneigte Lage ein. Letztere bedingt, falls die Mittelkraft aller Kräfte, wie in der Geraden, rechtwinkelig zur Gleisebene sein soll, eindeutig die Lage der Spurkränze der starr mit dem Fahrzeuge verbundenen Räder, woraus sich die Lage der beiden Schienen auf der ganzen Länge des Wechsels der Richtung ergibt.

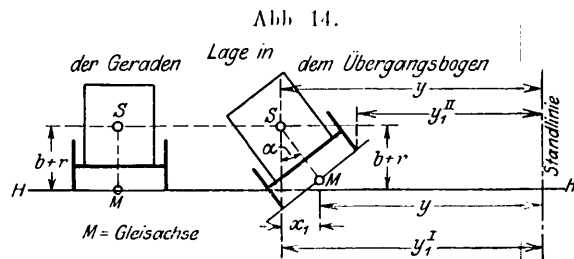
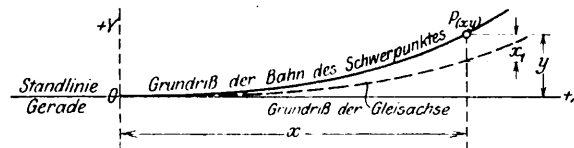


Abb. 14.

Es ist ein dreiachsiges Fahrzeug zu Grunde gelegt, dessen Schwerpunkt im Querschnitte durch die mittlere Achse liegt. Läuft der Schwerpunkt im Punkte P (x, y) der durch ihren Grundrifs bestimmten Bahn $y = f(x)$ (Textabb. 15) mit

Abb. 15.



*) In der Folge stets bezogen auf die Bewegung des Fahrzeuges im Übergangsbogen.

**) Revue générale des chemins de fer, Dezember 1910, S. 142; Januar 1911, S. 45.

der Geschwindigkeit v , so ist die Abweichung der Gleisachse von der Geraden, der »Standlinie«, als X-Achse

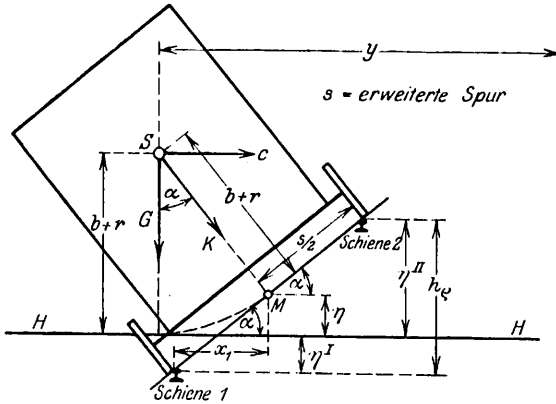
Gl. 34) $y_1 = y - x_1$;

in P ist der Krümmungshalbmesser der Bahn y

Gl. 35) $\varrho = \frac{(1 + (y')^2)^{3/2}}{y''}$,

also der Wert der Fliehkraft in P (Textabb. 16)

Abb. 16.



Gl. 36) $G = \frac{m \cdot v^{2*})}{\varrho}$

und der Winkel α der Einstellung folgt aus (Textabb. 14 und 16)

Gl. 37) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{v^2}{g \cdot \varrho}$

Nach Textabb. 16 ist ferner bei Durchgang der Mittelkraft K durch die Gleisachse unter Berücksichtigung der Drehung der Gleisebene um S die veränderliche Überhöhung der Schienen für die Geschwindigkeit v und den Halbmesser ϱ :

Gl. 38) $h_Q = s \cdot \sin \alpha^{**}$,

also aus Gl. 37) und 35)

Gl. 39) $h_Q = \frac{s \cdot v^2 \cdot y''}{g \cdot [1 + (y')^2]^{3/2} \sqrt{1 + \frac{v^4 \cdot (y'')^2}{g^2 \cdot [1 + (y')^2]^3}}}$

Gl. 39) gibt den genauen Wert der Überhöhung als Abhängige von der Länge x und von den gegebenen Werten s, g, v .

Setzt man für kleine α $\operatorname{tg} \alpha = \sin \alpha$, so ist:

Gl. 40) $h_Q = \frac{s \cdot v^2}{g \cdot \varrho}$;

läßt man weiter für große Halbmesser die Vereinfachung

Gl. 41) $\varrho = 1 : y''$

zu, so folgt aus Gl. 40)

Gl. 42) $h_Q = \frac{s \cdot v^2}{g} \cdot y''$.

Nach Textabb. 16 ist ferner:

Gl. 43) $x_1 = (b + r) \sin \alpha$,

also nach Gl. 34)

$y_1 = y - \frac{(b + r)}{s} \cdot h_Q$ und

*) Dabei ist angenommen, daß die Fliehkraft im Schwerpunkte wirkt. Diese Annahme ist auf die Voraussetzungen von S. 355 gegründet.

**) Die Bezeichnung h_Q ist gewählt, weil die veränderliche Überhöhung h von der Fliehkraft, diese wieder von dem veränderlichen Halbmesser ϱ des Übergangsbogens abhängt.

Gl. 44) $y_1 = y - \frac{(b + r) \cdot v^2}{g} \cdot y''$

für die angenäherte, und

Gl. 45) $y_1 = f(x) - \frac{(b + r) \cdot s \cdot v^2}{s \cdot g}$

$\frac{[f(x)]''}{\sqrt{1 + \frac{v^4 ([f(x)]'')^2}{g^2 [1 + (f(x)')^2]^3}} \cdot [1 + (f(x)')^2]^{3/2}}$

für die genaue Größe der Abweichung des Grundrisses der Gleisachse als von x abhängig ausgedrückt.

Daraus ergeben sich die Abweichungen y_1^I und y_1^{II} der Grundrisse der Schienen 1 und 2 von der verlängerten Geraden als Standlinie (Textabb. 14 und 16):

Gl. 46) . . . $y_1^I = y_1 + \frac{s}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + 4g^2 \alpha^2}}$ für Schiene 1,

Gl. 47) . . . $y_1^{II} = y_1 - \frac{s}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + 4g^2 \alpha^2}}$ für Schiene 2,

und nach Gl. 35) und 36) unter Einsetzung von ϱ schließlich als von x abhängig ausgedrückt annähernd für Schiene 1:

Gl. 48) . . . $y_1^I = f(x) - \frac{(b + r)}{g} \cdot v^2 [f(x)]'' + \frac{s \cdot g [1 + (f(x)')^2]^{3/2}}{2 \sqrt{g^2 [1 + (f(x)')^2]^3 + v^4 (f(x)'')^2}}$

und für Schiene 2:

Gl. 49) . . . $y_1^{II} = f(x) - \frac{(b + r)}{g} \cdot v^2 [f(x)]'' - \frac{s \cdot g [1 + (f(x)')^2]^{3/2}}{2 \sqrt{g^2 [1 + (f(x)')^2]^3 + v^4 (f(x)'')^2}}$

endlich genau durch Einsetzung des genauen Wertes für y_1 nach Gl. 45).

Gl. 48) und 49) sind allgemein annähernd die Gleichungen der Grundrisse der Schienen 1 und 2 bezüglich der Standlinie für den Fall, daß keine Änderung der Höhenlage des Schwerpunktes eintritt.

Mit Annäherung kann man $\cos \alpha = 1$ setzen und aus Gleichung 46) und 47) folgern $y_1^I = y_1 + 0,5 s$, $y_1^{II} = y_1 - 0,5 s$, also nach Gl. 44) für Schiene 1

Gl. 50) . . . $y_1^I = f(x) - \frac{(b + r) \cdot v^2}{g} [f(x)]'' + \frac{s}{2}$

und für Schiene 2

Gl. 51) . . . $y_1^{II} = f(x) - \frac{(b + r) \cdot v^2}{g} [f(x)]'' - \frac{s}{2}$.

Gl. 50) und 51) werden in den meisten Fällen für die Ausrechnung von Zahlenwerten genau genug sein.

1. b) Untersuchung der Krümmungsverhältnisse der Grundrisse der Schienenlagen.

Die Untersuchung der Krümmungsverhältnisse der Grundrisse der Schienenlagen ergibt für $x = 0$ $y = 0$, und da $\varrho = \infty$ auch $y'' = 0$, also nach Gleichung 50) und 51): $y_1^I = + 0,5 s$, $y_1^{II} = - 0,5 s$. Differenziert man Gl. 50) und 51), so ist für 0 (Textabb. 15) wieder $x = 0$; $y_1 = 0$: $y_1''' = 0$, da kein Wendepunkt vorkommen kann, ebenso $y_1'''' = 0$ und so fort, also $(y_1^I)' = 0$; $(y_1^{II})' = 0$. Beide Schienen schließen in 0 berührend an die Standlinie an.

Ebenso ergibt sich durch zweimalige Differentiation im Punkte 0 $y_1'' = 0$ und $y_1'''' = 0$, also $[y_1^I]'' = 0$; $[y_1^{II}]'' = 0$.

Beide Schienen haben in 0 unendlich großen Halbmesser, also findet Berührung zweiter oder höherer Ordnung statt.

A. 2) Aufriss der Lagen der Schienen.

2. a) Ableitung der Gleichung des Aufrisses der Gleisachse.

Nach Textabb. 14 und 16 entsteht beim Befahren des Bogens eine Hebung der Gleisachse M über die Wagerechte H-H.

Nach Textabb. 16) ist

$$\eta = (b + r)(1 - \cos \alpha).$$

Hier wäre es widersinnig, $\cos \alpha = 1$ zu setzen, da $\eta = 0$ würde.

Nach Gl. 35) und 37) folgt:

$$\text{Gl. 52) } \eta = (b + r) \cdot \frac{\sqrt{1 + \frac{v^1 (y'')^2}{g^2 [1 + (y')^2]^3}} - 1}{\sqrt{1 + \frac{v^1 (y'')^2}{g^2 [1 + (y')^2]^3}}}$$

Gl. 52) stellt das allgemeine genaue Gesetz für η dar. Unter Benutzung der Annäherung nach Gl. 41) folgt

$$\text{Gl. 53) } \eta = (b + r) \frac{\sqrt{g^2 + v^1 (y'')^2} - g}{\sqrt{g^2 + v^1 (y'')^2}}$$

Gl. 53) stellt das allgemeine annähernde Gesetz für η dar.

2. b) Untersuchung der Krümmungsverhältnisse des Aufrisses der Gleisachse.

Die Untersuchung der Krümmungsverhältnisse des η -Zuges ergibt für

$$\text{Gl. 54) } \dots x = 0 : y = 0 : y' = 0 \text{ und}$$

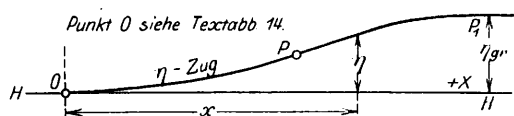
$$\text{Gl. 55) } \dots y'' = 0.$$

Aus Gl. 53), 54) und 55) folgt also für $x = 0 : \eta = 0$: aus Gl. 53) erhält man ferner durch Differenzieren

$$\text{Gl. 56) } \eta' = (b + r) \cdot g \cdot v^1 \cdot \frac{y'' \cdot y'''}{[g^2 + v^1 (y'')^2] \sqrt{g^2 + v^1 (y'')^2}}$$

Im Punkte 0 (Textabb. 17) ist also

Abb. 17.



$$x = 0 : y' = 0 : y'' = 0;$$

y''' kann oder kann nicht = 0 sein; in beiden Fällen ist das Ergebnis für η dasselbe. Nach S. 361 rechts unten ist aber Gl. 57) $y''' = 0$.

Für alle von Null verschiedenen Werte von x muß $y''' > 0$ sein, da sonst für alle Punkte des η -Zuges $\eta' = 0$ wäre, was ein Widerspruch ist. Also folgt nach Gl. 56) für diesen Fall: Gl. 58) $\eta' = 0$,

die Berührende des η -Zuges ist in 0 wagerecht und fällt mit der Wagerechten H-H zusammen.

Für den Krümmungshalbmesser des η -Zuges in 0 folgt aus Gl. 56):

$$\eta'' = \frac{A}{((g^2 + \dots) \sqrt{g^2 + \dots})^2} \cdot \frac{y'' \cdot y'''}{[g^2 + \dots] \sqrt{g^2 + \dots}} - \frac{A}{[g^2 + \dots] \sqrt{g^2 + \dots}} \cdot \frac{(y'' \cdot y'''' + (y''')^2)}{[g^2 + \dots] \sqrt{g^2 + \dots}}$$

Darin ist für den Punkt 0 jedenfalls

$$y'' = 0; y''' = 0;$$

wie also auch die Ableitung der mit A bezeichneten Klammer ausfallen möge, ergibt der Zähler der rechten Seite Null, also folgt $\eta = 0$, das heißt der Krümmungshalbmesser des η -Zuges in 0 ist ∞ .

Aus der Gleichung $\eta = (b + r)(1 - \cos \alpha)$ folgt durch Differenzieren nach α

$$d\eta : d\alpha = (b + r) \sin \alpha = \eta'.$$

Für 0 ist nun $\alpha = 0$, also $\sin \alpha = 0$ und $\eta' = 0$; ebenso folgt

$$\eta'' = (b + r) \cos \alpha \cdot \eta'.$$

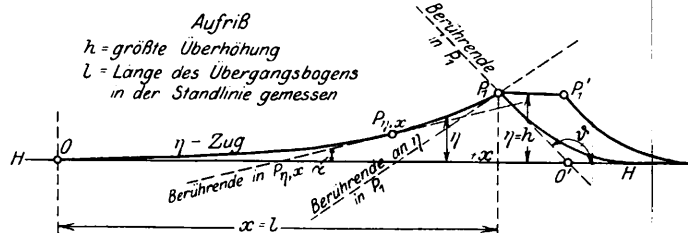
Für 0 ist wieder $\alpha = 0$, $\eta' = 0$, also auch $\eta'' = 0$.

Dieses Ergebnis wird durch Anschauung bestätigt.

Anders liegt es beim Scheitelbogen*) für den Punkt, von dem an der kleinste Halbmesser auf einer endlichen Länge unveränderlich beibehalten wird.

Weist das Gesetz y des Grundrisses der Bahn des Schwerpunktes eine von Null an wachsende Verkleinerung des Krümmungshalbmessers auf, so wird der η -Zug im Aufrisse eine wachsende Krümmung haben und die Berührende im Punkte $P(\eta, x)$ mit der Wagerechten H-H einen spitzen Winkel α (Textabb. 18) bilden. Hört die zunehmende Verkleinerung des Halbmessers im Punkte P_1 (Textabb. 18) plötzlich

Abb. 18.



auf, um entweder in eine wachsende Vergrößerung nur während dt , oder für eine Zeitdauer dann in den unveränderlichen Wert ϱ_{11} überzugehen, so wechselt die Richtung der Berührenden in P_1 plötzlich; α' wird ein stumpfer Winkel, oder diese Berührende läuft gleich mit H-H; in beiden Fällen entsteht ein Knick des η -Zuges in P_1 **).

Dieser Knick erscheint nur dann nicht, wenn das Gesetz y von 0 aus eine erst langsam, dann schneller, dann wieder langsamer zunehmende Verkleinerung des Krümmungshalbmessers der Bahn des Schwerpunktes angibt, die in demselben Mafse zu einer unendlich langsam wachsenden Verkleinerung führt, wie dies in 0 der Fall ist. Dann hat der η -Zug einen Wendepunkt P (Textabb. 17), in P_1 für beide Fälle der Textabb. 18 eine wagerechte Berührende und es ist $\eta = 0 : \eta' = 0 : \eta'' = 0$. Aber auch für den Fall der Textabb. 18 tritt genau genug der Fall der Textabb. 17 ein, da α sehr klein, und $\varrho = 1 : y''$ sehr groß wird.

*) S. 360 rechts oben.

**) Franke, Gleisbögen mit unendlich großem Krümmungshalbmesser in den Bogenanfängen. Organ 1899, S. 265.

2. c) Aufriss der Lage der Schienen.

Aus dem Gesetze der Höhenlage der Gleisachse folgt eindeutig das des Aufrisses der Lage der Schienen (Textabb. 16).

$$\eta_I = 0,5 \cdot S \cdot \sin \alpha - \eta,$$

$$\eta_{II} = \eta + 0,5 \cdot S \cdot \sin \alpha,$$

und nach Gl. 38)

$$\text{Gl. 59) } \dots \eta_I = 0,5 \cdot h_G - \eta,$$

$$\text{Gl. 60) } \dots \eta_{II} = 0,5 \cdot h_G + \eta.$$

Der genaue Ausdruck für Gl. 59) und 60) ergibt sich durch Einsetzen von Gl. 39) und Gl. 52), der angenäherte durch Einsetzen der Gl. 42) und 53) zu:

$$\text{Gl. 61) } \dots \eta_I = \frac{s \cdot v^2 \cdot [f(x)']''}{2g} -$$

$$\frac{(b+r)}{\sqrt{g^2 + v^1 [(f(x)')']^2}} \cdot \left[\sqrt{g^2 + v^1 [(f(x)')']^2} - g \right],$$

$$\text{Gl. 62) } \dots \eta_{II} = \frac{s \cdot v^2 \cdot [f(x)']''}{2g} +$$

$$+ \frac{(b+r)}{\sqrt{g^2 + v^1 [(f(x)')']^2}} \cdot \left[\sqrt{g^2 + v^1 [(f(x)')']^2} - g \right].$$

Gl. 61) und 62) stellen die genäherten Gleichungen des Aufrisses der Lagen der beiden Schienen bezüglich der Wage-rechten H-H dar. Aus ihnen ergibt sich für $x = 0$ auch $y'' = 0$, also $\eta_I = 0$; $\eta_{II} = 0$.

2. d) Anschluß der Schienen des Übergangsbogens an die Gerade.

Differenziert man Gl. 59) und 60) so ergibt sich nach Gl. 42)

$$\text{Gl. 63) } \dots (\eta_I)' = \frac{s \cdot v^2}{2g} \left[f(x) \right]''' - \eta',$$

$$\text{Gl. 64) } \dots (\eta_{II})' = \frac{s \cdot v^2}{2g} \left[f(x) \right]''' + \eta',$$

also nach Gl. 57) und 58) für den Punkt 0 $(\eta_I)' = 0$, $(\eta_{II})' = 0$, die Berührenden an die Lagen der Schienen sind in 0 wagenrecht (Textabb. 17).

Differenziert man Gl. 63) und 64) so ergibt sich

$$(\eta_I)'' = \frac{s \cdot v^2}{2g} \left[f(x) \right]'''' - \eta'',$$

$$(\eta_{II})'' = \frac{s \cdot v^2}{2g} \left[f(x) \right]'''' + \eta''.$$

Für $x = 0$ ist wieder nach S. 362 $(\eta_I)'' = 0$; $(\eta_{II})'' = 0$.

Die Schienen haben demnach im Anschlusse an die Gerade den Krümmungshalbmesser ∞ .

Es ist also nachgewiesen, dafs, wie auch der Grundriss der räumlichen Bahn des Schwerpunktes unter den auf S. 360 rechts oben angegebenen Voraussetzungen gestaltet sein mag, die Grundrisse und Aufrisse der Lagen der Schienen, also auch die räumlichen Gestalten beider Schienen selbst einen günstig verlaufenden und sanften Anschlusse des Wechsels der Richtung an die Gerade aufweisen. Ob Auf- und Grund-Risse der Lagen der Schienen in den Scheiteln der Bogen oder in den Anschlüssen an die Kreise im Sinne von Francke*) Knicke haben oder nicht, hängt von dem gewählten Gesetze der Bahn des Schwerpunktes ab.

*) Organ 1899, S. 269.

(Schluß folgt.)

Winke für die Beurteilung von Anlagen zum Tränken von Hölzern.

Ingenieur A. Becker in Wien.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 15 auf Tafel 55.

Die folgenden Mitteilungen über die Verfahren und Einrichtungen für die Tränkung von Hölzern enthalten die Ergebnisse des Besuches mehrerer Tränkanstalten im Jahre 1914, die für die süddeutschen, teilweise für die preussisch-hessischen und für die Reichs-Eisenbahnen arbeiten.

Die Leistungen beim Tränken der Hölzer können besonders im Grofsbetriebe nicht leicht nachgeprüft werden, die Anstellung der Proben ist umständlich und teuer. Die Feststellung der in das Holz gedrückten Menge von Steinkohlenteeröl, im Folgenden kurz »Teeröl« genannt, durch Rückgewinnung ist schwierig und ungenau. Die nachträgliche verantwortliche Bestimmung der Beschaffenheit des verwendeten Tränkmittels kann als unmöglich bezeichnet werden. Deshalb ist die sorgfältigste Auswahl der Tränkmittel vor der Verwendung nötig. Gibt es doch Stoffe, die vielfach aber irrtümlich als für das Tränken geeignet gehalten werden. Dahin gehören Rückstände des Überdampfens von Teer, die, weil sonst nicht flüssig, dem Holze nur sehr heifs zugeführt werden können, oder auch durch Überdampfen gewonnene, sehr leichte Holzöle; beide geben keinen genügenden Schutz gegen Faulen und verflüchtigen sich rasch.

Um die erwähnten Rückstände in einiger Tiefe des Holzes zu verteilen, müfste dieses auf mindestens 100° C vorgewärmt werden, was bei der Kürze des Verfahrens nicht zu erreichen

ist. Daher lagert sich der grösste Teil des Gemisches, meist Naftalin- und Anthrazen-Rückstände, trotz hoher Erhitzung als Schlamm auf der Oberfläche des zu wenig vorgewärmten Holzes ab, statt sich im Innern zu verteilen. So behandelte Hölzer sehen kurz nach dem Tränken den mit Teeröl behandelten wohl ähnlich, nehmen aber bald lichtere Färbung an. Wie soll man nun den »Ölgehalt« so behandelter Hölzer nachprüfen?

Die Schaffung technisch vollkommener Anlagen mit sicher arbeitenden Einrichtungen zur Überwachung der Güte der Tränkmittel und deren Verwendung ist eine wirtschaftliche Notwendigkeit der Grofsbetriebe, namentlich des Staates.

In langjähriger Arbeit haben die bestehenden Werke ein Vorrecht an den sehr bedeutende Werte ausmachenden Arbeiten erlangt, so dafs das Gebiet heute ein vergleichsweise beschränktes und daher übersichtliches ist.

Die Gewinnung des teuern Teeröles ist in fast ebenso festen Händen, wie das Tränken, der Wettbewerb ist also beschränkt und die Einführung neuer Mittel nicht leicht.

Manche Werke haben sich grofse Verdienste um die Ausgestaltung dieses Gebietes erworben: die Ostdeutsche Ausstellung in Posen 1911 und die Ausstellung »Das Gas« in München 1914 haben das bewiesen.

Die Besichtigung mehrerer Tränkanstalten mit Aufträgen

des Staates und sonstiger Abnehmer ergab, daß sich die meisten Tränkanlagen für Hochdruck mehr oder weniger dem Verfahren von Rütgers angeschlossen haben.

Die sorgfältigste Vorbehandlung und Tränkung erfordert die Buchenschwelle, die heute in erfolgreichem Wettbewerbe mit der Eichen- und Eisen-Schwelle steht. Eine vorher gesunde und richtig getränkte Buchenschwelle ist von beinahe unbegrenzter Haltbarkeit. Obwohl gute, im Wasser lösliche Tränkmittel vorhanden sind, wurden die Buchenschwellen in den letzten Jahren mehr und mehr mit reinem Teeröl gegen Fäulnis geschützt, das kurze Zeit angewendete Volltränken ist der Sparsamkeit halber durch das von den Rütgers-Werken, Aktiengesellschaft in Berlin, brauchbar gemachte Sparverfahren ersetzt worden. Das Doppelverfahren von Rüping*) war nach den ursprünglichen Angaben des Erfinders für Buche nicht geeignet; es wurde erst nach längerer Anwendung bei der Kiefer auf die Buche ausgedehnt.

Ohne auf die in Fachkreisen bekannten Verfahren einzugehen, die in dem Betriebsplane Abb. 1 bis 3, Taf. 55 erläutert sind, sollen hier nach gründlicher Beobachtung gefundene, nicht unerhebliche Gesichtspunkte bezüglich der Zuverlässigkeit der Ergebnisse vorgeführt werden. Bisher haben Chemiker ihre Erfindungen beschrieben, ohne die zu deren Anwendung nötigen technischen Anlagen selbst zu kennen oder prüfen zu lassen, deren Güte von maßgebendem Einflusse ist.

Seit man die gute Eignung der Buche für Eisenbahnschwellen erkannt hat, wozu unter anderen die Forschungen von Tuzson, die Arbeiten des Vereines zur Förderung der Verwendung des Holzschwellen-Oberbaues, des Geheimen Bau-rates Schneidt**) und des Regierungs- und Bau-rates Matthaei beigetragen haben, galt es bei der steten Steigerung des Preises von Teeröl ein Verfahren zum völligen Durchtränken dieses wertvollen Holzes mit tunlich wenig Öl zu finden. Mit dem teuern Doppelverfahren gelingt es, in der gesunden, lufttrockenen Buchenschwelle die Menge an Öl gleichmäßig zu verteilen, die ausreicht, der Schwelle einen der Dauer völliger Abnutzung entsprechenden Schutz gegen Faulen zu sichern. Bei Anwendung der Spartränkung ist es nötiger, als bei Volltränkung, den Vorschriften für die Beschaffenheit des Öles zu genügen. Der Grad des Schutzes gegen Faulen und die Menge und Art der Zufuhr stehen mit der Lebensdauer in engstem Zusammenhange.***) Bezüglich der Güte des Öles bietet die regelmäßige Entnahme von Proben aus den ankommenden Ölwagen und deren Überdampfen Gewähr. Was aber später mit dem Öle in den Lager- und Arbeit-Gefäßen vorgeht, entzieht sich bei den meisten Anlagen der Beobachtung. Die Entnahme einer Probe an einer bestimmten Stelle des Kessels bietet keine Gewähr für die richtige Beschaffenheit des ganzen Inhaltes. Die Abfällhähne sind immer da angebracht, wo sich das dem Wasser gegenüber schwerere Teeröl befinden muß.

Für die Prüfung der aufgenommenen Menge wird allgemein

*) Organ 1912, S. 401.

**) Organ 1896, S. 276.

***) Malenkovic, Elektrotechnische Zeitschrift 1913, Heft 16.

ein Meßgefäß oder die Wage als genügend erachtet. Da die Prüfung auf Menge und Güte des eingeführten Stoffes nach der Tränkung aber bei der großen Zahl der Schwellen unmöglich ist, so genügen die beiden bis jetzt üblichen Einrichtungen für die Überwachung nicht. Gegenüber dem Zustande und den Eigenschaften des verwässerten Öles in den Arbeitgefäßen bieten die meisten Vorkehrungen und Verfahren nicht die den hohen in Frage stehenden Werten entsprechende Sicherung gegen Abweichungen. Die Aufsichtsbeamten tragen die Ergebnisse ihrer Beobachtungen in vorgedruckte Bücher ein, wie man später bei der Beschreibung der »Wassergewinnung aus den Schwellen« sehen wird, sind dabei aber Unvollständigkeiten der Feststellungen möglich.

Das richtig angelieferte Öl kann schon beim Ablassen in die Vorrichtungen herab gemindert werden, ohne daß ein Anhalt für den Grad der Verringerung gegeben ist. Diese kann herbeigeführt werden durch Einlaufen von Regenwasser in mangelhaft ausgebildete Gefäße, Tränken vorschriftswidriger Hölzer in unrichtiger Jahreszeit, Anhaften von Eis und Schnee, Undichtheit der Dampf- und Heiz-Leitungen, willkürliches Einlassen von Dampf, fehlerhafte Bauart der Anlage, Fehlen der Möglichkeit des Verdampfens und Absaugens des in das Öl geratenen Wassers aus dem Arbeitgefäße, Zusetzen von minderwertigen Stoffen, wie Naftalin- und Anthrazen-Rückständen, alleinige Verwendung von Ersatzstoffen und andere Ursachen.

Wenn die drei genannten Zusätze nicht durch besondere neue Verfahren wirksam gemacht werden, so erscheint es bei dem geringen von ihnen gebotenen Schutze gegen Faulen und bei dem Umstande, daß sie nur sehr heiß in zweckdienliche Berührung mit dem Holze gebracht werden können, unzulässig, daß so behandelte Hölzer als nach »Staatsbahnvorschrift getränkt« bezeichnet werden.

Zur Zeit der Einführung der Tränkung mit Teeröl genehmigte die preussisch-hessische Staatsbahnverwaltung nur den Gehalt an Naftalin im Öle, der bei der Abkühlung nach dem Überdampfen entsteht. Eine während der Tätigkeit des Verfassers in einem bewährten Werke streng durchgeführte Prüfung forderte, daß das zur Tränkung von Holz bestimmte Teeröl bei 15° C durchschnittlicher Tageswärme kein Naftalin ausscheiden durfte. Nachheriger Zusatz von solchem oder von Anthrazenrückständen, oder die Tränkung nur mit diesen galt als Verletzung der Vorschriften. Wenn auch der behördlich zugelassene Gehalt an Naftalin die Poren des Holzes angeblich dichtet, so ist doch die alleinige Anwendung, auch abgesehen vom Sparverfahren, entschieden bedenklich. Sicher ist solche Tränkung gegenüber der mit Teeröl minderwertig und muß zu Mißerfolgen führen, wenn nicht alle bisherigen Anschauungen und Beobachtungen auf Irrtum beruhen.

Die genannten Stoffe konnten, abgesehen von mangelhaftem Schutze gegen Faulen, bisher wegen raschen Erstarrens in dem in üblicher Weise für die Tränkung vorbereiteten Holze nicht verteilt werden: vielfach stieß schon die Bewegung dieser geschmolzenen Rückstände in den Leitungen auf Schwierigkeiten. Die starke Schlamm-bildung auf den Schwellen und das Verstopfen der Rohrleitungen trotz hoher, die Holz-faser schon schädigender Erhitzung auf 120 bis 140° C zeigte,

dafs sich diese Mängel mit der Beimengung von Anthrazenrückständen erhöhten. Nach Beobachtung des Verfassers lagerten diese an sich unwirksamen Stoffe nur auf der Oberfläche und fielen später zum größten Teile als Kruste ab. Die mit dem blofsen Auge erkennbare Tiefe des Eindringens betrug nur wenige Millimeter; auch mit der Lupe konnte kein tieferes Eindringen gefunden werden. An dieser Tatsache ändert auch die Einhaltung und Aufzeichnung der amtlich vorgeschriebenen Zeiten für Unterdruck, Luft- und Flüssigkeit-Überdruck nichts.

Sollte es gelungen sein, diese technischen Nachteile auszuschalten und den genannten Rückständen die Wirkung des für Spartränkung vorgeschriebenen Teeröles gegen Faulen zu geben, so wäre ein weiteres Gebiet der Verwendung erschlossen. Vorläufig besteht Zweifel darüber, ob die Behörden die Anwendung von Naftalin- und Anthrazenrückständen bei genügenden Beständen an Teeröl ohne Gewähr zugelassen haben würden.

In den beobachteten Fällen wurde und konnte auch keine Untersuchung hinsichtlich der den Rückständen etwa zugeführten Mengen an Teeröl vorgenommen werden. Nach Abb. 4, Taf. 55 ist es nach dem Besetzen des Kessels mit Holz schwer, festzustellen, ob und wieviel Rückstände mit eingefahren wurden. Eine weitere Gefahr besteht schon bei dem Vorhandensein minderwertiger Rückstände in den Nebengefäfsen dadurch, dafs sie in flüssigem Zustande durch undichte Ventile in Gefäfsen mit vorschriftsmäfsigem Öle gelangen können.

Nach Abb. 4, Taf. 55 werden die Rückstände in festem Zustande in den Kessel geworfen, oder auf einem Wagen mit hinein gefahren. Die im Nebenkessel oder Arbeitgefäfsen schon geschmolzenen Stoffe werden mit 120 bis 140° C unter Einhaltung der üblichen Zeitabstände wie Teeröl in den Tränkkessel geleitet, die dort befindlichen festen Mengen werden bei fortgesetzter Nachwirkung der Heizung weiter aufgelöst. Die amtliche Vorschrift genehmigt als höchste Wärmestufe bei Teeröl 95°, dabei laufen aber die Rückstände nicht durch die Leitungen.

Auch Holzöl wird als Ersatz für schweres Steinkohlenteeröl benutzt, mit welchem Erfolge, ist bisher nicht bekannt; Erfahrungen können unter anderen die im Herbste 1914 getränkten Belaghölzer und Schwellen für die Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Bingen bringen. Die vom Verfasser angestellte flüchtige Untersuchung dieses »Steinkohlenteeröles« hatte ein ungünstiges Ergebnis. Das Sieden begann bei 80° C, bis 180° C war kein bestimmter Siedepunkt zu finden. Beim Sieden geht beinahe alles in Dampfform über: das Öl ist leicht flüchtig, verdunstet in dünner Schicht bei gewöhnlicher Wärme rasch und läfst nur unmerklich harzige Bestandteile zurück. Beim Verdunsten entweichen Gase, die die Schleimhäute der Augen, der Nase und des Halses stark angreifen. Die Feuergefährlichkeit kommt der von Spiritus gleich. Böte dieses aus verschiedenen Stoffen bestehende Mittel Schutz gegen Faulen, so bliebe dieser wegen des raschen Verdunstens doch ohne dauernde Wirkung. Auch mit Teeröl vermischt könnte ein solches Mittel nicht als vollwertig bezeichnet werden: als Schutz gegen Faulen käme immer nur der Zusatz an Teeröl in Frage, die Feuergefahr würde erhöht, die Gesundheit der Arbeiter geschädigt.

Der Billigkeit wegen wird die Menge an Teeröl beim Sparverfahren bis zur äufserst zulässigen Grenze beschränkt, weitere Herabsetzung würde nach den vorliegenden Erfahrungen die Lebensdauer der Schwellen und Stangen in gleichem Mafse verkleinern. Anders führen die Mafsnahmen und Auffassungen mancher Werke zu gegenteiligen Schlüssen. Versagt hier vielleicht die Statistik, oder waren die dafür ausgesetzten Hölzer tatsächlich doch nach der amtlichen Vorschrift oder im Übermafs getränkt? Übrigens hat die geringe Zahl beobachteter Schwellen wenig Bedeutung für die Beurteilung von 20 bis 30 Millionen so behandelter und nicht in gleicher Weise beobachteter Hölzer. Die Frage, ob die jetzt als maßgebend verlangte Wirkung gegen Faulen und damit die Kosten des Tränkens etwa herabgesetzt werden könnten, ist wegen der Höhe der von ihr betroffenen Werte von grofser Bedeutung. Es scheint, dafs die Vertreter in Wasser löslicher Ersatzstoffe für Teeröl übervorsichtig waren, indem sie von ihren Mitteln fäulnishindernde Kräfte und Dauerwirkungen verlangten, die der jetzt vorgeschriebenen Güte und Menge von Steinkohlenteeröl entsprechen.

Fachmännische Beurteilung mufs es als ein Wagnis bezeichnen, grofse Tränkarbeiten unter offener Wahl der Tränkstoffe ohne Gewähr und strengste Aufsicht zu vergeben, da in Deutschland allein für Eisenbahn und Post jährlich das Tränken von mehr als sieben Millionen Schwellen und Stangen sehr hohe Werte darstellt; die Kosten betragen ohne den Holzwert und je nach der Menge an Kiefer, Eiche oder Buche zehn bis zwölf Millionen M.

Die bisherigen Einrichtungen zur dauernden Überwachung der Güte des Tränkmittels genügen nicht. Auch bei strenger Aufsicht sollte jedes Arbeitgefäfs, aus dem das Öl zur Verwendung gelangt, einen selbsttätig aufzeichnenden Dichtemesser erhalten. Die aus dem Holze in das Öl gelangenden Stoffe sind nicht von solcher Bedeutung, wie die oben angeführten Zusätze. Je nach den Verhältnissen kann auch der Abfüll- oder Umleit-Kessel durch den alles Öl zur Anstalt geleitet wird, an einen derartigen Zeiger angeschlossen werden. So kann der Unterschied zwischen dem eingegangenen und dem zur Verarbeitung kommenden Öle laufend festgestellt werden. Dieses Mefswerkzeug soll bei beliebiger Beanspruchung der Gefäfsen stets das für die Güte maßgebende Gewichtverhältnis des Tränkmittels anzeigen, ausgenommen sind nur solche Mittel, die nur durch Zutropfen bestimmter Stoffe auf Güte geprüft werden können. So sind die ursprüngliche Beschaffenheit, deren Bestand, die Gröfse der Abweichung und die Zeit, in der diese entstand, erkennbar.

Zuverlässig und selbsttätig arbeitende Prüfeinrichtungen sollen nicht willkürlich beeinflusst werden können. Die heute verwendeten Schreibwerke für Unter- und Über-Druck, für Wärme und Einhaltung der einzelnen Abschnitte des Verfahrens verfehlen teilweise schon wegen falscher Anbringung ihren Zweck, auch sind sie oft trotz gegenteiliger Vorschrift zugänglich. Der vorgeschlagene Dichtemesser arbeitet zuverlässig, die sichtbare Aufzeichnung erfolgt zwangläufig durch ein empfindliches Zeigerwerk. Die von Flüssigkeitsäulen gleicher Flächen und Höhen, aber verschiedener Dichten hervorgerufenen Drucke

stehen im Verhältnisse der Dichten, hierauf beruht die dem Verfasser geschätzte*) Mefsvorrichtung. Eine Beeinflussung von außen ist ausgeschlossen. Abb. 5 und 6, Taf. 55 zeigen die Anordnung und einen Abschnitt des Schreibstreifens. Die folgenden Zahlen beweisen, daß die angeregten Sicherungen nötig sind.

Das zum Tränkkessel gehörende Arbeitgefäß enthält aus den angegebenen Ursachen oft schon nach wenigen Zügen mehr als 33% Niederschlagwasser oder sonstige das Öl verschlechternde Bestandteile, die ausgeschieden werden würden, wenn sie erkennbar wären; die jetzigen Schaulinrichtungen bieten dafür aber keinen Anhalt. In dem meist über den ganzen Kessel reichenden einfachen Ölstandglase erscheint ganz richtig immer nur Öl. Das kommt ähnlich, wie bei der Entnahme von Proben daher, daß bei der ersten Füllung des Kessels Öl zuerst von unten in das Glas eintritt. Wird dies auch von Zeit zu Zeit abgelassen, so füllt es sich immer wieder mit Öl, und zwar so lange noch soviel vorhanden ist, daß es bis zum untern Anschlusse reicht (Abb. 7, Taf. 55) Geteilte Schaulinrichtungen würden neben dem selbstschreibenden Dichtemesser die Vorkehrung verbessern (Abb. 8, Taf. 55); schon nach kurzen Betriebspausen könnte man damit das Niederschlagwasser erkennen. Die so gewonnenen Angaben würden freilich die Anordnung eines zweiten Arbeitgefäßes für jeden voll beschäftigten Tränkkessel nötig machen, wenn nicht Vorkehrungen getroffen werden, die die Verwässerung oder sonstige Verschlechterung des Öles ausschließen. Die Anwendung eines zweiten Arbeitgefäßes, das die Anlage nicht wesentlich verteuert, gibt dem Inhalte des einen stets Zeit zur Abscheidung aller Unreinigkeiten. Erst wenn der Dichtemesser und die zweckdienlich angeordneten, geteilten Ölstände die Reinheit des Öles anzeigen, darf mit einer weitem Tränkung begonnen werden. Eine Untersuchung in dieser Beziehung würde ergeben, daß in den meisten Tränkanlagen weder Gelegenheit noch Zeit zu solcher Reinigung des Öles gegeben wird. Manche alte oder ohne Überlegen nachgebaute Anstalten befinden sich mit den Anforderungen des heutigen Standes des Tränkens in Widerspruch. Eine ältere Anlage mit Staatsaufträgen hatte noch Anfang 1915 Einrichtungen und Leitungen, die auch einem aufmerksamen Aufseher das Erkennen der Verunreinigung des Öles sehr erschwerten. Man saugt sogar nach Beobachtung des Verfassers wohl das in Rohrkanälen und Vertiefungen unter den Gefäßen und Kesseln entstandene Niederschlagwasser während des Unterdruckabschnittes mit in den Tränkkessel und rechnet es dem Holze nach Angabe der Wage als Öl an. Solche Vorgänge sollten durch die Art der Anlage vermieden werden. Außer der übersichtlichen und sachgemäßen Anlage und fachmännischen Prüfung der Rohrnetze bietet der Dichtemesser Sicherheit gegen solche Mängel im Verfahren.

Mit dem nun folgenden Beispiele wird ein kleiner Einblick in die Gewinn- und Verlust-Rechnung eines Tränkwerkes gegeben.

Ein Unternehmer tränkt nur 1 000 000 Schwellen vorschriftsmäßig, dabei braucht er an Öl für 600 000 kieferne Schwellen zu 6 kg = 3,6, für 400 000 buchene Schwellen zu 16 kg = 6,4 zusammen 10,0 Millionen kg Öl oder bei dem Preise von 8 Pf/kg frei Tränkanstalt 800 000 M.

*) D. R. P. 234941.

Berücksichtigt man, daß die Leistung auf das sechsfache steigen kann, so erkennt man, daß ein großer Gewinn entsteht, wenn das vorschriftsmäßige Öl nur um 33% verschlechtert wird, was durch mangelhafte Vorkehrungen auch ohne bösen Willen und für die Aufsicht unbemerkt geschehen kann.

Da die Wage für die Feststellung und Verrechnung der Mengen allein maßgebend ist und Wasser meist nichts kostet, so kommen bei 33% Verschlechterung auf 1 000 000 Schwellen an den Kiefern $6 : 3 = 2 \cdot 600 000 = 1,2$, an den Buchen $16 : 3 = 5 \cdot 400 000 = 2,0$, zusammen 3,2 Millionen kg oder 256 000 M Minderwert heraus. Verwendet das Werk beispielsweise mit der in Abb. 2, Taf. 55 gezeigten Anlage statt Teeröl Naftalin- und Anthrazen-Rückstände, die als Öl verrechnet werden, so erhöht sich dieser Betrag noch weiter. Die meisten Einrichtungen ermöglichen die Überwachung in dieser Beziehung nicht.

Zwei in Belgien im Bau begriffene Werke lagern die Rückstände außerhalb des Werkraumes in alten Schiffsrümpfen oder eisernen Behältern, in denen besondere Schmelzkammern abgeteilt sind. Man will daraus durch Rohrleitungen beliebige Mengen dem Öle in den Arbeitgefäßen zuführen. Reichlich bemessene, überhitzten Dampf liefernde Kessel gestatten auch, nur Rückstände zu verarbeiten. Auch hier gilt es, durch geeignete Überwachung den bestehenden Vorschriften über die Anwendung von Teeröl Geltung zu verschaffen um die Erhaltung des Holzes zu sichern.

Die vor Jahren fast wertlosen und oft lästig empfundenen Rückstände werden hier mit 2 Pf/kg im Werke bewertet. Für 1 000 000 Schwellen würden für Öl bei richtiger Zufuhr 800 000 M verausgabt werden, 10 Millionen kg Rückstände kosten 200 000 M, somit ist der Gewinn der Tränkanstalt, wenn die Rückstände als Öl verrechnet werden, 600 000 M.

Zu diesem bezahlten Überpreise kommt dann noch die wesentliche Verminderung der Liegedauer als weiterer Verlust. Abb. 9, Taf. 55 zeigt den Grundriß einer neuzeitlichen Anlage, bei der solche Mifsstände ausgeschlossen sind.

Weiter ist auf den heute noch teilweise bestehenden Irrtum über die Möglichkeit der Entziehung von Wasser aus dem für die Spartränkung vorschriftsmäßig an der Luft getrockneten Holze während der verhältnismäßig kurzen Tränkzeit in dem nur etwa 30 Minuten dauernden Abschnitte mit Unterdruck hinzuweisen*). Wiederholte Versuche ergaben übereinstimmend, daß etwa gewonnenes Wasser nur das vorher dem Holze oder Öle zugeführte war. Unvorsichtige Behandlung hat die Ansicht wach gehalten, daß es möglich, ja für die Durchtränkung nötig sei, dem Holze Wasser zu entziehen, und daß das gewonnene Wasser gegen Öl aufzurechnen sei. Eine amtliche Prüfung dieser wichtigen Frage in einem Werke, in dem die »Wassergewinnung aus dem luftgetrockneten Holze« noch besteht, würde die Richtigkeit meiner Beobachtungen ergeben. Der Umstand, daß die Sammelgefäße solcher Betriebe in der Tat Wasser liefern, ist nach Ansicht des Verfassers auf Mängel der Anlage und ihrer Benutzung zurück zu führen, nach deren Abstellung der bestehende Irrtum voraussichtlich erkennbar

*) Organ 1909, S. 421.

werden würde, und dem wissenschaftlichen Fortschritte würde eine Förderung erwachsen.

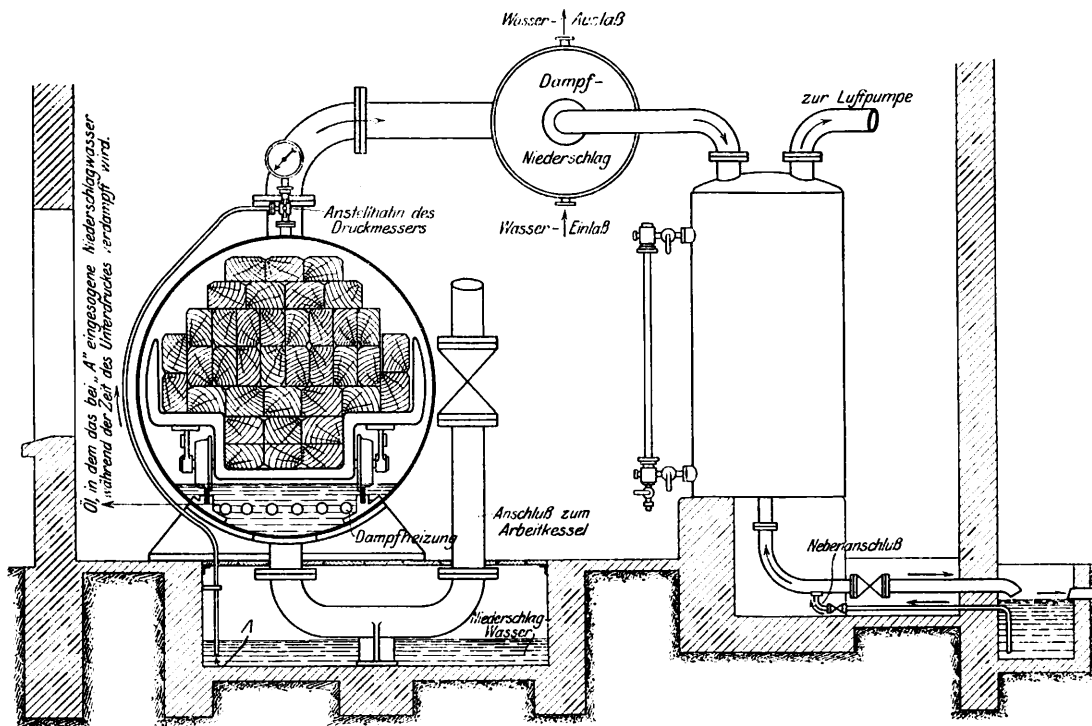
Alle Hölzer sollen, besonders beim Sparverfahren lufttrocken getränkt werden, sie enthalten dann etwa 15 bis 20% Feuchtigkeit. Von dieser können während des kurzen Abschnittes des Unterdruckes nicht weitere 20 bis 30% gewonnen und zu Wasser verdichtet werden. Erhält man tatsächlich diese Menge von 1 bis 3 kg Wasser aus einer Schwelle, so ist das Holz noch nafs gewesen.

Die Behandlung solcher Hölzer wäre aber ein Verstoß gegen die Vorschriften. Die Unmöglichkeit, Wasser aus dem Holze zu gewinnen, ist schon durch die Vorschrift, nur lufttrockenes Holz zu tränken, begründet. Einige Beispiele solcher zu irrigem Ergebnissen Anlaß gebender Mängel mögen im Folgenden vorgeführt werden.

Abb. 10, Taf. 55 zeigt eine für andere Zwecke bestimmte enge Verbindung zwischen dem Hahne zur Entleerung des Wasserstandes und dem Hauptablaßrohr. Diese Verbindung kann aber den Nebenerfolg haben, dem zwischen Kühler und Luftpumpe eingeschalteten Sammelgefäße Wasser zuzuführen, das dann irrtümlich als aus dem Holze gewonnen erscheint.

In Textabb. 1 fährt eine dünne Leitung von dem An-

Abb. 1. Zweite Art des Gewinnens von Wasser.



stellhahne des Druckmessers zu dessen etwa nötiger Entleerung in den Rohrkanal, in dem sich Niederschlagwasser befindet. Textabb. 1 zeigt nun, daß durch diese Leitung Wasser eingesogen werden kann, dessen Verdampfung erfolgt, wenn der vorher mit Öl gefüllte Tränkekessel nicht ganz abgedrückt wird. Das nun in den Kessel einfallende Wasser wird in diesem Öl, das eine Heizschlange mit Heißdampf umspült, verdampft, von der Luftpumpe abgesogen, in dem vorhandenen Kühler niedergeschlagen und in dem Sammelgefäße als scheinbar aus den Schwellen gewonnen aufgefangen.

Auch kann es vorkommen, daß das einmal in das Sammelgefäße gelangte Niederschlagwasser nicht abgelassen wird, wenn etwa die Hahngriffe am Wasserstandglase nach Abb. 11 und 12, Taf. 55 irrtümlich aufgesteckt sind, so daß ihre Handhabung wohl den Wasserstand, aber nicht das Sammelgefäße entleert; auch dieser Irrtum ist äußerlich leicht zu übersehen. Die scheinbar gewonnene Menge an Wasser wird dann für verschiedene Schwellen unveränderlich, scheint also sehr gleichmäßigen Zustand der Schwellen zu erweisen. In der Tat genügt die vorhandene Anlage nicht, um in der zur Verfügung stehenden Zeit von 30 bis 35 Minuten aus etwa 230 bis 240 Schwellen Dampf in etwa 300 l Wasser zu verdichten.

Bewährte Tränkanlagen haben Rohrnetze und Anordnungen der Einrichtung, durch die jede Spur von Wasser in Öl ausgeschieden, niedergeschlagen und der Reinigung zugeführt werden kann. Eine Verrechnung dieser Menge gegen Öl findet nicht statt, weil diese Werke richtig erkennen, daß aus dem Holze beim Sparverfahren kein Wasser gewonnen werden kann.

Um gegen unklare Behauptungen hinsichtlich der Gewinnung und Vergütung von Wasser sicher zu sein, müssen selbst prüfende und aufschreibende Gefäße zum Sammeln aufgestellt werden, die unter Ausschluss von Eingriffen von Zug

zu Zug anzeigen, in welcher Zeit und wie der Niederschlag erfolgte; Abb. 13, Taf. 55 stellt ein solches Gefäße dar. Der Schauzug muß den dem Arbeitvorgange entsprechenden Niederschlag zeigen. Das Auffanggefäße, mit Hahnverstellung nach Abb. 11 und 12, Taf. 55, würde keine der jetzigen Art der Verrechnung entsprechende Abweichung anzeigen, wenn nicht Wasser etwa auf eine der erörterten Arten von außen eingesogen werden könnte.

Bei dem Auffanggefäße nach Abb. 13, Taf. 55 kann weder durch das Abflußrohr, noch durch die Verbindung vom Wasserstandglase aus

Niederschlagwasser zurückgesogen werden. Plötzliche Ansammlung des Niederschlages, dessen Ablassen oder Nichtablassen bei der fehlerhaften Anordnung nach Abb. 11 und 12, Taf. 55 würde von der Schreibvorrichtung aufgezeichnet werden; ein so angeordnetes Gefäße würde Aufschluß darüber geben, ob das Gewinnen von Wasser aus lufttrockenem Holze während des Tränkens in der Tat möglich ist: der Verfasser bezweifelt das auf Grund seiner Erfahrungen.

Werden beispielweise nur 2 Millionen Schwellen jährlich unter Beibehaltung der »Wasserentziehung« getränkt und für

jede Schwelle etwa 1,5 kg, oft mehr, als Öl rückvergütet, so entspricht das $1,5 \cdot 2 = 3,0$ Millionen kg oder $3\,000\,000 \cdot 0,08 = 240\,000$ *M.* Ein selbst schreibendes Auffanggefäß und eine auch sonst einwandfreie Tränkanlage würden voraussichtlich einen großen Teil dieses Betrages zu sparen ermöglichen, die Verstaatlichung derartiger Betriebe würde der Volkswirtschaft nutzen. Wenn diese Maßnahme nicht gleich zugänglich ist, so wäre doch die Aufklärung der hier ausgesprochenen Zweifel ein erstrebenswertes Ziel.

Abb. 14, Taf. 55 zeigt eine ausgeführte Fernschaltung für

Flüssigkeit, Abb. 15, Taf. 55 für Luft. Durch solche Einrichtungen wird das Rohrnetz billiger, namentlich übersichtlicher und für den Aufsichtsbeamten leichter verständlich.

Welche Ersparungen möglich gewesen wären, würden die Rechnungen über das als Öl vergütete Wasser aus der Zeit der »Wassergewinnung« beim Sparverfahren zeigen.

Die auf Grund von Erfahrungen hier gemachten Ausführungen, besonders hinsichtlich der Wasserentziehung durch Versuche in einem Großbetriebe zu stützen, ist der Verfasser bereit.

Nachrichten von sonstigen Vereinigungen.

Elektrotechnischer Verein.

Die Ertüchtigung schwerbeschädigter Arbeiter.

Durch schwere Beschädigungen im Kriege sind zahlreiche gelernte Arbeiter in ihrer Erwerbsfähigkeit beschränkt. Die Verletzungen selbst und die zu ihrer Heilung erforderlichen ärztlichen Eingriffe, auch der Vorgang der Heilung und die Narbenbildung, haben oft nachteilige Folgen für die Brauchbarkeit der Glieder. Man sucht die entstandenen Mängel mit allen Mitteln der ärztlichen Wissenschaft, durch fortgesetzte Übungen der Muskeln an Vorrichtungen zum Bewegen versteifter Glieder, durch geeignete Stützen bei Lähmungen, durch Kunstglieder bei Verlust von Gliedmaßen zu beheben. Die Erfahrung lehrt aber, daß ein schwerbeschädigter Mann auch mit dem besten Kunstgliede nicht ohne Weiteres wieder arbeitsfähig wird, und daß der Erfolg aller vorschriftsmäßigen Übungen oft nicht hinreicht, um völlige Beweglichkeit eines versteiften Gliedes wieder zu erreichen. Die Übung an Vorrichtungen wird meist nur mit einem gewissen Widerstreben ausgeführt, ist gewöhnlich auch nicht eingreifend und nicht dauernd genug: ihr fehlt auch die wirkliche Arbeitleistung, und so sind grade für Arbeiter wirksame Heilverfahren durch Übung vielfach nur als solche in Erwerb bringender Arbeit durchzuführen, die das zu heilende Glied zur fortdauernden Ausführung kräftiger Bewegung veranlaßt. Dieses Verfahren wird also nicht an ärztlichen Übungsmaschinen nach Zander, sondern in der Werkstatt an Werkbänken und Maschinen und desto williger geübt, je sinnfälliger dem Arbeiter dabei der allgemeine und eigene Nutzen klar wird.

Der Zweck des Heilens durch nützliche Arbeit ist in manchen Fällen vielfach überhaupt nicht der, zurückgebliebene Schäden zu heben; oft handelt es sich darum, die Leistung und das Geschick der gesunden Glieder zu steigern, um so den erlittenen Verlust auszugleichen. Ersatzglieder müssen erprobt, ihr Gebrauch geübt und ihre Bauart je der Arbeit und der Art der Beschädigung angepaßt werden. In einzelnen Fällen muß auch das Handwerkzeug oder Arbeitgerät, mit dem ein Gesunder die Arbeit verrichtet, umgearbeitet werden, um es dem beschädigten Arbeiter gebrauchsfähig zu machen. Schließlich handelt es sich bei vollwertigem Heilen durch Arbeit darum, Arten von Arbeit auszuwählen, für die sich der Beschädigte trotz seines Schadens gut eignet, bei denen die körperlichen Störungen also möglichst wenig hindern.

Diese Ziele glaubte man anfangs in kleineren, den Lazaretten anzugliedernden Werkstätten erreichen zu können, aber diese können nicht so ausgerüstet werden, wie es für den vorliegenden Zweck nötig ist. Sie können wohl während des Aufenthaltes im Lazarett Beschäftigung und Zerstreuung, einigen auch Gelegenheit zu gewissen Betätigungen ihrer Fertigkeiten dienen, die Mannigfaltigkeit der zahlreichen in Werkstätten benutzten Maschinen, der Zwang zu rechtzeitiger Ablieferung und sachgemäßer Ausführung, vielfach auch die sachverständige Überwachung und fast immer das wichtige Lockmittel

des Lohnes fehlen aber. Vielfach wird ferner die geleistete Arbeit nur nach der Güte des gelieferten Erzeugnisses, nicht aber nach der zur Herstellung aufgewendeten Zeit beurteilt, worüber dem Arzte das Urteil fehlt. Der Arzt vermag auch nicht einseitig zu wählen und zu bestimmen, welche Arbeit der Mann auf Grund seiner Berufserfahrung noch auszuführen vermag, um wirtschaftlich gute Ergebnisse zu erzielen, er kann vielmehr nur beurteilen, in welchem Maße sich der Arbeiter anstrengen darf, und ob die Art der Muskelbetätigung für ihn zuträglich ist, die Arbeit selbst muß von einem Ingenieur ausgewählt und beurteilt werden; Arzt und Ingenieur müssen daher zusammen arbeiten. Den Ingenieur kann nicht der Werkmeister ersetzen; diesem fehlt die Einsicht in den Vorgang der Besserung und in den höhern Zweck des Verfahrens.

Seit Anfang November 1915 wird in den Werkstätten der »Akkumulatorenfabrik-Aktiengesellschaft« in ihrem Werke in Oberschöneweide von deren Oberingenieur, Herrn Dr. Beckmann, versucht*), Kriegsbeschädigte wieder arbeitsfähig zu machen. Sie haben dort noch während ihrer Lazarettzeit je nach ihrem Berufe Gelegenheit, sich in den verschiedensten Zweigen der Bearbeitung von Metallen und Holz zu üben unter denselben Bedingungen wie gesunde Arbeiter, zwischen und neben denen sie tätig sind, nur stehen sie unter ärztlicher Aufsicht als noch krank, damit Maß und Art der Arbeit nach ihrem Zustande bemessen werden: sie erhalten ohne Rücksicht auf ihre Leistung zunächst einen festen Mindestlohn für die Stunde. Sobald sie in Stücklohn arbeiten können, stehen sie in Bezug auf Lohn und Anforderung an die Güte der Arbeit den gesunden Arbeitern gleich.

Mit diesem Verfahren sind ausgezeichnete Erfahrungen gemacht, über die Herr Dr. Beckmann dem Elektrotechnischen Vereine berichtet hat**). Der Elektrotechnische Verein hat im Anschlusse an diesen Bericht einen Unterausschuß eingesetzt, um die gemachten Erfahrungen in Leitsätze zu fassen. Nachdem dieser seine Arbeit beendet hat, und das Ergebnis vom Ausschusse und vom Vorstande des Elektrotechnischen Vereines gebilligt ist, werden die Leitsätze nachstehend veröffentlicht, die auch auf Arbeiter anderer Berufe übertragen werden können.

Inzwischen haben auch andere Werke mit Erfolg begonnen, kriegsbeschädigte gelernte Arbeiter während der Lazarettzeit in ihren Werkstätten zu beschäftigen. Der Elektrotechnische Verein hofft, daß sich noch weitere Werke diesem Vorgehen anschließen werden, er ist gern bereit, Erklärungen und Erfahrungen auf diesem Gebiete anzunehmen und weiterzugeben. Der Verein hofft ferner, daß andere technische Vereine diesen Leitsätzen zustimmen und ihrerseits an deren Durchführung und Beachtung mitwirken werden.

*) Elektrotechnische Zeitschrift 1916, S. 221.

***) Elektrotechnische Zeitschrift 1916, S. 377 und Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1916, S. 289.

Leitsätze

für die Ertüchtigung der im Kriege beschädigten gelernten Arbeiter.

1. Schwer beschädigte Arbeiter bedürfen in vielen Fällen zu ihrer Ertüchtigung noch der Arbeit in der Werkstatt, die ärztliche Heilung und etwa nötige Ausrüstung mit Ersatzgliedern genügt oft nicht.
2. Der Zweck dieser Arbeit, »Arbeits therapie«, besteht darin, die kriegsbeschädigten Glieder durch Übung wieder arbeitsfähig zu machen, die Geschicklichkeit der gesunden Glieder zu erhöhen und den Arbeiter mit seinen veränderten körperlichen Verhältnissen den Aufgaben seines Berufes wieder anzupassen. Daneben dient die Arbeit in der Werkstatt der Auswahl geeigneter Ersatzglieder und anderer Hilfsmittel, wie der Anpassung des Arbeitergerätes an die Bedürfnisse des Arbeiters.
3. Die Heilarbeit soll möglichst früh, jedenfalls noch während der Lazarettzeit einsetzen. Sie bedarf der Aufsicht durch den Arzt und den Ingenieur. Der Arzt hat Art und

Mafs der körperlichen Beanspruchung, der Ingenieur Auswahl und Beurteilung der Arbeit zu überwachen.

4. Die Heilarbeit erfordert Einzelbehandlung der Kriegsbeschädigten und Eingehen auf die Bedürfnisse der Einzelnen. Die Kriegsbeschädigten sind mit der gebotenen Rücksicht auf ihre Sicherheit möglichst zwischen gesunden Arbeitern zu beschäftigen: ihre Leistung ist nach Dauer und Güte zu überwachen und ein dem Werte der Arbeit entsprechender Lohn, für Anfänger ein Mindestlohn, zu gewähren. Für diese Heilarbeit sind Betriebe der Großgewerbe am besten geeignet, in Lazarettwerkstätten können die gestellten Bedingungen im Allgemeinen nicht erfüllt werden.
5. Die ärztliche und fachmännische Aufsicht bei der Heilarbeit soll sich auch auf die Beratung für den Beruf erstrecken.
6. Fachmännische Schulung und wissenschaftlicher Unterricht sind nur in vereinzelt Fällen für besonders Befähigte neben der gewerblichen Arbeit zu empfehlen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Lüftung im Baue befindlicher Tunnel.

(Dr.-Ing. Schubert, Zentralblatt der Bauverwaltung 1916, Heft 51, 25. Juni, S. 351.)

Beim Baue vieler Tunnel brachte man zu ihrer Lüftung in der Preßluftleitung an den Arbeitsstellen eine große Anzahl Hähne an, die man zur Zeit der Schutterung, wenn die Bohrmaschinen nicht arbeiteten, nach Bedarf öffnete. Diese Art der Lüftung ist aber unvorteilhaft, da man schon bei geringen Stollenlängen gezwungen sein kann, eine Maschinenanlage eigens zu dem Zwecke der Lüftung zu errichten. In den meisten Fällen wird die Luft durch Leitungen in den Tunnel gedrückt, die man bis vor Ort führt und mit dessen Fortschreiten verlängert. Von der Frischluftleitung aus stellt man nach allen Aufbrüchen, und bei großer Länge des toten Firststollens auch nach dessen Vororte, Zweigleitungen her. Die aus diesen austretende frische Luft drückt die verbrauchte von den Arbeitsstellen in den vom Orte des Richtstollens kommenden ausziehenden Luftstrom. Die Lüftung des Firststollens wird meist erheblich durch die First- und Sohl-Stollen verbindenden Schuttlöcher gefördert, während man sich zur Reinigung der Aufbrüche mitunter großer Tücher und Bretterwände bedient, die dem Luftstrom die gewünschte Richtung geben sollen. Bei dieser Art der Lüftung hat die Vortriebstelle stets die besten Bedingungen der Lüftung. Folgt dem Richtstollen kein Firststollen mit Vollaussbruch und Mauerung, befinden sich also in einem Stollen nur an der Vortriebstelle Arbeiter, so ist das Absaugen der verdorbenen Luft zweckmäßiger, sobald sich die Luft länger, als etwa zehn Minuten in der Rohrleitung aufhält, denn dann würde auch beim Einpressen kein merklicher Einfluß der Außenwärme vor Ort zu spüren sein. Auch sonst hängt es ganz vom Bauplane ab, welche Arbeitsstellen besonders gut gelüftet werden müssen, und ob man hiernach frische Luft einpreßt oder verdorbene absaugt. Beispielsweise verlegte man erst neuerdings beim Baue des 1300 m langen Heinsberger Tunnels der Linie Altenhundem—Birkelbach in Westfalen im Firste des voll aus-

gebrochenen Querschnittes eine Saugleitung, durch die die verbrauchte Luft durch ein im Vollaussbruche aufgestelltes Strahlgebläse nach außen abgeführt wurde.

Diese Art der Frischluftzufuhr wurde mit Erfolg bei Tunnellängen bis zu etwa 8 km angewandt. Bei längeren Tunneln stellt man außer der Lüftanlage am Mundloche eine zweite selbständige im Tunnel kurz vor der Arbeitstrecke auf. Die Hauptlüftung am Mundloche drückt die Frischluft bis an die Arbeitstrecke, von wo aus sie durch die Stollenlüfter, Gebläse, bis vor Ort geschleudert wird. Beim Baue des 14535 m langen Lötschbergtunnels führte man zu diesem Zwecke im fertig gemauerten Tunnel eine lotrechte Mauer auf, die einen Kanal von etwa 6,3 qm Querschnitt abtrennte. Am Eingange stand er unmittelbar mit den Lüftern erster Ordnung in Verbindung, während kurz vor seinem Ende die Lüftanlage zweiter Ordnung aufgestellt wurde. Von da aus gelangte die Luft durch Rohrleitungen unmittelbar vor Ort und zurückströmend nach dem Vollaussbruche und der Mauerung. In der Nähe des letzten gemauerten Ringes vereinigte sich die verbrauchte Luft mit dem Überschusse der aus dem gemauerten Kanäle frei austretenden, um gemeinsam mit ihr dem Eingange zuzuströmen. Die größte Länge des gemauerten Kanales vom Eingange bis zum Stollenlüfter betrug auf der Nordseite 4545 m, auf der Südseite 4308 m, während die Rohrleitung der Lüftanlage zweiter Ordnung mit dem Vortriebe bis auf 2794 m und 3090 m zunahm. Diese Art der Lüftung hat sich unter den obwaltenden Verhältnissen gut bewährt.

Liegt ein Tunnel so tief, daß 40° und höhere Wärme des Gesteines zu erwarten ist, so muß der Ort allein von einer Lüftanlage zweiter Ordnung gespeist werden, während Firststollen, Vollaussbruch und Mauerung von dem kräftigern, unmittelbar vom Mundloche kommenden Strome bestrichen werden. Dieser Frischluft-Hauptstrom muß daher in geschlossenem Kanäle bis vor die Spitze des Firststollens geführt werden, wo er die Lüftung zweiter Ordnung speist und durch den Vollaussbruch zurückkehrt.

Beim Baue des 19770 m langen, eingleisigen Simplontunnels wurde dieser Zuleitkanal durch den Seitenstollen gebildet, der 17 m neben dem Richtstollen vorgetrieben wurde und den Sohlstollen für den spätern Ausbau des zweiten Tunnels bildete. Möglichst unmittelbar hinter den gleich schnell fortschreitenden Vortriebstellen, höchstens in 200 m Teilung, wurden beide Stollen durch einen Querschlag verbunden. Durch diesen gelangte die in den Seitenstollen eingepresste Luft nach dem Richtstollen, und kehrte aus diesem durch Vollausschlag und Mauerung nach dem Mundloche zurück. Alle Querschläge zwischen dem letzten an der Vortriebstelle und dem Mundloche waren hierbei geschlossen. In diesem Ringstrom wurden die Stollenlüfter im Seitenstollen kurz vor dem Querschlage aufgestellt, die die Luft getrennt dem Vororte des Richt- und Seiten-Stollens zuführten.

Dieses Bauverfahren hat hinsichtlich der Luft- und Wärme-Verhältnisse den gestellten Anforderungen gut genügt. Der Vortrieb von vier Stollen erforderte jedoch hohe Kosten, ferner hat sich die Nähe des Seitenstollens als gefahrbringend für den Bestand des fertigen Tunnels erwiesen. Professor Kreuter in München hat daher 1897 angeregt, den von den Lüftern am Mundloche gespeisten Lüftstollen unter den Tunnel zu

legen. Dieser eilt als Richtstollen dem für den eigentlichen Tunnelausbau als Sohlstollen dienenden Sohlschlitz voraus. Am Ende der Ausmauerung des Unterstollens tritt die Frischluft in den eigentlichen Tunnel, und kehrt durch ihn nach dem Eingange zurück. Da der Vorort des Richtstollens hierbei von dem großen Frischluftstrom nicht erreicht wird, erhält er eine eigene Lüftung zweiter Ordnung. Der Vorteil dieses Verfahrens erhöht sich, sobald vor Ort große und vor allem heiße Wassermassen angeschlagen werden. Zudem leistet der Unterstollen nach der Fertigstellung des Tunnels vortreffliche Dienste für die Lüftung während des Betriebes.

Einzelne Aufbrüche zum Firststollen bereiten der Lüftung im Allgemeinen Schwierigkeiten. Beim Baue des Simplontunnels ging man daher streckenweise zum Baue mit Firstschlitz über, bei dem die Bewetterung der Arbeitsstellen weit leichter bewirkt werden kann. Seine Vorzüge hinsichtlich der Lüftung führten auch dazu, daß beim Baue des 3699 m langen Weissensteintunnels der Linie Solothurn—Münster statt eines Firststollens ein Mittelschlitz ausgebrochen wurde. Streckenweise wurde der Firstschlitz auch beim Baue des 5866 m langen Albulatunnels der Linie Chur—St. Moritz und des Lötschbergtunnels angewendet. B—s.

O b e r b a u.

Ersatz abgenutzter Schienenstöße durch elektrisch geschweißte.

(J. H. S u n d m a k e r, Electric Railway Journal 1916 I, Bd. 47, Heft 17, 22. April, S. 78). Mit Abbildungen.)

Die elektrische Ohio-Bahn hat im Frühjahr 1913 437 stark abgenutzte Stöße 229 mm hoher Straßenbahnschienen von der »Indianapolis Switch and Frog Co.« zu Springfield, Ohio, durch elektrisch geschweißte ersetzen lassen. Der Zustand des Gleises

hat sich seitdem nicht verändert. Wenn sich die Unternehmerin, die die Indianapolis-Schweißvorrichtung herstellt, nicht in der Nähe befände, hätte die Menge der zu verrichtenden Arbeit die Beschaffung einer eigenen Schweißvorrichtung gerechtfertigt. Jeder geschweißte Stoß kostete einschließlichschließlich Abschleifen annähernd 21 \mathcal{M} und erforderte ausschließlich Abschleifen und Wiederherstellen des Pflasters durchschnittlich rund 40 Minuten. B—s.

B a h n h ö f e u n d d e r e n A u s t a t t u n g.

Bahnhof Berg in Süd-Oranien, Neu jersey.

(Engineering Record 1916 I, Bd. 73, Heft 17, 22. April, S. 542. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 8 auf Tafel 54.

Die Delaware, Lackawanna und West-Bahn hat die bisher schienenfrei überführte Montrose-Avenue bei Bahnhof Berg in Süd-Oranien, Neu jersey, auf künstlerisch gestalteter Bogenüberführung aus Grobmörtel über die Gleise geführt und aus diesem Anlasse das aus Fachwerk bestehende Empfangsgebäude durch ein Hauptgebäude auf der Südseite und eine Bahnsteighalle auf der Nordseite der Gleise ersetzt (Abb. 8, Taf. 54). Gebäude

und Hallensäulen bestehen aus dunkelrotem Backsteine, die Dächer aus grünen Ziegeln. Besonders reizvoll sind die breiten Zufahrten. Wo das Gelände erhöht werden mußte, ist eine Anzahl großer Bäume durch Schächte aus porigem Grobmörtel umbaut, die die alte Oberfläche des Bodens an den Füßen der Bäume bewahren. Einer dieser Schächte ist ungefähr 3 m tief.

Die Bauarbeiten wurden unter Leitung von G. J. Ray als Oberingenieur und G. T. Hand als Streckeningenieur ausgeführt. F. J. Nies entwarf Gebäude und landschaftliche Anlagen, A. B. Cohen die Überführung, W. H. Speirs war örtlicher Bauleiter. B—s.

B e s o n d e r e E i s e n b a h n a r t e n.

Der Energieverbrauch der elektrischen Zugförderung auf der Berner Alpenbahn.

(Schweizerische Bauzeitung, Juli 1916, Nr. 2, S. 8; Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, September 1916, Nr. 36, S. 741; Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen, September 1916, Nr. 73, S. 837. Alle Quellen mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 9 und 10 auf Tafel 54.

Auf der Lötschberglinie der Berner Alpenbahn-Gesellschaft

sind seit der Eröffnung im Juli 1913 zahlreiche Messungen an den elektrischen Fahrzeugen vorgenommen. Aus den dabei gefundenen Werten wurde dann der Zusammenhang aufgestellt zwischen der am Radumfang der elektrischen Triebfahrzeuge geleisteten und der vom Kraftwerke gelieferten Arbeit, und zwar sowohl je für einzelne Züge auf bestimmten Teilstrecken und über die ganze Bahnlänge, als auch für den ganzen Zug-

verkehr an bestimmten Stellen und im Jahresdurchschnitte. Die Messungen sind zum Teile mit dem Mefswagen der schweizerischen Bundesbahnen*) aufgenommen.

Bei den Einzelmessungen handelte es sich um Ermittlung der Einflüsse der umlaufenden Massen und der Grösse der Laufwiderstände. Die Berechnung der ersteren aus den Gewichten und den Schwerpunktabständen wurde durch Auslaufversuche auf Neigungen nachgeprüft, indem die Beschleunigung auf der Talfahrt und die Verzögerung auf der Bergfahrt innerhalb gleicher Geschwindigkeitgrenzen gemessen wurden, unter Voraussetzung eines bekannten Aufwandes an Arbeit für Gefälle und Rollwiderstand. Die Laufwiderstände wurden durch Auslaufversuche und Schleppfahrten ermittelt. Die Ergebnisse sind beachtenswert. Für die 1 E1-Lokomotive geht nach Abb. 9, Taf. 54 aus den Schaulinien hervor, dass die Reibung und Lüftung der Triebmaschinen einen erheblichen Teil des Laufwiderstandes bildet. In der Geraden war der Widerstand auf 42 kg m schweren Stuhlschienen etwa 10% geringer, als auf 36 kg/m schweren Breitfußschienen. In den Tunneln wächst der Luftwiderstand bei rund 48 km/h um rund 0,5 kg/t, worauf aber auch der Einfluss ungünstigen Zustandes des Gleises einbegriffen sein kann. In Gleisbogen erreichen die Zusatzwiderstände gegen die Gerade bei der 1 E1-Lokomotive 2 kg/t, während sie für die CC-Lokomotiven nicht 1 kg/t ausmachen. Zu den Einzel-Versuchfahrten wurde ein Zug benutzt, wie ihn Zusammenstellung I angibt.

Zusammenstellung I.

| | |
|-----------------------------|----------------|
| 1 E1-Lokomotive | 104,5 t |
| Mefswagen | 37,5 » |
| Heizkesselwagen | 28,0 » |
| 5 Durchgangswagen | 200,0 » |
| 1 Güterwagen | 32,5 » |
| | <u>402,5 t</u> |

Die Arbeit des angehängten Zugteiles wurde durch die Mefgeräte des Mefwagens, die der Lokomotive aus den Werten der Einzelmessungen rechnerisch ermittelt. Die der Lokomotive elektrisch zugeführte Arbeit wurde im Mefswagen selbsttätig aufgezeichnet. Zur Nachprüfung diente ein selbstschreibender Wattmesser und der kWh-Zähler der Schaltstelle Kandergrund. Dabei hat sich beinahe Übereinstimmung der Angaben der einzelnen Mefgeräte ergeben. Für verschiedene Stellen, an denen sich die Züge im Beharrungszustande befinden, sind ermittelt: Die Zugkraft am Radumfang der Lokomotive in kg, die entsprechende Leistung in PS und die scheinbar, sowie die tatsächlich elektrisch zugeführte Leistung in kVA und kW; daraus wurden der Wirkungsgrad zwischen Leistung am Radumfang und am Stromabnehmer sowie der Leistungswert $\cos \varphi$ berechnet. In der zugeführten Leistung sind auch alle Nebenbetriebe der Lokomotive, wie Luftpumpe, Umformer für Beleuchtung und Lüftung der Triebmaschinen und Abspanner einbegriffen. Abb. 10, Taf. 54 gibt die ermittelten Werte bei Anfahrt mit voller Belastung aus der Wagerechten am Bahnhofe Kandergrund

*) Organ 1916, S. 36.

auf 27⁰/₁₀₀ Neigung. Aus diesen und drei weiteren Anfahrten ergibt der Wirkungsgrad im Ganzen die in Zusammenstellung II aufgeführten Verhältnisse zwischen verbrauchter und zugeführter Arbeit.

Zusammenstellung II.

| Ort der Anfahrt | Kandergrund | Blausee | Kehrtunnel | Riedschuk-tunnel | Kandersteg |
|--|--------------------------|---------|------------|------------------|------------|
| Neigung % ₁₀₀ | 2,5/27 | 27 | 24 | 26,9 | 0/15 |
| Halbmesser des Gleisbogens m | (0 und 300 | 300 | 300 | 1100 und 900 | 0 |
| Weg m | 1225 | 547 | 1557 | 1543 | 422 |
| Zeit sk | 135,5 | 134 | 228 | 250 | 67,5 |
| Endgeschwindigkeit . . . km/st | 46,1 | 24,8 | 44 | 41,2 | 44,9 |
| mittlere Beschleunigung cm/sk ² | 20 auf 2,5 4,4 auf 27 | 5,75 | 6 | 5,1 | 21,4 |
| Arbeit am Radumfang . kWst | 45,6 | 21,3 | 60,15 | 65,25 | 13,17 |
| Arbeit zugeführt: | | | | | |
| tatsächlich | 61,85 | 32,2 | 80,3 | 92,33 | 16,87 |
| scheinbar kVAst | 70,1 | 51,9 | 104,3 | 115 | 21 |
| mittlerer Wirkungsgrad . η | 0,737 | 0,634 | 0,75 | 0,71 | 0,78 |
| Leistungswert $\cos \varphi$ | 0,88 | 0,64 | 0,77 | 0,8 | 0,8 |

Schleudern der Triebräder ist in den Schaulinien verschiedentlich zu beobachten, es zieht jedesmal eine bedeutende Erniedrigung des Wirkungsgrades nach sich.

Weitere Zusammenstellungen zeigen den mittlern Verbrauch für 1 tkm auf den einzelnen Strecken, den mittlern Wirkungsgrad der Lokomotive zwischen Stromabnehmer und Radumfang und den mittlern Laufwiderstand für den Zug ohne und mit Lokomotive einschliesslich aller Verluste in den Hilfsbetrieben der Lokomotive. Der Wirkungsgrad zwischen Radumfang und Stromabnehmer ergibt sich hiernach für Schnellzüge zu 0,775, für Personenzüge zu 0,787.

Auf 1 tkm berechnet ergibt sich aus dem Gesamtverbrauche im Jahresdurchschnitte der in Zusammenstellung III angegebene Bedarf an Leistung.

Zusammenstellung III.

| | 1914 | 1915 |
|--------------------------------------|-------------|-------------|
| Beförderte Nutzlast tkm | 163 241 300 | 16 840 881 |
| Leerfahrten und Arbeitzüge | 2 509 300 | 3 581 810 |
| zusammen tkm | 165 750 700 | 171 983 691 |
| Bedarf an Leistung kWh | 7 848 970 | 8 215 310 |
| " " " " " " Wh/tkm | 47,4 | 47,7 |

Da die Werte für den Bedarf an Leistung in der Mefsstelle Kandergrund bis auf einen ganz geringen Leitungsverlust von etwa 1 bis 2% bis zum Kraftwerke Bunderbach auch für letzteres Geltung haben, ergibt sich zwischen den Klemmen der Stromerzeuger und dem Umfange der Triebräder der Lokomotiven ein mittlerer Wirkungsgrad von 0,66 bis 0,68 im Jahresdurchschnitte, einschliesslich aller Hilfsdienste der Zuförderung. Er dürfte wohl bei einer Vollbahnanlage von der vorliegenden Ausführung kaum überschritten werden können.

A. Z.

Nachrichten über Aenderungen im Bestande der Oberbeamten der Vereinsverwaltungen.

Preussisch-hessische Staatseisenbahnen.

Ernannt: Regierungs- und Baurat Wolff bei der Eisenbahn-Direktion zu Köln zum Oberbaurat.

In den Ruhestand getreten: Ober- und Geheimer Baurat Uhlenhuth, Mitglied der Eisenbahn-Direktion Köln.

Gestorben: Oberbaurat Ehrich, Mitglied der Eisenbahn-Direktion zu Essen.

Württembergische Staatseisenbahnen.

Befördert: Der tit. Oberbaurat Stahl bei der General-Direktion zum Oberbaurat bei dieser Behörde. —k.

Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

Sperrvorrichtung an Weichen mit Zungenüberwachung.

D. R. P. 292996. Maschinenbauanstalt Bruchsal A. G. vormals Schnabel und Henning in Bruchsal i. B.

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 und 4 auf Tafel 54.

Abb. 3, Taf. 54 zeigt eine mit Kraftmitteln betriebene Weiche nebst Verriegelung in der Grundstellung, Abb. 4, Taf. 54 die umgestellte Lage.

Ein Kolben B des Zylinders A stellt die Weiche E mit der Kolbenstange C und der Antriebstange D um. Zwei drehbar gelagerte Wellen F^1 und F^2 sind durch Hebelgetriebe J^1 und J^2 mit den Weichenzungen so verbunden, daß die Umstellung Drehungen der Wellen F^1 und F^2 bewirkt. Auf der Welle F^1 sind Nocken p^1 und p^1 auf F^2 p^2 und p^3 angeordnet, die durch Sperrhaken u^1 und u^2 zusammen arbeiten. Die Letzteren sitzen fest auf einer drehbaren Hohlwelle H und werden durch eine Verschwenkung dieser in Stellungen gebracht, in denen sie mit den Nocken Gesperre p^1 , u^1 , p^4 und p^2 , u^2 , p^3 bilden. Um diese Gesperre während Stillstandes des Triebwerkes zu starren zu machen zur Vermeidung von Unfällen bei Bruch der Antriebvorrichtung, ist in der Hohlwelle H eine Nut G angeordnet, in der ein durch das Gestänge S, T zwangläufig mit der Kolbenstange verbundener Stein Z gleitet. An den Enden der Nut G sind Ausnehmungen W vorgesehen, in die der Stein Z eintritt, sobald der Kolben B die eine oder andere Endstellung erreicht hat (Abb. 3 und 4, Taf. 54). So kann sich die Welle H in keiner Endstellung des Getriebes drehen.

Tritt nun beispielsweise bei x ein Bruch der Antriebstange D ein, oder wird die Verbindung der Weichenzungen mit dem Antriebe bei x^1 aufgehoben (Abb. 3, Taf. 54), so nimmt die Kolbenstange C und das Gestänge T, S an einer Bewegung der Weichenzungen nicht mehr teil; der Stein Z bleibt in der Ausnehmung W und verhindert eine Drehung der Hohlwelle H und der mit ihr verbundenen Sperrhaken u^1 und u^2 . Die Verriegelung p^1 , u^1 der anliegenden Zunge und die der abliegenden werden daher durch Kräfte an den Weichenzungen nicht aufgehoben, die Verriegelungen sind also starr. Ein gleiches Zusammenarbeiten der Vorrichtung tritt auch in der entgegengesetzten Weichenstellung (Abb. 4, Taf. 54) bei etwaigem Bruche der Antriebstange ein. G.

Anordnung von Betten in Schlafwagen.

D. R. P. 293698. Wegmann und G. in Cassel.

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 7 auf Tafel 54.

Um die Herstellung getrennter Abteile für die Tages- oder Nachtfahrt zu vereinfachen, ist die obere Bettlade um eine Achse quer zur Fahrriichtung gegen das untere Bett klappbar: ferner sind zwecks Herstellung getrennter Schlafräume zwischen dem obern und untern Bette von der Klappachse bis um das Kopfende des untern Bettes reichende, verschiebbare, klappbare oder rollbare Trennwände angeordnet.

Längs der Seitenwände sind Abteile a (Abb. 5 und 7, Taf. 54) mit je zwei Türen b vorgesehen, in der Mitte verbleibt ein Längsgang c. Über dem untern Bette d ist in jedem Abteile a das obere Bett e mit versetztem Kopfende angeordnet (Abb. 6, Taf. 54), beide Betten liegen längs an der Wand des Längsganges c. Das obere Bett e ist bei f drehbar gelagert, so daß seine Bettlade aus der wagerechten Lage in die senkrechte gebracht werden kann, (rechts in Abb. 6, Taf. 54). In wagerechter Stellung stützt sich die obere Bettlade auf den obern Rand einer Rollade g, die sich zwischen dem untern Bette und der Wagenlängswand bei h aufrollt und abgerollt das untere Bett am Kopfende und an der freien Längsseite etwa bis zur Mitte umgibt, (links in Abb. 6, Taf. 54). In dieser Lage des obern Bettes e ist das Abteil a in zwei Teile geteilt, von denen jeder einen besondern Eingang, ein Fenster, vollständige Einrichtung und der eine das obere, der andere das untere Bett enthält. Zu dem obern Bette führt zwischen der Rollade g und der Längswand eine Treppe i.

Soll das Abteil a für die Tagesfahrt eingerichtet werden, so wird die Rollade g aufgerollt, und nach Entfernen der beiden Kissen k und des Kopfkissens l vom obern Bette e wird dieses durch Umklappen in senkrechte Lage gebracht, so daß es eine senkrechte Scheidewand zwischen den beiden Räumen im Abteile a bildet. Die Kissen des obern und untern Bettes werden gegen diese Scheidewand gestellt und bilden dann die Rücklehnen (rechts in Abb. 6, Taf. 54). G.

Bücherbesprechungen.

Der Stollenbau. Winke und Ratschläge für angehende Stollenbauer von A. von Gunten, Ingenieur in Bern. Zürich, 1915. Rascher und G. Preis 2,5 M.

Das dem klassischen Lande der Arbeit unter der Erdoberfläche entstammende Werk bringt auf 68 Seiten mit Handzeichnungen von sichtlich berufener Hand wertvolle Erfahrungen auf dem schwierigen Gebiete des Stollenbaues zum Besten aller Beteiligten.

Geschäftsanzeigen mit technischen Beschreibungen. 1. Paul Hardegen und G. Fabrik elektrischer Apparate G. m. b. H. Spezialabteilung für Rohrpost-, Seilpost- und Entstaubungs-Anlagen System »Hardeco«. DRP und DRGM. Berlin S.O. 33, Zeughofstraße 7—8. Rohrpostanlagen*). 61 Seiten mit eingehender Beschreibung und vielen Abbildungen.

*) Organ 1916, S. 247.

Statistische Nachrichten und Geschäftsberichte von Eisenbahnverwaltungen.

1. Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen. a) Zusammenstellung der für die Vereinsversammlung 1914 vorbereiteten Anträge, die infolge des Ausfalles dieser Versammlung im Wege der schriftlichen Abstimmung bindend geworden sind. Berlin, 1916. Schreiben der Geschäftsführenden Verwaltung des Vereines Nr. I. 70, vom 26. August 1916.
- b) Geschäftsbericht der Geschäftsführenden Verwaltung des Vereines von Anfang August 1914 bis Ende Juli 1916.
2. Jahresbericht über die Staatseisenbahnen und die Bodensee-Dampfschiffahrt im Großherzogtum Baden für das Jahr 1915. Im Auftrag des Großherzoglichen Ministeriums der Finanzen herausgegeben von der Generaldirektion der Badischen Staatseisenbahnen zugleich als Fortsetzung der vorangegangenen Jahrgänge 75. Nachweisung über den Betrieb der Großh. Badischen Staatseisenbahnen. Karlsruhe, 1916, C. F. Müllersche Hofbuchhandlung m. b. H.