

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Vizepräsident Ernst Harprecht, Berlin, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. A. E. Bloss, Dresden

96. Jahrgang

15. Juli 1941

Heft 14

Das Minimumverfahren der Bogenlaufuntersuchung und seine Anwendung auf Schubachsen.

Von Prof. Dr.-Ing. Heumann, Aachen.

Läuft ein steifachsiges Eisenbahn-Fahrzeug oder -Fahr-gestell durch einen Kreisbogen, so muß es durch eine oder mehrere Richtkräfte P vom Gleis oder von einem anderen Ge-stell aus durch den Bogen geführt werden gegen alle sich dem Bogenlauf widersetzenden Widerstände. Diese Richtkräfte können näherungsweise sehr leicht zeichnerisch bestimmt werden nach dem „Minimumverfahren“*, das sich auf dem „Minimum“-Satz aufbaut. Dieser Satz sagt aus, daß das Fahr-zeug sich im Bogen so einstellt, daß P oder $\sum P$ ihren Mindest-wert annehmen. Er sei zunächst auf eine besonders einfache Weise nochmals abgeleitet.

Das betrachtete steifachsige, eingliedrige Fahrzeug soll weder ziehen, noch gebremst sein; dann treten nämlich die größten Richtkräfte auf, die uns vor allem angehen. Weiter sollen folgende vereinfachende Annahmen gemacht werden:

1. „Druckrollen“-Führung an den Radanlaufstellen statt Spurkranzführung,
2. gleiche Größe der Laufkreishalbmesser $r_{l,r} = r$ und Raddrücke $Q_{l,r} = Q$ des linken und des rechten Rades an jedem Radsatz. An den verschiedenen Radsätzen können Q und r verschieden groß sein.

Unter diesen Umständen und vereinfachenden Annahmen hat das ganze Fahrzeug nur einen einzigen Reibungsmittelpunkt M, und liegt dieser auf der Fahrzeuglängsachse. Das Fahrzeug werde zunächst durch eine an gegebener Stelle angreifende, genau oder nahezu quer zur Fahrzeuglängsachse gerichtete Richtkraft geführt, die eine Schienenrichtkraft P oder eine Zapfenrichtkraft P_D sein kann. P oder P_D dreht das Fahrzeug im Bogen gleitend um M gegen alle sich dem Bogenlauf wider-setzenden Widerstände. Im Beharrungszustand des Bogen-laufs ändert M seine Lage zum Fahrzeug nicht. Dem Bogenlauf widersetzen sich die stets vorhandenen Gleitreibungswider-stände fQ an den 2n Aufstandspunkten der 2n Räder des Fahrzeugs und etwa vorhandene, von außen auf das Fahrzeug wirkende äußere Querkräfte S, wie eine überschüssige Flieh-kraft oder ein Winddruck oder eine Kupplungsseitenkraft oder mehrere dieser Kräfte in gegebener Größe, Richtung und Lage.

Ein solches vorne indirekt durch eine Zapfenrichtkraft P_D geführtes, nicht anlaufendes, von links nach rechts durch einen Rechtsbogen laufendes Fahrzeug ist in Bild 1 vereinfacht aber maßstäblich im Grundriß dargestellt, sozusagen als Skelett, und zwar ist nur ein Radsatz und nur eine Seitenkraft S ein-gezeichnet, die aber beliebig viele Radsätze (1 bis n) und beliebig viele S-Kräfte (1 bis i) von gegebener Größe, Richtung und Lage vertreten sollen. Der Reibungsmittelpunkt M ist im Abstand x vom Angriffspunkt D der Zapfenrichtkraft P_D an-genommen; die Gleitreibungswiderstände fQ stehen dann senkrecht auf den Verbindungsgeraden q ihrer Angriffspunkte (d. h. der Radaufstandspunkte) mit M. Gesucht werden die Größe von x und die Richtung und Größe von P_D . Zu ihrer Ermittlung stellen wir zunächst die Gleichung der Momente aller äußeren, am Fahrzeug angreifenden waagerechten Kräfte einschließlich der fQ in bezug auf M auf, als erste Gleich-gewichtsbedingung.

*) Heumann: Zum Verhalten von Eisenbahnfahrzeugen in Gleisbögen. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1913, S. 104.
Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 96. Jg. (1941), Heft 14.

Sie lautet mit den aus Bild 1 ersichtlichen Bezeichnungen:

$$P_D \cdot x - \sum_1^n 2 f Q \sqrt{s^2 + (x-d)^2} - \sum_1^i S (e-x) = 0$$

oder

$$P_D \cdot x = \sum_1^n 2 f Q \sqrt{s^2 + (x-d)^2} + \sum_1^i S (e-x) \dots 1)$$

Die erste Ableitung dieses Ausdruckes nach x lautet

$$\frac{d(P_D \cdot x)}{dx} = \sum_1^n 2 f Q \frac{x-d}{\sqrt{s^2 + (x-d)^2}} - \sum_1^i S \dots 2)$$

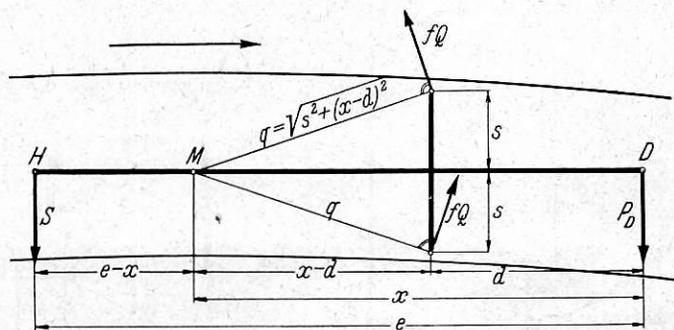


Bild 1.

Die zweite Gleichgewichtsbedingung, nämlich die Gleichung aller äußeren, am Fahrzeug angreifenden waagerechten Quer-kräfte einschließlich der Querkomponenten der fQ , lautet:

$$P_D - \sum_1^n 2 f Q \frac{x-d}{\sqrt{s^2 + (x-d)^2}} + \sum_1^i S = 0$$

oder

$$P_D = \sum_1^n 2 f Q \frac{x-d}{\sqrt{s^2 + (x-d)^2}} - \sum_1^i S \dots 3)$$

Der Vergleich der Gleichung 3) mit 2) zeigt, daß

$$\frac{d(P_D \cdot x)}{dx} = P_D \text{ oder } = \frac{P_D \cdot x}{x} \dots 4)$$

ist.

Das ist die einfache wichtige Beziehung, deren zeich-nerische Darstellung das Minimumverfahren ist.

$$\frac{d(P_D \cdot x)}{dx} = P_D \text{ heißt:}$$

Die Richtkraft ist gleich der ersten Ableitung ihres Momentes in bezug auf M nach ihrem Abstand von M und

$$\frac{d(P_D \cdot x)}{dx} = \frac{P_D \cdot x}{x}$$

ist die Gleichung der Tangente vom Koordinaten-Nullpunkt an die $(P_D \cdot x)$ -Kurve. Daraus ergibt sich ohne weiteres das bekannte Minimumverfahren, das in Bild 2 für ein drei-achsiges steifachsiges Fahrzeug, an dem zwei Seitenkräfte S_1 und S_2 angreifen, dargestellt ist. S_1 und S_2 seien entgegen-gesetzt gerichtet, ihrer Lage, Größe und Richtung nach ge-geben. S_2 sei größer als S_1 . Die „M-Linie“ ist die Kurve der $\sum_1^n 2 f Q \cdot q$, \overline{HEK} die Momentenlinie von S_1 , \overline{GEF} die Momentensummenlinie von S_1 und S_2 ; ihr Schnittpunkt F mit

Minimumverfahren in folgender Weise anwenden. In Bild 3 ist ein solches indirekt geführtes Fahrzeug schematisch dargestellt in der gleichen Weise wie das steifachsige Fahrzeug in Bild 1. Der eine gezeichnete, querverschiebbliche Radsatz v vertrete beliebig viele (m) solcher Radsätze. Alle m verschiebblichen Radsätze sollen sich widerstandslos gegenüber dem Fahrzeugrahmen verschieben und außen oder innen anlaufen bei nichterschöpftem Seitenspiel gegenüber dem Fahrzeugrahmen; sonst wirken sie nicht als Schubachsen, sondern als steife. Weil sie anlaufen, werden die Querkomponenten ihrer fQ unmittelbar durch Schienenrichtkräfte, die von den angelaufenen Schienen auf sie ausgeübt werden, überwunden, es wirken dann nur die Längskomponenten ihrer fQ als Widerstände auf den durch den Bogen gedrehten Fahrzeugrahmen.

Die Gleichung der Momente aller am Fahrzeugrahmen angreifenden, waagerechten äußeren Kräfte einschließlich der Gleitwiderstände um M als erste Gleichgewichtsbedingung hat die allgemeine Form:

$$P_D \cdot x = \mathcal{M}_f + \mathcal{M}_v \pm \mathcal{M}_s,$$

wenn \mathcal{M}_f das Moment der an den n festen Radsätzen angreifenden fQ , \mathcal{M}_v das Moment der Längskomponenten der an den m verschiebblichen Radsätzen angreifenden fQ und \mathcal{M}_s

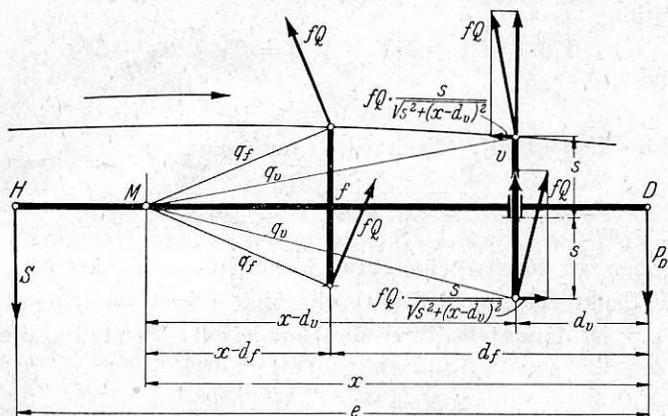


Bild 3.

das Moment der S -Kräfte um M bedeutet. \mathcal{M}_s ist negativ einzusetzen, wenn es den gleichen Drehsinn in bezug auf M hat wie $P_D \cdot x$. Wir können mithin auch schreiben:

$$P_D = \frac{\mathcal{M}_f + \mathcal{M}_v \pm \mathcal{M}_s}{x} \dots \dots \dots 4).$$

Für das Moment \mathcal{M}_f lesen wir aus Bild 3 den bekannten Ausdruck ab:

$$\mathcal{M}_f = \sum_1^n 2 f Q \cdot q_f = \sum_1^n 2 f Q \sqrt{s^2 + (x - d_f)^2},$$

dessen erste Ableitung nach x lautet:

$$\frac{d \mathcal{M}_f}{d x} = \sum_1^n 2 f Q \cdot \frac{x - d_f}{\sqrt{s^2 + (x - d_f)^2}} \dots \dots \dots 5).$$

Die zweite Gleichgewichtsbedingung des Fahrzeugrahmens, nämlich die Gleichung aller äußeren an ihm angreifenden waagerechten Querkräfte einschließlich der Querkomponenten der fQ lautet, genau wie beim steifachsigen Fahrzeug mit n Radsätzen, da die m verschiebblichen Radsätze keinen Quergleitwiderstand haben:

$$P_D = \sum_1^n 2 f Q \cdot \frac{x - d_f}{\sqrt{s^2 + (x - d_f)^2}} \mp \sum S \dots \dots 6).$$

Das Pluszeichen gilt, wenn $\sum S$ der Richtkraft P_D entgegengesetzt gerichtet ist. Setzen wir Gl. 5) in Gl. 6) ein, erhalten wir

$$P_D \pm \sum_1^i S = \frac{d \mathcal{M}_f}{d x} \dots \dots \dots 7a)$$

oder

$$\frac{P_D \cdot x \pm x \sum_1^i S}{x} = \frac{d \mathcal{M}_f}{d x} \dots \dots \dots 7)$$

Das Minuszeichen gilt, wenn $\sum S$ der Richtkraft P_D entgegengesetzt gerichtet ist. Die zeichnerische Darstellung der Gl. 4) und 7) liefert uns eine Richtkraft und die Lage von M oder zwei Richtkräfte oder eine Richtkraft und ein Richtkräftepaar. In Bild 4 ist die Schienenrichtkraft P_2 des vordersten seitensfesten Radsatzes und der Abstand x des Reibungsmittelpunktes M von diesem Radsatz ermittelt für ein fünfsachsiges Fahrzeug mit zwei seitenschiebblichen Endradsätzen und drei festen Mittelradsätzen. Wir zeichnen wieder das Fahrzeug maßstäblich, aber vereinfacht skelettartig im Grundriß auf, von den drei festen Radsätzen nur die linke Hälfte oberhalb

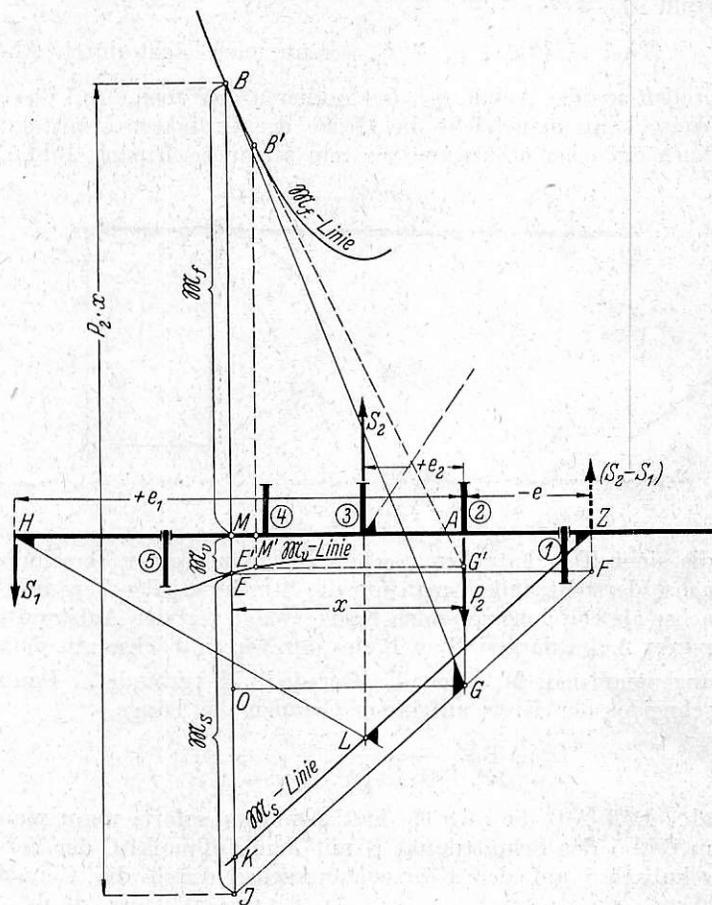


Bild 4.

der Fahrzeuglängsachse oder Nulllinie, von den zwei verschiebblichen nur die rechte, unterhalb der Fahrzeuglängsachse. Dann tragen wir wie beim steifachsigen Fahrzeug die Linie der $\sum_1^3 2 f Q \cdot q_f = \sum_1^3 2 f Q \sqrt{s^2 + (x - d_f)^2}$ als \mathcal{M}_f -Linie von der Fahrzeuglängsachse nach oben auf, — am einfachsten wieder mit dem Kräftemaßstab $2 f Q = 1$ durch Abgreifen und Addieren der $3 q_f$ für verschiedenes x —. Weiter tragen wir von der Fahrzeuglängsachse nach unten auf die \mathcal{M}_v -Linie, d. h. die Linie des Moments der Längskomponenten der an den beiden verschiebblichen Radsätzen angreifenden fQ in bezug auf den Reibungsmittelpunkt M für verschiedenes x . Die Längskomponente eines fQ einer Schubachse hat, wie sich

aus Bild 3 ergibt, den Ausdruck $f Q \frac{s}{\sqrt{s^2 + (x - d_v)^2}}$ und in bezug auf M den Hebelarm s , liefert also zu \mathcal{M}_v den Betrag

$$f Q \cdot \frac{s^2}{\sqrt{s^2 + (x - d_v)^2}}$$

\mathfrak{M}_v hat mithin den Ausdruck:

$$\mathfrak{M}_v = \sum_1^m 2 f Q \frac{s^2}{\sqrt{s^2 + (x - d_v)^2}}$$

Die \mathfrak{M}_v -Linie ist die Linie dieser \mathfrak{M}_v für verschiedenes x . Die \mathfrak{M}_v -Linie ist in gleichem Maßstab wie die \mathfrak{M}_f -Linie aufzuzeichnen, also ebenfalls mit dem Kräftemaßstab $2 f Q = 1$. Dann hat eine Ordinate der \mathfrak{M}_v -Linie bei irgendeinem x die Größe:

$$\sum_1^m \frac{s^2}{\sqrt{s^2 + (x - d_v)^2}} = \sum_1^m \frac{s^2}{q_v} = \frac{s^2}{\sum_1^m q_v}$$

mit dem Längenmaßstab der zeichnerischen Darstellung (Bild 4).

$\sum_1^m q_v$, in Bild 4 $q_{1v} + q_{5v}$, kann man leicht durch Abgreifen aus der Abbildung und Addieren gewinnen. Auf diese Weise kann man leicht die Größe der Ordinaten ermitteln. Noch einfacher erhält man sie rein zeichnerisch nach Bild 5,

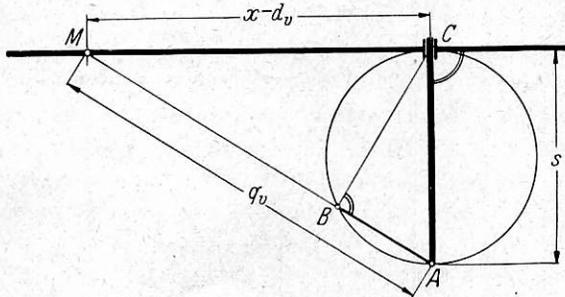


Bild 5.

die einen Teil der schematischen Bild 4 mit einer Verschiebungsachse darstellt, indem man um die Strecke s jeder Verschiebungsachse als Durchmesser einen Kreis schlägt und den Aufstandspunkt A des dargestellten Rades der Verschiebungsachse mit dem angenommenen M durch die Gerade AM verbindet. Dann schneidet der Kreis auf dieser Geraden die Länge

$$\overline{AB} = \frac{s^2}{q_v} = \frac{s^2}{\sqrt{s^2 + (x - d_v)^2}}$$

ab. Daß \overline{AB} diese Größe hat, sieht man sofort, wenn man in Bild 5 den Schnittpunkt B mit dem Fußpunkt C der Verschiebungsachse auf der Fahrzeuglängsachse durch die Gerade BC verbindet; denn aus der Ähnlichkeit der rechtwinkligen Dreiecke MCA und CBA ergibt sich

$$\frac{BA}{CA} = \frac{CA}{MA} \text{ oder } BA = \frac{CA^2}{MA} = \frac{s^2}{q_v}$$

Bei großem Abstand des angenommenen Punktes M von der Verschiebungsachse wird der Schnitt der q_v -Geraden mit dem Kreis sehr spitz, die Konstruktion ungenau; dann wählt man besser den angegebenen einfachen rechnerisch-zeichnerischen Weg.

Schließlich tragen wir in bekannter Weise die \mathfrak{M}_s -Linie in Bild 4 ein als Momentenlinie oder Momentensummenlinie der vorhandenen S-Kräfte. Wir nehmen eine von außen nach innen gerichtete Tenderkupplungsseitenkraft S_1 und eine von innen nach außen gerichtete freie Fliehkraft S_2 an, deren Momentensummenlinie oder \mathfrak{M}_s -Linie in Bild 4 die Gerade ZL ist, die die Fahrzeuglängsachse in Z schneidet. Z kann wie gesagt auch als Angriffspunkt von ΣS angesehen werden. Natürlich ist auch \mathfrak{M}_s im gleichem Maßstab wie \mathfrak{M}_f einzutragen.

Nun wählen wir die Lage von M auf der Fahrzeuglängsachse so, daß die Schnittpunkte B und E einer durch M gezogenen Senkrechten mit der \mathfrak{M}_f - und der \mathfrak{M}_v -Linie so liegen, daß eine in B an die \mathfrak{M}_f -Linie gelegte Berührende und eine um $\overline{ME} = \mathfrak{M}_v$ senkrecht nach unten parallel verschobene \mathfrak{M}_s -Linie einander in der Wirkungslinie der gesuchten Richtkraft schneiden. In Bild 4 ist diese Senkrechte durch M die Gerade \overline{BMEI} . Sie schneidet $\overline{ME} = \mathfrak{M}_v$ ab. Die um $\overline{ME} = \overline{ZF} = \overline{KI}$ senkrecht nach unten parallel verschobene \mathfrak{M}_s -Linie ist \overline{FGI} . Diese und die in B an die \mathfrak{M}_f -Linie gelegte Berührende \overline{BG} schneiden einander in dem Punkt G auf der Wirkungslinie von P_2 . Dann erhalten wir

$$P_2 = \frac{\overline{IB}}{AM} \cdot 2 f Q \text{ und } x = \overline{AM}$$

Ist die Konstruktion richtig, müssen die Gl. 4) und 7) beide erfüllt sein. Gl. 4) verlangt, daß

$$P_2 = \frac{\mathfrak{M}_f + \mathfrak{M}_v + \mathfrak{M}_s}{x}$$

ist, + \mathfrak{M}_s , da \mathfrak{M}_s entgegengesetzten Drehsinn wie $P_2 \cdot x$ hat. Nach der Konstruktion ist

$$\overline{MB} = \mathfrak{M}_f, \overline{ME} = \mathfrak{M}_v, \overline{EI} = \mathfrak{M}_s,$$

mithin

$$\overline{IB} = \overline{EI} + \overline{ME} + \overline{MB} = \mathfrak{M}_f + \mathfrak{M}_v + \mathfrak{M}_s$$

und

$$\overline{AM} = x,$$

also Gl. 4) erfüllt. Nach Gl. 7) muß sein

$$\frac{P_2 \cdot x - x(S_2 - S_1)}{x} = \frac{d \mathfrak{M}_f}{d x},$$

— $x(S_2 - S_1)$, da $S_2 - S_1$ entgegengesetzt gerichtet wie P_2 ist. Ziehen wir durch G eine Parallele zur Fahrzeuglängsachse, die die Senkrechte durch M in O schneidet, so ist $\overline{OI} = (S_2 - S_1)x$; $P_2 \cdot x$ ist dargestellt durch die Gerade \overline{IB} . Es muß also sein

$$\frac{\overline{JB} - \overline{OJ}}{AM = x} = \frac{\overline{OB}}{AM} = \frac{d \mathfrak{M}_f}{d x}$$

oder gleich der Neigung der \mathfrak{M}_f -Linie gegen die Fahrzeuglängsachse als x -Achse in Punkt B . Das ist tatsächlich der Fall. Beide Gl. 4) und 7) sind gleichzeitig erfüllt. Die Konstruktion ist richtig.

Sind keine S-Kräfte vorhanden, so fällt die \mathfrak{M}_s -Linie mit der Fahrzeuglängsachse zusammen, die parallelverschobene \mathfrak{M}_s -Linie ist dann eine durch E parallel zur Fahrzeuglängsachse gezogene Gerade. Dann ist die Lage von $M = M'$ so zu wählen, daß die durch M' gelegte Senkrechte die \mathfrak{M}_f - und die \mathfrak{M}_v -Linie in den Punkten B' und E' so schneidet, daß die in B' an die \mathfrak{M}_f -Linie gelegte Berührende und die durch E' gelegte Parallele zur Fahrzeuglängsachse einander in der Wirkungslinie der gesuchten Richtkraft P_2 schneiden. In Bild 4 ist diese Konstruktion durch den Linienzug $B'M'E'$, $B'G'$, $E'G'$ wiedergegeben. Wir erhalten:

$$P_2' = 2 f Q \cdot \frac{\overline{B'E'}}{AM'} \text{ und } AM' = x'$$

Hier ist nicht $\frac{dP}{dx} = 0$, sondern, wie sich aus den obigen

Gleichungen leicht ergibt $= \frac{1}{x} \cdot \frac{d \mathfrak{M}_v}{d x}$, also nur dann $= 0$,

wenn $\frac{d \mathfrak{M}_v}{d x} = 0$, also die \mathfrak{M}_v -Linie durch einen Höchst- oder Mindestwert geht. In Bild 4 hat sie ihren Mindestwert bei Radsatz 3, ihren Höchstwert bei Radsatz 5 und 1, d. h. bei den Verschiebungsachsen.

Für $\mathfrak{M}_v = 0$ schrumpft die Konstruktion auf das gewöhnliche Minimumverfahren für steifachsige Fahrzeuge zusammen.

Auch dieses Verfahren ist einfach und anschaulich; es gestattet sehr leicht, beliebige äußere Querkräfte einzuführen und gibt schnell eine klare Übersicht über deren Einfluß und den Einfluß einer Änderung der Lage und Zahl der Richtkräfte bei Änderung der Anlaufverhältnisse.

Wenn ein P oder ein P_D und x gesucht werden, erfordert die Konstruktion einiges Probieren. Liegt dagegen x fest und werden zwei P oder ein P und ein P_D oder ein P, P_D und ein Richtkräftepaar gesucht, so ergibt sich folgende Konstruktion ohne Probieren, wie in Bild 6 für eine fünfachsige

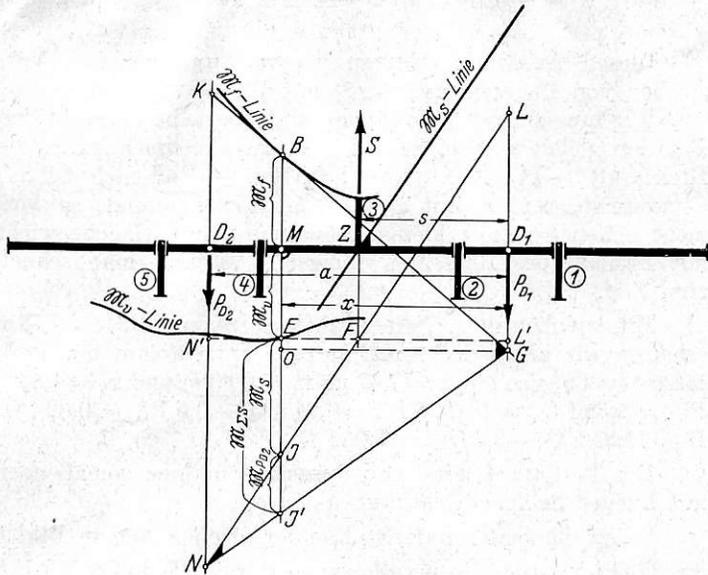


Bild 6.

Lokomotive mit gleichen Radständen wie in Bild 4, aber mit vorderem und hinterem Baldwingestell, also mit vier verschieblichen Radsätzen und nur einem festem Mittelradsatz, dargestellt ist. Das vordere Baldwingestell läuft stets mit beiden Radsätzen außen an, das hintere läuft in der Regel mit beiden Radsätzen innen an. Das sei auch hier zunächst angenommen, die Richtigkeit wird dann durch das Ermittlungsverfahren nachgeprüft. Gesucht sind die beiden Zapfenrichtkräfte P_{D1} und P_{D2}. Als Seitenkraft S sei eine freie Fliehkraft vorhanden, die im Schwerpunkt des Fahrzeugs oder in Höhe vom Mittelradsatz angreife. Die Achsanordnung sei vollkommen symmetrisch zur Fahrzeugmitte. Durch den Anlauf beider Baldwingestelle mit allen Radsätzen, des vorderen außen und des hinteren innen, ist der Reibungsmittelpunkt M geometrisch festgelegt, und zwar ist sein Abstand x vom vorderen Drehzapfen D₁, wenn a den Abstand der beiden Gestelldrehzapfen D₁, D₂ voneinander bedeutet,

$$x = \frac{a}{2} + \sigma \cdot \frac{R}{a};$$

bei a = 4,5 m, R = 250 m und σ = 21 mm ist x = 3,42 m. Wir tragen die M_f-Linie, die M_v-Linie und die M_s-Linie in bekannter Weise in das Bild 6 ein, tragen x = D₁M ab, errichten in M die Senkrechte EMB, legen in B die Berührende KBG an die M_f-Linie, die die Wirkungslinie von P_{D1} in G und die Wirkungslinie von P_{D2} in K schneidet, tragen die um M_v = ME senkrecht nach unten parallel verschobene M_s-Linie NIFL ein, die die Wirkungslinie von P_{D1} in L und die Wirkungslinie von P_{D2} in N schneidet und verbinden schließlich den Punkt G auf der Wirkungslinie von P_{D1} mit dem Punkt N auf der Wirkungslinie von P_{D2}, dann ist

$$P_{D2} = 2 f Q \frac{GL}{a} \text{ und } P_{D1} = 2 f Q \frac{KN}{a}.$$

Für die Maße des Bildes 6 Gesamttrradstand 4 · 1,5 m, Regel-

spur, a = 4,5 m, x = 3,42 m, S = 3 f Q erhalten wir P_{D1} = 3,15 f Q und P_{D2} = 1,58 f Q.

Daß die Konstruktion richtig ist, sehen wir, wenn wir auch hier P_{D2} als eine S-Kraft von solcher Größe, Richtung und Lage auffassen, daß sie mit dem vorhandenen S zusammen als Σ S die Richtkraft P_{D1} und das geometrisch festgelegte x ergibt.

GL soll gleich (P_{D2} · a) sein; dann ist die Gerade NG die Momentenlinie von P_{D2} gegenüber der um M_v verschobenen M_s-Linie NIFL als Nulllinie oder ist NG auch die um M_v verschobene M_{ΣS}-Linie gegenüber der Fahrzeuglängsachse als Nulllinie. Soll die Konstruktion richtig sein, so müssen diese Gerade NG und die in B an die M_f-Linie gelegte Berührende einander in der Wirkungslinie von P_{D1} schneiden. Das tun sie tatsächlich. Daß auch hier die Gl. 4) und 7) gleichzeitig erfüllt sind, sehen wir, indem wir die Gerade GO einzeichnen, denn BI' ist gleich P_{D1} · x, OI' = Σ S · x, $\frac{OB}{OG} = \frac{d P_{D1}}{d x}$. Zur Ermittlung von P_{D1} und P_{D2} sind die Linien EII' und GO überflüssig.

Die Richtung von P_{D1} und P_{D2} erhalten wir, indem wir beachten, daß NIFL oder die um M_v verschobene M_s-Linie als Nulllinie für P_{D1} und P_{D2} angesehen werden kann, woran sich NG als Momentenlinie von P_{D2} ansetzt, und daß GK sich an NG als Momentensummenlinie von P_{D1} und P_{D2} ansetzt. Da NG die Gerade NL in der Fahrtrichtung gesehen von außen nach innen schneidet, ist auch P_{D2} von außen nach innen gerichtet. Da GK die Gerade NG in der Fahrtrichtung gesehen ebenfalls von außen nach innen schneidet, ist auch P_{D1} von außen nach innen gerichtet.

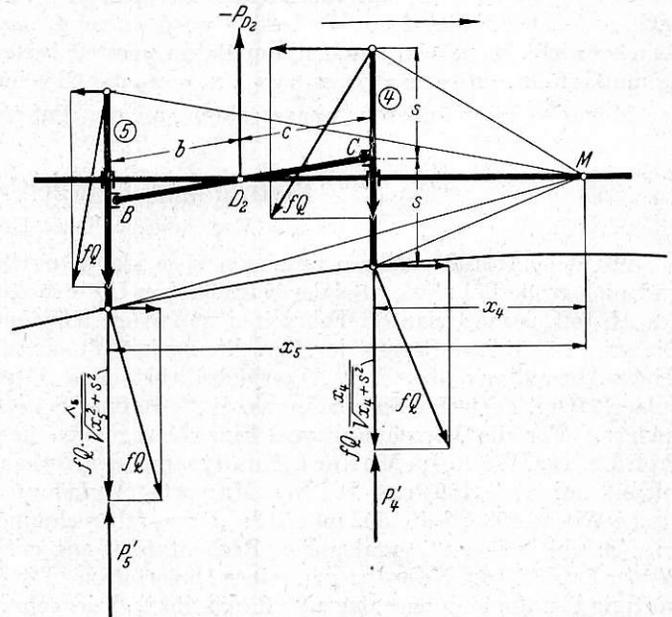


Bild 7.

P_{D2} widersetzt sich der Schwenkung des Fahrzeugs im Bogenlaufsinne, ist eine unechte Richtkraft, vergrößert P_{D1}.

P_{D2} ist diejenige Richtkraft, welche die Deichsel des hinteren Baldwingestelles auf das Hauptgestell ausübt. Dies übt also auf die Deichsel des hinteren Baldwingestelles eine von innen nach außen gerichtete Reaktion-P_{D2} aus, sucht also die beiden innen anlaufenden Radsätze 4 und 5 von der Innenschiene abzuweichen. Wir wollen an Hand des vereinfachten Bildes 7 sehen, ob ihr das gelingt und, wenn nicht, mit welcher Richtkraft P'₄, P'₅ die Radsätze 4 und 5 innen

anlaufen. Die beiden um x_4 und x_5 hinter M liegenden Radsätze 4 und 5 des hinteren Baldwingestells werden bei Innenanlauf durch die Querkomponenten ihre $f Q$ gegen die Innenschiene gedrängt, und zwar mit

$$2 f Q \cdot \frac{x_{4,5}}{\sqrt{x_{4,5}^2 + s^2}}$$

und sie werden jeder durch einen Teil von $-P_{D_2}$ von der Innenschiene abgezogen, nämlich mit $-P_{D_2} \cdot \frac{b}{b+c}$ bzw. $-P_{D_2} \cdot \frac{c}{b+c}$.

Die Innenschiene übt also auf sie die Richtkraft aus

$$P'_{4,5} = 2 f Q \frac{x_{4,5}}{\sqrt{x_{4,5}^2 + s^2}} - P_{D_2} \frac{b, c}{b+c} \dots 8)$$

Diese Gleichung gilt nur, so lange sie einen positiven Wert für $P'_{4,5}$ gibt. Nur dann laufen beide Radsätze 4,5 innen an. Wird aber nach dieser Gleichung P'_4 negativ, so läuft Radsatz 4 frei, gilt die Gl. 8) nicht, ist $P'_4 = 0$, — Negatives P'_5 kommt kaum vor, weil x_5 um $(c+b)$ größer als x_4 —. Freilauf von Radsatz 4 kann auftreten bei großem $R\sigma$, d. h. großem x , bei sehr großer freier Fliehkraft oder bei Auftreten von noch anderen großen, nach außen gerichteten S-Kräften und bei kleinem c , d. h. bei Lage des Drehzapfens D_2 des Baldwingestells nahe an Radsatz 4.

Bei Freilauf eines Radsatzes 4 oder 5 liegt M nicht mehr geometrisch fest. Dann können wir P_{D_1} und P_{D_2} auf folgende Weise mit Probieren ermitteln. Wir nehmen schätzungsweise x an $= x_f$, ein wenig kleiner als das x des Innenanlaufs der beiden Radsätze des hinteren Baldwingestells und bestimmen zweimal das zugehörige P_{D_2} , einmal die Richtkraft $+P_{D_2}$ nach dem angegebenen in Bild 6 dargestellten zeichnerischen Verfahren für $x = x_f$ und zweitens die Reaktion $-P_{D_2}$, die das Hauptgestell in D_2 auf die hintere Deichsel von innen nach außen bei Freilauf von Radsatz 4 ausüben muß, damit Gleichgewicht bei $x = x_f$ am hinteren Baldwingestell besteht. Es muß erfüllt sein bei $x = x_f$, $x_4 = x_{4f}$, $x_5 = x_{5f}$ die Gleichung der Momente aller äußeren waagerechten, an der Baldwin-

deichsel angreifenden Kräfte in bezug auf das hintere Deichselende B (Bild 7):

$$+ 2 f Q \frac{x_{4f}}{\sqrt{x_{4f}^2 + s^2}} (b+c) - (-P_{D_2}) \cdot c = 0;$$

denn die Deichsel wird am vorderen Ende C durch die vollen Querkomponenten der beiden $f Q$ des Radsatzes 4 nach innen gezogen, da der Radsatz sich nicht mehr gegen die Innenschiene stützt. Daraus erhalten wir:

$$-P_{D_2} = 2 f Q \frac{x_{4f}}{\sqrt{x_{4f}^2 + s^2}} \cdot \frac{b+c}{c} \dots 8a)$$

Diesen Ausdruck erhalten wir mit umgekehrtem Vorzeichen von P_D auch aus Gl. 8) mit $P'_{4,5} = 0$.

Wir müssen nun x so lange verkleinern, bis diese beiden P_{D_2} den gleichen Wert haben. Da bei abnehmendem x die Richtkraft $+P_{D_2}$ sinkt, ihre Reaktion $-P_{D_2}$ nach Gl. 8a) aber steigt, weil x_4 mit abnehmendem x zunimmt, so wird meist schon bei sehr kleiner Abnahme von x Gleichgewicht mit Freilauf des Radsatzes 4 erreicht, kommt man schnell zum Ziel.

Mit den oben angegebenen Zahlenwerten und $b=c=0,75$ m erhalten wir unter der Annahme von Innenanlauf der Radsätze 4 und 5, also mit $x = 3,42$ m, $x_4 = 0,33$ m und $x_5 = 1,83$ m $P_{D_2} = 1,58 f Q$ nach Gl. 8 $P'_4 = 0,81 f Q$ — $0,5 P_{D_2} = 0,02 f Q$; $P'_5 = 1,85 f Q$ — $0,5 P_{D_2} = 1,06 f Q$.

Der Radsatz 4 läuft also unserer Annahme gemäß noch mit kleiner Schienenrichtkraft innen an.

Wenn die Seitenkraft S abnimmt, drehen sich in Bild 6 die M_s -Linie und die parallel verschobene M_s -Linie $NIFL$ rechts herum und kommen bei $S = 0$ in die Längsrichtung, in der die M_s -Linie mit der Fahrzeuglängsachse zusammenfällt. Dann sind bei der gewählten Lage von S mitten zwischen D_1 und D_2 sowohl P_{D_1} als P_{D_2} je um $\frac{1}{2} S$ kleiner als bei $S = S$, also in unserem Zahlenbeispiel $= 1,65 f Q$ und $= 0,08 f Q$, wie sich auch aus Bild 6 durch Ziehen der Geraden $N'EFL'$ parallel zur Fahrzeuglängsachse ergibt.

Beitrag zur Fahrzeitberechnung im Abstoßbetrieb.

Von Reichsbahnrat Dr.-Ing. Gerhart Potthoff, Oppeln.

Mit dem Abstoßverfahren rangieren viele kleine, mittlere und auch große Bahnhöfe. Bei der betrieblichen Untersuchung des Abstoßens muß man oft Fahrzeiten und Wege berechnen. Die grundsätzlichen Fragen der Berechnung hat Massute in seiner Abhandlung über den „Verschiebedienst ohne Ablaufanlage“ (Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1933, Heft 4, Seite 69) geklärt. Für die Berechnung von Einzelbewegungen haben Prof. Dr. Ing. Wilhelm Müller („Fahrtechnik der Verkehrsmittel“ auf Seite 186) und Dr. Ing. Massute (Verkehrstechnische Woche 1933, Seite 502 und 511: „Fahrzeitberechnungen im Verschiebedienst“) praktische Rechentafeln angegeben. Weiter hat Dr. Ing. Nebelung in seiner Dissertation „Die Bewertung der Zugbildungsanlagen“ (Berlin 1938, Gleistechn. u. Bahnbau 1939, Nr. 1 bis 4) unter bestimmten Voraussetzungen, die sich auf einem Bahnhof nicht ändern, einfache Schaubilder über die Anfah- und Bremszeitzuschläge und die Anfah- und Bremswege gezeichnet. Alle aufgezählten Verfahren behandeln den einzelnen Stoß. Nunmehr sollen die Summen der Zeiten und Wege ermittelt und aufgezeichnet werden, die beim allmählichen Abstoßen einer Rangierabteilung entstehen. Dabei wird der Einfluß der Gruppenstärke besonders behandelt. Ein Beispiel zeigt die Anwendung des Verfahrens.

Jeder Stoß besteht aus vier Teilen: dem Anfahren, der Fahrt mit gleichbleibender Geschwindigkeit, dem Bremsen und dem Zwischenhalt bis zum nächsten Stoß. Als Beiwerte für

diese Einzelvorgänge sollen die Buchstaben a , g , b und z gelten.

1. Beschleunigungen und Verzögerungen.

Die Anfahrbeschleunigung ist

$$1) \dots b_a = \frac{G_r \mu_a - (G_l + n_a G_w) s - G_l w_l - n_a G_w w_w}{G_l + n_a G_w} \cdot \frac{g}{1000 \varrho}$$

Dabei ist G_r = Reibungsgewicht der Lokomotive,

G_l = Gesamtgewicht der Lokomotive,

G_w = mittleres Wagengewicht,

n = Zahl der Wagen in der Rangierabteilung,

μ = Reibungsziffer,

s = Steigung,

w_l = mittlerer Widerstand der Lokomotive,

w_w = mittlerer Wagenwiderstand,

g = Erdbeschleunigung,

ϱ = Massenfaktor zur Berücksichtigung der sich drehenden Massen.

In dieser Gleichung lassen sich die Zählerwerte des ersten Bruches mit und ohne n zusammenfassen, wenn man

$$A = G_r \mu_a - G_l (s + w_l)$$

$$\text{und } B = G_w (s + w_w) \text{ einführt:}$$

$$2) \dots b_a = \frac{A - n_a B}{G_l + n_a G_w} \cdot \frac{g}{1000 \varrho}$$

In einem Bahnhof wird immer von denselben Gleisen aus abgestoßen, für die die Steigung bekannt ist. Im allgemeinen rangiert immer dieselbe Gattung von Lokomotiven. Auch die anfallenden Wagen sind im Mittel immer wieder gleich, so daß man mit konstanten Werten für $G_r, G_l, G_w, \mu, s, w_l, w_w, g$ und ρ rechnen kann. Für einen bestimmten Bahnhof soll z. B. $G_r = 55 \text{ t}, G_l = 87 \text{ t}, G_w = 18 \text{ t}, \mu_a = 140 \text{ kg/t}, s = 2,0 \text{ kg/t}, w_l = 6,5 \text{ kg/t}, w_w = 3,0 \text{ kg/t}, g = 9,81 \text{ m/s}^2$ und $\rho = 1,09$ gelten.

Es ist dann $b_a = \frac{6960 - 90 n_a}{111 (87 + 18 n_a)} \text{ m/s}^2$ (Bild 1).

Die Bremsverzögerung ist

$$3) \dots b_b = \frac{(G_l + m G_w) \mu_b + (G_l + n_b G_w) s + G_l w_l + n_b G_w w_w}{G_l + n_b G_w} \cdot \frac{g}{1000 \rho}$$

Hierbei ist m die Zahl der bedienten Bremsen. Diese Zahl ist abhängig von der Wagenzahl n und ist für die verschiedenen maßgebenden Steigungen in den Fahrdienstvorschriften § 85 (2) vorgeschrieben. Bild 2 gibt einen Auszug aus den Fahrdienstvorschriften für die maßgebenden Steigungen 5, 10 und 20‰.

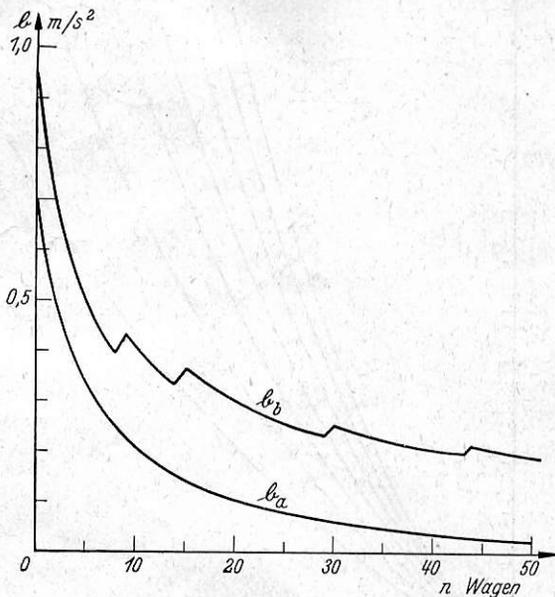


Bild 1. Beschleunigungen beim Anfahren (a) und Bremsen (b).

Jetzt wird zusammengefaßt:

$$C = G_l (\mu_b + s + w_l) \text{ und} \\ D = G_w (s + w_w) \text{ und}$$

$$4) \dots b_b = \frac{C + m G_w \mu_b + n_b D}{G_l + n_b G_w} \cdot \frac{g}{1000 \rho}$$

gebildet. Wenn man $\mu_b = 100 \text{ kg/t}$ setzt und im übrigen dieselben Werte wie bei b_a einsetzt, folgt

$$b_b = \frac{9440 + 1800 m + 90 n_b}{111 (87 + 18 n_b)} \text{ m/s}^2.$$

Die Verzögerungswerte nach dieser Gleichung sind in Bild 1 unter der Annahme einer maßgebenden Steigung $s < 5\text{‰}$ aufgetragen.

2. Zeiten und Wege beim Einzelvorgang.

Die Anfahrzeit ist $t_a = v_a : b_a$, wobei v_a die Geschwindigkeit ist, auf die beschleunigt werden soll, also die Abstoßgeschwindigkeit. Der Anfahrweg ist $l_a = v_a^2 : 2 b_a$.

Mit gleichbleibender Geschwindigkeit v_a fährt die Rangierabteilung t_g Sek. Massute nennt dafür $t_g = 3$ Sek. Der Weg ist $l_g = v_a t_g$.

Beim Bremsen ist die Zeit $t_b = v_a : b_b$ und der Weg $l_b = v_a^2 : 2 b_b$.

Der Zwischenhalt t_z bis zum nächsten Stoß wird für das Beobachten der ablaufenden Wagengruppe, das Entkuppeln der nächsten Gruppe, das Geben des Rangiersignals und seine Wahrnehmung durch den Lokführer gebraucht. Massute gibt $t_z = 18$ Sekunden an.

Insgesamt wird also für einen Stoß gebraucht an Zeit $t_s = t_a + t_g + t_b + t_z$

$$5) \dots t_s = \frac{v_a}{g} \left(\frac{1000 \rho (G_l + n_a G_w)}{A - n_a B} + \frac{G_l + n_b G_w}{C + m G_w \mu_b + n_b D} \right) + t_g + t_z$$

$$6) \dots l_s = \frac{v_a^2}{2g} \left(\frac{1000 \rho (G_l + n_a G_w)}{A - n_a B} + \frac{G_l + n_b G_w}{C + m G_w \mu_b + n_b D} \right) + v_a t_g$$

In dem gewählten Beispiel ist

$$t_s = 111 v_a \left(\frac{87 + 18 n_a}{6960 - 90 n_a} + \frac{87 + 18 n_b}{9440 + 1800 m + 90 n_b} \right) + 3 + 18$$

$$\text{und } l_s = \frac{111 v_a^2}{2} \left(\frac{87 + 18 n_a}{6960 - 90 n_a} + \frac{87 + 18 n_b}{9440 + 1800 m + 90 n_b} \right) + 3 v_a$$

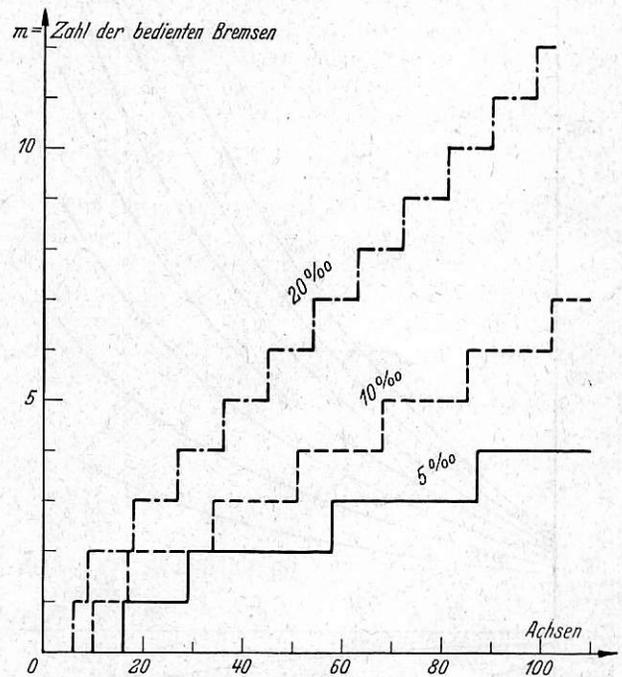


Bild 2. Bremsbesetzung nach FV § 85.

Diese Werte sind in Bild 3 aufgetragen, wobei als Abszisse $n_a = n$ gesetzt und das Abstoßen eines einzelnen Wagens zugrunde gelegt wird, so daß $n_b = n_a - 1$ ist. Für v_a sind die Werte 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 m/s aufgetragen. Größere Geschwindigkeiten kommen selten vor.

3. Summen der Zeiten und Wege

beim allmählichen Abstoßen einer Rangierabteilung.

Die Summen der Zeiten und Wege, die beim allmählichen Abstoßen einer Rangierabteilung zurückgelegt werden, erhält man, wenn man die einzelnen Werte der Gl. 5) und 6) zusammenzählt. Am einfachsten ist eine zeichnerische oder zahlenmäßige Integration der Werte, die in Bild 3 aufgetragen sind. Aber auch die Integration der Gl. 5) und 6) macht keine Schwierigkeiten. Unter der Annahme, daß N Wagen einzeln abgestoßen werden, ist die Summe der Anfahrzeiten:

$$T_a = \int_{n=1}^{n=N} t_a dn = \frac{v_a}{g} \int_{n=1}^{n=N} \frac{1000 \rho (G_l + n G_w)}{A - n B} dn.$$

Mit der Substitution $A - nB = x, n = (A - x) : B, dn = -dx : B$ wird das Integral

$$\int \frac{G_l + n G_w}{A - n B} dn = \int \frac{G_l + \frac{A-x}{B} G_w}{-Bx} dx$$

$$= \int \frac{G_l + \frac{A}{B} G_w}{-Bx} dx + \int \frac{G_w}{B^2} dx$$

$$= -\frac{G_l + \frac{A}{B} G_w}{B} \ln(A - n B) + \frac{G_w}{B^2} (A - n B)$$

7) ... $T_a = \frac{v_a 1000 \varrho}{g} \left(\frac{G_l + \frac{A}{B} G_w}{B} \ln \frac{A-B}{A-nB} - \frac{N-1}{s+w_w} \right)$

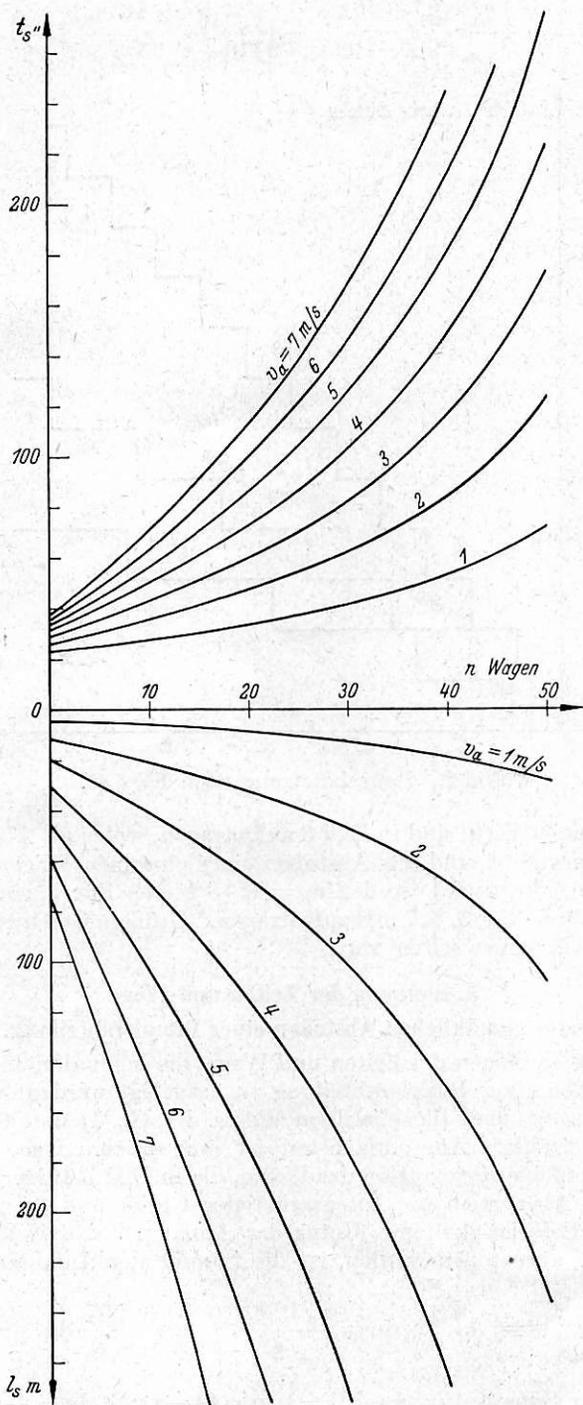


Bild 3. Stoßzeiten und -wege.

Entsprechend ist die Summe der Anfahrwege:

$$L_a = \int_{n=1}^{n=N} l_a dn = \frac{v_a^2 1000 \varrho}{2g} \int_1^N \frac{G_l + n G_w}{A - n B} dn$$

8) ... $L_a = \frac{v_a}{2} T_a$

Die Summe der Zeiten für die Fahrten mit gleichbleibender Geschwindigkeit ist

9) ... $T_g = N t_g$ und die der entsprechenden Wege

10) ... $L_g = N v_a t_g$

Die Summe der Bremszeiten ist:

$$T_b = \int_{n=0}^{n=N-1} t_b dn = \frac{v_a 1000 \varrho}{g} \int_0^{N-1} \frac{G_l + n G_w}{C + m G_w \mu_b + n D} dn$$

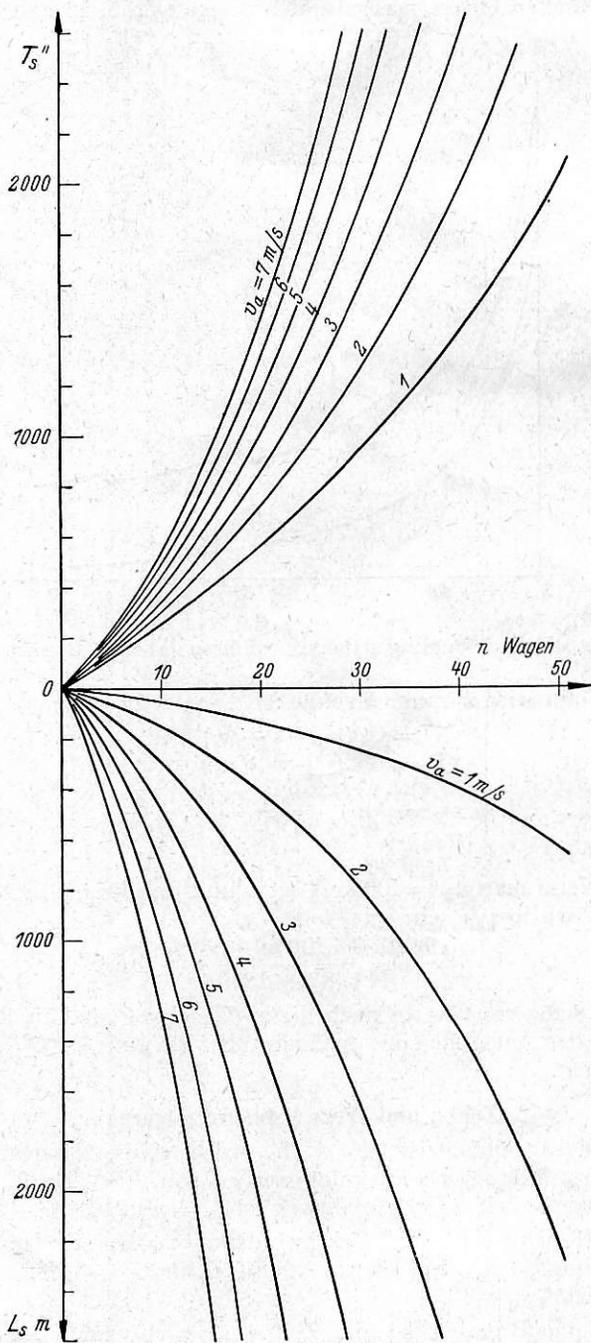


Bild 4. Summen der Stoßzeiten und -wege.

und die Summe der Bremswege

$$L_b = \int_{n=0}^{n=N-1} l_b dn = \frac{v_a^2 1000 \varrho}{2g} \int_0^{N-1} \frac{G_l + n G_w}{C + m G_w \mu_b + n D} dn.$$

Die Integrale muß man stufenweise berechnen, weil die Bremswagenzahl m von n unstetig abhängig ist. Man begeht, wie Vergleichsrechnungen zeigten, keinen erheblichen Fehler, wenn man die Stufenlinien in Bild 2 durch eine Gerade ausgleicht und z. B. für Neigungen von 5‰ und kleiner $m = (2n + 14,5) : 29$ setzt. Man kann dann die Nenner der obigen Integrale vereinfachen, indem man

$$C' = C + G_w \mu_b : 2 \text{ und } D' = D + G_w \mu_b : 14,5$$

einführt. Es ist nun

$$T_b = \frac{v_a 1000 \varrho}{g} \int_0^{N-1} \frac{G_l + n G_w}{C' + n D'} dn \text{ und}$$

$$L_b = \frac{v_a^2 1000 \varrho}{2g} \int_0^{N-1} \frac{G_l + n G_w}{C' + n D'} dn.$$

$$11) \dots T_b = \frac{v_a 1000 \varrho}{g} \left[\frac{G_l - \frac{C'}{D'} G_w}{D'} \ln \left(1 + \frac{(N-1) D'}{C'} \right) + \frac{N-1}{s + w_w + \mu_b : 14,5} \right]$$

$$12) \dots L_b = \frac{v_a}{2} T_b.$$

Die Zwischenhalte t_z treten N mal auf, wenn man den Halt nach dem letzten Stoß mitrechnet, also

$$13) \dots T_z = N t_z.$$

Der Gesamtbedarf an Zeit und Weg beim Abstoßen einer Rangierabteilung von N -Wagen in lauter Einzelstößen ist:

$$14) \dots T_s = T_a + T_g + T_b + T_z \text{ und}$$

$$15) \dots L_s = L_a + L_g + L_b.$$

Mit Hilfe der zeichnerischen Integration ist aus Bild 3 das Bild 4 entwickelt worden. Proben mit den Gleichungen 7) bis 15) ergaben eine sehr befriedigende Übereinstimmung.

4. Einfluß der Gruppenstärke.

Wenn die Wagen nicht einzeln, sondern in Gruppen zu p Wagen abgestoßen werden, ändert sich an den Anfahrzeiten und -wegen nichts. Auch die Zeiten und Wege für die Fahrten mit gleichbleibender Geschwindigkeit bleiben unverändert. Bei den Bremszeiten und -wegen muß man beachten, daß jetzt $n_b = n_a - p$ ist. Man begeht aber keinen großen Fehler und befindet sich auf der sicheren Seite, wenn man auch jetzt

$n_b = n_a - 1$ rechnet und die aus den Gl. 5) und 6) entwickelten Bilder 3 gebraucht.

Für die Summen der Anfahrzeiten und -wege muß man beachten, daß jetzt nicht jeder einzelne Abstoß von $n = N$ bis $n = 1$ gezählt wird, sondern jeder p te, daß man also nur die Werte $T_a, L_a, T_g, L_g, T_b, L_b$ und T_z nach den Gl. 7) bis 13) durch p zu teilen braucht, um die Werte $T_{ap}, L_{ap}, T_{gp}, L_{gp}, T_{bp}, L_{bp}$ und T_{zp} zu erhalten. Es folgt schließlich

$$16) \dots T_{sp} = \frac{T_s}{p} \text{ und}$$

$$17) \dots L_{sp} = \frac{L_s}{p}.$$

Vorausgesetzt wird dabei, daß die mittlere Gruppenstärke p während des Abstoßens ungefähr konstant bleibt. Wenn man eine mittlere Gruppenstärke p , die keineswegs eine ganze Zahl sein muß, beim Abstoßen nicht zugrunde legen kann, muß man die Abstöße einzeln berechnen und zusammenzählen. In der Regel wird man aber die Darstellung in Bild 4 verwenden können und mit Hilfe der Gl. 16) und 17) die gewünschten Werte finden.

5. Beispiel.

Auf einem Bahnhof, für den die Bilder 1, 3 und 4 gezeichnet sind, wird mit einer mittleren Gruppenstärke $p = 2,5$ Wagen und einer Abstoßgeschwindigkeit $v_a = 3$ m/s gearbeitet. Eine Rangierabteilung von 30 Wagen braucht nach Bild 4 $T_{sp} = 1560 : 2,5 = 624$ Sek. und $L_{sp} = 1680 : 2,5 = 672$ m zum Abstoßen. In diesem Gesamtweg ist die Länge der Rangierabteilung $30 \cdot 9 = 270$ m enthalten. Der Rest von 402 m wird durch das allmähliche Vorrücken der Spitze der Rangierabteilung zurückgelegt. Dies kann auf dem untersuchten Bahnhof bis zu einer Länge von rund 135 m geschehen. Das Abstoßen muß also zweimal unterbrochen werden, und die Rangierlok. muß vorziehen. Für das Vorziehen kann man eine Geschwindigkeit $v = 4$ m/s, eine mittlere Beschleunigung $b_a = 0,12$ m/s² und eine mittlere Bremsverzögerung $b_b = 0,30$ m/s² annehmen, so daß Anfahr- und

Bremsweg $l_{a+b} = \frac{4^2}{2} \left(\frac{1}{0,12} + \frac{1}{0,30} \right) = 93$ m, der Weg mit der Geschwindigkeit $v = 4$ m/s $l_g = 135 - 93 = 42$ m und die Gesamtzeit $t_v = 4 \left(\frac{1}{0,12} + \frac{1}{0,30} \right) + \frac{42}{4} = 58$ Sek. ist. Bei einem

Wendehalt von je 13 Sek. ist die Gesamtzeit für das Vorziehen $2(58 + 13) = 142$ Sek. Insgesamt dauert das Zerlegen der 30 Wagen in 12 Gruppen $624 + 142 = 766$ Sek. = 12,8 Min. Zu diesem Zeitaufwand muß man noch die Fahrzeit der Rangierabteilung von ihrem Halteplatz nach dem Ausziehgleis und die Fahrt der Rangierlok. nach dem Abstoßen der letzten Gruppe zu ihrer nächsten Rangieraufgabe hinzurechnen, die nach den bekannten Verfahren leicht zu ermitteln sind.

Rundschau.

Knick- und Beulvorschriften für Stahlbau nebst Erläuterungen (DIN 4114).

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die in mehreren DIN-Blättern enthaltenen Knickvorschriften zu überprüfen, dem neuesten Stande der Wissenschaft anzupassen und in einem neuen Normblatt herauszugeben, das nunmehr für Hochbauten, Straßenbrücken, Krane und Kranbahnen, Bohr- und Fördertürme und fliegende Bauten gilt. Gleichzeitig mit der Herausgabe des Entwurfes erschienen die mit Unterstützung des Deutschen Stahlbauverbandes herausgegebenen Erläuterungen und Bemessungsverfahren von den Professoren Dr. Ing. Gehler in Dresden und Dr. Ing. Chwalla in Brünn.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 96. Jg. (1941), Heft 14.

Der Gesamtumfang von 113 Seiten zeigt schon, daß dabei über die übliche Einbegleitung einer neuen Norm weit hinausgegangen ist.

Dem Knickausschuß war eine verantwortungsvolle Aufgabe gestellt, denn auf der einen Seite steht als oberstes Gebot die höchste Ausnutzung des kostbaren Baustoffes, daneben die Schaffung von Bauwerken von durchwegs gleicher Sicherheit, während auf der anderen Seite alle Bauunfälle der neueren Zeit, bei denen einzelne Bauteile aus Stahl versagten, mit dem Knicken oder Beulen in Zusammenhang standen.

Der Knickausschuß hat vorbildlich gearbeitet: es wurden erstmalig die Bestimmungen über alle praktisch bedeutsamen und z. T. recht schwierigen Stabilitätsaufgaben in möglichst einfacher, für die Anwendung brauchbarer Form zusammengefaßt; gleichzeitig wurden Bemessungsverfahren ausgearbeitet, die auch dem weniger geübten Ingenieur ein rasches und übersichtliches Arbeiten ohne viel Herumprobieren gestatten. Daher geben die beim Beuth-Vertrieb G. m. b. H. in Berlin erhältlichen Erläuterungen, die man schon fast als ein kurzes Lehrbuch über das Knicken bezeichnen kann, nicht nur eine ausführliche und anschauliche Begründung der neuen Vorschriften, sondern die Bemessungsverfahren sind auch ein wertvoller, arbeit sparender Behelf für den Entwerfer und Überprüfer.

A. Knicksicherheit der Druckstäbe.

I. Mittig gedrückte gerade Stäbe.

Die Festsetzung der zulässigen Druckspannungen ist grundsätzlich nicht mehr auf den Begriff der idealen Knicklast aufgebaut, das heißt, die Voraussetzungen

1. einer idealen geraden Stabachse,
2. eines idealen mittigen Kraftangriffes,
3. eines idealen homogenen Werkstoffes wurden verlassen.

Vielmehr ist der Begriff der Traglast oder der praktischen Knicklast eingeführt, die bei mangelhafter Erfüllung der idealen Voraussetzungen auftritt und dem Tragvermögen des untersuchten Stabes eine obere Grenze setzt. Selbstverständlich geht es auch hier nicht ohne gewisse Annahmen und Idealisierungen ab. Der Unerfüllbarkeit der beiden Voraussetzungen 1. und 2. wird durch Einführung des baupraktisch unvermeidbaren Außermittigkeitsmaßes Rechnung getragen. An Stelle der Voraussetzung 3. tritt das Eingehen auf die Längenänderungen der Stabfasern auch außerhalb des Hooke'schen Formänderungsbereiches im Gebiet der plastischen Formänderungen, denn im Augenblick der Erschöpfung des Tragvermögens fließt der Stahl.

Es ist nun gelungen, auf dieser Grundlage für die Traglastlinie eine stetig verlaufende Kurve zu finden, während bisher beim Übergang von den gedrungenen zu den schlanken Stäben ein gebrochener Linienzug zugrunde gelegt war.

Als Knicksicherheitszahl wird für alle Schlankheitsgrade ein gleichbleibender Wert angenommen, nämlich das Verhältnis von Fließgrenze zur zulässigen Spannung für Zug. Sie ist für St 37 und St 52 gleich groß und beträgt für die Hauptkräfte 1,71, für die Haupt- und Nebenkkräfte 1,5. In der alten Knickvorschrift schwankte diese Knicksicherheitszahl bei St 52 zwischen 1,52 und 2,30.

So begrüßenswert es ist, daß nunmehr eine bessere Ausnutzung des Stahles möglich ist, so ist es doch vielleicht höher zu veranschlagen, daß der Aufbau der neuen zulässigen Druckspannungen wissenschaftlich einwandfreier begründet ist und dem wahren Sachverhalt wesentlich näher kommt, indem bei der Ermittlung der Traglastspannungen nicht nur auf die Elastizitätszahl E , sondern auch auf die Fließgrenze σ_F des Baustahles Rücksicht genommen ist. Der Fortschritt wird am sinnfälligsten beim St 52. Bisher waren im Eulerbereich die zulässigen Druckspannungen für St 37 und St 52 ganz gleich. Es ist aber ohne weiteres einzusehen, daß die Traglasten eines Stabes unter sonst gleichen Umständen um so größer sind, je höher die Fließgrenze des Werkstoffes liegt. Für St 52 sind daher die neuen zulässigen Druckspannungen größer als für St 37 und dementsprechend steigt ihre verhältnismäßige Zunahme gegenüber den alten Werten bis auf 30%. Im plastischen Bereich sind die neuen Werte aber bei beiden Stahlarten etwas geringer als früher.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß gegenüber den bisherigen Vorschriften neu ist

- a) die grundsätzliche Unterscheidung zwischen der idealen Knicklast und der Traglast, die für die Anwendung allein maßgebend ist,
- b) die Annahme einer stetig verlaufenden Traglastlinie,
- c) ein für alle Schlankheitsgrade gleich großer Sicherheitsgrad.

Die in der Norm angegebenen zulässigen Druckspannungen und die Knickzahlen gelten für die Länge des gelenkig gelagerten Stabes. Bei den einzelnen Bauwerksteilen spielt die richtige Bemessung der Knicklänge, besonders bei schlanken Stäben mit dem schnellwachsenden ω , eine große Rolle; bei der Festsetzung der Knicklängen hat die neue Form den Bedürfnissen der Ausführung weitgehend Rechnung getragen.

Die Berechnung mehrteiliger Druckstäbe mit gleichbleibendem Querschnitt ist vollkommen neu geregelt. Es werden vier verschiedene Querschnittsgruppen unterschieden, auch die Querverbände werden ausführlich behandelt. Es ist klar, daß durch das Eingehen auf solche Unterschiede an Baustoff gespart werden kann.

II. Außermittig gedrückte Stäbe.

Beanspruchung auf Biegedruck.

Die Berechnung des Tragvermögens solcher Stäbe ist theoretisch einwandfrei gelöst und durch Versuch bestätigt, aber für die Anwendung viel zu umständlich. Da die Querschnittsform von Einfluß ist, hätte man, um die Berechnung zu vereinfachen, für die beiden Baustähle zehn Hilfstafeln aufstellen müssen. Man ist daher bei der alten Faustformel geblieben, Biegedruckspannung und die ω -fache Stabspannung zusammenzuzählen. Für untergeordnete Stäbe des Hochbaues wird eine weitere Erleichterung zugelassen.

III. Druckstäbe mit federnder Querstützung und Druckgurte, die nicht durch einen Verband seitlich gehalten werden.

Hierunter fallen hauptsächlich die offenen Brücken ohne oberen Windverband, wo die Knicksicherheit des Obergurtes durch Rahmen gewährleistet wird, die durch die beiden Pfosten und den Querträger gebildet werden. Die DIN 1073 hatte — ähnlich wie die Vorschrift der Deutschen Reichsbahn — schon seit Jahren vorgeschrieben, daß am oberen Ende der Pfosten eine Seitenkraft von $\frac{1}{100}$ der größten Stabkraft der beiden benachbarten Gurtstäbe anzunehmen ist; selbstverständlich war eine genauere Rechnung zugelassen. In der neuen Form hat man sich mit der Aufnahme dieser überschlägigen Rechnung nicht begnügt, sondern unter Hinweis darauf, daß sie unter Umständen stark von den Ergebnissen der Stabilitätstheorie abweicht, auch eine genauere Berechnung gebracht. Der Vorteil der genauen Rechnung liegt darin, daß man nicht nur die Verstärkung des Rahmens, sondern auch die Vergrößerung des Trägheitsmomentes des Gurtquerschnittes ausnützen kann. Bei alten Brücken, die wegen der Einführung eines schwereren Lastenzuges neu nachgerechnet werden müssen, zeigt sich häufig, daß die überschlägige Rechnung ganz unzulässige Spannungen ergibt, während die genaue Rechnung eine ausreichende Seitensteifigkeit erweist, wodurch kostspielige Verstärkungen vermieden werden.

IV. Bogenträger.

Ganz neu ist der Nachweis der Knicksicherheit bei spiegelgleichen Parabelbogen mit gleichbleibendem und angenähert auch mit veränderlichem Querschnitt. Das Ausknicken in seiner Ebene durch eine lotrechte, gleichmäßig verteilte Vollbelastung ist auf das Ausknicken eines geraden Ersatzstabes zurückgeführt. Behandelt sind der Dreigelenk-, der Zweigelenk- und der eingespannte Bogen.

B. Beulsicherheit der Stegbleche vollwandiger Träger.

Die Beulvorschrift ist in etwas geänderter Form aus den Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken der Deutschen Reichsbahn übernommen.

C. Erläuterungen zur Bemessung von Knickstäben nach DIN 4114.

Bei den einfachen Druckstäben wurde im Bereiche der schlanken Stäbe die bekannte Eulerformel der neuen Traglastlinie angepaßt; im Bereich der gedrunenen Stäbe beträgt die erforderliche Fläche $F_{\text{erf}} = \frac{S}{\sigma_{\text{zul}}} + 0,59 Z/l^2$, setzt sich also zusammen aus dem reinen Druckquerschnitt, der vom verwendeten Baustahl abhängt ($\sigma_{\text{zul}} = 1400$ oder 2100 kg/cm^2) und dem zusätzlichen Knickquerschnitt, der für alle Baustäbe gleich ist und nur vom Querschnitt und der Stablänge abhängt. Die Querschnittszahlen Z sind für fast alle in Betracht kommenden Querschnitte angegeben. Sie veranschaulichen die beiden Mittel der Querschnittsgestaltung für Druckstäbe, nämlich die Wahl von Hohlquerschnitten oder dünnwandigen Profilen und das Mittel der Spreizung. Es ist aber auch gelungen, eine einfache Bemessungsgleichung zu finden, die für den Gesamtbereich, also für gedrungene und schlanke Stäbe gemeinsam gilt.

Besonders zu begrüßen ist die übersichtliche Bemessung der oben unter A III genannten Druckgurte, durch die es möglich wird, in vielen Fällen auch bei größeren Brücken ohne oberen Windverband auszukommen, wodurch das Aussehen der Brücken meist sehr gewinnt.

Für die Bemessung von außermittig gedrückten Knickstäben und von Bogenträgern werden Beispiele gebracht, die die sehr knappe Fassung der Norm in dankenswerter Weise ergänzen.

Dr. Kern (Prag).

Instandsetzung kupferner Behälter und Kesselteile durch Schweißen.

Von H. Schneider.

Kupfer gehört zu den wichtigsten devisenzehrenden Werkstoffen. Seine sparsame Verwendung ist daher dringend notwendig. Dazu gehört auch die zweckmäßige Wiederinstandsetzung schadhafter kupferner Werkstücke durch Autogenschweißung. Als Verbindungsverfahren ist die Schweißung der früher vorherrschenden Nietung überlegen; denn das Fehlen überlappter Verbindungen (Stumpfstoß) erlaubt nicht nur einen knickfreien Kraftfluß, sondern vermeidet auch die vor allem an vorstehenden Kanten, Niet- und Schraubenköpfen möglichen chemischen Angriffe und Zerstörungen.

Beim Schweißen von Kupfer sind einige Besonderheiten wichtig. Wegen der gegenüber Stahl wesentlich höheren Wärmeleitfähigkeit wird ein stärkerer Schweißbrenner benutzt, unter Umständen noch ein weiterer Vorwärm Brenner. Es darf stets nur mit neutraler Flamme gearbeitet werden. Die Nähte sind ab 5 mm Wanddicke V-förmig, über 10 mm X-förmig vorzubereiten und möglichst in einer Lage zu schweißen. Besonders vorteilhaft ist die gleichzeitige doppelseitige Schweißung der senkrecht stehenden X-Naht von unten nach oben. Der legierte Kupferzusatzdraht führt dabei rührförmige Bewegungen im Schweißbad aus, um eine porenfreie Schweißung zu gewährleisten. In kurzen Abständen (50 bis 100 mm) wird die noch warme Schweißnaht kräftig gehämmert und dadurch vergütet. Die gleichen allgemeinen Richtlinien gelten auch für das Schweißen von Kuproduer, einer Kupferlegierung von höherer Warmfestigkeit. Nur ist zusätzlich ein Schweißpulver als Flußmittel notwendig. Die günstigen Erfahrungen mit den autogen geschweißten Nähten haben dazu geführt, sowohl bei der Ausbesserung als auch beim Neubau Nietverbindungen durch Schweißverbindungen zu ersetzen und völlig geschweißte Bauteile zu fertigen.

Neben der Verbindungsschweißung spielt auch die Auftragschweißung eine große Rolle. Es können dadurch abgezehrte

Stellen an Kesselwänden, zerstörte Kupfersammelschienen und ähnliches völlig betriebsfähig wiederhergestellt werden.

Bei der Deutschen Reichsbahn hat sich die Autogenschweißung an den kupfernen Feuerbüchsen der Lokomotiven schon seit Jahren eingebürgert. Alle Einzelheiten der Ausbesserung, z. B. das Anschweißen von Seitenvorschuhen, von Rohr- und Rückwand, das Einschweißen von Flickern und neuen Rohrfeldern, die Beseitigung von Brüchen und Anrissen in Stehbolzenfeldern, sind in Merkblättern und Dienstvorschriften festgelegt.

Nachtmann (München).

(Metallwirtsch., 20. Jg., Nr. 15, S. 357, 1941.)

Beobachtungen beim Reparaturschweißen von gegossenen Leichtmetallen.

Von K. F. Zimmermann.

Die wachsende Verbreitung gegossener Leichtmetallteile, insbesondere für Motoren- und Getriebegehäuse, für Räderschuttkästen und dergleichen, hat dazu geführt, daß die notwendigen Ausbesserungsschweißarbeiten immer zahlreicher in den Reparaturwerkstätten anfallen. Leider werden dabei trotz aufklärender Schriften und Richtlinien der Leichtmetallhersteller noch manche Fehler gemacht. Abgesehen von einzelnen Sondergebieten ist die Gasschmelzschweißung mit dem Azetylen-Sauerstoffbrenner zum Schweißen von Leichtmetall am besten geeignet und auch am meisten verbreitet. Das Leichtmetallschweißen will aber besonders gelernt und möglichst ohne größere Unterbrechungen geübt sein, wenn befriedigende Ergebnisse erzielt werden sollen. Eigene Leichtmetallschweißkurse vermitteln eine gute theoretische und praktische Ausbildung. Beim Schweißen gegossener Leichtmetallstücke ist folgendes zu beachten:

Zunächst verschafft man sich die genaue Kenntnis der vorhandenen Legierung durch einfaches Verbrennen kleiner Späne und eine folgende Beizprobe, die unter anderem im Aluminium-Taschenbuch eingehend beschrieben ist. Das Gelingen der Ausbesserungsarbeit hängt ganz besonders von der zweckmäßigen Vorbereitung ab. Dazu gehört vor allem die gründliche Reinigung der Werkstücke, das Freilegen von Rissen und das Abbohren ihrer Enden. Bei Wanddicken über 5 mm sind die Nahtkanten V-förmig abzuschragen. Auch stark zersplitterte Leichtmetallteile lassen sich mit Hilfe einzelner gegossener Formstücke, die als Flicker einzuschweißen sind, wieder voll betriebsfähig instandsetzen. Besondere Rücksichtnahme erfordern die Wärmespannungen, die beim Schweißen auftreten und den Gußstücken gefährlich werden können. Während in einfachen Fällen bereits ein örtliches Anwärmen mit dem Schweißbrenner zum Ziel führt, ist bei verwickelten Ausbesserungen ein Vorwärmen des ganzen Werkstückes notwendig, um der Schwierigkeiten Herr zu werden.

Zum Schweißen ist die Flamme auf geringen Azetylenüberschuß einzustellen; es muß stets ein auf den Werkstoff abgestimmter Zusatzdraht und ein geeignetes Flußmittel benutzt werden, dessen Rückstände nach dem Schweißen sorgfältig zu entfernen sind.

Es muß damit gerechnet werden, daß insbesondere nach Kriegsende auch bei der Deutschen Reichsbahn gegossene Leichtmetalle immer mehr Eingang finden, so daß die Kenntnis geeigneter Ausbesserungsmaßnahmen sich sehr vorteilhaft auswirken wird.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, daß die Deutsche Reichsbahn (im Heft 17 ihrer Sammlung von Schriften für die Werkstätten) über das Schweißen und Löten von Leichtmetallen eingehende Richtlinien aufgestellt hat.

Nachtmann (München).

(Metallwirtsch., 20. Jg., Nr. 15, S. 361, 1941.)

Über den derzeitigen Stand der Aufschweißtechnik von Hartmetall-Legierungen.

Von R. Kottisch.

Die Vorteile der Aufschweißtechnik von Hartmetall-Legierungen sind sehr vielseitig: Werkstücke, die früher nur durch den Verschleiß an einer bestimmten, meistens sogar verhältnismäßig kleinen Stelle zum Schrott wandern mußten, werden wieder voll verwendungsfähig. Die Hartauftragung vergrößert ihre Lebensdauer um ein Vielfaches, ja durch wiederholte Anwendung auf

eine praktisch unbegrenzte Zeit. Der Wegfall der Neuanfertigung bedeutet stets eine erhebliche Werkstoffersparnis und bringt daneben infolge der verhältnismäßig rasch durchgeführten Ausbesserung einen beachtlichen Zeitgewinn.

Es war naheliegend, sich die Vorzüge der Hartpanzerung gleich beim Neubau zunutze zu machen. An Stelle von hochwertigen Stählen genügt eine gewöhnliche oder schwach legierte Sorte, wenn die dem Verschleiß unterworfenen Teile entsprechend geschützt sind. Äußerst wertvolle Legierungsbestandteile werden dadurch für andere Zwecke frei.

Man kann die Hartmetall-Legierungen in drei Gruppen einteilen:

1. Hartmetall-Legierungen auf Kobaltgrundlage;
2. Hartmetall-Legierungen auf Eisengrundlage;
3. Hartmetall-Legierungen für Schnittwerkzeuge.

Die Legierungen der ersten Gruppe zeichnen sich neben dem großen Verschleißwiderstand vor allem durch hohe Hitzebeständigkeit aus und werden deshalb zum Panzern der Sitzflächen von Ventilen, Absperrhähnen und Schiebern verwendet, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Die Legierungen der zweiten Gruppe widerstehen besonders mahlenden und schleifenden Beanspruchungen, die z. B. bei Schlägern, Brecherbacken der verschiedenen Mühlen und bei Schaufeln aller Art vorkommen. Die Panzerung von Anschlägen, Führungen und Meßwerkzeugen setzt sich ebenso durch, wie die von Erdbohrern, Baggerzähnen, Zapfen und Laufflächen. Mit besonderen Legierungen (z. B. Gridur SMV) werden die meist aus Schnellstahl gefertigten Schnittwerkzeuge ausgebessert und vor schnellem Verschleiß geschützt. Sind die abgenutzten Stellen schwer zugänglich, oder die Grundwerkstoffe schlecht schweißbar, so kann vielfach auch durch genaues Einpassen oder Einschrumpfen von Hartmetallteilen das Werkstück wieder voll einsatzfähig gemacht werden.

Nachtmann (München).

(Metallwirtsch., 20. Jg., Nr. 15, S. 365, 1941.)

Über die Eigenspannungen in einem Speichenrad durch das Aufschrumpfen des Radreifens.

Vor dem Zusammenbau sind sowohl die Innenfläche des Radreifens als auch die Außenfläche des Radkranzes eines Radsterns zylindrisch. Nach der Aufschrumpfung des Radreifens auf den Radkranz erscheint die gemeinsame Berührungsfläche von Rad-

reifen und Radkranz wellenförmig, mit Wellenbergen über den Speichen. Ähnlich wellenförmig verteilt sich auch der zwischen Radreifen und Radkranz an der gemeinsamen Berührungsfläche ausgetauschte Druck. Diese Druckverteilung wie die anderweitige Beanspruchung der Teile eines Speichenrades hat Kikusaburo Nagashima unter der Annahme berechnet, daß die Paßflächen des Radreifens und des Radkranzes vor dem Zusammenbau zylindrisch sind.

Dabei wurde u. a. festgestellt: Durch die Aufschrumpfung des Radreifens auf den Radkörper erhöht sich der Druck am Preßsitz zwischen Achse und Nabe um etwa 25%. Mit zunehmender Speichenzahl, abnehmendem Speichenquerschnitt und zunehmendem Radreifenquerschnitt erhöht sich die Gleichmäßigkeit des Druckes an der Berührungsfläche zwischen Radreifen und Radkranz. Mit abnehmender Dicke des Radreifens nimmt unter sonst gleichen Umständen dessen Beanspruchung durch die tangentialen Spannungen (die viel größer als die radialen sind) zu. Die Abnutzung des Radreifens vom neuen Zustand auf die kleinste noch zulässige Stärke bedingt eine Erhöhung der tangentialen Radreifenspannungen um etwa 50% sowie eine Ermäßigung des Druckes zwischen Radreifen und Radkranz um gleichfalls 50%.

Sodann wurde untersucht, wie sich die Verhältnisse gestalten, wenn die Bedingung gestellt wird, daß nach dem Zusammenbau der zwischen Radreifen und Radkranz ausgetauschte Druck sich gleichförmig längs des Umfanges verteile. Ist dabei vor dem Zusammenbau die Radreifenunterseite zylindrisch, so muß die Außenfläche des Radkranzes wellenförmig verlaufen. Das gesuchte Umfangsprofil ist ähnlich jenem, das bei zylindrischer Abdehnung von Achse, Nabe und Radkranz die Radkranzaußenseite nach dem Einbau der Radachse annimmt.

Wie sich ergab, ändern sich bei gleichförmig verteiltem Druck an der Berührungsfläche zwischen Radreifen und Radkranz die tangentialen Zugspannungen im Radreifen in Richtung des Umfanges nicht und ihr größter Wert ist beträchtlich kleiner als bei ursprünglich zylindrischen Berührungsflächen; andererseits ist die größte Druckspannung im Radkranz größer als bei ungleichförmig verteiltem Druck in der Berührungsfläche. A. Leon (Graz).

Aus: A study of the shrinkage fits of tire on spoked wheel centre. Trans. Soc. Mech. Eng. Japan, Bd. 6 (1940), S. I—52 bis I—59, Nr. 25, japanisch; engl. Übersicht S. S—7.

On the allowance giving the uniformly distributed pressure between tire and rim of spoked wheel centre. Trans. Soc. Mech. Eng. Japan, Bd. 6 (1940), S. I—59 bis I—64, Nr. 25, japanisch; engl. Übersicht S. S—8.

Bücherschau.

Das Prinzip der fortgeleiteten Verformung als Weg zur Ausschaltung der Unbekannten aus dem Formänderungsverfahren, von Dr. C. Kloucek. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1941. 391 Seiten in 7 Kapiteln. Preis brosch. 18,— R.M.

Unzweifelhaft bedeutet die Berechnung hochgradig statisch unbestimmter, geradliniger Stabsysteme mit Hilfe der Deformationsmethode dank der geringeren Anzahl von statisch Unbekannten, den Dreh- und Stabwinkeln eine bedeutende Vereinfachung gegenüber der unmittelbaren Momenten- oder Kraftmethode. Besonders bei Stabwerken, deren Knotenpunkte streng oder mit genügender Annäherung als unverschieblich angenommen werden können, gelangt man nach der Drehwinkelmethode rascher zu den Überzähligen.

Doch erfordert die Aufschreibung und Auflösung einer größeren linearen Gleichungsgruppe, deren Unbekannten die Drehwinkel vorstellen, besonders bei verschiedenartiger Belastungsweise, noch einen bedeutenden Zeitaufwand — selbst bei Anwendung des Iterationsverfahrens —, der sich bei schnell zu erstellenden Entwürfen unangenehm bemerkbar macht.

Unter Wahrung aller Vorteile der reinen Deformationsmethode entwickelt der Verfasser ein neues Rechnungsverfahren, welches das Aufschreiben und die rechnerische Auflösung der Drehwinkelgleichungen unter Zugrundelegung zweier Ausdrücke ausschließt. Diese beiden Ausdrücke werden durch die Gl. 243 und 244 (Seite 85) bestimmt. Sie bedeuten die Ermittlung der primären Verformung des belasteten Knotens und die Weiterleitung dieser Verformung in die benachbarten Knoten. Durch

algebraische Addition der primären und sämtlicher sekundären Verformungen des betrachteten Knotens erhält man schließlich den gleichen Drehwinkel wie bei der Auflösung aller Drehwinkelgleichungen für das gegebene Stabwerk.

Das Werk selbst gliedert sich in zwei Teile. Der erste Teil, Kapitel I bis III, beschäftigt sich mit der Theorie, ausgehend von den Beziehungen der Verformung eines belasteten Knotens, deren Weiterleitung in das Stabwerk, und untersucht den Einfluß der elastischen Nachgiebigkeit sekundärer Knoten. Das Gesetz infolge des Einflusses des Nachlassens sämtlicher elastisch nachgiebiger Knoten wird durch den k -Wert ausgedrückt, welcher Wert eine geometrische Reihe darstellt, wobei gleichzeitig auf den Zusammenhang der Festpunktmethode mit jener der Drehwinkelgleichungen hingewiesen wird (erwähnt sei hier das Buch „Die Methode der primären Momente“ von Axel Efsen, Kopenhagen 1931, deutsch von Dipl. Ing. Karl Dahlbokum).

Im weiteren entwickelt Dr. Kloucek die Berechnung der Fortpflanzung der Verformung in geschlossenen Tragwerken, womit die Voraussetzung für die Bestimmung des Verlaufes der Verformungen in einem ebenen Rahmennetz geschaffen wird. Diese Untersuchungen finden im Kapitel III ihre praktische Auswertung, um hieran anschließend ein abgekürztes Rechnungsverfahren zu entwickeln, das die Ungenauigkeit der für die Bemessung in Betracht kommenden Momente mit einem Höchstwert von 2% begrenzt, eine Abweichung, die völlig bedeutungslos ist, da diese nur bei absolut kleinen Momentenunterschieden überhaupt möglich ist. Mit den Abschnitten über die Wahl des Genauig-

keitsgrades und den möglichen Fehlern und den Rechenkontrollen wird der theoretische Teil des Buches abgeschlossen.

Der zweite Teil, Kapitel IV bis VII, ist der Anwendung der vorentwickelten Methode gewidmet. Im Kapitel IV wird der Durchlaufträger eingehend behandelt, wobei auf die Wichtigkeit der verschiedenen Trägheitsmomente einzelner Felder hingewiesen wird (siehe Beispiel 4a). Die ausgerechneten acht Beispiele von durchlaufenden Trägern mit verschiedenartigster Belastung zeigen die Einfachheit des entwickelten Verfahrens. Im Kapitel V folgen vier Beispiele einstöckiger Rahmen, im Kapitel VI sieben Beispiele einfacher und mehrfacher geschlossener Rahmen (Silozellen). Trotz rascher Lösung leidet die Genauigkeit nicht. Das letzte Kapitel VII zeigt an 18 Beispielen die Berechnung der Stockwerkrahmen. Es wird hierbei besonders auf den Näherungswert von k hingewiesen, der mit rund 1,1 eine bedeutende Vereinfachung der Berechnung der Stabmomente zuläßt. Die Genauigkeit der so ermittelten Momente ist sehr groß und die geringen Abweichungen von den genauen Werten überschreiten niemals die Grenze der vorher gewählten Genauigkeit.

Die Mannigfaltigkeit der Beispiele zeigt die umfassende Anwendbarkeit des entwickelten Verfahrens. Es kann daher die Beschaffung und Verwertung dieses Buches allen entwerfenden Ingenieuren des Eisenbeton- und Stahlbaues wegen seiner tief schürfenden Gründlichkeit und seiner praktischen und zeitsparenden Anwendbarkeit nur wärmstens empfohlen werden.

Grams (Dresden).

Hochwertige Werkstoffe verlangen wissende Konstrukteure. Von Dr. Ing. H. Ude. Technische Blätter im Verlag der deutschen Bergwerkszeitung Nr. 14, Jahrgang 31 (1941).

Der Verfasser gibt in einem Vortrag in Düsseldorf eine Übersicht über das Rüstzeug, das die moderne Wissenschaft dem Konstrukteur für die Gestaltung der Konstruktionen bei ruhender, wechselnder und schwelender Belastung gibt. Die Werkstoffprüfung kann die Beanspruchungen an einfachen Proben nachahmen und die zahlenmäßigen Unterschiede der verschiedenen Beanspruchungen insbesondere auch bei Spannungsspitzen, d. h. bei Behinderung des Kraftlinienflusses durch ungeeignete Formgebung ermitteln. Da aber damit noch nicht die Lage und Höhe der Spannungsspitzen in einem Konstruktionsteil selbst gegeben ist und da diese meist auch nicht im voraus nach der Zeichnung genügend genau ermittelt werden können, so ist mit der Rechnung allein auch bei Vorhandensein einer Anzahl von Werkstoffkennwerten nicht allzuviel anzufangen. Dem Konstrukteur bleibt also noch ein weites Feld für seine Gestaltungsgabe, und bei besonders wichtigen Konstruktionsteilen muß er durch inzwischen sehr gut entwickelte Dehnungsmesser Stellen unzulässig hoher Werkstoffdehnung suchen und durch neue Gestaltungsformen beseitigen.

Dr. Kühnel (Berlin).

Stahlbau-Kalender 1941. Herausgegeben vom Deutschen Stahlbauverband, Berlin. Bearbeitet von Prof. Dr. Ing. G. Unold, Chemnitz. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin. 605 Seiten mit 1120 Textabbildungen. Preis geb. 4,50 *R.M.*

Trotz des Krieges ist auch in diesem Jahre wieder der Stahlbaukalender in neuer, siebenter Auflage erschienen.

Der Stahlbau hatte mit Kriegsbeginn zunächst den Anforderungen der Wehrmacht und der Rüstungsindustrie gerecht zu werden. In den Kampfgebieten zerstörte Verkehrs- und Industrieanlagen mußten schnellstens wieder hergestellt, in der Heimat Wehrmachtsanlagen neu errichtet und Stahl erzeugende und bearbeitende Werke weiter ausgebaut werden. Dabei ist sparsamste Ausnutzung des Werkstoffes erstes Gesetz. Hierzu dem Ingenieur die statischen Erkenntnisse und konstruktiven Mittel, die durch wissenschaftliche Forschung und Versuchsarbeit ergänzt und verbessert wurden, zur Kenntnis zu bringen, ist stets das Bestreben des Stahlbaukalenders gewesen. Dies zeigt sich wieder bei Durchsicht der neuen Auflage.

Die in der vorjährigen Ausgabe (1940) durchgeführte Neuaufteilung des Stoffes ist beibehalten. Im einzelnen sind folgende Punkte hervorzuheben: Die Drillung von I-Stäben wurde neu bearbeitet und mit Beispielen versehen. Der im Abschnitte „Labilitätsfälle“ auf Kippen von I-Trägern bezügliche Teil wurde

dem Forschungsheft von Chwalla angepaßt. Der Abschnitt „Der Durchlaufträger“ wurde weiter ausgebaut, und ein von Prof. Dr. Müller, Chemnitz, bearbeiteter Teil „Lineare Differenzgleichungen“ wegen seiner Hauptanwendung beim Durchlaufträger eingefügt. Die Abschnitte „Elemente des Stahlbaues“ und „Stahlhochbau“ sind den geänderten Vorschriften und der gegenwärtigen Baupraxis angepaßt (Umarbeitung der Niet- und Schraubentafeln, Überholung der Ausführungen über Träger, Stöße und Stützen). Im „Hallenbau“ werden Beispiele neuerer Flugzeug-, Ausstellungs- und Großautohallen gezeigt. Erwähnt sei der Hinweis auf Stahlsparmaßnahmen durch einige Beispiele.

Im „Stahlbrückenbau“ sind die Trägerrostbrücken und die Hängebrücken erweitert behandelt. Die behördlichen Vorschriften und Werkstoffnormen sind auf den heutigen Stand gebracht. Im Anhang ist der DIN-Entwurf 2 E 4114 (Knick- und Beulvorschriften für Baustahl) wiedergegeben. Ein deutsch-italienisch und italienisch-deutsches Wörterverzeichnis der wesentlichen Fachausdrücke erweitert die früheren französisch-, englisch- und spanisch-deutschen Verzeichnisse. Eckner (Dresden).

Die Beweglichkeit der Bewehrung im Beton und der Haftwiderstand.

Von Oberbaurat Dr. Ing. e. h. Fritz von Emperger und ord. Prof. Dr. Ing. Franz Rinagl. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1941. 56 Seiten mit 43 Abbildungen. Preis brosch. 5,20 *R.M.*

Trotz der von Abrams im Bulletin 71 der Universität von Illinois bereits im Jahre 1912 veröffentlichten Versuche, nach denen Bewegungen der Bewehrung im Beton festgestellt wurden, verblieb die Auffassung, daß im gebogenen Querschnitt ein unverrückbarer Zusammenhang zwischen Stahl und Beton innerhalb der ganzen Spannweite bis zum Bruche besteht, während tatsächlich der Stahl Sonderbewegungen im Beton ausführt, die anfangs allerdings sehr klein sind und sich darauf beschränken, die Plastizität der Zementhülle bei der Lastübertragung auszunützen.

Um diese Frage grundsätzlich zu klären, berichten die beiden Forscher über Vorversuche, für die von der Bauindustrie der Ostmark auf Grund einer Weisung des Herrn Reichsstathalters die nötigen Mittel zur Verfügung gestellt wurden. Diese Vorversuche sollen unter anderem die abweichenden Anschauungen über die richtige Bewehrungsform vereinheitlichen, die sich seit den Anfängen des Eisenbetons zwischen der deutschen und der amerikanischen Praxis eingestellt haben, um eine unparteiische Lösung über die Verwendung des glatten Rundstahles und des Knotenstahles herbeizuführen.

Nach Beschreibung des Versuchsprogrammes und der Mittel zur Erzielung eines guten Verbundes wird auf die Rolle des Haftwiderstandes bei reinem Zug und bei Biegung sowie auf die Wechselwirkung zwischen Haftwiderstand und Schubfestigkeit des näheren hingewiesen. Hieran schließt sich dann die Beschreibung der Eigenschaften der verwendeten Baustoffe für die in vier Doppelreihen ausgeführten Vorversuche an. Verwendet wurde als Bewehrung Rundstahl von $\varnothing 46$ und $\varnothing 28$ mm aus St 37 und 52 sowie Torstahl mit einer Ausladung von 2 mm = $1/14$ des Durchmesser. Die Messungen wurden mit je sechs Meßapparaten für je einen Balken durchgeführt. Die Auftragung der Versuchsreihen geschah in je fünf Abbildungen nach Gruppen A bis E.

Aus diesen Versuchen ist bereits der Unterschied, der durch den Gebrauch von glatten und von Knotenstahl unter den sonst gleichen Verhältnissen eintritt, ersichtlich. Die Mitarbeit der Haken ist bei Torstahl bedeutend. Es wurde eine Zunahme des Haftwiderstandes von 50% und mehr erreicht, obwohl der beim Versuche verwendete Torstahl nur eine Ausladung von 2 mm hatte. Durch den Gebrauch einer größeren Ausladung kann der Haftwiderstand weiter verstärkt werden. Eine Sprengung des Betons wurde bei den einwandfreien Rissebildern nicht beobachtet. Die gefürchtete Sprengwirkung der Knotenstähe muß daher nur als Schlagwort bezeichnet werden.

Die Vorversuche erbringen bereits den Beweis, daß eine reine statische Untersuchung mit der Voraussetzung einer unverrückbaren Lage der Bewehrungen, selbst beim frei aufliegenden Balken, nicht genügt, sondern daß die Wechselwirkung der Baustoffe zu berücksichtigen ist. Der Endhaken darf nicht mehr eine bloße Rückversicherung sein, er muß vielmehr eine starke End-

befestigung sein. Die Aufbiegungen sind nicht nur vom Standpunkte der Schubfestigkeit zu beurteilen. Denn die Verankerung der Aufbiegungen und die Endhaken im Druckgurt eines frei aufliegenden Trägers bewirken eine Verlagerung der Spannungsverteilung und rufen ähnlich einer Einspannung eine Vermehrung der Tragkraft hervor. Die Verwendung einer Bewehrung von geringem Haftwiderstand ist daher gleichbedeutend mit dem Verluste einer wichtigen Kraftquelle.

Nach allem kann die Durchbiegung selbst, die bisher als der

wichtigste Ausdruck für die Güte des bewehrten Betonbalkens galt, nicht weiter als Maßstab gelten. Doch müssen hinsichtlich der Haftfestigkeit noch der Einfluß der Betonfestigkeit und die Klemmwirkung des Betons auf den Stahl durch ein selbständiges Versuchsprogramm geklärt werden.

Die weiteren Versuche werden die Darlegungen der beiden Verfasser über die tatsächlichen Verhältnisse im Eisenbeton nur bestätigen und uns die Aussichten zu einer noch wirtschaftlicheren und kühneren Ausnützung eröffnen. Grams (Dresden).

Verschiedenes.

Streit um elektrische Bahnen vor 50 Jahren.

Vor 50 Jahren fand in Frankfurt am Main die Internationale Elektrotechnische Ausstellung statt, die in mancher Hinsicht einen Wendepunkt in der Anwendung des elektrischen Stromes bedeutete. Trotz der offensichtlichen großen Erfolge der neuen Energieform begegnete man elektrischen Einrichtungen noch mit ziemlichem Mißtrauen und hielt ihre Benutzung für teuer, gefährvoll und unnötig verweichlichend. Beim Internationalen Elektrotechniker-Kongreß, der anlässlich der Ausstellung stattfand, warf kein geringerer als Heinrich v. Stephan, Staatssekretär der Deutschen Reichspost, die Frage auf: „Ob man hier nicht in der Tat der Gefahr einer gewissen Überproduktion wie des Luxus und der Lebensverteuerung entgegengehe? Die Einführung von Verbesserungen, so erfreulich sie stets sein wird, dürfe mit der Befriedigung von Bedürfnissen nicht verwechselt werden.“ Diese kritische Einstellung erstreckte sich auch auf die elektrischen Bahnen, deren Förderung ein wichtiges Ziel der Frankfurter Ausstellung war.

Aus den Protokollen des Deutschen Städtetages, der aus Anlaß der Ausstellung stattfand, kennen wir ziemlich genau die damalige Einstellung zu den elektrischen Bahnen, die uns heute als kurios vorkommen mag. In einem Vortrag mußte z. B. der Frankfurter Stadtbaurat Lindley unterstellen, daß das Pferd billig und die Elektrizität teuer sei. Das ist um so eher zu verwundern, weil die Verwaltungen der damals hauptsächlich mit Pferdekraft betriebenen Straßenbahnen schon 70 bis 80% ihrer Einnahmen allein für die Unterhaltung der Pferde und des Bedienungspersonals auszugeben gezwungen waren. Man glaubte nicht, daß die Einführung des elektrischen Betriebes diese ungünstige Bilanz grundlegend verbessern könne und vermutete nur, daß durch die Steigerung der in einem Wagen zu befördernden Personenzahl die Lage etwas besser werden könne. Das Pferd galt vor allem deswegen als der ideale Motor, weil es sich in seiner Zugkraft genau den Verkehrsbedürfnissen anpaßte, also bei Steigungen langsamer ging und beim Anfahren den nötigen Mehraufwand an Kraft entwickelte. Tatsächlich waren in Deutschland damals erst fünf elektrische Straßenbahnen in Betrieb, darunter die erste 1881 von Siemens & Halske in Lichterfelde bei Berlin gebaute Straßenbahn. In Amerika lagen die Verhältnisse ganz anders. Von etwa 15 000 km Bahnen wurden bereits 30% elektrisch betrieben, während 60% von Pferden oder Maultieren bewegt und der Rest Dampftrieb oder Seiltrieb hatte. Nicht zuletzt war das darauf zurückzuführen, daß man hier in den neu entstehenden Städten viel weniger Bedenken gegen eine angebliche Verschandelung des Stadtbildes hatte, die man in Deutschland durch Oberleitungen herbeizuführen befürchtete. So hatte die Thomson-Houston International Electric Co. trotz aller Bedenken schon seit Jahren die oberirdische Stromzuführung mit Schleifdraht und Kontaktrolle eingeführt und damit große Erfolge errungen. Der Vertreter dieser Firma konnte auf dem erwähnten Städtetag mitteilen, daß von 370 auf der ganzen Welt elektrisch betriebenen Bahnen 179 von seiner Firma gebaut seien. In Amerika scheute man sich nicht einmal, auch die Zuleitungen blank zu verlegen, so daß z. B. in Boston zwölf starke Kupferseile an einem Mast aufgehängt waren. In Deutschland war man über die Bedenken gegen diese Ausführung noch nicht hinweggekommen. Im Unterbewußtsein hielt man es auch wohl für unmöglich, daß eine punktförmige Berührung zwischen Schleifdraht und Kontaktrolle genügen würde, um den Fahrstrom zu übertragen. Dafür spricht die Tatsache, daß z. B. die elektrische Straßenbahn von Sachsenhausen nach Offenbach sowie die in Mödling bei Wien betriebene eine Oberleitung aus geschlitzten Eisenrohren erhalten hatten, in

denen sich ein Schiffchen bewegte. Diese schwere Oberleitung bedingte natürlich entsprechend schwere Masten und Haltevorrichtungen, so daß sich tatsächlich ein sehr ungünstiges Straßenbild ergab. Darauf mag zurückzuführen sein, daß man die oberirdische Stromzuführung durchweg ablehnte. Man konnte Äußerungen hören, wie die, daß die Fahrleitungen und die Haltedrähte bald die Straßen der Städte wie ein Spinnennetz überziehen und Luft und Licht rauben würden. Höchstens in Vororten oder auf Landstraßen wollte man das System gelten lassen. Aus den Vorträgen der damaligen Zeit spricht immer wieder die Neigung zur unterirdischen Ausführung der Fahrleitungen. In der Tat hatte sich eine solche, von Siemens & Halske ausgeführte, deren Einzelheiten Bild 1 zeigt, bereits in Budapest

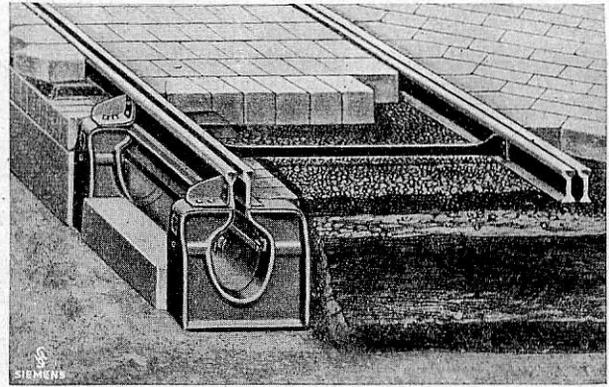


Bild 1. Modell einer unterirdischen Stromzuführung.

bewährt. Die hohen Anlagekosten, die für den Kilometer etwa 100 000 Mark betragen, machten die weitere Einführung des Systems allerdings unmöglich. Daneben gab es auch sonst noch Schwierigkeiten, die z. B. darin bestanden, daß der Kanal nicht entwässert war und die Anlage einer Entwässerung die Baukosten noch weiter erhöht hätte. Die Stromzuführung durch die Schienen, wie sie bei der Lichterfelder Bahn verwirklicht war, konnte natürlich in städtischen Straßen überhaupt nicht ausgeführt werden. Mehr erfolgversprechend schien dagegen das System der Streckenleiter, dem damals als einzigem eine große Zukunft prophezeit wurde. Bei diesem System verlegte man zwischen den Fahrschienen eine in einzelne Stücke unterteilte Kontaktschiene und brachte am Wagen Magnete an, die dafür sorgten, daß jeweils nur das vom Wagen verdeckte Stück stromführend war. Vor allem ein gewisser Pollak aus Paris hatte sich erheblich auf diesem Gebiete betätigt und zeigte in Frankfurt ein Modell seiner Anlage. Er ließ durch die Magnete ein isoliertes, in gewissen Abständen angezapftes Kabel anheben und stellte dadurch die Verbindung mit der Stromschiene her. Ein merkwürdiges System zeigten Schuckert & Co. in Frankfurt. Bei diesem wurde der unterirdische Kanal, in dem die blanke Zuleitung lag, mit Eisenfeilspänen gefüllt, die durch die Magnete angezogen wurden und dadurch die Verbindung herstellten. Als Kuriosum sei endlich noch ein im Jahre 1892 von Dewey in Syracuse gemachter Vorschlag zur Vermeidung einer Oberleitung erwähnt. Er wollte den Strom auf induktivem Wege übertragen und brachte zu diesem Zwecke in geringem Abstand zwischen den Schienen hochspannungsgespeiste Spulen an, während an den Wagen die entsprechenden Sekundärspulen befestigt wurden.

Bei dieser Einstellung der Fachleute und des Publikums mußte es deshalb als ein Wagnis erscheinen, daß Siemens

& Halske ihre für die Ausstellung in Frankfurt erbaute Straßenbahn mit einer Oberleitung versehen hatten. Ein wesentlicher Fortschritt bestand aber darin, daß der Strom durch Schleifbügel abgenommen wurde. Infolgedessen brauchte die Oberleitung nicht so korrekt geführt und so oft befestigt zu werden, wie das bei dem Houston-System der Fall war. Auch die elektrische Grubenbahn (Bild 2), die in das Schaubergwerk auf der Frank-

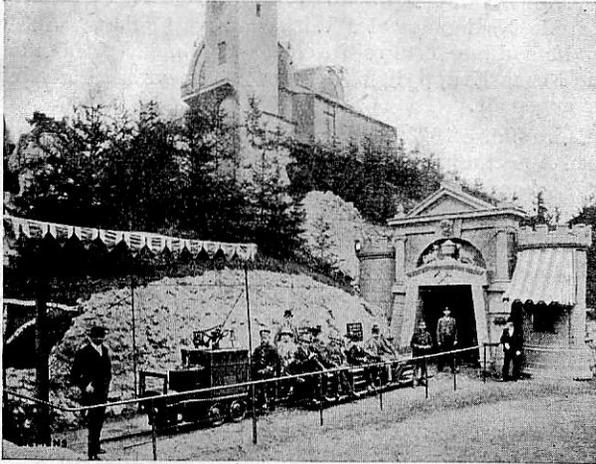


Bild 2.

Elektrische Grubenbahn auf der Frankfurter Ausstellung 1891.

furter Ausstellung hineinführte, war mit einem Schleifdrahtbügel ausgerüstet. Das bedeutete einen wesentlichen Fortschritt gegenüber der früheren Ausführungsform, wie sie z. B. bei der ersten elektrischen Grubenbahn der Welt angewendet worden war, die 1882 für das Steinkohlenbergwerk Zauckerode in Sachsen geliefert war. Hier glitten zwei Kontaktschuhe, die an die Stelle der früher benutzten Kontaktwagen getreten waren, auf zwei T-förmigen Schienen (Bild 3). Wenn die Schienen nicht sehr genau

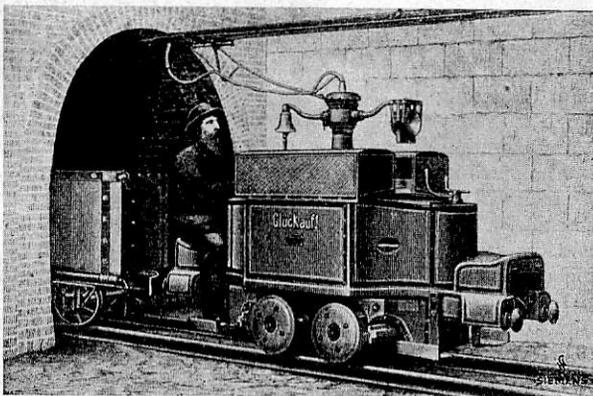


Bild 3. Elektrische Grubenbahn von 1882 mit Stromzuführung durch T-Schienen.

befestigt waren, klemmten die Kontaktwagen, so daß die mit Seilen verstärkten Zuleitungen leicht abrissen.

Der stärksten Sympathien erfreute sich damals der Betrieb mit Akkumulatorenwagen, da man hierbei allen Schwierigkeiten der Stromzuführung aus dem Wege ging. Für die Ladung der Akkumulatoren hatte man bereits die notwendigen Hilfsvorrichtungen entwickelt. So war z. B. in Brüssel der Betrieb so geregelt, daß der Wagen nach einer bestimmten Anzahl von Kilometern in die Ladestation gefahren wurde, wo eine Kombination von Drehscheiben und Schiebebühnen die Batterie herausnahm und eine neue einsetzte. Das dauerte weniger als eine Minute. Allerdings

war ein solcher Betrieb nur dann möglich, wenn es sich um wenige Wagen und kurze Strecken handelte. Auch wenn nur ein Sonntagsbetrieb gewünscht wurde, wie es damals häufig vorkam, galt der Akkumulatorenwagen als wettbewerbsfähig. Zusammengefaßt ergibt sich also als Einstellung der damaligen Zeit an den elektrischen Bahnen, daß die oberirdische Stromzuführung für den Vorortverkehr bedeutsam werden könne, daß in großen Städten die unterirdische Stromzuführung am aussichtsreichsten und der Akkumulatorenbetrieb mit gewissen Einschränkungen günstig sei. Sozusagen erst am Horizont der damaligen Elektrotechnik tauchte daneben schon der Gedanke auf, daß die volle Leistung elektrischer Bahnen erst bei ihrer Anlage auf besonderen Bahnkörpern herausgeholt werden könne, wie er bei den neuzeitlichen Stadtschnellbahnen verwirklicht ist. Walter Jaekel (Berlin).

Normung, Begriffsbestimmung.

Maßnahmen im Rahmen des Vierjahresplans brachten es mit sich, daß die Normung einer stärkeren Beachtung empfohlen wurde, und es wurden darüber hinaus insbesondere die Generalbevollmächtigten oder Sonderbeauftragten für bestimmte Teile der gewerblichen Wirtschaft oder auch die Wirtschaftsgruppen mit ausgesprochenen Normungsaufgaben betraut, die den Sinn haben, normungsreife Teile, Begriffe, Benennungen, Maße, Genauigkeiten usw. schneller zu finden und schneller zur Normung zu bringen. Dadurch sind viele Dienststellen plötzlich genötigt gewesen, Begriffe aus dem Bereich der Normung anzuwenden, und es herrschte nicht immer die nötige Klarheit darüber.

Das Präsidium des Deutschen Normenausschusses sah sich deshalb veranlaßt, eine Begriffsbestimmung der Normung vorzunehmen, die es in seiner Sitzung vom 6. Dezember 1940 beschloß und zur Veröffentlichung freigab.

Die wichtigsten Abschnitte aus der Begriffsbestimmung lauten: „Normung“ ist ein umfassender Begriff für die Regelung einer Vielzahl von Erscheinungen, um eine möglichst eindeutige und sinnvoll abgestimmte Ordnung zu erreichen. Sie ist auf allen Gebieten des menschlichen Denkens und Handelns zu finden.

Eine „Norm“ ist die gleiche Lösung einer sich wiederholenden Aufgabe.

In Technik, Wissenschaft und Wirtschaft steht die Art der Normung im Vordergrund, die auf Grund wirtschaftlichen Denkens und Handelns aus einer Gemeinschaftsarbeit der Beteiligten entsteht. Diese Art der Normung hat besondere Bedeutung. Sie wird daher allgemein kurzweg „Normung“ genannt, und ihre Ergebnisse entsprechend kurzweg „Normen“.

Die Normung erstreckt sich auf Begriffe, Bezeichnungen, bildliche Darstellungen, Bildzeichen, Kennzeichen, Einheiten, Arten, Größen, Formen und Abmessungen, Stoffe, Genauigkeiten, Prüfverfahren, Lieferarten, Berechnungs- und Abrechnungsverfahren, Vordrucke und Formblätter, Bau- und Betriebsanweisungen, Sicherheitsbestimmungen.

„Typung“: Bezieht sich die Normung auf die beiden Elemente „Arten“ und „Größen“, so ist sie eine „Typung“; sie ist dasselbe, das man häufig als Typisierung bezeichnet.

„Typ“ ist ein Ding, das nach Art und Größe festgelegt wird. Durch Typung entstehen genormte Typen.

Da der Begriff „Normung“ auch die Typung erfaßt, ist es falsch, Normung und Typung als nebeneinander bestehende, sich gegenseitig ausschließende Begriffe zu behandeln.

„Technische Lieferbedingungen“: Bezieht sich die Normung auf Begriffe, Bezeichnungen, Eigenschaften, Kennzeichen, Prüfverfahren, Lieferarten usw., die bei der Lieferung einzuhalten sind, so sind sie technische Liefernormen, die kurz als „Lieferbedingungen“ bezeichnet werden. Hierbei ist es unerheblich, ob die Lieferbedingungen im wesentlichen aus Zahlentafeln mit Zusätzen oder aus laufendem Text bestehen. Technische Lieferbedingungen, die in einer Gemeinschaft der Beteiligten vereinbart werden, sind also Normen.

Achard (Berlin).

Persönliches.

Sektionschef i. R. Dipl.-Ing. Friedrich Keppert †.

Am 15. Mai ist Sektionschef i. R. Dipl.-Ing. Friedrich Keppert, der im österreichischen Eisenbahnwesen langjährig eine leitende Stellung innehatte, im 70. Lebensjahr gestorben.

Er war nach Vollendung der technischen Hochschulstudien zunächst in den Jahren 1895 bis 1899 beim Bau der Wiener Stadtbahn tätig, dann im Baudienst der Staatsbahndirektion Wien. Ende 1904 wurde er ins Eisenbahnministerium berufen, wo er in den Departements für Bahnerhaltung und Bahnaufsicht und für Ergänzungs- und Rekonstruktionsbauten sich betätigte. Im Jahre 1914 wurde er zum Vorstandstellvertreter, 1919 zum Vorstand des Departements für Ergänzungs- und Rekonstruktionsbauten ernannt und im Oktober 1923 anlässlich der Gründung der Verkehrssektion in das Bundesministerium für Handel und Verkehr als Revisionsgruppenvorstand der technischen Abteilungen berufen. Im Jahre 1924 wurde er zum Sektionschef ernannt. Im Jahre 1925 trat Keppert in den Ruhestand.

In die Zeit seiner Amtswirksamkeit ab 1918 fällt die Durchführung einer Reihe größerer Ergänzungsbauten des ostmärkischen Eisenbahnnetzes, dessen Ausgestaltung während des Weltkrieges nur auf das notwendigste beschränkt worden war. Viele Ergänzungsbauten waren durch die geänderten Staatsgrenzen des Jahres 1918 bedingt, so z. B. die Ausgestaltung von Grenzbahnhöfen und die Vorsorgen für den Anschluß des burgenländischen Eisenbahnnetzes, hierunter die neue Eisenbahnlinie Friedberg—Pinkafeld. Mit dem Ausbau von Personen-Seilbahnen, die dann in der Ostmark zahlreich ausgeführt wurden, wurde begonnen.

Kepperts umfassende Kenntnisse im Eisenbahnbaudienste, seine ausgezeichneten Fähigkeiten und reichen Erfahrungen ließen ihn zu erfolgreicher Tätigkeit in führender Stellung besonders berufen erscheinen. Er war aber auch seinen Mitarbeitern ein leuchtendes Vorbild gewissenhafter Pflichterfüllung, ein stets aufrichtiger Freund und Berater und erfreute sich ihrer größten Wertschätzung und Anhänglichkeit. Alle, die ihn kannten, werden ihm dauernd ein ehrenvolles Andenken bewahren.

Dr.-Ing. e. h. Emil Cimonetti †.

Am 20. April 1941 verschied in Wien nach kurzem Leiden Dr. Ing. Emil Cimonetti, Sektionschef im ehemaligen österreichischen Bundesministerium für Handel und Verkehr, im 71. Lebensjahr. Mit ihm ist eine Persönlichkeit dahingegangen, deren Tätigkeit mit den Arbeiten des Vereins Deutscher (Mitteleuropäischer) Eisenbahnverwaltungen innig verknüpft war. blieb er doch jahrelang Mitglied des Ausschusses für technische Angelegenheiten und vieler seiner Unterausschüsse, so z. B. jenem zur Prüfung der Frage der Einführung einer selbsttätigen, durchgehenden Bremse für Güterzüge, jenem zur Verstärkung der Zugvorrichtung (1910 und 1914) und anderer mehr. Besondere Verdienste erwarb er sich bei Festlegung der neuen Breitenbeschränkungen der Wagen; die wissenschaftliche Behandlung dieser Frage trug ihm 1924, als tüchtiger Mathematiker, die Verleihung des Ehren-Doktor-Ingenieurs von der Technischen Hochschule in Karlsruhe ein.

Im Brems-Unterausschuß beteiligte er sich an den Arbeiten zur Aufstellung des Programmes von Riva 1906, in dem die Bedingungen, welche eine selbsttätige, durchgehende Güterzugsbremse zu erfüllen hat, vom Verein festgelegt wurden. Als die Frage der Einführung einer einheitlichen europäischen Güterzugsbremse von der Technischen Einheit im Eisenbahnwesen aufgegriffen wurde, war Cimonetti Mitglied der vom damaligen österreichischen Eisenbahnministerium in die internationale Kommission für Festlegung der Bedingungen, denen eine durchgehende Güterzugsbremse zu entsprechen hat, delegierten Abordnung und nahm regen Anteil an den Arbeiten 1909 in Bern, welche zur Aufstellung, dieser gegenüber jenen des Vereins verschärften Bedingungen führten.

Auch beteiligte er sich an den Arbeiten der Technischen Einheit, die die Vereinbarungen über den ungehinderten Übergang der Personen- und Güterwagen, von Staat zu Staat, zum Gegenstand hatten.

Seine Arbeiten auf dem Gebiete der Verstärkung der Zug- und Stoßvorrichtungen verschafften ihm den Ruf eines gewiegten Fachmannes auf diesem Sondergebiet, so daß er nach Ausscheiden aus

dem aktiven Dienste, als technischer Berater für die Ausgestaltung und Einführung der gefederten Zug- und Stoßvorrichtung Bauart ALMA, herangezogen wurde, welche Tätigkeit ihn in den Jahren 1926 bis 1931 achtmal nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika führte, wo eingehende Versuche mit dieser besonders für amerikanische Verhältnisse geeigneten Zugvorrichtung von der Pennsylvaniabahn u. a. abgestellt wurden. Der damals in Amerika einsetzende Niedergang der Wirtschaft verhinderte eine weitere Anwendung dieser österreichischen Erfindung. In Deutschland hat die Firma Krupp diese Zugvorrichtung europäischen Verhältnissen angepaßt.

Als im Jahre 1923 der Vorsitz im österreichischen Eisenbahnbremsen-Ausschuß frei wurde, übernahm C. die Leitung dieses Ausschusses, dem die Bearbeitung der Frage der Einführung einer Güterzugsbremse in Österreich zufiel.

Cimonetti stammte aus einer Eisenbahnerfamilie, er wurde am 23. Januar 1871 in Wien geboren. Nach Beendigung seiner

Studien an der Wiedener Realschule, aus der auch der Meister des Lokomotivbaues Dr. Ing. Karl Gölsdorf, sein späterer, von allen seinen Untergebenen hochverehrter Vorgesetzter hervorging, belegte er das Maschinenbaufach an der Wiener Technischen Hochschule. Nach Ablegung der zweiten Staatsprüfung trat er am 23. Oktober 1894 als Aspirant bei der Generaldirektion der k. k. österreichischen Staatsbahnen ein, wurde aber schon am 1. Januar 1895 zum besoldeten Assistenten ernannt und dem Konstruktionsbüro für Wagenbau zugeteilt. Während der ganzen übrigen Laufbahn war er im Wagenbau tätig,

wo er sich als tüchtiger Konstrukteur und Bearbeiter aller dieses Gebiet umfassenden Fragen ausgezeichnet bewährte. Bei Schaffung des Eisenbahnministeriums 1896 wurde er in dieses, und zwar in das Departement 23, für die Konstruktion, Beschaffung, Bauüberwachung und Übernahme der Eisenbahnfahrzeuge, übernommen, das 1906 bis 1916 Gölsdorf leitete. Nach Durcheilung der verschiedenen Rangstufen wurde er am 21. Mai 1912 zum Oberbaurat ernannt. Am 3. April 1918 wurde er Departementvorstand-Stellvertreter für die Angelegenheiten des Wagenbaues. Der 29. August 1919 bringt ihm die Beförderung zum Ministerialrat und den Vorstandsposten im Departement für Wagenbauangelegenheiten. Bei Errichtung des Bundesministeriums für Handel und Verkehr, leitet er das Departement 46 für Maschinen und elektrotechnische Angelegenheiten. Anlässlich seines Ausscheidens aus dem Staatsdienst am 1. Februar 1925 wird er mit dem Titel eines Sektionschefs ausgezeichnet.

Vor dem Weltkrieg war C. ab 1913 Ehrenmitglied des Collegio nazionale degli ingegneri ferroviari italiani in Rom.

Mit Cimonetti ist wieder einer der alten Garde dahingegangen, die zum Aufschwung und zur Vervollkommnung des Eisenbahnwagenbaues wesentlich beigetragen hat. Seine Arbeiten werden dauernden Wert behalten. Als aufrechter deutscher Mann wußte er sich nur Freunde zu erwerben, die sein gewinnendes und zugleich bescheidenes Wesen sehr schätzten. Er war stets hilfsbereit und sein gutes Herz half manches Leid lindern. So wird sein Andenken bei allen die ihn kannten, stets ein ehrendes sein.

Der Präsident der Direktion der Königl. Ungarischen Staatsbahnen in Budapest, Stephan von Horthy de Nagybanya wurde zum ungarischen Staatssekretär ernannt.

