

EIN BEITRAG ZUR FRAGE DER DONAUVERSINKUNG.

Von Dr.-Ing., Dr. rer. pol. Karl Späth, Baurat in Stuttgart.

22.11.26

Die in der letzten Zeit in der Fachpresse und in den Tageszeitungen erschienenen zahlreichen Auslassungen über die Donauversinkung geben dem Verfasser Veranlassung, zwecks weiterer Klärung der strittigen Frage, die z. Z. von den beteiligten Ländern Württemberg und Baden vor dem Staatsgerichtshof ausgetragen wird, eine beim Neubau der Donaubrücke in Tuttlingen festgestellte Versinkungserscheinung mitzuteilen, die nicht nur die unmittelbar an der Versinkungsfrage

Spalten und netzartigen Löcher des Weißjuragebirges fließt, sind zweifelfreie Angaben noch nicht vorhanden¹⁾.

Während der Versinkungszeit wird die Donau in Tuttlingen, die ein Einzugsgebiet von 1008 km² hat, nur noch gespeist vom Krähenbach in Möhringen mit einem Einzugsgebiet von 30 km² und von der kurz vor der neuen Donaubrücke einmündenden Elta in Tuttlingen mit einem Einzugsgebiet von 81 km². Das Wasser des Krähenbaches geht, soweit es über-



Abb. 1. Fundamentsohle des Brückenpfeilers II.



Abb. 2. Versenkungsloch im Pfeilerfundament II (Draufsicht).

beteiligten Kreise, sondern auch allgemein in wissenschaftlicher Hinsicht interessieren dürfte.

Zuvor sei in kurzen Umrissen noch das Wissenswerte über die Donauversinkung und deren mißliche Folgen in Tuttlingen geschildert.

Bekanntlich versinkt das Wasser der Donau auf ihrem Lauf von Immendingen in Baden bis Fridingen in Württemberg und zwar oberhalb des badischen Ortes Möhringen im Sommer und Herbst durchschnittlich an 100 Tagen jährlich vollständig, so daß das Flußbett auf der Strecke zwischen Immendingen und Tuttlingen trocken ist und begangen werden kann. Die zahlreichen Färbungs- und Salzungsversuche seit dem Jahre 1877 haben einwandfrei ergeben, daß das versickerte Donauwasser an dem 172 m tiefer liegenden Aachtopf, der auf badischem Gebiet liegt, wieder zum Vorschein kommt. Über den unterirdischen Verlauf des Versinkungswassers, das durch die

haupt in die Donau gelangt, durch Verdunstung und Versinkung zu einem großen Teil verloren, so daß als eigentlicher Zufluß der Donau nur noch die Elta mit einer ganz geringen Wassermenge übrig bleibt. Nach Eintritt der Donauversinkung beträgt der Wasserzufluß in Tuttlingen anfangs 400 bis 500 sl im Durchschnitt 100 bis 300 sl, und im Minimum 80 sl. Dieses Minimum wird gewöhnlich im Monat September erreicht.

Die Folgen dieser geringen Wasserzufuhr der Donau machten sich jedes Jahr in überaus nachteiliger Weise für die Bevölkerung von Tuttlingen bemerkbar. Das mit zahlreichen Tümpeln überzogene Donaubett drohte die öffentliche Gesundheit zu gefährden, denn es traten bald Fäulnisbildungen mit

¹⁾ Eine eingehende Darstellung der rechtlichen und wasserwirtschaftlichen Fragen der Donauversinkung enthält die Abhandlung von Regierungsbaumeister a. D. K. Köbler, Karlsruhe, in „Der Bauingenieur“, Heft Nr. 27 vom 9. Oktober 1925, auf die hier verwiesen wird.



Abb. 3. Versinkungsstelle im Pfeilerfundament II (Draufsicht).

Eingehen der Fische und der Wasserpflanzen auf, dazu kamen die Abwässer der zahlreich am Ufer gelegenen Gerbereien, die in der Ausübung ihres Gewerbebetriebes durch das fehlende Donauwasser behindert waren, so daß besonders in der warmen Jahreszeit eine gesundheitschädliche Ausdünstung des mit Schlamm überzogenen Flußbettes wahrzunehmen war.

Um dem unerträglichen und hygienisch bedenklichen Zustande, der durch den Mangel an Donauwasser verursacht wurde, einigermaßen abzuhelfen, wurde in den Jahren 1913 und 1914 anlässlich der Erneuerung der hölzernen Staatsstraßenbrücke, die auffällig war, das alte Wehr durch ein bewegliches Schützenwehr ersetzt und eine gründliche Verbesserung des Flußbettes durchgeführt. Bei der Aushebung der Fundamente für die Brückenpfeiler trat nun der überraschende Fall ein, daß die Brückenpfeiler, deren Fundamente bis zu $4\frac{1}{2}$ m unter der Flußsohle ausgeschachtet wurden, ohne besondere Wasserhaltung erstellt werden konnten. Auf der Fundamentsohle zeigten sich zahlreiche Sickerlöcher, in die das von außen eindringende Wasser rasch verschwand, so daß die Pfeilerfundamente fast trocken waren, eine Erscheinung, die sowohl der Bauunternehmer wie auch die Bauleitung angenehm empfand. Die beistehende Abb. 1 zeigt die Fundamentsohle

eines Brückenpfeilers mit den verschiedenen Sickerlöchern, in die das Wasser fließt, während in den Abb. 2 u. 3 zwei besonders charakteristische Sickerstellen in der Fundamentsohle wiedergegeben sind. Wie die Wasserströmung vor den Versinkungsstellen anzeigt, ist die Schluckfähigkeit der Sickerlöcher teilweise nicht unerheblich. Die beim Fundamentaushub ausgebrochenen Steine in Abb. 4 und in Abb. 5, die dem Bette-Jurakalk angehören, zeigen deutlich die typischen vom Wasser ausgewaschenen Stellen, die eine gewisse Ähnlichkeit mit den von Mäusen verursachten Erdgängen haben. Besonders schön ist diese Erosionserscheinung in Abb. 4 veranschaulicht. Größere Hohlräume wurden bei den Aushubarbeiten für die Brückenpfeiler nicht beachtet. Es liegt daher die Annahme nahe, daß der weiße Jura, auf dem das Bett der Donau verläuft, von einem System netzartig verzweigter kleiner Kanäle durchzogen ist, in denen sich das versinkende Donauwasser bewegt. Ob sich in größeren Tiefen dieses Röhrensystem fortsetzt oder ob dieses in die von mancher Seite vermuteten großen Hohlräume einmündet, ist u. W. noch nicht festgestellt worden. Immerhin geben die oben mitgeteilten Bilder einen wertvollen Aufschluß über die siebartige Beschaffenheit des Weißjurabettes der Donau.



Abb. 4. Stein aus dem Fundament von Ortpfeiler V, etwa 5 m unter der Flußsohle.



Abb. 5. Ausbruchsteine aus dem Fundament des rechten Ortpfeilers.

Durch den neugeschaffenen höheren Aufstau des Donauwassers und durch die Möglichkeit der Durchspülung des Donaubettes nach Aufziehen der mit der Brücke verbundenen beweglichen Wehrfallen sind die hygienischen Verhältnisse in Tuttlingen etwas verbessert worden. Mit dem heutigen Aufstau der Donau in der Stadt ist es allein nicht getan, da bei der geringen Wasserzufuhr in die Wehrwage eine geordnete Wassernutzung nicht möglich ist und das aufgestaute Wasser die hygienischen Nachteile eines stagnierenden Wassers aufweist. Öftere Durchspülungen des Flußbettes durch Ziehen der Wehrfallen verbieten sich wegen des eingangs geschilderten zu geringen Wasserzuflusses gerade in der warmen Jahreszeit, da die Wehrwage zu ihrer Wiederauffüllung zu lange braucht. Eine gründliche Abhilfe aller mit der Donauversinkung zusammenhängenden Mißstände wird nur dann geschaffen, wenn der württembergischen Donau von Immendingen her in der fraglichen Zeit eine genügend große Wassermenge zugeleitet wird. Es ist daher dringend zu wünschen, daß die alte Streitfrage zwischen Württemberg und Baden über die Donauversinkung bei der gegenwärtigen Behandlung vor dem Staatsgerichtshof in einer für beide Parteien befriedigenden Weise gelöst wird.

MASCHINENFUNDAMENTE.

Von Dr.-Ing. E. Rausch, Berlin.

(Schluß von Seite 863.)

Die vorgenannten Ausführungen dieses Aufsatzes geben nun Richtlinien für die standhafte Auflagerung der Maschinenfundamente auf den Untergrund, und so können wir im folgenden von einem starr aufgelegten Fundament ausgehen und die Bemessung des Fundamentkörpers selbst gegen die darauf einwirkenden Kräfte und dadurch hervorgerufenen Schwingungen innerhalb des Fundamentkörpers erörtern. Es sei gleich darauf hingewiesen, daß bei der Berechnung der Fundamente nach roher Schätzung der Abmessungen am besten zuerst die Schwingungsuntersuchung vorgenommen wird, um zu sehen, ob nicht die äußeren Querschnittabmessungen mit Rücksicht auf die Resonanz abgeändert werden müssen. Die Unkenntnis der Eiseneinlagen bei Eisenbetongründungen ist hierbei nicht von Bedeutung, da das Trägheitsmoment der Querschnitte dadurch nur wenig beeinflußt wird. Zur überschläglichen Frequenzberechnung genügt es bei Eisenbetonquerschnitten, die Eiseneinlagen mit einer etwa 20 bis 25proz. Erhöhung des Betonträgheitsmomentes zu berücksichtigen⁴⁾. Die Vornahme der Schwingungsuntersuchung vor der Berechnung des Fundamentes gegen die darauf wirkenden Kräfte ist schon deshalb angezeigt, weil die Kraftgrößen bzw. die Beanspruchungen z. T. von der Eigenfrequenz abhängen, wie es weiter unten bei der Besprechung des dynamischen Faktors erläutert wird.

Eine Berechnung der Eigenfrequenz innerhalb des Fundamentkörpers kommt hauptsächlich bei aufgelösten Konstruktionen wie z. B. Turbinenfundamenten in Frage, die aus verhältnismäßig schlanken Stützen und Balken bzw. Rahmen bestehen. Die hierfür verwendbaren, zuerst von Dr. Geiger⁵⁾ gebrachten Formeln sind z. T. im ersten Aufsatz des Verfassers wiedergegeben⁶⁾. An Hand der allgemeinen Schwingungsformeln Nr. 1-5 kann man auch für andere Belastungsfälle und Trägersysteme sowie z. B. auch für Wangen oder Vollbetonfundamente Formeln ableiten. Bei letztgenannten starren Fundamenten ist aber eine Schwingungsberechnung meistens überflüssig, da die Frequenz sehr hoch liegt und eine Resonanz — besonders bei niedriger Maschinentourenzahlszahl — nicht zu befürchten ist. Es sei hier darauf hingewiesen, daß es bei aufgelösten Fundamenten, die lediglich aus mehreren parallel gestellten Rahmen bestehen, wie z. B. bei Turbinenfundamenten, zweckmäßig ist, die Rahmen aufeinander abzustimmen, d. h. die einzelnen Rahmen so zu bemessen, daß die Frequenz bei allen dieselbe ist. Ähnlich wie bei statischer Bestimmtheit entsteht hier dann eine Bestimmtheit der Schwingungsberechnung, da die unberechenbare gegenseitige Beeinflussung der Rahmen ausgeschaltet wird.

Bei den Kräften handelt es sich außer den ruhenden Maschinenlasten um die Massenkräfte von rotierenden oder hin- und hergehenden Maschinenteilen u. dgl.

Rotierende Massen beanspruchen das Fundament, sobald eine Exzentrizität der Masse vorhanden ist, durch Fliehkräfte,

⁴⁾ Unter der Annahme von Rechteckquerschnitten mit oben und unten gleich starker Bewehrung von je $\frac{1}{2} \mu\%$ der Betonquerschnittsfläche und bei 5% Randabstand ergibt sich zwischen dem Bewehrungsprozentsatz μ und dem Trägheitsmomentverhältnis $k = \frac{J_{\text{Eisenbeton}}}{J_{\text{Beton}}}$ der Zusammenhang: $k = 1 + 0,36 \mu$ und folgende Tabelle:

$\mu =$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$k =$	1,00	1,07	1,14	1,21	1,29	1,36	1,43	1,50	1,58	1,65	1,72

⁵⁾ „Berechnung der Schwingungserscheinungen an Turbinenmaschinen“ von Dr. Geiger, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1922, S. 667 und 1923, S. 287.

⁶⁾ Eingehende Frequenzberechnungen sind im Aufsatz: „Die Berechnung der Schwingungen von Turbinenfundamenten“ von Dipl.-Ing. G. Ehlers in der Festschrift Wayß u. Freytag A.-G. enthalten.

die im Takte der Maschine auf das Fundament einwirken und sich aus der Formel

$$(17) \quad F = m r \omega^2 = \frac{G'}{g} r \omega^2$$

berechnen lassen, wobei

- r die Exzentrizität,
- G' das Gewicht des rotierenden Körpers,
- g die Erdbeschleunigung (= 981 cm/s),
- m die Masse des rotierenden Körpers und
- ω die Winkelgeschwindigkeit

bedeuten. Die größte Exzentrizität wird die Maschinenfabrik angeben müssen, da man hierfür mit Rücksicht auf die vielen verschiedenen Fälle einheitliche Angaben nicht machen kann.

Die obige Formel ist jedoch nur dann gültig, wenn die Welle sehr starr ist und die Tourenzahl nicht hoch. Bei biegsamer Welle und besonders bei hohen Tourenzahlen vergrößert die Fliehkraft merklich die ursprüngliche Exzentrizität und erfährt infolgedessen auch selbst eine Erhöhung, die wie folgt berechnet werden kann⁷⁾. Auf Abb. 11 bedeutet S den Schwerpunkt der voll ausgezogenen kreisrunden rotierenden Scheibe, Punkt O ist der Schnittpunkt der Rotationsachse (Verbindungsline der beiden Wellenlager) mit der Scheibe. Der Schnittpunkt A der Wellenachse mit der Scheibe fällt in der Ruhelage mit O zusammen, während der Rotation erleidet jedoch die Welle infolge der Fliehkraft eine Durchbiegung a (vgl. den Grundriß), so daß der Punkt A um dieses Maß aus der Mitte rückt. Die Exzentrizität ist dann $r = e + a$. Der gebogene Stab übt auf die Masse eine nach dem Punkte O gerichtete Kraft aus, die (wie oben bei der Herleitung der Formel 1) mit

$$(18) \quad P = \frac{a}{f} G' = \frac{a m g}{f}$$

ausgedrückt werden kann, wobei wieder

- G' das Gewicht der rotierenden Scheibe und
- f die statische Durchbiegung der Welle unter der Last G'

bedeuten. Die Durchbiegung wächst so lange, bis sich das Gleichgewicht zwischen Fliehkraft und der Wellenbiegekraft P einstellt, wenn also

$$m r \omega^2 = m a \frac{g}{f} = m (r - e) \frac{g}{f}$$

Nach Einführung der Werte:

$$\omega^2 = \left(\frac{\pi n_m}{30} \right)^2, \quad \frac{g}{f} = \left(\frac{\pi n_e}{30} \right)^2$$

[der letztere Wert aus Gleichung (5)] erhält man:

$$(19) \quad r = e \frac{n_e^2}{n_e^2 - n_m^2}$$

wobei n_m die Tourenzahl der Rotation, n_e die Eigenfrequenz der Welle bedeuten. Je näher die beiden Frequenzen zu einander stehen, um so größer wird der Ausschlag r (und die Fliehkraft); der Wert $n_m = n_e$ entspricht der kritischen Tourenzahl,

⁷⁾ Eine ausführliche Behandlung dieser Frage, nur auf andere Weise, findet der Leser im Buche: Vorlesungen über technische Mechanik von Prof. A. Föppl, IV. Dynamik.

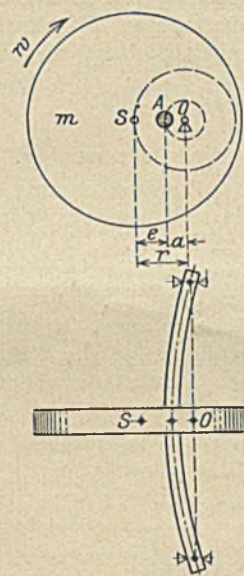


Abb. 11.

hierbei wird theoretisch $r = \infty$. Wenn die Tourenzahl größer ist als die Eigenfrequenz, dann muß der Punkt A außerhalb des Schwerpunktes liegen, um das Gleichgewicht herstellen zu können (Abb. 12). Die Gleichung lautet hierbei:

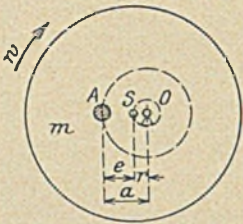


Abb. 12.

$$m r \omega^2 = m (r + e) \frac{g}{f}$$

beziehungsweise

$$(20) \quad r = e \frac{n_e^2}{n_m^2 - n_e^2},$$

und man erkennt, daß der Ausschlag (und die Fliehkraft) mit wachsender Tourenzahl immer kleiner wird und bei

entsprechend hoher Umdrehungsgeschwindigkeit sogar nur einen Bruchteil von der ursprünglichen Exzentrizität ausmacht. (Denselben Erscheinungen werden wir weiter unten bei der Ermittlung des dynamischen Faktors begegnen.)

Wenn also die Exzentrizität e nebst der beiden Frequenzen gegeben ist, dann muß aus obigen Formeln der Ausschlag ermittelt werden, woraus sich nach Formel (17) dann die Fliehkraft ergibt.

Meistens wird jedoch eine Schwerpunktsexzentrizität (e) nicht angegeben werden können, höchstens eine Führungsexzentrizität, d. h. das Maß der größten möglichen Wellendurchbiegung a . Die durch die Wellenlager auf das Fundament übertragene Fliehkraft kann dann einfach durch die oben angeschriebene Biegekraft als

$$(21) \quad F = \frac{a}{f} G'$$

ausgedrückt werden.

Zur Berechnung der hin- und hergehenden Massenkräfte eines Kurbeltriebes sei auf das bereits angeführte Büchlein von Prof. Dr. O. Föppl (Grundzüge der technischen Schwingungslehre) hingewiesen. Es handelt sich hierbei nur um die rein geradlinig bewegte Gesamtmasse m , die vom Kolben, Kolbenstange, Kreuzkopf und einem Teil der Schubstange herrührt, da die rein drehenden Massen, wie die Kurbel und der Schubstangenkopf sowie der zweite Teil der Schubstange, durch Gegenkurbel ausgeglichen werden können (Abb. 13).

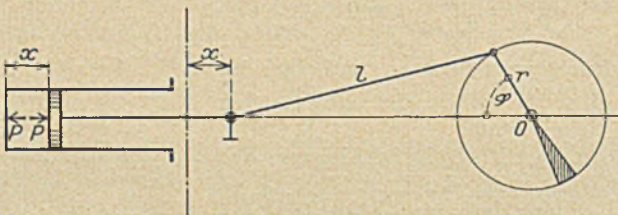


Abb. 13.

Wenn die Totlage des Getriebes durch $x = 0$ gegeben ist, dann erhält man zwischen dem Weg der Masse und dem Verdrehungswinkel die Beziehung:

$$x = r \left[(1 - \cos \varphi) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2 \varphi) \right]$$

wobei $\lambda = \frac{r}{l}$. Durch Differentiation und Einführung des Zeichens ω für die zeitlich ungeänderte Winkelgeschwindigkeit $\frac{d\varphi}{dt}$ der Maschine erhält man die Beschleunigung zu

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = r \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2 \varphi)$$

und die Massenkraft (= Masse \times Beschleunigung) zu

$$(22) \quad P = m r \omega^2 \cos \varphi + m r \omega^2 \lambda \cos 2 \varphi = P_I \cos \varphi + P_{II} \cos 2 \varphi.$$

Das sind Massenkraft I. und II. Ordnung, von denen die erste mit der Periode des Kurbelwinkels, die zweite mit

doppelter Periode fortschreitet. Der Größtwert entsteht bei $\varphi = 0$ und ist

$$(23) \quad P_I + P_{II} = m r \omega^2 (1 + \lambda).$$

Es genügt nun nicht, die Größtwerte der ermittelten periodisch wirkenden dynamischen Kräfte in unveränderter Größe als statische Kraftgrößen in Rechnung zu setzen, sie sind vielmehr mit einem dynamischen Faktor ν zu multiplizieren, da die von den dynamischen Kräften hervorgerufenen Beanspruchungen anders, meistens größer ausfallen, als wenn diese Kräfte ruhend wirken würden. Als dynamischen Faktor hat der Verfasser für periodische Kräfte und stoßweise auftretende Belastungen im ersten Aufsatz die Zahl z vorgeschlagen, unter der Voraussetzung, daß die Eigenfrequenz und die Maschinentourenzahl — dem Vorschlag des Herrn Dr. Geiger entsprechend — einen Unterschied von mindestens 30% aufweisen. Dieser Zuschlag ist bei genannter Voraussetzung immer ausreichend, wie dies auch aus dem damals veröffentlichten Gedankenaustausch zwischen Dr. Geiger und dem Verfasser hervorgeht. Der 100proz. Zuschlag braucht aber nicht als starre Regel zu gelten, sondern nur als behelfsmäßiger einfacher Überschlagswert für den Fall, daß eine genauere Berechnung nicht erfolgt. Es ist nämlich möglich, den dynamischen Faktor für periodisch wirkende Kräfte von Fall zu Fall je nach dem Verhältnis zwischen Eigenfrequenz und Tourenzahl auch genauer zu fassen, wie es die folgenden Ausführungen zeigen:

Läßt man auf ein Fundament in einer bestimmten Richtung (lotrecht oder wagerecht) eine ruhende Kraft P einwirken, dann entsteht an irgendeiner Stelle dieses Fundamentes die statische Verschiebung oder Durchbiegung f . Wirkt sie als hin- und hergehende Kraft, nach dem Sinusgesetz mit dem Augenblickswert $P \sin \alpha$ und dem Größtwert P , dann bringt sie das Fundament in Schwingungen, und die betreffende Meßstelle des Fundamentes erleidet den Schwingungsausschlag $a \sin \alpha$ mit dem Größtwert a . Da die Beanspruchungen mit den Deformationen proportional sind, gibt das Verhältnis des dynamischen und statischen Ausschlages $\nu = \frac{a}{f}$ gleichzeitig an, in welchem Maße die Beanspruchung des Fundamentes durch die dynamische Art der Kraft gesteigert wird, oder die wievielfache statische Kraft anzusetzen ist, um dieselben Beanspruchungen zu erzielen, wie sie durch die dynamische Kraft hervorgerufen werden. Die Größe des Schwingungsausschlages a hängt nun vom Verhältnis der Eigenfrequenz zur Kraftfrequenz (Tourenzahl) ab und wird um so größer, je näher die beiden Frequenzen zu einander stehen. Die Verhältniszahl $\nu = \frac{a}{f}$, der dynamische Faktor, ist von den Frequenzen im selben Sinne abhängig, da f ein Festwert ist, und kann für gegebene Frequenzen wie folgt ermittelt werden.

Die Abhängigkeit des Schwingungsausschlages vom Verhältnis der Frequenzen hat Herr Dr. Geiger anlässlich des oben genannten Gedankenaustausches in der Formel

$$a = \frac{P}{\frac{3 E \Theta}{l^3} - m \omega^2}$$

und in der Abb. 2 seines Aufsatzes angegeben. In allgemeinerer Form lautet diese Gleichung wie folgt:

$$(24) \quad a = \frac{P}{\frac{m g}{f} - m \omega^2},$$

wobei P den Größtwert der angreifenden periodischen Kraft $P \sin \alpha$,

- a den zugehörigen größten Ausschlag,
- m die Masse des Fundamentes nebst Maschine,
- f den vom Gesamtgewicht G hervorgerufenen Ausschlag (G in der Krafrichtung angesetzt) und
- ω die Winkelgeschwindigkeit der Kraftperiode (Tourenzahl der Maschine)

bedeuten. Drückt man den Nenner mit den Frequenzzahlen n_e und n_m für Eigenfrequenz und Tourenzahl aus, dann ist zunächst aus Gleichung (5) (wie bei der Fliehkraftberechnung):

$$\frac{g}{f} = \left(\frac{\pi n_e}{30} \right)^2$$

und

$$\omega = \left(\frac{\pi n_m}{30} \right)^2,$$

woraus sich

$$(25) \quad a = \frac{30^2 P}{\pi^2 m} \cdot \frac{1}{n_e^2 - n_m^2}$$

ergibt. Nun ist die statische Durchbiegung infolge einer ruhenden Last P

$$\delta = f \frac{P}{G} = \frac{f}{m g} P = \frac{1}{m} \left(\frac{30}{\pi n_e} \right)^2 P,$$

und man erhält den dynamischen Faktor

$$(26) \quad v = \frac{a}{\delta} = \frac{30^2 P}{\pi^2 m} \cdot \frac{1}{n_e^2 - n_m^2} \cdot \frac{\pi^2 m}{30^2 P} n_e^2 = \frac{n_e^2}{n_e^2 - n_m^2}$$

oder nach Einführung der Verhältniszahl $x = \frac{n_e}{n_m}$ die Gleichung:

$$(27) \quad v = \frac{x^2}{x^2 - 1}.$$

Für verschiedene Frequenzverhältnisse $x = \frac{n_e}{n_m}$ ergeben sich nach dieser Formel folgende dynamische Faktoren:

$x = \frac{n_e}{n_m} = 0,0$	0,5	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	$\sqrt{2}$	1,5	2,0	
$v =$	0,00	0,33	1,00	1,78	4,27	∞	5,75	3,28	2,00	1,80	1,33
$x = \frac{n_e}{n_m} = 3,0$	5,0	10,0									
$v =$	1,13	1,04	1,01								

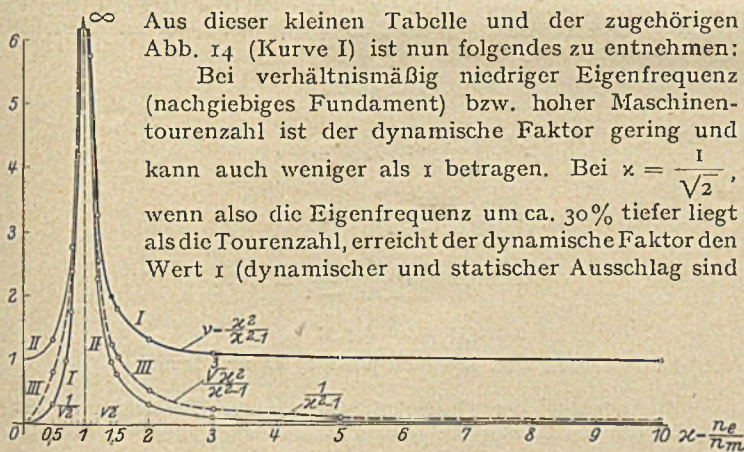


Abb. 14.

einander gleich), um bei weiterer Annäherung beider Frequenzen rasch anzusteigen. Das Verhältnis $x = \frac{n_e}{n_m} = 1$ entspricht der Resonanz mit dem theoretischen Wert $v = \infty$. Weiter nimmt der Faktor wieder rasch ab und beträgt bei $x = \frac{n_e}{n_m} = \sqrt{2}$, wenn also die Tourenzahl um ca. 30% tiefer steht als die Eigenfrequenz, nur mehr 2 (100% Stoßzuschlag). Wird die Eigenfrequenz noch höher (starres Fundament) bzw. die Tourenzahl noch kleiner, dann nähert sich der dynamische Faktor immer mehr dem Wert 1.

Es wäre nun nicht richtig, daraus den Schluß zu ziehen, daß man nach Möglichkeit nicht starre, sondern biegsame Fundamente konstruieren soll mit niedriger Eigenfrequenz, um hierdurch den dynamischen Faktor möglichst zu verringern. Bei solch biegsamen Fundamenten wird zwar der dynamische Faktor, also die Kraftwirkung, gering, dafür sind aber auch

die Querschnitte schwach, so daß die geringe Kraft trotzdem erhebliche Durchbiegungen und Beanspruchungen zur Folge hat. Man kann sich hierüber an Hand der Formel (25) ein Bild machen. Diese Formel kann auch wie folgt geschrieben werden:

$$(28) \quad a = \frac{30^2 P}{\pi^2 m n_m^2} \cdot \frac{1}{x^2 - 1}$$

und gibt bei gegebener Tourenzahl n_m die zum jeweiligen Frequenzverhältnis $x = \frac{n_e}{n_m}$ gehörenden Ausschläge an. In folgender Tabelle sind einzelne Werte ausgerechnet, den Verlauf der Ausschläge zeigt die Kurve II auf Abb. 14.

$x = \frac{n_e}{n_m} =$	0,0	0,5	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	$\sqrt{2}$
$a = \frac{\pi^2 m n_m^2}{30^2 P} = \frac{1}{x^2 - 1} =$	1,00	1,33	2,00	2,80	5,30	∞	4,80	2,30	1,00
$x = \frac{n_e}{n_m} =$	1,5	2,0	3,0	5,0	10,0				
$a = \frac{\pi^2 m n_m^2}{30^2 P} = \frac{1}{x^2 - 1} =$	0,80	0,33	0,12	0,04	0,01				

Diese Kurve ist gegen diejenige des dynamischen Faktors (Kurve I) um die Einheit verschoben. Daß sich die Kurve mit der von Herrn Dr. G. dargestellten nicht deckt, liegt daran, daß hier die Eigenfrequenz als variable Größe aufgefaßt wurde, während Dr. G. bei gegebener Eigenfrequenz die Tourenzahl ändert. Man sieht, daß der Ausschlag beziehungsweise die Beanspruchung für Werte $x < 1$ nicht unter ein gewisses Maß ($a = \frac{30^2 P}{\pi^2 m n_m^2}$) sinken, während für $x > 1$ Ausschlag und Be-

anspruchung beliebig verringert werden können, wenn man mit der Eigenfrequenz hoch genug geht, die Fundamente also genügend starr ausbildet. Man soll demnach möglichst starre Fundamente konstruieren, um geringe Vibrationsausschläge und niedrige Spannungen zu erzielen. Die geringen Vibrationen sind nicht nur für den ruhigen Gang der Maschine von Vorteil, sie übertragen auch — wie bereits gesagt — kleinere Erschütterungen auf die Umgebung, und es geht durch sie weniger Energie verloren. Was die Beanspruchungen betrifft, so sei noch darauf hingewiesen, daß wir bei den vorangehenden Betrachtungen nur die dynamischen Kräfte berücksichtigt haben; dazu kommen noch die ruhenden Lasten der Maschine und des Fundamentes, die bei schwachen, nachgiebigen Fundamenten größere Beanspruchungen hervorrufen als bei starren, so daß letztere auch aus diesem Grunde zu bevorzugen sind. Man wird ferner durch möglichst starre Konstruktion die Spannungen auch deshalb niedrig halten müssen, weil die hier besprochenen periodischen Kräfte Wechselbeanspruchungen hervorrufen, gegen die das Material weniger widerstandsfähig ist⁸⁾. Die günstige Wirkung der Eigenfrequenzerhöhung zeigt sich hierbei auch darin, daß der dynamische Faktor ebenfalls abnimmt (er nähert sich dem Werte 1), so daß der Spannungsanteil der dynamischen Kräfte im Verhältnis kleiner wird, wodurch sich die Entfernung zwischen oberer und unterer Spannungsgrenze verringert. Aus Versuchen ist bekannt, daß das Material um so widerstandsfähiger ist, je weniger diese Spannungsgrenzen von einander abweichen, beziehungsweise je kleiner die Ausschläge der Spannungsvibration sind, man wird also um so höhere Gebrauchsspannungen zulassen können. Auf die bei wiederholten Beanspruchungen zuzulassenden Spannungen wollen wir weiter unten noch zurückkommen, es sollen zuerst die Zusammenhänge zwischen den Frequenzen, dem dynamischen Faktor, den Ausschlägen und Spannungen an Hand eines kleinen Beispiels gezeigt werden. Es muß vorher noch bemerkt werden, daß sich bei wechselndem Frequenzverhältnis die Spannungen nur dann in derselben Weise wie die Ausschläge ändern,

⁸⁾ Auf den ungünstigen Einfluß von Wechselbeanspruchungen bei Maschinenfundamenten hat m. W. zuerst Herr Dr.-Ing. Boros in dieser Zeitschrift 1923 S. 339 hingewiesen.

wenn es sich nur um Normalkräfte handelt; die Querschnittsänderungen beeinflussen nämlich die Ausschläge in derselben Weise, wie die Spannungen, Ausschläge und Spannungen sind proportional zueinander. Dasselbe gilt auch für Biegungsbeanspruchung, solange bei Querschnittsänderungen die Querschnittshöhe unverändert beibehalten wird, die verschiedenen Eigenfrequenzen also nur durch Änderung der Querschnittsbreiten bewirkt werden. Wenn aber bei Biegungsbeanspruchungen die Frequenzänderungen bei gleichbleibender Breite nur durch Änderung der Querschnittshöhe hervorgerufen werden, dann hat die Abhängigkeitskurve der Spannungen einen von der Ausschlagkurve II etwas abweichenden Verlauf. Betrachtet man hierbei die Querschnittshöhe h als unabhängige Veränderliche, dann ist

$$\text{die Spannung } \sigma = \frac{c_1}{h^2},$$

$$\text{die Durchbiegung (Ausschlag) } a = \frac{c_2}{h^3},$$

das Frequenzverhältnis [auf Grund der Gleichung (5)]

$$\kappa = c_3 \sqrt{h^3}; \text{ und daraus } h = \sqrt[3]{\left(\frac{\kappa}{c_3}\right)^2}.$$

Aus den ersten beiden Ausdrücken folgt:

$$\frac{\sigma}{a} = c_4 h,$$

oder

$$(29) \quad \sigma = a c_4 h = \frac{c_5}{\kappa^2 - 1} c_4 \sqrt[3]{\frac{\kappa^2}{c_3^3}} = c \frac{\sqrt[3]{\kappa^2}}{\kappa^2 - 1}.$$

An Hand dieser Formel ist die Kurve III auf Abb. 14 gezeichnet. Wie man erschen kann, weicht sie von der Ausschlagkurve II nur wenig ab.

Als Beispiel wählen wir einen Holzbalken, der von der darauf sitzenden Rotationsmaschine in lotrechter Richtung durch eine Fliehkraft P periodischen Beanspruchungen unterworfen wird (Abb. 15).

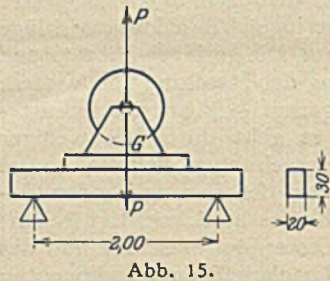


Abb. 15.

Das Gewicht der Maschine (als Einzellast in Balkenmitte angreifend) ist $G = 1000$ kg (das Balkeneigengewicht wird vernachlässigt);

die Fliehkraft $P = 500$ kg, Tourenzahl $n_m = 800$ /min; Balkenbreite $b = 20$ cm, Balkenhöhe $h = 30$ cm, Spannweite $l = 200$ cm, Elastizitätsmodul $100\,000$ kg/cm² (Trägheitsmoment $I = 45\,000$ cm⁴);

man erhält zunächst

$$f = \frac{G l^3}{EI \cdot 48} = \frac{1000 \cdot 200^3}{100\,000 \cdot 45\,000 \cdot 48} = 0,037 \text{ cm}$$

$$\text{und daraus } n_e = \frac{300}{\sqrt{0,037}} = 1580,$$

$$\text{ferner } \kappa = \frac{n_e}{n_m} = \frac{1580}{800} = 1,975;$$

$$v = \frac{\kappa^2}{\kappa^2 - 1} = 1,34.$$

Nach Formel (28) ergibt sich der Ausschlag zu

$$a = \frac{30^3 \cdot 500}{\pi^2 \cdot 1000 \cdot 800^2} \cdot \frac{1}{1,975^2 - 1} = 0,0695 \cdot \frac{1}{0,975} = 0,025 \text{ cm};$$

die Beanspruchung von einer ruhenden Last P ist:

$$\sigma_0 = \frac{M}{W} = \frac{3 P l}{2 b h^2} = 8,4 \text{ kg/cm}^2.$$

von der dynamischen Kraft P :

$$\sigma = \sigma_0 v = 8,4 \cdot 1,34 = 11,3 \text{ kg/cm}^2.$$

Zur Erleichterung der weiteren Berechnungen ermitteln wir hieraus den Wert c der Gleichung (29) wie folgt:

$$c = 11,3 \cdot \frac{1,975^2 - 1}{\sqrt[3]{1,975^2}} = 21,0.$$

Zum Studium der Frequenzänderungen wollen wir nun

a) die Querschnittsbreite ändern

und dabei die Höhe des Querschnittes unverändert belassen.

$b = 8$ cm

$$f = \frac{20}{8} \cdot 0,037 = 0,093 \text{ cm},$$

$$n_e = \frac{300}{\sqrt{\frac{20}{8} \cdot 0,037}} = \sqrt{\frac{8}{20}} \cdot 1580 = 1000,$$

$$\kappa = \sqrt{\frac{20}{8} \cdot \frac{1580}{800}} = 1,25,$$

$$v = \frac{\kappa^2}{\kappa^2 - 1} = \frac{1,25^2}{1,25^2 - 1} = 2,8,$$

$$a = 0,0695 \cdot \frac{1}{1,25^2 - 1} = 0,128,$$

$$\sigma = \frac{11,3}{0,025} \cdot 0,128 = 450 \cdot 0,128 = 58,$$

$b = 1$ cm

$$\kappa = \sqrt{\frac{1}{20}} \cdot 1,975 = 0,45,$$

$$v = \frac{0,45^2}{0,45^2 - 1} = 0,25,$$

der dynamische Faktor ist hier also < 1 ;

$$a = 0,0695 \cdot \frac{1}{0,45^2 - 1} = 0,086,$$

$$\sigma = 450 \cdot 0,086 = 38,5.$$

Bei $1/30$ Balkenbreite ist also die dynamische Spannung nur auf den dreifachen Wert gestiegen und ist geringer als bei $b = 8$ cm. Wird jedoch die von der ruhenden Last $G = 1000$ kg verursachte Beanspruchung hinzugezählt, dann erhält man bei $b = 1$ cm $\sigma = 38,5 + 334 = 372$ kg/cm², bei $b = 8$ cm $\sigma = 58 + 42 = 100$ kg/cm² und bei $b = 20$ cm $\sigma = 11,3 + 16,5 = 28$ kg/cm².

$b = 40$ cm

$$\kappa = \sqrt{\frac{40}{20}} \cdot 1,975 = 2,82,$$

$$v = \frac{2,82^2}{2,82^2 - 1} = 1,44,$$

$$a = 0,0695 \cdot \frac{1}{2,82^2 - 1} = 0,01,$$

$$\sigma = 450 \cdot 0,01 = 4,5;$$

von der ruhenden Last kommen noch 17 kg/cm² dazu.

β) Änderung der Querschnittshöhe unter Beibehaltung der ursprünglichen Breite:

$h = 20$ cm

$$f = \left(\frac{30}{20}\right)^3 \cdot 0,037 = 0,125,$$

$$n_e = \frac{300}{\sqrt{\left(\frac{30}{20}\right)^3 \cdot 0,037}} = \sqrt{\left(\frac{20}{30}\right)^3} \cdot 1580 = 860,$$

$$\kappa = \frac{860}{800} = 1,075 \cdot \sqrt{\left(\frac{20}{30}\right)^3} = 1,074,$$

liegt also sehr nahe zur Resonanz,

$$v = \frac{1,074^2}{1,074^2 - 1} = 7,54,$$

$$a = 0,0695 \cdot \frac{1}{1,074^2 - 1} = 0,45,$$

$$\sigma = 21,0 \cdot \frac{\sqrt[3]{\kappa^2}}{\kappa^2 - 1} = 21,0 \cdot \frac{\sqrt[3]{1,074^2}}{1,074^2 - 1} = 145.$$

h = 10 cm

$$x = \sqrt{\left(\frac{10}{30}\right)^3} \cdot 1,975 = 0,385,$$

$$v = \frac{0,385^2}{0,385^2 - 1} = 0,173,$$

$$a = 0,0695 \cdot \frac{1}{0,385 - 1} = 0,081,$$

$$\sigma = 21,0 \cdot \frac{\sqrt[3]{0,385^2}}{0,385^2 - 1} = 13,$$

also nur etwa $\frac{1}{10}$ der vorhergehenden Spannung, trotzdem die Querschnittshöhe nur $\frac{1}{2}$ so groß ist.

h = 50 cm

$$x = \sqrt{\left(\frac{50}{30}\right)^3} \cdot 1,975 = 4,3,$$

$$v = \frac{4,3^2}{4,3^2 - 1} = 1,06,$$

$$a = 0,0695 \cdot \frac{1}{4,3^2 - 1} = 0,004,$$

$$\sigma = 21,0 \cdot \frac{\sqrt[3]{4,3^2}}{4,3^2 - 1} = 3,2.$$

Die Ergebnisse dieses Beispiels illustrieren die vorangehenden allgemeinen Betrachtungen.

Wir kommen nun auf die Frage der zulässigen Spannungen bei wiederholten Beanspruchungen zurück. Eine restlose Klärung dieser Frage war bis jetzt nicht möglich, es müssen noch weitere Versuche unternommen werden. Nach den bisherigen Versuchserfahrungen kann man jedoch schon sagen, daß, wie oben bereits ausgeführt wurde, die wiederholten Beanspruchungen die Festigkeit ganz erheblich vermindern, und daß die Festigkeit um so geringer wird, je weiter die Spannungsgrenzen voneinander abstehen. Solange genauere Angaben über die Materialfestigkeiten bei Wechselbeanspruchungen nicht vorhanden sind, empfiehlt der Verfasser bei der Bestim-

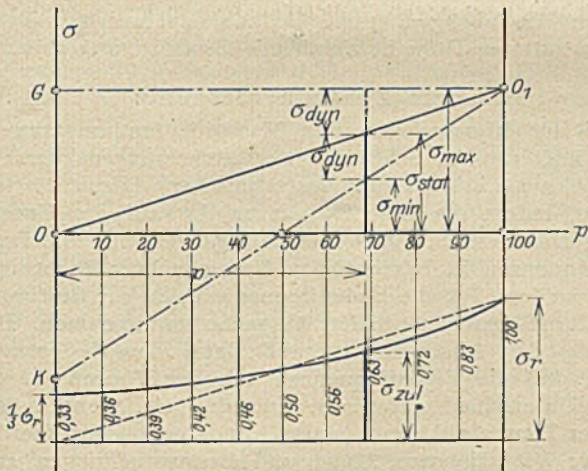


Abb. 16.

mung der zulässigen Spannungen hierfür etwa nach Abb. 16 vorzugehen⁹⁾. Auf die Abszisse sind hier die Prozente des statischen Spannungsanteiles (von ruhender Last hervorgerufene Spannungen) von 0 bis 100 aufgetragen, die Ordinaten stellen die Spannungen dar. Die Größtspannung, d. h. die aus einem statischen und einem dynami-

⁹⁾ Über wiederholte Beanspruchungen siehe: Foerster, Taschenbuch für Bauingenieure, III. Auflage, S. 1781, und im soeben erschienenen Büchlein: „Untersuchungen über den Einfluß häufig wiederholter Druckbeanspruchungen auf der Elastizität und Druckfestigkeit von Beton“ von Dr.-Ing. Mehmel, Verlag Springer. — Nach letztgenannter Schrift ist die Ursprungsfestigkeit des Betons auf Druck (Wechselbelastungen zwischen 0 und +P, entsprechend p = 50% auf Abb. 16) etwa halb so groß, wie die Bruchfestigkeit bei ruhender Last, woraus jedoch auf die Schwingungsfestigkeit des Eisenbetons (Wechselbelastungen zwischen -P und +P, entsprechend p = 0% auf Abb. 16) nicht ohne weiteres geschlossen werden kann.

schen Teil bestehende Gesamtspannung ist durch die Abszisse und die Wagerechte GO_1 begrenzt, wobei die unter der Diagonale OO_1 liegenden Ordinaten die statischen, die zwischen OO_1 und GO_1 liegenden die dynamischen Spannungen angeben. Da die letzteren ihre Vorzeichen ständig ändern, entsteht auch eine untere Spannungsgrenze, die von der Geraden O_1K und der Abszisse p eingeschlossen wird. Für p = 50% ist die untere Spannungsgrenze = 0, die Spannung schwankt also zwischen 0 und dem Größtwert. Bei p = 100 ist der dynamische Anteil = 0, es tritt nur ruhende Spannung auf, während für p = 0 der statische Teil zu 0 wird und ein Schwanken der Spannung zwischen den beiden entgegengesetzten aber gleichgroßen Grenzwerten stattfindet.

Die zulässige Spannung könnte man nun vom Werte σ_r für ruhende Lastenfälle (p = 100) ebenso wie die statischen Spannungsanteile bis auf 0 linear abnehmen lassen (gestrichelte Linie in der unteren Abbildung), eine reine Wechselbeanspruchung (p = 0) wäre aber dann überhaupt nicht zulässig ($\sigma_{zul} = 0$). Es wird demnach den Verhältnissen besser Rechnung getragen, wenn man für reine Wechselbeanspruchung etwa den Wert $\frac{1}{3} \sigma_r$ als zulässig festlegt, womit gleich ausgesprochen ist, daß der Einfluß der dynamischen Spannungsanteile dreimal so groß ist, wie der statische Einfluß. Für einen ruhenden Spannungsanteil von p% ergibt sich dann die zulässige Spannung zu

$$(30) \quad \sigma_{zul} = \sigma_r \frac{100}{p + 3(100 - p)} = \sigma_r \frac{100}{300 - 2p}$$

und ihr Verlauf ist auf Abb. 16 durch die ausgezogene Kurve mit den angeschriebenen Ordinaten dargestellt. Dieser Verlauf für die zulässige Spannung ist gleichbedeutend mit der Annahme, daß die periodisch wirkenden dynamischen Kräfte (außer der Berücksichtigung des dynamischen Faktors) mit ihren 3fachen Werten genommen werden, wobei dann als zulässige Spannung der konstante statische Wert σ_r zugrunde gelegt wird.

Wenn es sich um Spitzenbeanspruchungen handelt, die nur ausnahmsweise und nicht lange auftreten können, so genügt es m. E. etwa mit den 2fachen Kräften (statt 3fach) zu rechnen. (Dieser Annahme entspräche in Abb. 16 eine Spannungskurve, die bei Steigerung der dynamischen Spannungsanteile von σ_r auf $\frac{1}{2} \sigma_r$ abnimmt.)

Bei den ständig hin- und hergehenden Kräften einer Dampfmaschine wird man z. B. die 3fachen, bei den denkbar größten Fliehkräften einer Turbine die 2fachen Werte einzusetzen haben, um der Ermüdung des Materials Rechnung zu tragen.

Die vorangehenden Ausführungen über dynamische Kräfte, wiederholte Beanspruchungen, über den dynamischen Faktor usw. bezogen sich alle auf sinusförmig im Takte der Maschine immer wiederkehrende Beanspruchungen, wie sie bei Maschinenfundamenten hauptsächlich auftreten. Es können auch Kraftwirkungen anderer Art auftreten, die dann von Fall zu Fall ermittelt werden müssen. Vielfach kommen einmalige stoßweise Beanspruchungen vor, so z. B. bei Dampfhammerfundamenten, bei Fördergerüsten, Aufzügen usw. Im folgenden sollen auch für derartige Fälle einige Anhaltspunkte gegeben werden.

Bei Fördergerüsten kann z. B. der ungünstige Fall eintreten, daß der aufwärts bewegte Korb auf ein Hindernis stößt und sich plötzlich festklemmt, die Maschine jedoch weiter zieht, bis das Seil reißt (Abb. 17). Das Fördergerüst ist demnach

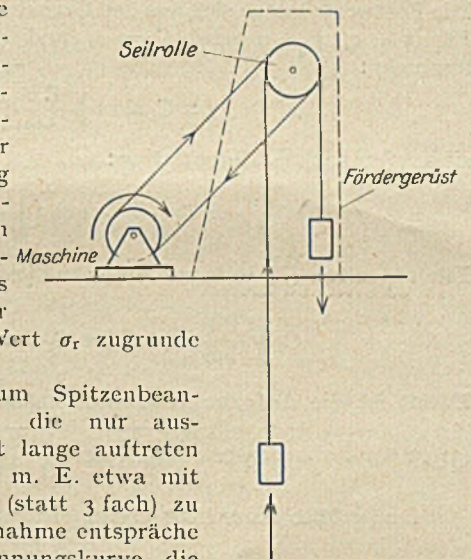


Abb. 17.

für die Zerreibkraft des einen Seiles zu bemessen. Durch das Festklemmen des aufgehenden Korbes wird aber gleichzeitig der am selben Seile hängende abwärtsgehende Korb plötzlich angehalten, wodurch auch in das andere Seilende erhebliche Massenkräfte geraten, die das Fördergerüst und die Maschine ebenfalls belasten. Ähnliche Massenkräfte entstehen beim plötzlichen Abbremsen von Aufzügen. An Hand der vereinfachten Abb. 18 wollen wir nun versuchen, diese Massenkräfte zu erfassen.

Das am Seile hängende Gewicht G bewegt sich mit gleicher Geschwindigkeit v abwärts und wird in der Tiefenlage l durch plötzliches Anhalten der Seilrolle festgehalten. Wir suchen die größte Kraft Z_{max} , die durch das plötzliche Halten hervorgerufen wird. — Infolge seiner Trägheitskraft wird das Gewicht nach Ablauf der Zeit t das Seil um das Maß y dehnen; dieser Deformation entspricht die Seilzugkraft

$$Z = \frac{y E F}{l},$$

wenn F den Seilquerschnitt und E den Elastizitätsmodul des Seiles bedeuten. Diese Kraft kann andererseits durch die Masse \times Beschleunigung ausgedrückt werden, es ist also

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{Z}{m} = \frac{y E F}{l m}.$$

Diese Gleichung ist aber nichts anderes als die Schwingungsgleichung Nr. 1, deren Lösung nach Formel (2) wie folgt lautet:

$$y = C_1 \sin t \sqrt{\frac{F E}{l m}} + C_2 \cos t \sqrt{\frac{F E}{l m}}.$$

Die Festwerte lassen sich aus den Grenzbedingungen bestimmen. Für $t = 0$, $y = 0$ wird $C_2 = 0$, und die Gleichung lautet nunmehr:

$$y = C_1 \sin t \sqrt{\frac{E F}{l m}};$$

sie ergibt nach Differentiation:

$$\frac{dy}{dt} = C_1 \sqrt{\frac{E F}{l m}} \cos t \sqrt{\frac{E F}{l m}}.$$

Für $t = 0$ ist $\frac{dy}{dt} = v$, woraus dann C_1 wie folgt bestimmt wird:

$$C_1 \sqrt{\frac{E F}{l m}} = v \text{ oder } C_1 = v \sqrt{\frac{l m}{E F}}.$$

Damit ist die Aufgabe gelöst und man erhält:

$$(31) \quad y = v \sqrt{\frac{l m}{E F}} \sin t \sqrt{\frac{E F}{l m}}.$$

Der größte Ausschlag ergibt sich zu

$$(32) \quad y_{max} = v \sqrt{\frac{l m}{E F}} = v \sqrt{\frac{l G}{E F} \cdot \frac{l}{g}} = v \sqrt{\frac{l}{g}},$$

wenn f den Seildurchhang unter der einfachen Last G bedeutet. Die durch das plötzliche Anhalten erzeugte größte Seilkraft ist

$$(33) \quad Z_{max} = \frac{y_{max}}{f} G$$

Daß hierbei erhebliche Zusatzkräfte entstehen, zeigt das folgende Zahlenbeispiel:

$$\begin{aligned} G &= 2000 \text{ kg,} \\ F &= 4,0 \text{ cm}^2, \\ E &= 2\,100\,000 \text{ kg/cm}^2, \\ v &= 100 \text{ cm/s,} \\ l &= 1000 \text{ cm.} \end{aligned}$$

Es ergibt sich:

$$\begin{aligned} f &= \frac{l G}{E F} = \frac{1000 \cdot 2000}{2\,100\,000 \cdot 4,0} = 0,24 \text{ cm,} \\ y_{max} &= v \sqrt{\frac{l}{g}} = 100 \cdot \sqrt{\frac{0,24}{981}} = 1,56 \text{ cm,} \\ Z_{max} &= \frac{y_{max}}{f} G = \frac{1,56}{0,24} \cdot 2000 = 6,5 \cdot 2000. \end{aligned}$$

Es treten in diesem Falle 6,5 fache Zusatzspannungen auf, der dynamische Faktor ist also 7,5. In Wirklichkeit verhält sich jedoch der Fall günstiger, da auch die Seilrolle und die übrige Aufhängekonstruktion eine kleine elastische Deformation erleiden werden. Man kann auch durch Überschreitung der Elastizitätsgrenze größere Seildehnungen erhalten, als rechnerisch vorausgesetzt. Die Berechnung ist aber schon deshalb bemerkenswert, weil die Aufzugsfirmen vielfach nur das einfache Gewicht G zur Bemessung der Tragkonstruktion angeben, und der Bauingenieur nichtsahnend diese Last seiner statischen Berechnung zugrunde legt. Die Aufzugsfirma berechnet ihre Seile zwar auch nur für einfache Lasten, jedoch mit 6 facher Sicherheit; da der Bauingenieur für die Bemessung der Eisenquerschnitte nur 2 fache Sicherheit rechnet, so müßte das Gewicht des Fahrstuhles mit 3 fachem Wert eingesetzt werden, um in der Tragkonstruktion dieselbe Sicherheit zu haben, wie im Seile. Tragkonstruktionen für Aufzüge müßte man m. E. überhaupt auf Seilbruch rechnen, wie bei Fördergerüsten. Bei dem vorhin erwähnten plötzlichen Anhalten des abwärts fahrenden Förderkorbes liegen die Verhältnisse ähnlich. Als Seillänge l ist aber hier u . U. die gesamte Seillänge von Korb zu Korb einzusetzen, da das Klemmen am auf-fahrenden Korb erfolgt. Hierdurch wird der Lastzuschlag vermindert; eine Erhöhung des Zuschlages wird andererseits durch die größere Geschwindigkeit der Förderung bedingt (ca. 10,0 m/sec).

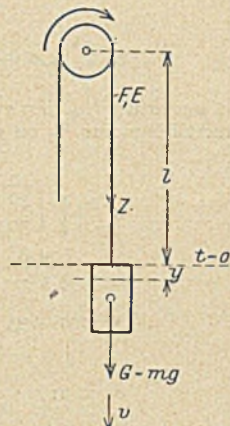


Abb. 18.

Durch ähnliche Berechnungen können die auf Hammerfundamente einwirkenden Kräfte bestimmt werden. Es sei hier auch auf die Stoßzahlen hingewiesen, die Herr Dr. Geiger anlässlich des obengenannten Gedankenaustausches für von einer bestimmten Höhe herabfallende Gewichte angegeben hat.

Durch ähnliche Berechnungen können die auf Hammerfundamente einwirkenden Kräfte bestimmt werden. Es sei hier auch auf die Stoßzahlen hingewiesen, die Herr Dr. Geiger anlässlich des obengenannten Gedankenaustausches für von einer bestimmten Höhe herabfallende Gewichte angegeben hat.

Kurze Zusammenfassung:

Bei der Konstruktion von Maschinenfundamenten wird nach erfolgter roher Schätzung der Abmessungen zuerst eine Untersuchung in schwingungstechnischer Hinsicht vorgenommen, indem die Eigenfrequenzen des auf der Unterlage schwingenden Fundamentkörpers als ganzes, und die inneren Eigenfrequenzen in lotrechter und wagerechter Richtung ermittelt werden. Für die Bodenfrequenzen sind zur Bestimmung der Bettungs- bzw. Schubziffer Versuche vorzunehmen. Durch Änderung der Abmessungen muß dann danach getrachtet werden, daß die Eigenfrequenzen von der Tourenzahl einen großen Unterschied aufweisen, und daß sie, wenn möglich, über der Tourenzahl liegen (starre Fundamente), um hierdurch geringere Vibrationsausschläge und Beanspruchungen zu erhalten. — Nachdem die äußeren Abmessungen auf diese Weise festgelegt sind, erfolgt die Ermittlung der auf das Fundament wirkenden Kräfte, wobei die Massenkräfte mit einem vom Verhältnis der Frequenzen abhängenden dynamischen Faktor multipliziert werden. Hierauf erfolgt die Bemessung gegen diese Kräfte bzw. die Spannungsermittlung, wobei die vom statischen Spannungsanteil abhängende zulässige Spannungsgrenze innezuhalten ist, bzw. bei Verwendung der für statische Fälle zulässigen Spannung die periodisch wirkenden Kräfte (außer der Berücksichtigung des dynamischen Faktors) mit ihren 2 bis 3 fachen Werten genommen werden müssen.

*

Nach Abschluß dieses Aufsatzes ist der letzte Band des bekannten Buches „Der Eisenbetonbau“ von Prof. Dr.-Ing. E. h. E. Mörsch erschienen, in dem auf S. 359 ff Maschinenfundamente behandelt werden. Herr Prof. Mörsch kommt dort auch auf die im Aufsatz „Dampfturbinenfundamente“ des Verfassers

gegebenen Berechnungsvorschläge zu sprechen, und es sei mir hier erlaubt, zu seinen Bemerkungen Stellung zu nehmen.

Es ist mir nicht recht erklärlich, warum Herr Prof. M. einerseits an den hohen lotrechten Stoßzuschlägen (300%) festhält, in wagerechter Richtung aber andererseits nur die halbe Maschinenlast, also 50% Zuschlag gelten lassen will. Die rotierende Maschine kann doch nur Kräfte auslösen, die nach jeder Richtung dieselbe Größe haben, eine Bevorzugung der wagerechten bzw. Benachteiligung der lotrechten Richtung ist m. E. nicht angezeigt. Daß sich die bisherige Rechnung mit dem 300 proz. Zuschlag zum Maschinengewicht mit wenigen Ausnahmen bewährt hat, ist mir ebensowenig beweiskräftig, wie die empirische Herleitung des 50 proz. wagerechten Zuschlages durch Rückwärtsrechnung aus einwandfreien Fundamenten, und so halte ich nach wie vor an meinen — durch den vorliegenden Aufsatz ergänzten — Vorschlägen fest. Es kann auch nicht behauptet werden, daß die anzusetzenden Kraftwirkungen nur aus theoretischen Erwägungen heraus ermittelt wurden, die nur statische Wirkung berücksichtigen, ohne dabei die Resonanz zu beachten, da bereits im ersten Aufsatz der dynamische Faktor 2 angewendet wurde unter der Voraussetzung einer 30 proz. Frequenzdifferenz, eine ausreichende Maßnahme, wie dies aus dem auf den Aufsatz folgenden Gedankenaustausch hervorging. Daß dieser Faktor nur als behelfsmäßiger Überschlagswert zu betrachten ist, habe ich bereits hervorgehoben; es ist im vorliegenden Aufsatz auch gezeigt worden, wie man den dynamischen Faktor je nach dem Verhältnis der Frequenzen genauer ermittelt. Da die Eigenfrequenz in wagerechter und lotrechter Richtung verschieden sein kann, so wird auch der dynamische Faktor verschieden groß ausfallen können, so daß man dann in wagerechter Richtung eine andere Kraftgröße anzusetzen hat als in lotrechter. Ob dabei die lotrechte Kraft die größere sein wird, ist fraglich; sie kann auch die kleinere sein; es hängt davon ab, welche von den beiden Eigenfrequenzen der Tourenzahl näher steht. Der sogenannte Stoßzuschlag hängt jedenfalls von der Form des Fundamentes ab und kann durch Änderung der Abmessungen verringert oder erhöht werden. Auf Grund der Zusammenhänge zwischen dem dynamischen Faktor und dem Frequenzverhältnis könnte man auch bei einem Frequenzunterschied, der kleiner ist als 30%, dimensionieren, indem man den dynamischen Faktor entsprechend erhöht. Das wäre jedoch nicht zu empfehlen, weil bei naheliegenden Frequenzen eine geringe Änderung derselben schon einen großen Ausschlag beim dynamischen Faktor und dem Schwingungsausschlag zur Folge haben würde, eine haarscharfe Erfassung der Eigenfrequenz aber unmöglich ist.

Was die Größe der Fliehkraft selbst (ohne Stoßzuschlag) anbelangt, worauf es hauptsächlich ankommt, so sei bemerkt, daß bei der Berechnung derselben im ersten Aufsatz eine be-

stimmte Exzentrizität ($\frac{1}{2}$ mm) und Tourenzahl ($n = 3000$) zugrunde gelegt waren und als rotierendes Gewicht in die gewöhnliche Fliehkraftformel Nr. 17 ($F = m \cdot r \cdot \omega^2$) 15% der gesamten Maschinenlast eingesetzt wurden. Da die obige Exzentrizität eine Führungsexzentrizität ist bzw. die denkbar größte Durchbiegung der Welle bedeutet, so wird es sich empfehlen, die Fliehkraft nach Formel (21) ($F = \frac{a}{l} G'$) aus der Biegekraft der Welle herzuleiten. Die so errechnete Fliehkraft ist von der Tourenzahl unabhängig. Das rotierende Gewicht G' und die Durchbiegung (f) der Welle unter dieser Last, sowie die Führungsexzentrizität a (denkbar größte Wellendurchbiegung) müssen von der Maschinenfabrik angegeben werden.

Die an einem Turbinenfundament (außer Kurzschlußmoment, Kondensationszug und ständige Lasten) anzusetzenden dynamischen Kraftwirkungen ergeben sich demnach beispielsweise wie folgt:

Angaben:

1. Tourenzahl $n_m = 3000$.
2. Rotierendes Gewicht $G' = 0,15 G$.
3. Denkbar größte Durchbiegung der Welle = die 3 fache ruhende Durchbiegung ($\frac{a}{l} = 3$).

Daraus ergibt sich:

$$F = 3 \cdot 0,15 G = 0,45 G.$$

a) in lotrechter Richtung:

$$\text{Eigenfrequenz } n_e = 5000.$$

$$\text{Dynamischer Faktor } \gamma = \frac{5000^2}{5000^2 - 3000^2} = 1,57;$$

hinzu kommt nach S. 881 ein 2 facher Lastzuschlag wegen Materialermüdung, so daß der lotrecht einzusetzende statische Gleichwert

$$P_1 = 0,45 G \cdot 1,57 \cdot 2 = 1,4 G$$

beträgt, wozu noch die das einfache statische Gewicht hinzukommt.

b) in wagerechter Richtung:

$$\text{Eigenfrequenz } n_e = 2000.$$

$$\text{Dynamischer Faktor } \gamma = \frac{2000^2}{3000^2 - 2000^2} = 0,8.$$

$$P_w = 0,45 G \cdot 0,8 \cdot 2 = 0,7 G$$

Es sei betont, daß die hier gegebenen Werte für P_1 und P_w nicht allgemein gelten, sondern nur für die obigen Angaben unter 1. bis 3., die jeweils von der Maschinenfabrik einzuholen sind und für die angenommenen Eigenfrequenzen. — Aus dem Beispiel ist der ausschlaggebende Einfluß des Frequenzverhältnisses ersichtlich.

3. WISSENSCHAFTLICHE JAHRESTAGUNG DER VEREINIGUNG VON HÖHEREN TECHNISCHEN REICHSBAHNBEAMTEN AM 16.—19. SEPTEMBER 1926 IN DRESDEN.

Von Dr.-Ing. Söllner, Dresden.

Nach den Tagungen in Berlin anlässlich der großen Seddiner Eisenbahnausstellung und in München während der Verkehrsausstellung hatte die Vereinigung von Höheren Technischen Reichsbahnbeamten ihre Mitglieder zu ihrer dritten wissenschaftlichen Tagung nach Dresden gebeten. Die erste Versammlung der diesem Rufe überaus zahlreich gefolgt Gäste wurde mit einer Begrüßung im Hörsaal des Chemischen Institutes der Neuen Technischen Hochschule eingeleitet. Der Vorsitzende der Vereinigung, Reichsbahnrat Frorath, bewillkommnete die Erschienenen, besonders die zahlreichen Ehrengäste und Vertreter verschiedener Behörden, die Professoren der Eisenbahnlehrstühle der Technischen Hochschulen und die Abgeordneten zahlreicher Fach- und Interessenverbände.

Im Namen des Generaldirektors der Reichsbahn und Hauptverwaltung dankte Staatssekretär a. D. Direktor Kumbier für die Einladung zur Tagung und betonte, daß die Verwaltung wisse, daß die Bestrebungen der Vereinigung das Ansehen der Technik erhöhen. Ministerialdirektor Gutbrod vertrat den am Erscheinen verhinderten Reichsverkehrsminister und legte dar, daß dieser schon immer bestrebt ist, das Verkehrsministerium gerade für die Technik auszubauen, gegebenenfalls bis zur Schaffung eines Ministeriums der Technik. Im Namen der Technischen Hochschule Dresden begrüßte der Rektor Professor Dr. Richard Müller die Versammlung und würdigte die enge Verbindung, die die Hochschule mit der Vereinigung teils als Bildungsstätte für die Höheren Techniker, teils als Stätte der Wissenschaft in der Verehrung des wissenschaft-

lichen Geistes habe, der in der Gemeinschaft der Höheren Technischen Beamten gepflegt werde.

Im Anschluß an eine Reihe weiterer Begrüßungsansprachen wurde Herrn Reichsbahndirektionspräsident Lohse, Stettin, das Wort zu seinem Vortrage über die Entwicklung der Stettiner Bahnhofsanlagen und ihre künftige Gestaltung erteilt. Der Vortragende ging von der raschen Entwicklung der Stadt Stettin aus und legte dar, wie die Eisenbahnverwaltung dem gesteigerten Verkehr im Laufe der letzten 50 Jahre gerecht zu werden suchte. Die letzten Erweiterungen waren so weit an die bebaute (hochliegende) Stadt herangeführt worden, daß die Gleisanlagen an dieser Stelle nicht mehr erweiterungsfähig waren. Ein wesentlicher Nachteil für die Betriebsführung innerhalb der Stettiner Bahnhofsanlagen sind auch die über die Oderströme führenden Brücken, die mit drehbaren Öffnungen zum Durchlassen der Schiffe versehen sind. Durch die Zunahme des Eisenbahnverkehrs traten insbesondere bei Zugverspätungen naturgemäß auch unangenehme Störungen des Schiffsahrtbetriebes durch das lange Warten der Schiffe vor den Brücken auf.

Der neue Entwurf zur grundlegenden Umgestaltung der Bahnanlagen sieht neben der Anlage eines neuen Personenbahnhofes im Südwesten der Stadt eine umfangreiche Umgestaltung der für den Güterverkehr bestimmten Rangieranlagen vor. Statt des unzulänglichen, zwischen den Oderströmen liegenden Rangierbahnhofes ist ein neuer Verschiebebahnhof zwischen Colbitzow und Stettin vorgesehen. Für den Ortsgüter- und Hafenverkehr ist die Anlage eines besonderen Ordnungsbahnhofes im Oderbruch geplant. Am Zusammenlauf der von Osten einmündenden Bahnlinien ist bei Altdamm ein besonderer Vorbahnhof angeordnet. Für den Ortsgüterverkehr im Bereich der hochliegenden Stadtteile soll bei Stettin-Torney ein besonderer Ortsgüterbahnhof angelegt werden. Die Verbindungslinien dieser Bahnhöfe untereinander überschreiten die Oderströme soweit oberhalb des eigentlichen Stadtgebietes, daß die Anlage fester Oderbrücken möglich war. Es ist nun nicht daran gedacht, den gesamten Umbauplan in allernächster Zeit voll zur Ausführung zu bringen. Vielmehr soll in Anpassung an die betrieblichen Bedürfnisse, nur eine Güterverbindungsbahn, abzweigend bei Scheune und einmündend in die bestehende Strecke bei Altdamm, einschließlich der erforderlichen Verbindung mit den bestehenden Bahnanlagen, geschaffen werden. Außer dieser umfangreichen Arbeit sind zur Zeit im Bau: Die Herstellung einer Verbindungslinie von Scheune nach Torney, die Oderbrücken und der Damm zwischen den beiden Oderströmen. Der Vortragende beleuchtete hierauf die technische Seite des in Angriff genommenen Umbaus der Bahnanlagen, die ein gewaltiges Stück neuzeitlicher technischer Arbeit darstellt. Insbesondere stellen die beiden großen Strombrücken über die Ostoder und die Westoder interessante Bauausführungen dar, die in bezug auf die Ausbildung der einzelnen Bauteile viele neuartige Formen aufweisen. Neben zahlreichen nach dem Gußverfahren hergestellten Bauwerken in Eisenbeton erwecken bei den Stettiner Bahnbauten besonders die Arbeiten für die Herstellung des 4 km langen und 18 m hohen Damms für 8 Gleise durch den Oderbruch das Interesse der Fachwelt. Der nahezu 100 m breite Dammfuß wird hier bis zu einer Höhe von 3 m nach dem Spülverfahren hergestellt, wobei ein Saugbagger den unter dem anstehenden Moorboden vorhandenen Sand fördert und mittels umfangreicher Spülleitungen nach der Verwendungsstelle verbringt. Der Vortragende zeigte an der Hand zahlreicher Lichtbilder und Filmvorführungen den gegenwärtigen Stand der Bauarbeiten.

Den zweiten fachwissenschaftlichen Vortrag hielt Herr Reichsbahnoberrat Professor Nordmann, Berlin. Er sprach über neuere Ergebnisse aus Versuchen mit Dampflokotiven. Er ging von den Abhandlungen des Lokomotivfachmannes Strahl aus, die als Grundlage der Lokomotivtheorie gelten. Die umfangreichen Versuche des Eisenbahnzentralamtes mit Lokotiven aus den letzten Jahren beweisen

jedoch, daß die von Strahl errechneten Zahlenwerte für die Vorausberechnung der Lokomotivbelastung und die Belastungstafeln der Fahrplanaufstellung nicht mehr völlig zutreffen. Jede Lokomotivgattung verhalte sich individuell, und zu einer genaueren Kenntnis ihrer Leistungen könne man nur auf dem Wege eingehender Versuchsfahrten unter Verwendung der Meßwagen gelangen.

Den zweiten Versammlungstag eröffnete Herr Reichsbahndirektor Geheimer Baurat Dr.-Ing. e. h. Kühne, Berlin, mit seinem Vortrag über den Werkstättendienst der Deutschen Reichsbahngesellschaft. Der Redner ging von der Entwicklung des Werkstättendienstes unter den schwierigen Wirtschaftsverhältnissen der Nachkriegszeit aus und behandelte die sachlichen und persönlichen Schwierigkeiten, die sich der Neuordnung des Werkstättenwesens, der Umstellung der bisher nach bestimmten Verwaltungsnormen geleiteten Werkstätten auf rein wirtschaftlich geführten Betrieb entgegenstellen.

Den letzten wissenschaftlichen Vortrag hielt Professor Dr.-Ing. Wilhelm Müller, Technische Hochschule Dresden, über betriebswissenschaftliche Untersuchungen von Bahnanlagen. Die Bahnanlagen sind nicht nur nach der Anzahl der in den einzelnen Gleisen aufgestellten Fahrzeuge zu bemessen, sondern auch hinsichtlich ihrer gegenseitigen Lage und ihrer Verbindungen so zu entwerfen, daß die Betriebsaufgaben ohne überflüssige Bewegungen und Aufenthalte, also mit geringstem Zeitaufwand ausgeführt werden können, und daß die Kosten für den Verbrauch an Kraft und Personal sowie für die Abnutzung möglichst gering werden.

Zu diesem Zwecke ist beim Entwurf eines Bahnhofes zu prüfen: 1. ob durch die geplante Gleisanlage die Zugfolge, soweit sie von den Streckenverhältnissen abhängt, nicht vergrößert wird, wenn die Hauptgleise durch Rangierfahrten und Züge anderer Richtungen zeitweise dem durchgehenden Betriebe entzogen werden. 2. Welche Zeit die Rangieraufgaben erfordern, und wie sie sich in Anlehnung an das Verkehrsaufkommen und den Streckenfahrplan aneinanderreihen. Die Kleinstabstände der Zug- und Rangierfahrtfolgen sind also als unterste Grenze zunächst zu bestimmen, um die Möglichkeit des Betriebes nachzuweisen und um das Optimum der Anlage oder der Betriebsweise zu finden. Häufig sind diese Kleinstabstände aus Betrieb- und Verkehrsrücksichten zu vergrößern. Derartige Untersuchungen sind bisher selbst bei dem Entwurf wichtiger Bahnanlagen vielfach unterlassen worden, weil es einerseits an zuverlässigen Unterlagen für die Vorausberechnung der Bewegungen und deren Unterbrechungen fehlte, und weil andererseits die bisherigen Berechnungsmethoden zu unübersichtlich und schwerfällig waren. Der Vortragende gibt nun ein neues Verfahren bekannt, nach dem scharf voneinander getrennt, die Zeiten für die Bewegungen und die Unterbrechungen ermittelt und die Kleinstabstände lediglich durch Addition dieser Zeiten bestimmt werden. Die Unterbrechungen der Bewegungen werden vorausbestimmt durch Normalzeiten für die einzelnen Arbeitsvorgänge auf Grund von vergleichenden Zeitstudien. Die Bewegungen werden abweichend von der bisherigen Art nach einer neuen Methode des Verfassers in einfacher und anschaulicher Weise unmittelbar in den Fahrweg des Gleisplanes nach Art eines Nomogrammes eingetragen (vgl. Verkehrstechnische Woche 1926, Heft 37). Die Vorteile dieser Darstellung sind folgende: Die Aufzeichnung von Bewegungskurven fällt fort und der vorhandene Gleisplan wird, ohne ihn umzuzeichnen, zur Darstellung der Bewegung verwendet. Dies bedeutet eine Zeitersparnis. Ferner wird dadurch die Unmittelbarkeit zwischen der Darstellung der Gleisanlagen und der Fahrzeugbewegung hergestellt.

Durch Anwendung dieser mathematisch-wirtschaftlichen Methode können einheitlich alle betriebswissenschaftlichen Untersuchungen von Bahnhofsanlagen durchgeführt werden in einer Weise, die alle bisherigen Verfahren an Einfachheit

Anschaulichkeit und Zeitersparnis übertrifft. Zum Schluß erweitert der Verfasser seine Ausführungen noch durch Bekanntgabe eines auf derselben Idee beruhenden Verfahrens zur Ermittlung der Fahrzeit, des Stromverbrauches, des Temperaturverlaufes von Motor und Transformator sowie der Lokomotiv- und Bremsarbeit eines elektrisch betriebenen Zuges, um die dynamischen Grundlagen für den Betrieb und die Selbstkostenberechnung der elektrischen Zugförderung zu erhalten.

Von allgemeinerem Interesse dürften die Ausführungen des Vortragenden über den Wert der graphischen Darstellung technischer Aufgaben sein, die deshalb nachstehend kurz wiedergegeben werden sollen. Bisher ist meist die Ansicht verbreitet, daß die graphische Behandlung der analytischen durch die größere Anschaulichkeit überlegen ist. Die Überlegenheit liegt aber auf einem anderen, viel wichtigerem Gebiet. Die analytische Behandlung setzt nämlich voraus, daß die Veränderlichkeit der in Frage kommenden Größen stetig ist, damit deren Änderungsgesetz möglichst in eine einfache Gleichung gekleidet werden kann. Nun liegen aber in der Technik und vor allem im Verkehrswesen die Verhältnisse meist nicht so einfach, daß sie sich in eine einfache Gleichung kleiden lassen. Es kommt dann darauf an, die Wertigkeit der einzelnen gegebenen Voraussetzungen richtig zu bestimmen und unter Vernachlässigung des Nebensächlichen aus den übrigbleibenden wichtigeren Voraussetzungen einen geschlossenen Ausdruck zu formen. Sehr häufig wird aber dem

einfachen analytischen Ausdruck zuliebe den gegebenen Verhältnissen Zwang angetan und wesentliche Größen bleiben unberücksichtigt, so daß die Gleichung für die Voraussetzungen ein Zerrbild wird und man sich daher nicht zu verwundern braucht, daß trotz scheinbar schärfster mathematischer Behandlung das Ergebnis der Rechnung wertlos ist. Hierin liegt die Gefahr der analytischen Berechnungsweise, daß man der formalen Mathematik zuliebe die vielgestaltigen gegebenen Verhältnisse verstümmelt. So ist es gekommen, daß die mathematische Behandlung eisenbahntechnischer Fragen etwas in Mißkredit geraten ist, wie beispielsweise die verschiedenen Verfahren zur Berechnung der virtuellen Längen zum Vergleich von Eisenbahnlinien. Für den Ingenieur, der seine Werke aus den vorhandenen Verhältnissen der Natur und der Wirtschaft heraus schaffen soll, liegt aber der Schwerpunkt seiner Geistesarbeit gerade in der zutreffenden Erfassung der Voraussetzungen, aus denen er dann meist durch Näherungsverfahren zuverlässigere Ergebnisse erhält, als mit der sogenannten exakten mathematischen Behandlungsweise. Für seine Belange kommen vor allem zeichnerische Methoden in Frage, die frei von dem Zwange sind, die als Voraussetzung gegebenen Verhältnisse durch eine analytische Gleichung für die weitere mathematische Behandlung auszudrücken.

An die mit reichem Beifall aufgenommenen Vorträge schloß sich eine Reihe gesellschaftlicher Veranstaltungen, die der glänzend verlaufenen Veranstaltung einen festlichen Rahmen gaben.

LUDWIG FREYTAG †.

Am 18. September starb im Alter von 70 Jahren in Nürnberg der Kgl. Baurat Dr.-Ing. Ludwig Freytag. — Freytag wurde zu Schweinfurt a. Main geboren, genoß in seinem Elternhause eine heitere Jugend, besuchte das Schweinfurter humanistische Gymnasium und studierte in der Bauingenieur-Abteilung der Technischen Hochschule München. Dieselbe absolvierte er im Jahre 1878, trat dann in den bayerischen Staatsdienst ein. Nach dem Ausbildungsvorgang bei der Generaldirektion der bayerischen Staatseisenbahn und bei verschiedenen Eisenbahnbausektionen bestand er als einer der Besten im Jahre 1881 das Staatsexamen. Nach dem Staatsexamen arbeitete er bei dem Straßen- und Flußbauamt in Schweinfurt und Aschaffenburg und hatte dort Gelegenheit, eine Reihe von interessanten Aufgaben zu lösen. Darunter u. a. den Entwurf der eisernen Straßenbrücke über den Main bei Obernburg, die schwierige Fundation einer Ufermauer an der Saale in Bad Kissingen, ferner Entwürfe für den Umbau der Schleusen- und Wehranlage in Schweinfurt usw. Seine außergewöhnliche Begabung erweckte bald die Aufmerksamkeit des damaligen Oberbaudirektors von Siebert. Dieser berief ihn zur Obersten Baubehörde im Staatsministerium des Innern nach München. Dort konnte er eine erfolgreiche Tätigkeit entfalten. Er arbeitete an dem Entwurf für die dem Hochwasser im Jahre 1899 zum Opfer gefallene Prinzregentenbrücke über die Isar in München. Er hatte wegen der Durchflußweite und Fundierung der früheren Brücke stets große Befürchtungen, konnte aber seinen Bedenken keine Geltung verschaffen. Mit besonderer Liebe bearbeitete er dann die Trassierung der neuen Kesselbergstraße zwischen dem Kochel- und Walchensee, die dann später von seinem Bruder im Jahre 1893—1897 ausgeführt wurde.

Leider waren seinerzeit in Bayern die Beförderungsverhältnisse für die Bauingenieure die denkbar schlechtesten. Daher entschloß er sich, — wenn auch schweren Herzens — dem Anerbieten Rieppels, dem damaligen Leiter der Maschinenbau-Gesellschaft Nürnberg, zu entsprechen und bei der Brückenbau-Abteilung der genannten Firma einzutreten. — Er leistete in dieser Stellung dem Unternehmen überaus wertvolle Dienste. Bei der Aufstellung der Entwürfe für die vielen Ingenieurbauwerke kam ihm seine besondere Begabung auf hydrotechnischem Gebiete sehr zu statten. Es darf festgelegt werden, daß Freytag an der endgültigen Ausgestaltung des Umbaus der

Schweinfurter Wehranlagen in den Jahren 1900/1903 in ganz wesentlichem Maße mitgewirkt hat und zur Konstruktion und Durchbildung des ersten Walzenwehres, das dabei im Jahre 1902 zur Ausführung kam, die Anregung gegeben hat. Er wurde dabei unterstützt durch seine besondere Kenntnis der lokalen Verhältnisse in Schweinfurt. Das Bauwerk hat sich in jeder Weise bewährt.

Eine Reihe von großen, interessanten eisernen Brücken in Bayern wurde von Freytag entworfen und auch ausgeführt. Mit ganz besonderer Begeisterung hat er an den Wettbewerben, an denen die Firma auf dem Gebiete des Bauingenieurs sich beteiligte, teilgenommen. Er war Rieppel geradezu dankbar, daß dieser in seiner großzügigen Art es verstanden hat, durch weitestgehende Anregung und Unterstützung einen Stab geschulter Ingenieure für solche Arbeiten zu schaffen. Es sei nur an den Wettbewerb für das Walchenseekraftwerk erinnert. Hier hat Freytag in hervorragender Weise mitgewirkt.

Freytag erwarb sich im Jahre 1904 die Würde eines Doktors der Technischen Wissenschaften, als erster Dr.-Ing. der Bauingenieur-Abteilung der Technischen Hochschule München. Die Verdienste, die er sich in seinem langen arbeitsreichen Berufsleben um das öffentliche Bauwesen erworben hat, wurden seitens des Staates durch die Verleihung des Ehrentitels „Kgl. Baurat“ im Jahre 1918 gewürdigt. Diese Auszeichnung entsprach wieder seinen engeren Beziehungen zur inneren Staatsbauverwaltung, die von jeher seine hervorragenden Leistungen auf ingenieurtechnischem Gebiete geschätzt und in mannigfachen Anlässen Gelegenheit gehabt hat, sein reiches Wissen und überragendes Können bei großem staatlichen Aufgaben in Anspruch zu nehmen.

Freytag war nicht allein ein sehr tüchtiger Praktiker, sondern auch ein ganz hervorragender Theoretiker. Er hat eine Reihe von Arbeiten veröffentlicht, von denen insbesondere zu erwähnen wären: Über den Wert der Wassermessungen und deren Anwendung auf Flußkorrektur; Beitrag zur Bestimmung der Stauhöhen; Vereinfachung in der statischen Bestimmung elastischer Balkenträger; Über den Einfluß des Winddruckes auf die Dimensionen der Hauptkonstruktion schmiedeeiserner Brücken; Schiffahrtsschleusen und Schiffshebwerke; Gesetzmäßigkeiten in der Trägertheorie, und andere mehr. — Freytag hat bei seinen statischen Untersuchungen

22.11.26

nicht den üblichen Weg eingeschlagen, sondern stets unabhängig mit Hilfe von Reihen die Entwicklungen durchgeführt. Er hat diese Art der Behandlung in ganz umfänglichem Maße ausgebildet.

In den letzten Jahren beschäftigte er sich insbesondere mit einer Arbeit: Zur Klärung der Knicktheorie. Er hat nicht überall Beifall gefunden, aber er ist mit der festen Überzeugung gestorben, daß es einer späteren Generation vorbehalten bleiben müsse, seine Arbeit richtig zu würdigen und zu schätzen.

In seinem Familienleben spiegelte sich ganz sein eigenes Leben und Streben wieder in Freud und Leid, und mit ganzer Seele hing er als vorzüglicher Klavierspieler an seiner von Jugend auf gepflegten Musik.

Vier Wochen vor seinem Tode beging er aus Anlaß seines 70. Geburtstages noch eine schöne Familienfeier. Nur wenige Tage darauf wurde er durch einen Schlaganfall auf sein letztes Krankenlager geworfen. Am 18. September 1926 ist er sanft und ruhig entschlafen.

Ein Mann von unerschütterlichem Gottvertrauen, von strengstem Pflichtbewußtsein und edelster Gesinnung ist mit ihm dahingegangen, ehrlich und gerade, der keine Winkelzüge und Hintergedanken kannte, ein gütiger und freundlicher Berater jedem, der zu ihm kam, warmherzig und immer gerne bereit für fremde Not, für Arme mit offner Hand zu geben und dazu ein aufrichtiger deutscher Mann vom alten Schlag.

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Eisenbetonschornstein von 122 m Höhe in British-Kolumbien.

Der höchste Eisenbetonschornstein Amerikas mit 122 m Höhe über der Grundplatte und 2,4 m Lichtweite an der Mündung ist für die

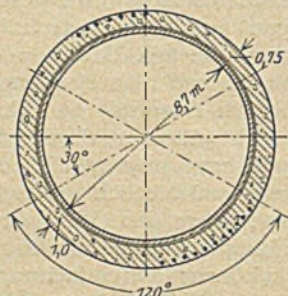
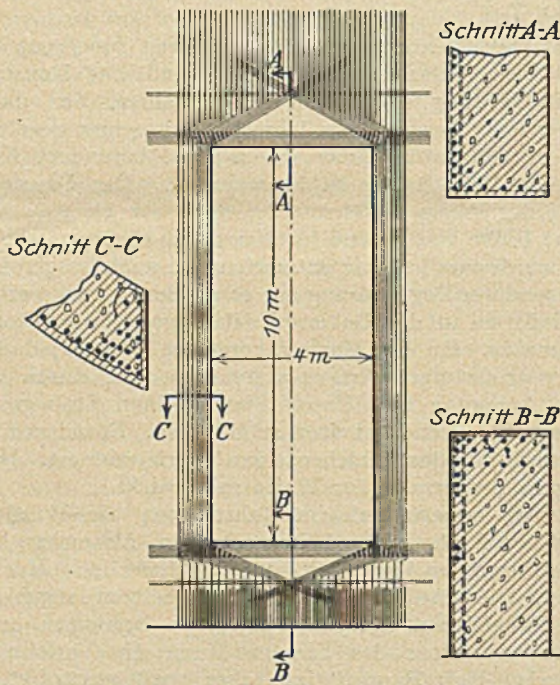
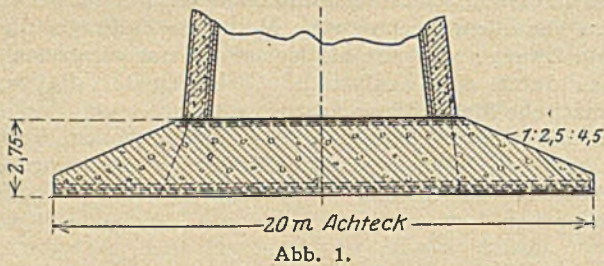


Abb. 3. Verdickung auf 13,5 m Höhe.

Zinkhütten in Trail (British-Kolumbien) errichtet worden, einerseits um den nötigen Zug zu erzeugen, andererseits um die Abgase in hohen Luftschichten ausreichend zu verdünnen. Die 2,75 m starke achteckige

Grundplatte mit 20 m innerem Durchmesser ist auf der Unterseite nach vier, an der Oberseite nach zwei Richtungen mit quadratischen Stäben (Abb. 1), der Schaft unten mit 204, oben mit 68 Stäben der Länge nach und mit elektrisch geschweißtem Drahtnetz wagerecht bewehrt. Alle 13,5 m ist der Schaft zur Abstützung der Auskleidung aus säurefesten glasierten Ziegeln abgesetzt und mit Blei, ebenso wie die Mündung gedichtet. Der erste 13,5 m hohe Ring ist um die 4 m weite und 10 m hohe Fuchsöffnung besonders stark bewehrt und auf dieser Seite von 0,75 auf 1 m verdickt (Abb. 2 u. 3). Für die Bauausführung diente ein Standgerüst im Innern des Schornsteins, das oben vier Kragbalken mit einem Schwenkkran trug, an denen die äußeren und inneren Schalungen, genau einstellbar, hingen (Abb. 4). In 50 m Höhe ist eine Plattform, von den durchlaufenden Steigeisen aus zugänglich, zur Entnahme von Gasproben angebracht (Abb. 4). Die Betonmischungen sind 1 : 2,5 : 4,5 für die Grundplatte, 1 : 2 : 3,5 für neun Zehntel, 1 : 1,5 : 3 für die letzten 15 m des Schornsteines. Die Grundplatte (700 m³) ist in 6 Tagen ununterbrochener Arbeit, der ganze Bau in 170 Arbeitstagen fertiggestellt worden. (Nach Engineering vom 9. Juli 1926, S. 35—37 mit 16 Abb.)

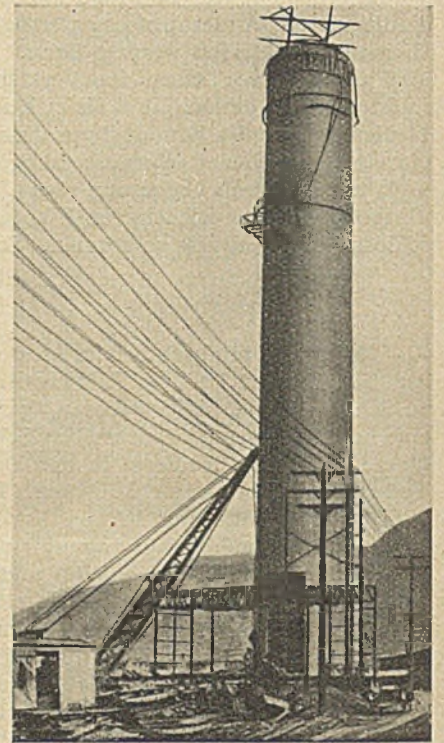
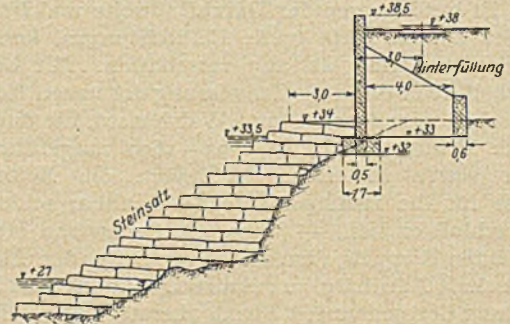


Abb. 4.

Zellenstützmauern.

In St. Paul (Minnesota), wo die Eisenbahn 5 bis 8 m über dem Gelände am Mississippi-Ufer hinläuft, das 6 m über dem Niedrigwasser liegt, ist sie auf Zellenstützmauern (s. Abb.) geführt worden, weil



diese die geringste Bodenpressung geben. Sie sind in 9 m langen Stücken mit zwei Aussteifungswänden unmittelbar auf den Boden gesetzt, und das Ufer davor durch breiten Steinsatz geschützt worden (s. Abb.). (Nach Engineering News Record vom 13. Mai 1926, S. 768 mit 1 Abb.)

WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Entwicklung der Tariflöhne in Deutschland
seit Januar 1924.

Die nachfolgenden Tabellen, die auf Grund von Veröffentlichungen im Reichsarbeitsblatt und in „Wirtschaft und Statistik“ zusammengestellt sind, umfassen insgesamt zwölf der wichtigsten Gewerbe. Davon gehören die Hälfte den sogenannten Produktionsmittelindustrien und fünf den Verbrauchsgüterindustrien an; ergänzt wird diese Auswahl durch die Reichsbahn als Vertreterin des Verkehrsgewerbes. In jedem Gewerbe ist die Entwicklung der Tariflöhne in den

I. Tarifliche Stundenlöhne der gelernten Arbeiter.
a) In den Produktionsmittelindustrien.

	Bergbau	Metall-industrie	Chem. Industrie	Bau-gewerbe	Holz-gewerbe	Papier-erzeug.-Industrie	Durchschnitt
1913	78,0	66,8	57,0	71,8	62,7	32,6	69,8
1924							
Januar		58,3	54,0	57,0	54,0	43,0	60,9
April		69,1	59,0	63,0	55,0	45,0	67,0
Juli		74,1	62,0	76,0	68,0	50,0	75,0
Oktober	83,0	75,5	66,0	84,0	71,0	51,0	76,8
1925							
Januar	90,0	78,2	71,7	86,2	74,3	55,2	81,1
April	92,1	84,6	76,6	97,0	83,9	60,7	86,5
Juli	95,5	89,6	80,2	110,5	91,6	66,0	92,0
Oktober	95,9	92,5	84,4	115,7	98,1	67,8	94,5
1926							
Januar	102,1	92,7	85,2	115,8	98,2	68,0	96,6
April	102,1	92,7	85,2	115,7	97,6	68,0	96,6
Juli	102,1	92,3	85,2	115,2	97,1	68,0	96,4

b) In den Verbrauchsgüterindustrien und insgesamt.

	Textil-industrie	Brau-industrie	Süßwaren-industrie	Buchdruck-gewerbe	Kartonnage-industrie	Durchschnitt	Reichsbahn	Insgesamt (a und b)
1913	43,2		50,4	63,0	48,2	50,4	62,6	67,3
1924								
Januar	43,0		46,7		47,7	47,2	53,5	59,1
April	47,0		53,0		51,9	52,9	58,0	64,9
Juli	50,0		65,5		55,2	59,2	66,7	72,8
Oktober	51,0		68,3	67,0	56,1	60,1	66,7	74,4
1925								
Januar	54,0		72,3	67,0	64,4	68,0	71,4	79,2
April	57,2	90,6	78,0	83,9	69,0	72,0	74,7	84,4
Juli	59,6	95,0	78,0	95,5	75,0	78,4	76,2	89,8
Oktober	62,3	99,5	85,4	95,9	80,0	80,5	79,8	92,3
1926								
Januar	62,6	100,1	86,1	95,9	80,1	80,8	79,9	92,3
April	62,6	100,2	86,1	95,9	79,2	80,8	82,4	94,2
Juli	62,6	100,8	86,1	95,9	77,4	80,7	82,0	94,0

einzelnen Hauptsitzen (etwa 20) berücksichtigt, und zwar für die männlichen Arbeiter der höchsten tarifmäßigen Altersstufe. Für jeden der erfaßten Orte bzw. Bezirke wird unter Berücksichtigung der Tarifgeltungsdauer ein zeitlich gewogener Durchschnitt errechnet. Aus diesen Durchschnittslöhnen wird dann unter Anrechnung der in Betracht kommenden Arbeiterzahlen ein örtlich gewogener Durchschnitt aller Berichtsorte — der sogenannte Reichsdurchschnitt — ermittelt.

In den Tabellen ist der Stundenlohn in Pfennig angegeben, und zwar gesondert für gelernte und ungelernete Arbeiter.

Die Tabellen spiegeln zunächst das in allen Gewerbe-zweigen gleiche Bild der starken Aufwärtsbewegung der Löhne wieder, die kurz nach der Währungsstabilisierung, etwa im März 1924, einsetzte und in 1½ Jahren das allgemeine Lohnniveau um rund 50% erhöhte. Im November vorigen Jahres kam diese Bewegung zum Stillstand. Seit dieser Zeit

sind Lohnerhöhungen von erwähnenswertem Umfange in keinem Gewerbe mehr zu verzeichnen, vielmehr macht sich etwa vom April ab eine rückläufige Entwicklung bemerkbar. Die Bestrebungen der Unternehmer, den Erfordernissen der Wirtschaftskrise entsprechend Produktionsverbilligung herbeizuführen, kamen in den meisten Berufszweigen in Lohnabbaumaßnahmen zum Ausdruck, jedoch — wie die Zahlen in den Tabellen zeigen — im Durchschnitt genommen nur in sehr geringfügigem Ausmaße. Nennenswerte Lohnherabsetzungen haben nur das Baugewerbe, Holzgewerbe und die

II. Tarifliche Stundenlöhne der ungelerten Arbeiter.
a) In den Produktionsmittelindustrien.

	Bergbau	Metall-industrie	Chem. Industrie	Bau-gewerbe	Holz-gewerbe	Papier-erzeug.-Industrie	Durchschnitt
1913	38,0	42,5	46,0	56,4	45,3	29,4	40,2
1924							
Januar		44,0	48,0	50,0	48,9	39,0	45,6
April		44,9	53,0	54,0	49,0	42,0	45,5
Juli		48,0	54,0	64,0	59,0	45,0	50,8
Oktober	50,0	49,0	57,0	70,0	61,0	46,0	52,1
1925							
Januar	53,0	52,0	61,6	72,6	65,2	49,9	55,3
April	53,7	55,5	65,2	81,5	73,2	54,9	58,7
Juli	54,8	58,8	67,8	92,2	79,8	59,6	62,3
Oktober	55,3	61,3	71,3	94,6	85,4	61,0	64,2
1926							
Januar	57,8	62,5	72,0	94,7	85,4	61,2	65,6
April	57,8	62,5	72,0	93,7	84,9	61,2	65,4
Juli	57,8	62,3	72,0	93,4	84,4	61,2	65,3

b) In den Verbrauchsgüterindustrien und insgesamt.

	Textil-industrie	Brau-industrie	Süßwaren-industrie	Buchdruck-gewerbe	Kartonnage-industrie	Durchschnitt	Reichsbahn	Insgesamt (a u. b)
1913	33,3		41,0	46,0	35,6	40,2	39,8	40,2
1924								
Januar	36,0		39,6		38,0	40,6	41,0	44,8
April	38,0		45,6		41,6	44,3	45,7	45,4
Juli	41,0		55,7		45,2	50,6	51,4	50,8
Oktober	42,0		61,2	57,0	47,6	51,8	51,4	52,1
1925								
Januar	44,9		63,7	70,0	54,7	58,4	55,5	55,7
April	47,4	80,0	67,6	73,2	58,4	61,7	58,8	59,1
Juli	50,1	83,9	67,6	83,3	63,8	67,3	59,8	62,8
Oktober	52,1	87,4	73,7	83,7	67,9	69,0	61,6	64,6
1926								
Januar	52,3	87,8	74,3	83,7	68,0	69,1	61,7	65,8
April	52,3	88,3	74,3	83,7	67,3	69,2	65,1	65,9
Juli	52,3	88,8	74,3	83,7	65,8	69,1	64,8	65,7

Kartonnageindustrie zu verzeichnen, doch auch hier ist das durchschnittliche Lohnniveau nur etwa um 1—2% (bzw. 3—4% in der Kartonnageindustrie) gesenkt worden. Schon im Juli kam diese Entwicklung zum Abschluß. In den letzten Monaten blieben die Löhne wieder fast überall stabil, lediglich in Rheinisch-Westfälischen Steinkohlenbergbau wurden die Tarifschichtlöhne mit Wirkung vom 1. September um 4 bis 4½% erhöht.

Besteuerung der Bezüge der Notstandsarbeiter. Nach § 9, Abs. 1 der „Bestimmungen über öffentliche Notstandsarbeiten“ vom 30. April 1925 ist die Beschäftigung von Erwerbslosen bei Notstandsarbeiten als ein Beschäftigungsverhältnis im Sinne des Einkommensteuergesetzes zu betrachten, so daß die gezahlten Entgelte dem Steuerabzug vom Arbeitslohn unterliegen. Hierüber noch bestehende Zweifel werden durch einen Erlaß des Reichsministers der Finanzen vom 8. Oktober 1926 — III e 5050 — geklärt. Es wird darin ausgeführt, daß die Notstandsarbeiter fast durchweg den vollen tarifmäßigen Lohn beziehen und sonach zwischen der Bezahlung der Notstandsarbeiter

und der übrigen Arbeitnehmer kein Unterschied mehr besteht. Bei dieser Sachlage würde die Befreiung des Lohnes der Notstandsarbeiter von der Einkommensteuer nur eine ungerechtfertigte Begünstigung der Notstandsarbeiter gegenüber den übrigen Arbeitnehmern bedeuten, die ihren Lohn voll versteuern müssen. Die Bezüge der Notstandsarbeiter sind daher dem Steuerabzug zu unterwerfen.

Tarifstelle „Baugerätschaften, gebrauchte“. Zur Auslegung der am 1. November 1925 in Kraft getretenen Tarifstelle „Baugerätschaften, gebrauchte“ in Wagenladungsklasse E des Eisenbahngütertarifes ist am 4. Oktober 1926 die folgende amtliche Tarifentscheidung ergangen:

„Da Installationsgeschäfte und ähnliche Hilfsgeschäfte des Baugewerbes nicht als Bauunternehmung im Sinne des Tarifs angesehen werden können, gehören Installationsarbeiten, wie Inneneinrichtung und Ausstattung von Gebäuden mit Heizungs- und Beleuchtungsanlagen, nicht zu den durch den Tarif begünstigten Bauarbeiten.“ (R. B. D. Berlin III 8 Tar. 5/776 vom 4. 10. 1926.)

Demnach dürfen Bauunternehmungen, die im eigenen Betriebe Installationsarbeiten — Inneneinrichtung und Ausstattung von Gebäuden mit Heizungs- und Beleuchtungsanlagen — ausführen, die für den Einbau nötigen Geräte und Werkzeuge (jedenfalls soweit sie ausschließlich für die genannten Zwecke verwendet werden sollen) nicht nach Wagenladungsklasse E tarifieren. Die einzelnen Geräte und Werkzeuge sind vielmehr jeweils nach dem Tarif zu berechnen, unter den sie von ihrer Verwendung bei Bauarbeiten losgelöst fallen, so z. B. Leitern nach Tarifstelle „Holzwaren“, (Klasse C), hölzerne Rüstungen nach Tarifstelle „Holz“ (Klasse D), eiserne Geräte und Werkzeuge nach Klasse A usw.

Einführung der Verdingungsordnung für Bauleistungen. Die „Verdingungsordnung für Bauleistungen“ ist bisher von folgenden Behörden usw. probeweise als Dienstvorschrift eingeführt worden: vom Reichsminister der Finanzen für den Bereich der Reichsbauverwaltung (Erlaß vom 11. August 1926); vom Reichs-

postminister bei den Postdienststellen (Erlaß vom 5. Oktober 1926); im Reichswehrministerium und im preußischen Finanzministerium wird der entsprechende Erlaß in der allernächsten Zeit herausgegeben; in Thüringen und in Mecklenburg sind entsprechende Erlasse ergangen, in Bayern, Baden, Hamburg und im Freistaat Sachsen steht die Entscheidung über die Einführung kurz bevor. Der Deutsche Städtetag hat den Mitgliedsstädten die Einführung der V. O. B. durch Rundschreiben vom 13. September 1926 und vom 2. Oktober 1926 empfohlen; es ist zu erwarten, daß die V. O. B. daraufhin in der Mehrzahl der Städte in Kraft gesetzt werden wird; Nachrichten hierüber liegen aus Kassel und Jena vor. — Der Vorstand der Vereinigung der technischen Oberbeamten Deutscher Städte hat beschlossen, den Mitgliedern die unveränderte Annahme der Reichsverdingungsordnung für eine Probezeit von etwa 2 Jahren zu empfehlen und so lange von der Stellung von Änderungsanträgen abzusehen.

Arbeitsmarktlage. Die seit Monaten stetige Bewegung auf dem Arbeitsmarkt im Baugewerbe, die von Woche zu Woche eine leichte Belebung der Bautätigkeit und damit eine langsame Verminderung der Zahl der arbeitslosen Bauarbeiter brachte, ist zum Stillstand gekommen. In der 2. Hälfte des Oktober war die Vermittlungstätigkeit der Arbeitsnachweise zwar immer noch sehr rege, jedoch hielten die Neueinstellungen den Entlassungen nicht überall die Wage. Zum Teil verminderte auch der frühe Eintritt kälterer Witterung eine ausreichende Inangriffnahme neuer Bauten. Immerhin ist die allgemeine Lage im Hinblick auf die Verhältnisse in den ersten Monaten dieses Jahres nicht allzu ungünstig zu nennen. — Bezüglich ist die Entwicklung nach wie vor sehr verschieden. Eine lebhaftere Nachfrage — hauptsächlich nach Maurern — herrschte in Mecklenburg, Oberschlesien und zum Teil in Brandenburg. Die stockende, oder zum Teil sogar rückläufige Bewegung der letzten Zeit kommt in den Zählungen des Deutschen Baugewerksbundes nicht zum Ausdruck, da sie über den September noch nicht hinausreichen. Bis dahin verringerte sich der Prozentsatz der arbeitslosen Mitglieder noch stetig, von 19,7% Ende Juli und 17,8% Ende August auf 16% am 27. September.

PATENTBERICHT.

Wegen der Vorbemerkung (Erläuterung der nachstehenden Angaben) s. Heft 2 vom 25. Januar 1925, S. 67.

A. Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 39 vom 30. September 1926.

- Kl. 5 c, Gr. 7. W 68 987. Ernst Weiß, Hannover, Eichstr. 21. Verfahren zum bergmännischen Abbau mächtiger Lagerstätten vornehmlich für den Salz- und Dachschieferbau, im Kammerbau. 28. III. 25.
- Kl. 5 c, Gr. 8. H 104 670. Fa. Haniel & Lueg G. m. b. H., Düsseldorf-Grafenberg. Verstärkung der gegenseitigen Verbindung von in der Schachtaufgangsrichtung nebeneinander liegenden Keilkranzteilen und Tübbingsplatten. 14. XII. 25.
- Kl. 20 a, Gr. 14. M 92 297. Maschinenfabrik Buckau Akt.-Ges. zu Magdeburg, Magdeburg. Schrägaufzug mit Vorder- und Hinterseil. 23. XI. 25.
- Kl. 20 a, Gr. 14. O 15 479. Dipl.-Ing. Otto Ohnesorge, Bochum, Waldstr. 90. Schrägaufzug, bei dem die zu befördernden Wagen von dem Aufzugseil auch noch auf wagerechten Anschlußstrecken verschoben werden. 4. II. 26.
- Kl. 20 g, Gr. 1. E 33 369. Fa. Martin Eichelgrün & Co., Frankfurt a. M. Kletterdrehscheibe. 25. XI. 25.
- Kl. 20 h, Gr. 4. F 60 054. Johannes Feuerlein, Berlin-Zehlendorf-West. Gleisbremse; Zus. z. Pat. 423 236. 14. X. 25.
- Kl. 37 b, Gr. 2. R 60 054. Fa. H. H. Robertson Company, Pittsburgh, Pennsylv.; Vertr.: Paul Müller, Pat.-Anw., Berlin W 15. Bauplatte aus Metall. 10. I. 24. V. St. Amerika 11. I. 23.
- Kl. 37 b, Gr. 4. E 32 550. Dr.-Ing. Fritz Emperger, Wien; Vertr.: F. Meffert u. Dr. L. Sell, Pat.-Anwälte, Berlin SW 68. Umschnürung für Druckglieder. 22. V. 25.
- Kl. 37 b, Gr. 4. Z 15 128. Hans Zomak, Berlin-Wilmersdorf, Landhausstr. 16. Abstandhalter. 4. III. 25.
- Kl. 37 b, Gr. 4. Z 15 131. Hans Zomak, Berlin-Wilmersdorf, Landhausstr. 16. Abstandhalter; Zus. z. Anm. Z 15 128. 6. III. 25.
- Kl. 37 f, Gr. 7. R 61 608. Wilhelm Reiner, Berlin-Tempelhof, Schönburgstr. 8. Verfahren zum Aufstocken von Gebäuden. 21. VII. 24.
- Kl. 38 h, Gr. 2. B 118 937. Etienne Barbier, Paris; Vertr.: Clemence Clemente, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Verfahren und Einrichtung zur Imprägnierung von Holz. 27. III. 25. Franks reich 19. II. 25.
- Kl. 38 h, Gr. 2. W 71 406. Karl Heinrich Wolmann, Berlin-Grunewald, Schinkelstr. 4, Dr. Fritz Peters, Berlin, Traunsteiner Str. 3, u. Dr. Hans Pflug, Berlin-Steglitz, Ahornstr. 5. Holzkonservierungsmittel. 2. I. 26.
- Kl. 80 a, Gr. 7. D 47 305. Fa. „Draiswerke“ G. m. b. H., Mannheim-Walldorf. Verfahren und Vorrichtung zum Mischen beliebiger Materialien, insbes. Beton, unter Verwendung einer anhebbaren Mischtrommel. 16. II. 25.

- Kl. 80 a, Gr. 51. Sch 67 741. Rudolf Schnabel, Berlin, Spichernstr. 17. Keramische Körper mit Metalleinlagen in Form von Drähten, Geweben oder gelochten Blechen. 9. V. 23.
- Kl. 80 b, Gr. 8. N 25 536. Dr. Wilhelm North, Hannover, Schillerstraße 32. Herstellung hochfeuerfester Überzüge auf gewöhnlichem, feuerfestem Mauerwerk. 10. II. 26.
- Kl. 81 a, Gr. 125. L 65 024. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck. Verfahren zum Verteilen von Schüttgut auf der Oberfläche von Abraumhalten. 3. II. 26.
- Kl. 84 a, Gr. 3. J 25 696. Dr.-Ing. Frantisek Jermar, Opava, Tschechoslowakische Republik; Vertr.: Dipl.-Ing. Arthur Kuhn, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Selbsttätiger Klappenwehraufsatz. 30. I. 25.

B. Erteilte Patente.

- Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 39 vom 30. September 1926.
- Kl. 19 a, Gr. 5. 435 672. Ernst Staedler, Planegg b. München, Heimstättenallee 14. Nach Art von Rammpfählen einzubringende Einzelstütze für Bahngleise. 13. II. 25. St. 39 113.
- Kl. 19 a, Gr. 5. 435 673. Ernst Staedler, Planegg b. München, Heimstättenallee 14. Nach Art von Rammpfählen einzubringende Einzelstütze für Bahngleise. 15. II. 25. St. 39 121.
- Kl. 19 a, Gr. 10. 435 674. Heinz Wächter, Essen, Ruhr, Ladepelderstr. 75. Schienenbefestigung auf Holzschwellen. 4. III. 24. W 65 645.
- Kl. 19 a, Gr. 28. 435 599. Fa. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Bohrknarrenhalter zum Arbeiten an eingebauten Gleisschwellen mit einem Druckbügel. 25. III. 23. S 62 449.
- Kl. 20 g, Gr. 3. 435 535. Hohenzollern Akt.-Ges. für Lokomotivbau, Düsseldorf-Grafenberg. Laufadanordnung für Schiebebühnen u. dgl. 16. IV. 26. H 106 260.
- Kl. 20 i, Gr. 9. 435 359. Dipl.-Ing. Franz Kruckenberg, Heidelberg, Unter der Schanz 1. Schleppweiche, insbesondere für Hängeschneidbahnen. 15. II. 24. K 88 489.
- Kl. 35 a, Gr. 9. 435 623. Paul Griese, Berlin-Lichterfelde, Pestalozzistraße 2. Wagenzulaufregelvorrichtung. 27. III. 25. G 63 875.
- Kl. 35 b, Gr. 1. 435 545. Paul Pieper, Berlin-Dahlem, Ehrenbergstr. Nr. 1 a u. Lauchhammer-Rheinmetall A.-G., Berlin. Hafenkran. 1. I. 26. P 52 000.
- Kl. 37 a, Gr. 4. 435 699. Georg Straubel, Quedlinburg, Schulstr. 4. Holzwand aus Derbholzstangen nach Patent 399 326; Zus. z. Pat. 399 326. 18. I. 22. St. 35 840.
- Kl. 37 a, Gr. 9. 434 442. Hermann Könitzer, Pößneck. Vorrichtung zum Errichten von winklig aneinanderstoßenden Schallwänden. 21. XII. 24. K 92 159.

- Kl. 37 b, Gr. 1. 435 546. Julius Klingelhöfer, Offenbach a. M., Kaiserstr. 117. Formstein zur Herstellung von Mauerwerk mit durchgehenden wagerechten Hohlräumen. 15. II. 24. K 88 491.
- Kl. 37 c, Gr. 1. 435 441. Karl Lehr, Dinslaken, Niederrh. Aus ineinander verschiebbaren, durch Feststellbolzen gesicherten Rohren bestehendes Bangerüst. 25. IX. 24. L 61 245.
- Kl. 37 e, Gr. 13. 435 443. Dipl.-Ing. Walther Voigt, Leipzig-Schlenzig, Stieglitzstr. 99. Vorrichtung zum Reinigen gebrauchter Schalungsbretter. 18. III. 24. V 19 030.
- Kl. 80 a, Gr. 34. 435 567. Alphons Horten, Berlin-Wilmersdorf, Brandenburgische Str. 16. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Betonrohren mit Eiseneinlage. 4. X. 23. H 94 912.

- Kl. 85 c, Gr. 1. 435 570. Clarence P. Landreth, Philadelphia; Vertr.: H. Licht, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verfahren zur elektrochemischen Behandlung von Abwässern. 22. VII. 14. L 42 488. V. St. Amerika 5. XII. 13 u. 9. VI. 14.
- Kl. 85 c, Gr. 6. 435 514. Wilhelm Radermacher u. Clemens Delkeskamp, Wiesbaden, Sonnenberger Str. 14. Verfahren zum Ausfaulen von Abwasserschlamm in getrennten Faulräumen unter Spülung des faulenden Schlammes und periodischer Zuführung frischen Abwasserschlammes. 17. II. 25. R 63 516.
- Kl. 85 d, Gr. 1. 435 649. Dipl.-Ing. Alexander Vogt, Borna b. Leipzig, Bahnhofstr. 67. Holzstabfilter. 25. III. 24. V 19 043.

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Der Ingenieurberuf. Von Dr.-Ing. Bramesfeld. Heft 32 der Schriften zur Psychologie der Berufseignung und des Wirtschaftslebens. 94 S. Verlag Joh. Ambrosius Barth, Leipzig. Preis RM. 3,90.

Die Untersuchung zerfällt, wie es im Wesen der Sache liegt, in zwei Teile. Im ersten Abschnitt finden wir eine psychologische Berufskunde mit einer übersichtlichen Tafel der berufswichtigen Eigenschaften. Solche Darstellungen sind oft mit unzureichenden Mitteln versucht worden. Bramesfeld geht an die Frage mit dem ganzen Rüstzeuge des Ingenieur-Psychologen heran. So werden seine Darlegungen weitausgreifend, tieferschürfend, überzeugend. Er spricht von einem Entwurfe, man kann aber seine Berufskunde ruhig als abschließend werten. Es wäre zu wünschen, daß diese Berufskunde, des wissenschaftlichen Gewandes entkleidet, als Wegweiser in die Hand des fragenden Jünglings, des sorgenden Vaters, des tastenden Lehrers gelegt würde. Das könnte zur Selbstbesinnung und Führung reichen Nutzen stiften.

Im zweiten Teile ist die Frage behandelt, wie die Anlagen zu den berufswichtigen Eigenschaften durch Stichproben („Tests“) bei der Eignungsprüfung festgestellt werden können. Hier ist vieles erst im Werden; scharfe Grenzen werden sich bei dem Ineinandерfließen der vielseitigen Geistes- und Willenseigenschaften auch kaum ziehen lassen. Bramesfeld meidet daher mit Recht jene nackten Zahlenmaßstäbe und vielstelligen Korrelationsziffern, die bei den Eignungsprüfungen für einfachere Berufe am Platze sein mögen, aber auch dort für viele ein Stein des Anstoßes sind. Dagegen läßt er dem Berufsberater und seiner Einfühlung in den Geistes- und Seelenzustand des Prüflings einen weiten Spielraum.

Das Büchlein ist eine Fundgrube für den zünftigen Berufsberater. Aber auch Ingenieure aller Fachrichtungen werden es mit Gewinn und Genuß lesen, und zwar alle, die nach den psychologischen Wurzeln ihres Berufes suchen, oder jene, die sich mit Erziehungs- und allgemeinen Standesfragen befassen. Prof. Oberbaurat Dr.-Ing. Bloß.

Schacker, Mag.-Oberbaurat. Die Aufstockung, ihr wirtschaftlicher Wert und ihre architektonische Bedeutung im Stadtbild, erläutert an ausgeführten Beispielen. Deutsche Bauzeitung G. m. b. H., Berlin. 1. Sonderheft 1925. Preis RM. 3,60.

Der Verfasser teilt seine Arbeiten in zwei Rubriken ein, von denen die erste das Allgemeine behandelt und die andere die Beispiele, die er vorführt. Im ersten, dem allgemeinen Teil, wird kurz geschildert, welche Gründe zur Aufstockung geführt haben und welche Schwierigkeiten entstanden durch die baupolizeilichen Gesetze, durch konstruktive Verhältnisse oder auch durch ästhetische Fragen.

Im zweiten Teil werden 24 Beispiele aus Berlin mitgeteilt, die durch zahlreiche gute Abbildungen bereichert sind. Dieser zweite Teil bildet auch weitaus den größten Umfang der Arbeit und ist infolge des geringen Textes mehr als Bilderbuch aufzufassen, das einen guten Überblick über das Entstandene gewährt. Der Text beschränkt sich auf eine kurze Beschreibung der betreffenden Arbeiten, so daß der Leser ziemlich auf sich selbst angewiesen ist, will er Schlüsse aus dem Dargebotenen ziehen, und zwar ist es ebenso auf die ästhetischen Fragen auszuweihen, wie auf die Konstruktion.

Der erste Teil besteht nur aus Text, und man sollte denken, daß der Verfasser hier wenigstens leitende Prinzipien zusammengefaßt hätte oder genaue Richtlinien, aber auch in diesem Falle beschränkt er sich auf wenige Andeutungen.

Das Werk ist als Sammlung von wichtigen Aufstockungen Berlins wertvoll und wird in diesem Rahmen dem Architekten oder dem Bauingenieur gute Dienste leisten. Es ist in diesem Rahmen als Ausschnitt aus unserer Zeit der Kollegenschaft zu empfehlen, aber man muß es doch bedauern, daß der Verfasser sich auf diese mehr kontemplative Darstellung beschränkt hat. Schneegans.

Die neue Bauordnung für die Stadt Berlin vom 3. Nov. 1925. Taschenbuch-Ausgabe. Zu beziehen durch die Geschäftsstelle des Gemeindeblattes der Stadt Berlin, Rathaus, Königstraße, Zimmer 89 B. Preis RM. 1,20.

Es ist sehr verdienstlich von der Stadt Berlin, daß sie sogleich nach Inkrafttreten der neuen Bauordnung — gültig ab 1. Dez. 1925 — diese in einem zum täglichen Gebrauch geeigneten Taschenbuch-

format erscheinen läßt. Neben geschäftlichen Bestimmungen, Bauvorschriften, Schutzmaßregeln und allgemeinen Vorschriften enthält die Bauordnung auch die sehr bemerkenswerte zukünftige Einteilung des Berliner Stadtgebietes und die Bezeichnung der in diesem zulässigen Bebauung.

Der zur Bauordnung gehörige Bauklassenplan wird voraussichtlich noch im Dezember erscheinen (im Verlag von W. Ernst & Sohn, Berlin W 66, Wilhelmstr. 90).

Prof. Kurt Diestel, Techn. Hochschule Dresden.

Die vorgenannte Bauordnung für die Stadt Berlin vom 3. November 1925 ist für den Handgebrauch mit einleitendem Vorwort, Bauklassentabelle, Übersichtsplänen, sowie einem ausführlichen Sachregister von Magistratsoberbaurat Walter Koeppen verfaßt und nurmehr auch bei Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1925, erschienen. Der Preis beträgt RM. 3,60.

Zahlentafeln zur Bemessung der Schubbewehrung von einfachen und durchlaufenden Eisenbetonbalken. Nach einer einführenden Betrachtung über die Entwicklung der einschlägigen ministeriellen Vorschriften von David, Dr.-Ing. Luz, Magistratsbaurat, und Perl, Dipl.-Ing., Ingenieur der „Huta“. Mit 12 Abb. Verlag Guido Hackebeil A.-G., Berlin. 1926. Preis RM. 4,20.

Nach einer einführenden Betrachtung über die Entwicklung der einschlägigen ministeriellen Vorschriften befassen sich die vorstehenden Zahlentafeln mit der Dimensionierung infolge der Querkräfte. Nach den neuen Bestimmungen ist m. E., wie ich dies schon gelegentlich ausgeführt habe, in der Frage der Schubbewehrungen die unberechtigte Forderung enthalten, daß alle Träger, bei denen Schubspannungen über 4 kg (bei hochwertigem Zement über 5,5 kg) gehen, auf die ganze Länge durch Schrägeisen oder Bügel zu sichern sind. Solange diese m. E. auf die Dauer unhaltbare Bestimmung besteht, ist ein Mehraufwand an Rechnung erforderlich, um die Schubsicherungen zu ermitteln.

Die Verfasser haben nun in den vorstehenden Zahlentafeln, durch die Berücksichtigung des genauen Verlaufs des Schubdiagramms und der entlastenden Wirkung der Vouten gewisse Ersparnisse in der Bewehrung zu erzielen versucht, die bis zu 15% reichen. Die Tabellenwerte sollen außerdem die rechnerische Arbeit einschränken. Sie behalten ihren Wert, auch wenn die Schubspannungen wie bisher nur über 4 kg (bzw. 5,5 kg/qcm) zu berücksichtigen wären.

Sie werden daher für den entwerfenden und den prüfenden Ingenieur bei Entwurf oder Nachprüfung einer statischen Berechnung zeitsparend sein. E. P.

Die Berechnung statisch unbestimmter Tragwerke nach der Methode des Viermomentensatzes. Von Dr.-Ing. Friedrich Bleich. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. 117 Abb., V. 220 S. Verlag von Julius Springer, Berlin. 1925. Preis geb. RM. 15,—.

Die Methode des Viermomentensatzes beruht im Gegensatz zu der üblichen Berechnung statisch unbestimmter Systeme in der unmittelbaren Verwertung der winkeltreuen Verformung des belasteten Stabwerks. Da hiernach die Winkel der Endtangentialen der Stäbe an den Knotenpunkten bei der Formänderung erhalten bleiben, lassen sich unmittelbar Bedingungsgleichungen aufstellen, in die bei gerader Stabachse neben einem von der Belastung abhängigen Gliede die vier Stabendmomente und die Stabdrehwinkel des betrachteten Stabzweiecks eingehen. Außer diesen Gleichungen führt die Betrachtung der Formänderung eines geschlossenen oder starr gestützten Stabzugs zu weiteren Bedingungen, die der Verfasser unter der Bezeichnung Winkelgleichungen verwendet.

Das Wesen des Bleichschen Gedankens beruht im Gegensatz zu anderen möglichen Ansätzen, die sich aus einer Verknüpfung dieser Beziehungen ergeben, in der Verwendung der Winkelgleichungen zur Elimination der Stabdrehwinkel aus den Viermomentengleichungen. Auf diese Weise bleiben schließlich ebenso viele Bedingungsgleichungen übrig als das Stabwerk statisch unbestimmte Schnittkräfte aufweist. Diese können nunmehr für jeden Belastungsfall unter Ausnutzung der besonderen Verhältnisse ausgewählt werden, so daß eine Abkürzung der Zahlenrechnung und eine Lösung mit geringer Fehler-

häufung herbeigeführt werden kann. Der Viermomentensatz wird daher sicherlich in allen Fällen gute Dienste leisten, wo die Wahl des geeigneten Hauptsystems Schwierigkeiten bereitet. Dagegen wird bei der Berechnung der zahlreichen in der Praxis oft verwendeten Rahmen und Rahmenstellungen die übliche Form der Elastizitätsgleichung mindestens ebenso schnell und einwandfrei zum Ziele führen, da eine Verminderung der Zahl der Bedingungsgleichungen, in der Regel auch keine Kürzung durch den Viermomentensatz gewährt wird.

Der Verfasser bringt neben den theoretischen Darlegungen, die auch auf Tragwerke aus geraden oder schwach gekrümmten Stäben

mit stetig veränderlichem Trägheitsmoment ausgedehnt werden, eine größere Anzahl durchgerechneter Beispiele. Unter anderem werden der Rahmenträger, der Stockwerkrahmen und die Nebenspannungen von Fachwerkträgern behandelt.

Das Buch ist, wenn ich auch der Anwendung der vorgetragenen Theorie eine engere Grenze ziehen möchte als der Verfasser, eine wirkliche Bereicherung der statischen Literatur. Es atmet den Geist wissenschaftlicher Sachlichkeit und bringt dem Leser wirkliche Erkenntnis. Niemand wird es ohne reichen Gewinn aus der Hand legen. Drum sei es den Fachgenossen bestens empfohlen. Beyer.

MITTEILUNGEN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR BAUINGENIEURWESEN.

Geschäftstelle: BERLIN NW7, Friedrich-Ebert-Str. 27 (Ingenieurhaus).

Ortsgruppe Brandenburg.

Die Ortsgruppe Brandenburg der D. G. f. B. besichtigte am 9. Oktober d. Js. den Zentralflughafen von Berlin auf dem Tempelhofer Feld. Der Leiter der Abteilung Bodenorganisation der Deutschen Luft-Hansa, Herr Dr.-Ing. Dierbach, führte die zahlreich erschienenen Teilnehmer durch die Anlagen. Mit Rücksicht darauf, daß in dem Anfang November erscheinenden diesjährigen Jahrbuch der D. G. f. B. ein Aufsatz von Herrn Dr.-Ing. Dierbach über die „Anlage von Flughäfen für den Luftverkehr“ veröffentlicht wird, sehen wir davon ab, eine Besprechung der Besichtigung an dieser Stelle zu bringen.

Der Umbau des Staatlichen Opernhauses Berlin Unter den Linden.

Die alte Staatsoper Unter den Linden konnte den Anforderungen, die an ein modernes Opernhaus gestellt werden, nicht mehr genügen. 1743—48 von Knobelsdorff erbaut, wurde sie 1848 nach einem Brande von Langhanns erneuert. Seitdem ist an der Bühneneinrichtung nichts geändert worden. Um 1880 hat man den Bau ohne jede Rücksichtnahme nach hinten erweitert und 1910 erhielt das Opernhaus den für ein modernes Theater unerläßlichen Schnürboden in Form eines hohen Aufbaues, der aber nur als ein Provisorium gedacht war, da man an den baldigen Bau eines neuen Opernhauses dachte. Jetzt hat man sich der Not gehorchend entschlossen, das alte Haus umzubauen.

Die alte Oper ist eine der bemerkenswertesten Bauten der Reichshauptstadt. Infolgedessen löste der geplante Umbau in der Allgemeinheit und besonders in der Presse einen Streit über städtebauliche Fragen aus. Der Entwurf, der tatsächlich zur Ausführung gelangt, erledigt aber alle diese Einwände von vornherein. Zunächst soll der Kaiser-Franz-Joseph-Platz das parkartige Aussehen verlieren, so daß er wieder zu dem Architekturplatz wird, als welcher er ursprünglich gedacht war; außerdem wird das seitlich liegende Knobelsdorffsche Risalit, das seinerzeit von Langhanns um etwa 3 m vorgesetzt wurde, als Fassade der Seitenbühne nach dem Platze zu verwandt und kommt so genau axial zum Portal der gegenüberliegenden „Kommode“, wie im Berliner Volksmunde die ehemalige Staatsbücherei heißt, zu liegen. Schließlich ragt nur die Seitenbühne weiter in den Platz hinein, während der hintere Teil der Bühne nur unwesentlich über die alte Flucht hinausgeht; infolgedessen liegt die Hedwigskirche in Zukunft den Blicken wesentlich freier, zumal der Kaiser-Franz-Joseph-Platz eingeebnet werden soll.

Bei der Bauausführung des Umbaus sind schwere Aufgaben zu lösen. Da der Fußboden der Unterbühne bis 11,70 unter Straßenoberkante herabreichen soll, muß das Grundwasser um rd. 12 m gesenkt werden. 5 Pumpen mit 60—90 PS müssen den riesigen Wasserandrang bewältigen, der so groß ist, daß man den Wasserbedarf einer Großstadt von 500000 Einwohnern damit befriedigen könnte. Aus etwa 100 Brunnen bis 22 m Tiefe wird das Wasser angesaugt und in die Spree gedrückt. Wird der Wasserandrang zu groß, muß der städtische Notauslaß in Anspruch genommen werden. Für die Rohrgräben mußten bergmännisch abgesteifte Stollen getrieben werden; der riesige Bodendruck infolge der Auflagerlasten des Gebäudes machte dieses Vorgehen erforderlich. Bei Versagen des Drehstromes arbeiten die Pumpen schon innerhalb längstens zehn Minuten mit Gleichstrom. Diese Vorsichtsmaßnahme ist unbedingt erforderlich, da ein Steigen des Grundwassers den Einsturz des unterfangenen Bauwerkes zur Folge haben kann.

An dem alten Bühnenhaus sind zwei statisch getrennte Teile zu unterscheiden: Einerseits die beiden Portale, die das Bühnenhaus nach der Zuschauerseite und nach der Hinterbühne öffnen und mit ihrer Last auf vier Pfeilern ruhen. Andererseits die Dachlast des eigentlichen Dachstuhles, die von den Seitenwänden des Hauses aufgenommen wird. Die Fundamente sowohl der vier Pfeiler als auch der Seitenwände reichen nicht wesentlich unter das Terrain. Die neue Bühnenhauskonstruktion macht aber eine Herabführung der Fundamente auf 13,75 m unter Terrain erforderlich. Deswegen müssen die alten Fundamente abgefangen und unter ihnen die neuen Fundamente bis 13,75 m Tiefe geschaffen werden. Neben den vier alten Pfeilern der Portale hat man provisorische Fundamente auf Mast-(Eisenbeton-)Pfählen geschaffen, die bis in die erforderliche Tiefe reichen, und durch Trägerkonstruktion die Pfeiler auf diese aufgesetzt. Dann wurde unter den abgefangenen Pfeilern in berg-

männischer Weise ausgeschachtet und das neue Betonfundament geschaffen.

Die Ortsgruppe Brandenburg der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen besichtigte am Donnerstag, den 21. Oktober d. J. die Baustelle. Herr Regierungs- und Baurat Tietze hatte freundlicherweise die Führung übernommen und hielt hierbei einen erläuternden Vortrag. Die Arbeiten an den Pfeilern waren so weit gediehen, daß der Zwischenraum zwischen den neuen Pfeilerfundamenten und den abgefangenen Pfeilern nur noch ausgemauert werden mußte. Es werden dann noch die Träger durchgeschnitten und die Pfeiler ruhen auf ihren neuen 15 m tiefen Fundamenten.

Im modernen Bühnenwesen werden die Dekorationen auf den Seitenbühnen aufgebaut und dann in ihrer Gesamtheit auf die Vorderbühne gefahren; daher reichen die früher üblichen Schlitzlöcher für die Kulissen in den Seitenwänden der Bühne nicht mehr aus. Da aber der hohe Aufbau, der auf den Seitenwänden ruht, nicht abgebrochen werden soll, werden die Seitenwände in solcher Höhe abgefangen, daß man unter ihnen die Träger über der Öffnung nach der Seitenbühne montieren kann. Die Seitenwände werden durch Eisenkonstruktionen abgefangen, die auf provisorischen Pfeilern mit der erforderlichen Tiefe ruhen. Diese Eisenkonstruktionen sollen zugleich als Montagegerüst für die Träger dienen. Diese Träger, die künftig die Öffnungen der Seitenbühne nach oben abschließen sollen, ruhen auf gleich tief fundierten Pfeilern.

Das tiefliegende Bühnenhaus ist mit einer Wanne zu vergleichen, die im Grundwasser schwimmt. Die vier Pfeiler haben unten eine Fläche von etwa 4×4 m und gehen getrennt durch die Sohle hindurch, da in ihnen infolge der Windkräfte erhebliche Sonderspannungen auftreten. Der Boden des Bühnenhauses besteht aus Eisenbeton mit Schwergewichtsplatten von etwa 3 m Stärke. Bei der erheblichen Breite (zirka 60 m) und Tiefe des Bühnenhauses sind Dehnungsfugen notwendig. Der Anschluß der Seitenwände an die Sohle wird als Winkelstützmauer ausgebildet.

Der eigentliche Bühnenboden besteht künftig aus Podien von 3 m Breite und 18 m Länge, die auf Fahrstühlen 10 m gehoben werden können. Außer dieser senkrechten Bewegung ist aber auch eine wagerechte Bewegung nach den Seitenbühnen möglich. Die Fahrstühle werden sämtlich hydraulisch betrieben bei 100 at Druck. Der hydraulische Betrieb hat den Vorzug der großen Sicherheit und Geräuschlosigkeit. Die Staatsoper Unter den Linden wird nach ihrem Umbau die modernste Bühnenkonstruktion besitzen. Der Umbau wird noch längere Zeit in Anspruch nehmen.

Jahrbuch der D. G. f. B.

Das Jahrbuch 1926 der D. G. f. B., das in diesen Tagen zur Versendung kommt, hat folgenden Inhalt (Umfang 230 Seiten): Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen. — Rückblick auf die Tätigkeit der Gesellschaft. — Der Bauingenieur als Betriebsgestalter. Von Dr.-Ing. Max Mayer, beratendem Ingenieur (Duisburg). — Fortschritte des Beton- und Eisenbetonbaues in den letzten Jahren. Von Prof. Dr.-Ing. A. Kleinlogel (Darmstadt). — Der unterirdische Städtebau. Von Oberbaudirektor Leo (Hamburg). — Anlage von Flughäfen für den Luftverkehr. Von Dr.-Ing. Ernst Dierbach, Leiter der Abt. Bodenorganisation der Deutschen Luft-Hansa (Berlin). — Statistik der Deutschen Groß-Wasserkraftanlagen. Bearbeitet von Prof. Dr.-Ing. Dr. techn. E. h. A. Ludin (Charlottenburg). — Mitgliederverzeichnis. — Zusammenstellung bedeutender Ingenieurbauwerke. — Im Jahr 1925 und 1926 (1. Halbjahr) vollendete oder wesentlich geförderte große deutsche Ingenieurbauten. — Für den Bauingenieur wichtige deutsche Vereine. — Die Professoren und Dozenten der Bauingenieurabteilungen an den deutschsprachigen Technischen Hochschulen und ihre Sondergebiete nach dem Stande vom Sommersemester 1926. — Verzeichnis von Doktor-Dissertationen der deutschen Technischen Hochschulen aus dem Gebiete des Bauingenieurwesens und seiner Grenzgebiete 1918 bis 1926 in sachlicher Anordnung. Bearbeitet von Bibliotheksrat Carl Walther (Aachen). — Die Deutschen Baunormen. Von Rgbmstr. Karl Sander (Berlin), Geschäftsführer der Baunormung. — Von ausländischen neueren Ingenieur-Normen. — Vorschriften für die Abnahme von Maschinen. — Veröffentlichungen über Nomographie für Bauingenieure. — Nachtrag zu Jahrbuch 1925 Seite 183: Einiges von der Gebührenordnung der Architekten und Ingenieure. Von Dipl.-Ing. Baer (Berlin).