

STUDIEN ÜBER KONSTRUKTION UND BERECHNUNG DURCH WINDKABEL VERSTEIFTER FUNKTÜRME.

Von Alfred Junge, Dipl.-Ing., Elmshorn (Holstein).

Übersicht. Funktürme mit Windkabeln und solche bisheriger Konstruktion. Verwendung der Hängebrückenkettenkonstruktion unter Berücksichtigung der veränderten Verhältnisse. Systembildung räumlicher Turmfachwerke. Das „Sehnenlängenänderungsgesetz“ der horizontalen Verbindungsglieder, der „Horizontalstangen“. Nachweis der Fehler zwischen üblicher angenäherter und genauerer Berechnung der Horizontalstangen. Momentanes Elastizitätsmaß. Aufstellung nichtlinearer Elastizitätsgleichungen. Lineare Elastizitätsnäherungsgleichungen. Gesichtspunkte für die Wahl der Systemabmessungen und die Aufstellung rationeller Näherungsformeln.

Die bisher ausgeführten Konstruktionen relativ hoher Funktürme bestehen im wesentlichen entweder darin, daß z. B. zwei übereinanderstehende, kugelgelenkig gelagerte Fachwerkstützen durch Schrägseile (Pardunen) abgefangen werden (Nauen) oder auch es wird ein freistehender Mast, ohne jegliche Halteseile, als räumliches Fachwerk, welches alle äußeren Kräfte aufzunehmen hat, ausgebildet (Königswusterhausen). Hier soll nun eine Funkturmkonstruktion in ihren Grundzügen erörtert und ihre Berechnungsweise im wesentlichen skizziert werden, bei der, gewissermaßen eine Verbindung von beiden angeführten Konstruktionsarten, ein durch Ketten oder Kabel mit „Horizontalstangen“ (s. Abb. 1 und 2) — in ähnlicher Weise wie im Hängebrückenbau verwandt — versteifter Turm als Tragkonstruktion für die Antennenzüge, für die Wind- und Eigenlasten benutzt wird. Durch solche Kabel können die über die Höhe des Turmgerüsts als gleichmäßig bzw. stetig veränderlich anzusehenden Windlasten, bei zweckmäßiger Wahl der Kabelform, gleichmäßiger, d. h. für das Turmgerüst günstiger wirkend, aufgenommen werden als dieses bei Pardunen der Fall sein kann. Die Kabel, welche eine den auf das Turmgerüst wirkenden Belastungen sowie den Temperaturverhältnissen entsprechende Verspannung benötigen, sind durch horizontalliegende Seile — im folgenden mit „Horizontalstangen“ bezeichnet — mit dem Turmfachwerk verbunden. Unterschiedlich vom Hängebrückenbau, wo diese Seile lotrecht hängen und somit infolge der Erdschwere keinen Durchhang besitzen, werden die hier horizontalliegenden Hängestangen infolge ihres Eigengewichtes bzw. eines zusätzlichen Gewichtes durch Rauhrostbehäng¹⁾, einer ihrer Länge entsprechenden mehr oder minder großen Durchhang aufweisen, demzufolge die übliche²⁾ Berechnung gerader Stäbe nach dem Hookeschen Gesetz, in ihrer Anwendung auf Horizontalstangen größerer Länge, wie folgende Untersuchungen zeigen werden, einer Korrektur bedarf. Zwar ist der Einfluß der Hängestangen parabolischer Ketten, deren Formänderungsberechnungen das Hookesche Gesetz zugrundegelegt ist, wie bekannt³⁾, auf die Gesamtformänderung z. B. einer Hängebrücke relativ gering und kann meistens vernachlässigt werden. Berücksichtigen wir jedoch den Durchhang und eventuell Rauhreifbelastung der hier relativ langen Horizontalstangen, so erscheint eine schärfere Berechnung wohl berechtigt. Sollte sich später, bei Anwendung der Theorie auf Zahlenbeispiele, ergeben, daß in diesem oder jenem Falle der nach der im folgenden entwickelten Methode erreichte Genauigkeitsgrad nicht erforderlich ist, so

wird damit der Zweck der Theorie, in der Erkenntnis eine übermäßige Vorsicht angewandt zu haben, auch erfüllt sein.

Zur Berechnung des Systems nehmen wir an, daß das Fachwerk des Turmes ohne die Kabel mit Horizontalstangen ein stabiles räumliches Fachwerk sei, daß äußere Lasten nur in den Knoten dieses Fachwerkes angreifen und daß ferner die Knotenpunktverrückungen gegenüber den Abmessungen des Systems so gering sind, daß das Prinzip der virtuellen Verrückungen bei der Berechnung Verwendung finden kann. Hier ist, um den allgemeinen Gedankengang zu zeigen, ein Turm mit gleichseitig-dreieckigem Querschnitt und drei Windkabeln gewählt worden. Die hieraus sich ergebenden Berechnungsergebnisse können dann ohne weiteres auch auf Funktürme anderer Fachwerkgliederungsweise, durch eine beliebige Anzahl von Kabeln versteift, angewandt werden.

Vom ästhetischen Standpunkt betrachtet, stellt der durch Kabel versteifte Turm, infolge der beruhigend wirkenden Linienführung der Kabel, wenn deren Maße gegenüber den Maßen des Turmes in der Natur auch weniger in Erscheinung treten werden, wie Abb. 1 zeigt, ein Bauwerk dar, welches auch gewissen architektonischen Ansprüchen zu genügen vermag.

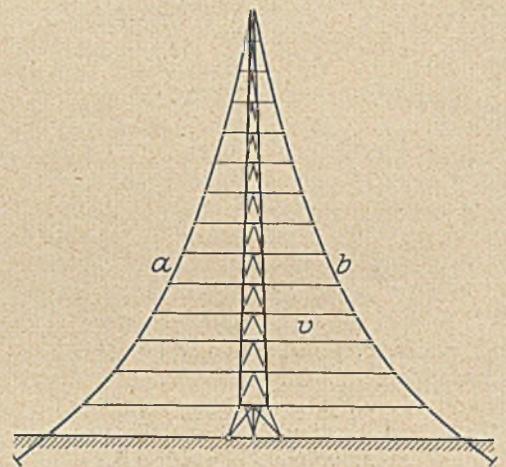


Abb. 1.

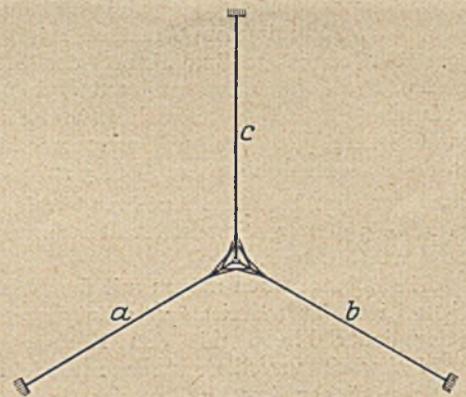


Abb. 2. Funkturm mit Windkabeln.

I.

Systembildung.

In den folgenden Untersuchungen betrachten wir alle Stäbe des Turmfachwerkes sowie die der Ketten und Horizontalstangen als starr.

Entfernen wir die überzähligen Glieder a, b, c nebst Horizontalstangen v (Abb. 1 u. 2), so bleibt ein statisch bestimmtes,

¹⁾ Weil, Beanspruchung und Durchhang von Freileitungen, Diss. Berlin 1911.

²⁾ Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen, Bd. II, 1. Abt.

³⁾ Bohny, Theorie und Konstruktion versteifter Hängebrücken.

stabiles⁴⁾ Raumbachwerk übrig (freistehender Turm), wenn die Bildungsweise dieses Fachwerkes entweder aus Folgen von Gebilden nach den Abb. 3 oder 4 geschieht. Diese symmetrisch gebauten Stabgebilde mit den festen Knotenpunkten (3 Stützbedingungen) 7, 8, 9 (Abb. 3) bzw. 7', 8', 9' (Abb. 4) sind aber stabil. Beim System der Abb. 4 ist dieses ohne weiteres erkennbar, wenn z. B. die Diagonale $\overline{1'7'}$ gegen die Diagonale $\overline{3'8'}$ vertauscht wird. In dem so gebildeten System können, ausgehend vom Knoten 1', nacheinander die Knoten 1', 2', 3', mit je drei nicht in einer Ebene liegenden Stäben, gestrichen werden, womit die Stabilität des Stabgebildes der Abb. 4 erwiesen ist⁵⁾. Beim Gebilde der Abb. 3 können zunächst die

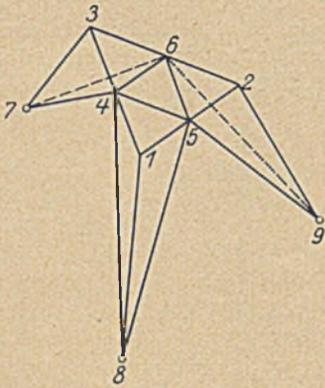


Abb. 3.

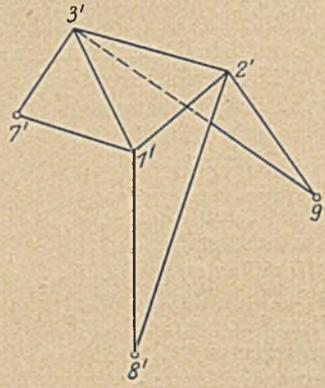


Abb. 4.

Knoten 1, 2, 3 gestrichen werden, welche durch je drei Stäbe angeschlossen sind. Die verbleibenden Knoten 4, 5, 6 verbinden durch je zwei Stäbe das obere Stabdreieck stabil mit den festen Knoten (3 Stabbedingungen) 7, 8, 9. Um dieses zu erkennen, vertauschen wir z. B. den Stab $\overline{45}$ gegen den Stab $\overline{57}$. Ein in den Knoten 4 und 5 angreifendes Kräftepaar „1“ mit der Richtung des Stabes $\overline{45}$ erzeugt, wie wohl ersichtlich, in dem Ersatzstabe $\overline{57}$ eine endliche Spannkraft. Da das Ersatzfachwerk mit dem Ersatzstabe $\overline{57}$ aber stabil ist und wegen der endlichen Spannkraft des Stabes $\overline{57}$ infolge des Kräftepaares „1“ die Determinante⁶⁾ aus der einfachen Stabvertauschung nicht verschwindet, so ist das Stabgebilde mit den Knoten 4, 5, 6 stabil und unverschieblich, was somit auch von dem Gesamtgebilde der Abb. 3 zu behaupten ist.

Durch eine beliebige Aufeinanderfolge von Gebilden nach den Abb. 3 oder 4 entsteht also ein unverschiebliches stabiles Turmraumbachwerk.

Die Kettenebenen mögen mit den Winkelhalbierenden des gleichseitigen Turmdreieckquerschnittes zusammenfallen. Die Kettenglieder bilden mit den Horizontalstangen und dem Turmfachwerk unvollkommene räumliche Fachwerke. Um ihren räumlichen Anschluß an das Turmfachwerk zu bewerkstelligen, denken wir uns die Knoten der Kettenglieder durch je einen nicht in die Kettenebene fallenden „Stab“ mit dem „Erdfachwerk“⁵⁾ verbunden. Durch Kräfte, welche ausschließlich in den Kettenebenen wirken⁶⁾, verbleiben solche „gedachten Stäbe“ spannungslos, welchen Spezialfall wir unseren Untersuchungen zugrunde legen.

II.

Das „Sehnenlängenänderungsgesetz“ der Horizontalstangen.

Ist ein dem Hookeschen Gesetz folgendes elastisches Seil (Kette) homogenen Materials und konstanten Querschnittes zwischen zwei Punkten gleicher Höhenlage gespannt, so ist in bekannter Weise¹⁾ die Stützpunktfertnerungsänderung —

⁴⁾ Hierbei sind reibungslose Kugelgelenke als Knoten vorausgesetzt.

⁵⁾ Schlink, Statik der Raumbachwerke.

⁶⁾ Hierbei ist je ein Kettenglied der Überzähligen a, b oder c entfernt zu denken, um ein statisch bestimmtes „erweitertes Raumbachwerk“ zu erhalten.

„Sehnenlängenänderung“ — eine Funktion der Spannung, der Seilbelastung und der Temperatur.

Wir benutzen für die hier vorliegenden Zwecke die von Skrobaneck^{7a)} entwickelten Resultate oder „elastischen Kettenlinie“, indem wir diese Resultate bezüglich des Temperatureinflusses erweitern⁷⁾ und für die hier nur in Frage stehenden flachen Seilkurven mittels Reihenentwicklung zweckmäßige, prinzipiell bereits bekannte, jedoch auf anderem Wege gefundene¹⁾ Näherungsformeln ableiten.

Bedeutet:

- γ_0 die auf die Volumeneinheit des Seils bezogene spezifische Belastung,
- σ_0 die Scheitelspannung des Seils (Horizontalkomponente der Seilspannung),
- t_0 die Temperaturerhöhung in Celsiusgraden,
- ϵ den Wärmeausdehnungskoeffizienten,
- E das Elastizitätsmaß des Seilmaterials,
- l die „starre“ spannungs- und temperaturlose⁸⁾ Bogenlänge des Seils,
- s die Entfernung der Stützpunkte des Seils (Sehnenlänge),
- f_0 den Durchhang des Seils im Scheitel,
- φ_0 den Auflagerwinkel des Seils,

so folgt:

$$(1) \quad s = \frac{2 \sigma_0}{\gamma_0} (1 + \epsilon t_0) \ln \left[\frac{\gamma_0 l}{2 \sigma_0} + \sqrt{1 + \left(\frac{\gamma_0 l}{2 \sigma_0} \right)^2} \right] + \frac{\sigma_0 l}{E}$$

$$(2) \quad f_0 = \frac{\sigma_0}{\gamma_0} (1 + \epsilon t_0) \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\gamma_0 l}{2 \sigma_0} \right)^2} - 1 \right] + \frac{\gamma_0 l^2}{8 E}$$

$$(3) \quad \operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{\gamma_0 l}{2 \sigma_0}$$

Die Gleichung (1) stellt s als Funktion dreier Variabler, der Spannung, der spezifischen Belastung und der Temperatur dar. Für flache Seilkurven, d. h. für kleine Auflagerwinkel φ_0 [Gl. (3)], läßt sich die Gl. (1) [für Gl. (2) gilt dasselbe, ist hier jedoch interesselos] durch Entwicklung nach Potenzen von $\operatorname{tg} \varphi_0$ in eine bereits bekannte¹⁾ Form überführen. Die Entwicklung des logarithmischen Gliedes der Gl. (1) in eine Mac Laurinsche Reihe ergibt unter Beachtung der Gl. (3):

$$\ln [\operatorname{tg} \varphi_0 + \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_0}] = \frac{\operatorname{tg} \varphi_0}{1!} - \frac{\operatorname{tg}^3 \varphi_0}{3!} + \frac{9 \operatorname{tg}^5 \varphi_0}{5!} + \dots$$

Berücksichtigen wir nur die Glieder bis zur dritten Potenz, da dann das Lagrangesche Restglied

$$R < \left| \frac{9 \operatorname{tg}^6 \varphi_0}{5!} \right| \left[\text{d. h. mit } \operatorname{tg} \varphi_0 \leq 1/5 \text{ wird } R < |0,0000048| \right]$$

wird, so folgt aus den Gl. (1), (3) und vorstehender Reihe:

$$s = \frac{2 \sigma_0}{\gamma_0} (1 + \epsilon t_0) \left[\frac{\gamma_0 l}{2 \sigma_0} - \left(\frac{\gamma_0 l}{2 \sigma_0} \right)^3 \frac{1}{6} \right] + \frac{\sigma_0 l}{E}$$

und hieraus
$$s = (1 + \epsilon t_0) \left[1 - \frac{1^3 \gamma_0^2}{24 \sigma_0^2} \right] + \frac{\sigma_0 l}{E}$$

Da das zweite Glied der ersten und das der zweiten Klammer sehr kleine Größen darstellen, folgt unter Vernachlässigung der kleinen Größen zweiter Ordnung:

$$(4) \quad s = l + \epsilon t_0 l - \frac{1^3 \gamma_0^2}{24 \sigma_0^2} + \frac{\sigma_0 l}{E}$$

⁷⁾ Die Erweiterung der Skrobaneckschen Gleichungen ist unter der Voraussetzung geschehen, daß das „starre“ Bogenelement dl sich infolge Temperatur um $\Delta dl = dl \cdot \epsilon t$ verlängert. Die Ableitung ist hier nicht wiedergegeben, weil sie sich von den analogen Skrobaneckschen prinzipiell wenig unterscheidet.

^{7a)} Skrobaneck, Gleichgewichtsform eines elastisch dehnbaren Fadens. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik 1922, Heft 6.

⁸⁾ Temperaturlos heißt hier: $t_0 = 0$.

Bei einer Zustandsänderung von zusammengehörigen $s, \sigma_0, \gamma_0, t_0$ auf zusammengehörige $s + \Delta s, \sigma, \gamma, t$, folgt:

$$(5) \quad s + \Delta s = l + \epsilon t l - \frac{l^3 \gamma^2}{24 \sigma^2} + \frac{\sigma l}{E}$$

Die Subtraktion der Gl. (4) und (5) voneinander ergibt:

$$(6) \quad \Delta s = (\sigma - \sigma_0) \frac{l}{E} + \epsilon (t - t_0) l + \frac{l^3}{24} \left[\left(\frac{\gamma_0}{\sigma_0} \right)^2 - \left(\frac{\gamma}{\sigma} \right)^2 \right]$$

Die Gleichung (6) stellt die Sehnslängenänderung Δs als Funktion der Spannungs-, der Temperatur- und der Belastungsänderung dar. Da die „starre“ Seillänge l sich bei den hier vorausgesetzten flachen Seilkurven verschwindend wenig von der Sehnslänge s unterscheidet, kann, ohne einen nennenswerten Fehler zu begehen, in Gleichung (6) l durch s ersetzt werden. Dann folgt die bekannte¹⁾, bereits unter Zugrundelegung der Parabel als Näherungskurve der Kettenlinie gewonnene Gleichung:

$$(7) \quad \Delta s = (\sigma - \sigma_0) \frac{s}{E} + \epsilon (t - t_0) s + \frac{s^3}{24} \left[\left(\frac{\gamma_0}{\sigma_0} \right)^2 - \left(\frac{\gamma}{\sigma} \right)^2 \right]$$

Die der Temperatur t_0 , die wir als Aufstellungstemperatur betrachten wollen, der Belastung γ_0 entsprechende spannungslose, mit der Temperatur t_0 behaftete „starre“ Seillänge l_0 ergibt sich aus Gl. (4) (für eine unnötig genauere Berechnung muß Gl. (1) benutzt werden):

$$l_0 = l(1 + \epsilon t_0) = s + \frac{l^3 \gamma_0^2}{24 \sigma_0^2} - \frac{\sigma_0 l}{E};$$

d. h., wenn wir wieder in den mit l bzw. l^3 behafteten sehr kleinen Gliedern l bzw. l^3 durch s bzw. s^3 ersetzen:

$$(8) \quad l_0 = l(1 + \epsilon t_0) = s \left[1 + \frac{s^2 \gamma_0^2}{24 \sigma_0^2} - \frac{\sigma_0}{E} \right]$$

Die Gl. (7) kann als Funktion von σ auch geschrieben werden:

$$(9) \quad \Delta s = A \sigma + \frac{B}{\sigma^2} + C,$$

wenn

$$A = \frac{s}{E}; \quad B = -\frac{s^3 \gamma^2}{24}; \quad C = \frac{s^3 \gamma_0^2}{24 \sigma_0^2} - \frac{\sigma_0 s}{E} + \epsilon (t - t_0) s$$

ist. Setzen wir, wie dieses den üblichen Berechnungsmethoden der „Sehnslängenänderung“ auf Grund der Gleichung

$$(10) \quad \Delta s' = \frac{\sigma s}{E} + \epsilon t' s$$

[hierin ist $t' = t - t_0$] entspricht, in Gl. (8) $l_0 = s$, so folgt aus dieser Gleichung der Wert für die „Vorspannung“

$$(11) \quad \sigma_0 = \sqrt[3]{\frac{\gamma_0^2 s^2 E}{24}}$$

und mit diesem Wert aus Gl. (9) mit $t - t_0 = t'$, da $v = 0$:

$$(12) \quad \Delta s = \frac{\sigma}{E} s + \epsilon t' s - \frac{s^3 \gamma^2}{24 \sigma^2}$$

Die Gl. (12) unterscheidet sich demnach von der Gl. (10) nur durch das Korrektionsglied $-\frac{s^3 \gamma^2}{24 \sigma^2}$ oder nach Gl. (9) durch $\frac{B}{\sigma^2}$.

Der relative Fehler der Funktion (10) gegenüber (12) ist somit:

$$(13) \quad F = \frac{\Delta s' - \Delta s}{\Delta s} = \frac{\frac{s^3 \gamma^2}{24}}{\frac{\sigma s}{E} - \frac{s^3 \gamma^2}{24} + \epsilon t' s \sigma^2}$$

In der Zahlentafel 1, deren Werte in Abb. 5 graphisch dargestellt sind, ist Gl. (13) für die Spannungen $\sigma = 1, 2, 3 \text{ t/cm}^2$, für $\gamma = 8,7$ und $23,7 \text{ t/m}^3$ (Rauhreifbehang¹⁾) $t' = 0$ sowie $E = 2 \cdot 10^7 \text{ t/m}^2$, in großer Annäherung an die Verhältnisse des patentverschlossenen Kabels [E ist bei solchen Kabeln nicht genau konstant] der Firma Felten & Guilleaume, Mülheim, für Längen s bis 120 m in Prozenten berechnet worden. (In Abb. 5 sind nur die positiven Prozente dargestellt.)

Zahlentafel 1.

s	$\gamma = 8,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 10^4 \text{ t/m}^2$	$\gamma = 8,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 2 \cdot 10^4 \text{ t/m}^2$	$\gamma = 8,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 3 \cdot 10^4 \text{ t/m}^2$	$\gamma = 23,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 10^4 \text{ t/m}^2$	$\gamma = 23,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 2 \cdot 10^4 \text{ t/m}^2$	$\gamma = 23,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 3 \cdot 10^4 \text{ t/m}^2$
	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0
10	0,63	0,07	0,02	4,90	0,58	0,17
20	2,58	0,31	0,09	23,00	2,39	0,69
30	6,00	0,71	0,21	72,60	5,56	1,58
40	11,20	1,27	0,37	298,00	10,30	2,86
50	18,70	2,01	0,58	-689,00	17,10	4,53
60	29,40	2,92	0,84	-248,00	26,60	6,66
70	44,60	4,00	1,15	-177,00	40,00	9,29
80	67,50	5,30	1,51	-150,00	60,00	12,50
90	104,30	6,80	1,92	-135,50	90,40	16,40
100	170,80	8,55	2,38	-127,00	141,00	21,00
120	1002,00	12,80	3,48	-117,00	533,00	33,20

Die Abb. 5 zeigt, daß z. B. ein Fehler von 10 % selbst bei Seilen ohne Rauhreifbehang und der relativ hohen Minimal-

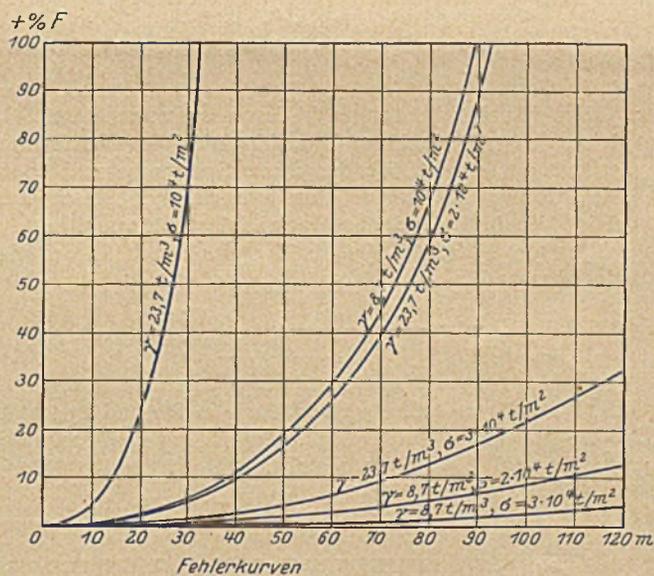


Abb. 5.

spannung von 2 t/cm^2 schon bei etwa 100 m Seillänge erreicht wird, daß dieser Fehler bei Rauhreifbehang und derselben Spannung schon bei etwa 40 m, bei Rauhreifbehang und einer Spannung von $\sigma = 3 \text{ t/cm}^2$ bei 70 m Seillänge erreicht wird. Hierbei sind negative Temperaturänderungen, die nach Gl. (13) ein noch schnelleres Anwachsen des Fehlers F zur Folge haben, unberücksichtigt geblieben.

Ersetzen wir die Gl. (9) durch eine lineare Gleichung von der Form

$$(14) \quad \bar{\Delta s} = \bar{A} \bar{\sigma} + \bar{C}$$

¹⁾ t = Tonne.

so zwar, daß Gl. (14) für $\bar{\sigma} = \sigma$ denselben Wert und dieselbe 1. Ableitung wie Gl. (9) besitzt, so folgt:

$$\bar{\Delta s} = \left(A - \frac{2B}{\sigma^3} \right) \bar{\sigma} + \frac{3B}{\sigma^2} + C,$$

d. h. es ist unter Beachtung der Gl. (14):

$$\bar{A} = A - \frac{2B}{\sigma^3}; \quad \bar{C} = \frac{3B}{\sigma^2} + C$$

$$(15) \quad \bar{A} = \frac{s}{E} + \frac{s^3 \gamma^2}{12 \sigma^3}; \quad \bar{C} = -\frac{s^3 \gamma^2}{8 \sigma^2} + \frac{s^3 \gamma_0^2}{24 \sigma_0^2} - \frac{\sigma_0 s}{E} + \epsilon t' s$$

In dem Spezialfall der Gl. (12) wird der Wert v der Gl. (9) verschwinden, und der Wert v' der Gl. (15) reduziert sich auf das Glied $-\frac{1}{8} \frac{s^3 \gamma^2}{\sigma^2}$. Für konstantes σ , z. B. $\sigma = \sigma_0$, und konstantes γ , z. B. $\gamma = \gamma_0$, wird bei gegebenem s der Wert \bar{A} ebenfalls eine konstante Größe, die von der Temperaturänderung t' unabhängig ist. Gl. (14) kann also als lineare Ersatzgleichung der Gl. (9) benutzt werden, da sie gegenüber der Gl. (10) den wirklichen Verhältnissen mit relativ großer Schärfe entspricht und wegen ihrer linearen Form gegenüber der exakteren Gl. (9) in Anwendung auf Elastizitätsprobleme den Vorzug verdient.

Setzen wir unter Beachtung der Gl. (14) und (15)

$$\frac{s}{E_m} = \bar{A}, \text{ so folgt:}$$

$$(16) \quad E_m = \frac{1}{\frac{1}{E} + \frac{s^2 \gamma^2}{12 \sigma^3}}$$

Der Wert E_m hat die Dimension einer Spannung, wir wollen ihn daher mit „augenblicklichem Elastizitätsmaß“ bezeichnen. Mit $\sigma = \sigma_0$ nach Gl. (11) folgt aus Gl. (16) mit $\gamma = \gamma_0$:

$$(17) \quad E_m = \frac{E}{3}$$

d. h.: „Für „Horizontalstangen“, deren spannungslose Seillänge gleich der „Sehnenlänge“, d. h. gleich der Entfernung ihrer Auflagerpunkte ist, ist das ihrer Spannung und spezifischen Belastung zugehörige „augenblickliche Elastizitätsmaß“ gleich einem Drittel des Materialelastizitätsmaßes.“

Dividieren wir die Gl. (16) beiderseits durch E , so folgt der „Wirkungsgrad“:

$$(18) \quad \mu = \frac{E_m}{E} = \frac{1}{1 + \frac{E s^2 \gamma^2}{12 \sigma^3}}$$

Gl. (18) ist für $\sigma = 1, 2, 3 \text{ t/cm}^2$, für $\gamma = 8,7$ und $23,7 \text{ t/m}^3$, für $E = 2 \cdot 10^7 \text{ t/m}^2$ und für Seillängen bis $s = 120 \text{ m}$ in Zahlentafel 2 und Abb. 6 dargestellt.

Zahlentafel 2.

s	$\gamma = 8,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 10^4 \text{ t/m}^2$		$\gamma = 8,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 2 \cdot 10^4 \text{ t/m}^2$		$\gamma = 8,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 3 \cdot 10^4 \text{ t/m}^2$		$\gamma = 23,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 10^4 \text{ t/m}^2$		$\gamma = 23,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 2 \cdot 10^4 \text{ t/m}^2$		$\gamma = 23,7 \text{ t/m}^3$ $\sigma = 3 \cdot 10^4 \text{ t/m}^2$	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10	98,80	99,80	99,99	91,50	98,80	99,80	91,50	98,80	99,80	99,80	99,80	99,80
20	94,70	99,40	99,80	72,80	95,60	98,70	72,80	95,60	98,70	98,70	98,70	98,70
30	89,70	98,60	99,50	54,40	90,40	96,90	54,40	90,40	96,90	96,90	96,90	96,90
40	83,20	97,50	99,10	40,10	84,10	94,70	40,10	84,10	94,70	94,70	94,70	94,70
50	76,10	96,20	98,80	30,10	77,40	91,80	30,10	77,40	91,80	91,80	91,80	91,80
60	68,70	94,70	98,40	23,03	70,40	88,90	23,03	70,40	88,90	88,90	88,90	88,90
70	61,70	92,70	97,90	18,00	63,60	85,40	18,00	63,60	85,40	85,40	85,40	85,40
80	55,30	90,80	97,10	14,40	57,10	81,80	14,40	57,10	81,80	81,80	81,80	81,80
90	49,40	88,70	96,30	11,70	51,30	78,00	11,70	51,30	78,00	78,00	78,00	78,00
100	44,20	86,80	95,60	9,70	46,10	74,10	9,70	46,10	74,10	74,10	74,10	74,10
120	35,50	81,50	93,70	6,95	37,20	66,60	6,95	37,20	66,60	66,60	66,60	66,60

Zwischen den Funktionskurven gleicher Spannung und Belastung der Abb. 5 u. 6 bestehen Analogien. Es zeigt sich

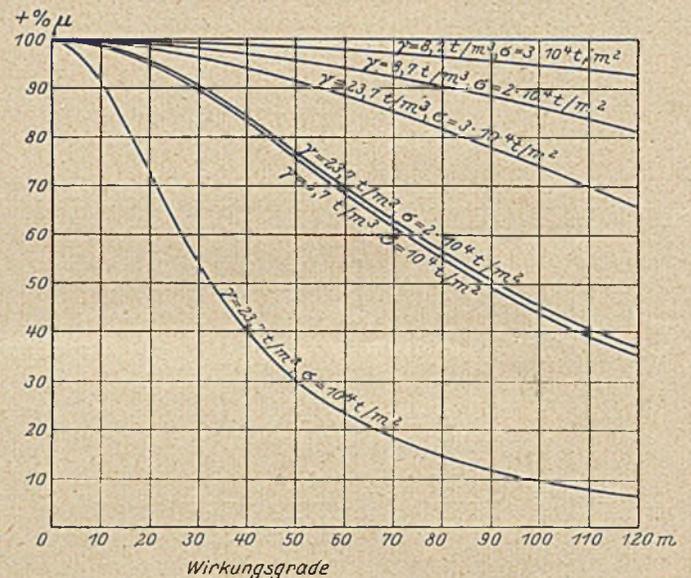


Abb. 6.

z. B., daß ein Wirkungsgrad von 90% bei Seilen ohne Rauhrostbehag und 2 t/cm^2 Spannung schon bei etwa 85 m, bei Rauhrostbehag und derselben Spannung schon bei 30 m, und bei Rauhrostbehag und einer Spannung von 3 t/cm^2 schon bei etwa 55 m unterschritten wird. (Fortsetzung folgt.)

DIE ERNEUERUNG DES DECKWERKS AM BRANDENBURGER UFER IN BERLIN.

Von Dipl.-Ing. Leipold, Magistratsbaurat.

Übersicht. Beschreibung des Umbaues eines hölzernen Deckwerks zu einer Eisenbetonkonstruktion und der Auswechslung der Holzverkleidung einer als Deckwerk dienenden Larssenwand durch vorgehängte Eisenbetonplatten.

Auf dem linken Spreeufer in Berlin zwischen der Jannowitzbrücke und der Waisenbrücke befindet sich eine Dampferanlegestelle, deren Uferbefestigung während der Kriegs- und Nachkriegszeit stark in Verfall geraten war und im Frühjahr 1925 einer gründlichen Instandsetzung unterzogen wurde. Die alte Uferbefestigung bestand im größeren Teile der Anlagestelle aus einer verankerten Holzspundwand, die über Wasser völlig verfault war. Die Erneuerung dieser Strecke wurde in

üblicher Weise ausgeführt, indem die alte Spundwand 10 cm unter Wasser abgeschnitten und durch eine aufgeständerte verankerte Eisenbetonwand ersetzt wurde (Abb. 1). Die I-Eisenständer stehen in 3 m Abstand, dazwischen wurde ein 30 cm hoher Eisenbetonbalken eingeschoben, und oberhalb dieses Balkens wurden die Ständer in voller Breite ausgestampft. Die Rundeiseneinlagen dieses Wandteiles wurden durch die Stege der Ständer hindurchgesteckt. Jeder vierte Ständer wurde zur Schaffung von Temperaturfugen aus zwei um 1 cm gespreizten I-Eisen gebildet. Während diese Ausführung nichts Neues darstellt, ist die Erneuerung der 45 m langen Reststrecke von besonderem Interesse.

gel. 21.3.26.

An dieser Stelle kreuzt der Tunnel der AEG-Bahn die Spree. Die Uferbefestigung über dem Tunnel war nach Abb. 2 durch eine verankerte Larssen-Spundwand hergestellt worden, die in ihrem oberen Teil durch eine Bohlwand verkleidet war.

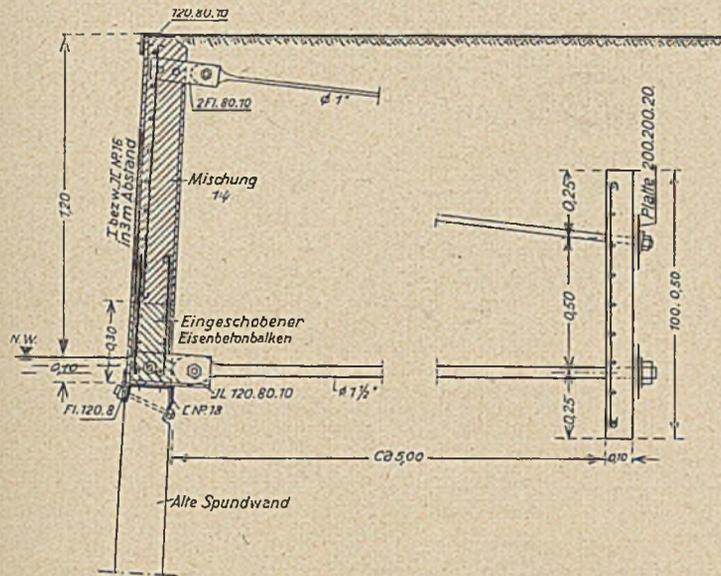


Abb. 1. Querschnitt des umgebauten Deckwerks auf der Normalstrecke.

an der Larssenwand für die Eisenbetonplatten ohne Wasserabsenkung nicht möglich. Mit Rücksicht auf die geringe Deckung über dem Spreetunnel wäre aber die Errichtung eines Fangedammes für die Wassersenkung mit großen Schwierigkeiten und hohen Kosten verbunden gewesen. Daher entschloß man sich, die Eisenbetonverkleidung an dem vorderen L-Eisenholm der Larssenwand aufzuhängen.

Die Ausführung erfolgte nach Abb. 3. Die einzelnen Platten wurden stehend gestampft, besitzen eine Länge von 3,20 m, eine Höhe von 1,04 m und eine mittlere Stärke von 14,5 cm; die Neigung der Vorderwand entspricht derjenigen der Normalstrecke. Außer der normalen Eisenbewehrung wurden in jede Platte vier vertikale $\frac{3}{4}$ " Anker eingebaut, die die untersten Eiseneinlagen umfaßten und oben ca. 40 cm herausragten.

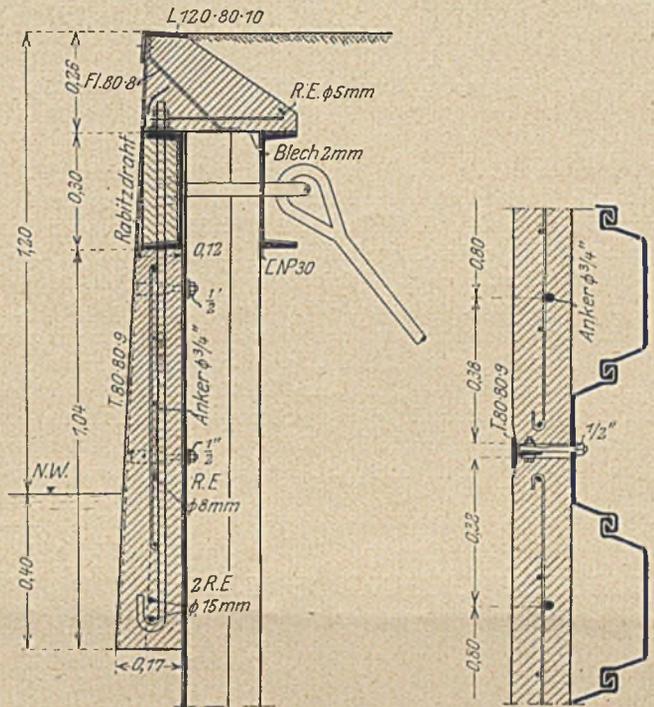


Abb. 3. Querschnitt und Längsschnitt des umgebauten Deckwerks über dem Tunnel.

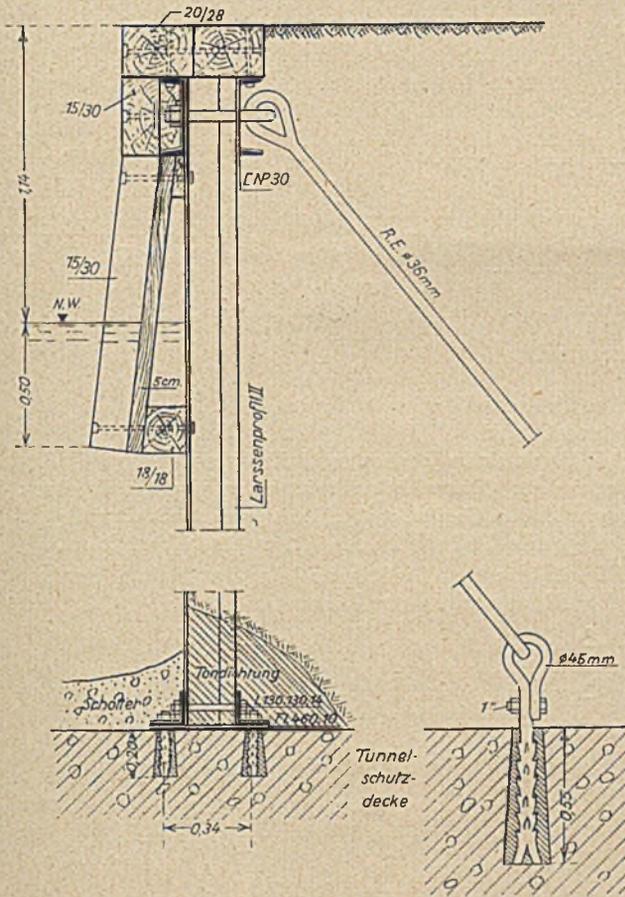


Abb. 2. Querschnitt des alten Deckwerks über dem Tunnel.

Auch diese Holzverkleidung befand sich in sehr schlechtem Zustande und mußte erneuert werden. Die Erneuerung in Holz kam aus wirtschaftlichen und ästhetischen Gründen nicht in Betracht. Das Uferdeckwerk sollte auf der ganzen Strecke ein einheitliches Aussehen erhalten; daher mußte die schützende Holzverkleidung durch eine Eisenbetonkonstruktion ersetzt werden. Da die Verkleidung bis 40 cm unter den Wasserspiegel reichen mußte, war die Befestigung einer Auflagerkonstruktion

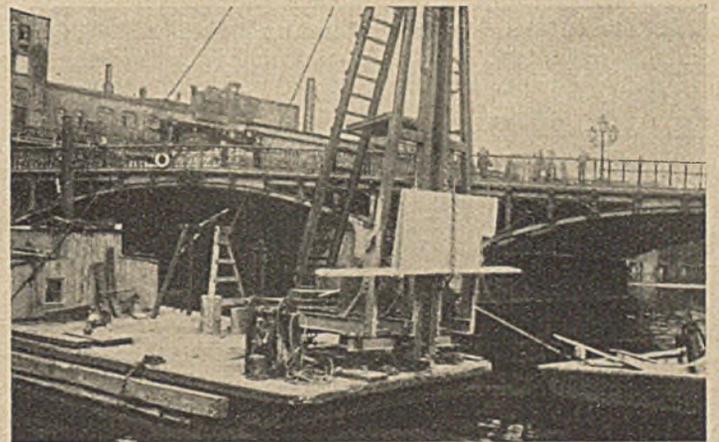


Abb. 4. Transport einer Eisenbetonplatte.

Mit einem Rammgerüststrahl wurden diese Platten, die ein Gewicht von ca. 1,1 t besaßen, an die Einbaustelle gebracht, herabgelassen und mit ihren Ankern von unten in vorbereitete Löcher der L-Eisenlansche hineingeschoben. Die Verankerung erfolgte durch Doppelmutter. Abb. 4 zeigt den Transport der letzten nur 2 m langen Platte, die mit Rücksicht auf eine vorspringende Querspundwand eine Aussparung erhalten mußte. Die Unregelmäßigkeiten in der Führung der Larssen-



Abb. 5. Die Larssenwandstrecke nach dem Einhängen der Platten von der Landseite.

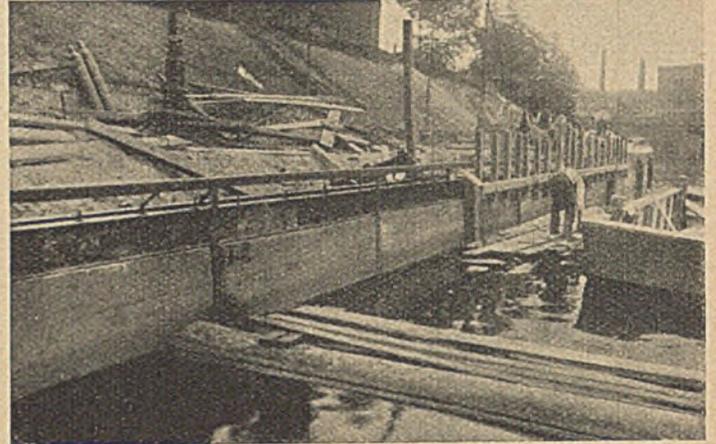


Abb. 6. Die Larssenwandstrecke mit den eingehängten Platten von der Wasserseite.

wand wurden durch verschiedene Plattenstärken ausgeglichen, so daß die Vorderkante der Plattenwand einen regelmäßigen Verlauf aufwies. Die vertikalen Stöße der Platte wurden durch T-Eisen gedeckt, deren Stege hinter der Larssenwand verankert wurden. Dadurch wurde gleichzeitig einem Abheben der Platten vorgebeugt. Oberhalb der Hängeplatte ist der Steg des T-Eisens ausgeklinkt und auf ein auf die oberen Flansche der C-Eisen aufgelegtes Blech abgestützt. Am oberen Ende wurden die Randwinkel der Wand befestigt. Alle Eisenteile, auch die der normalen Strecke, erhielten vor dem Einbau einen doppelten Asphaltoseanstrich. Der Hohlraum des wasserseitigen C-Eisens wurde ausbetoniert und durch ein eingebautes

Rabitzgewebe gesichert. Schließlich wurde auf dem Abdeckblech ein Holm aufbetoniert (vgl. Abb. 5 und 6).

Zu sämtlichen Betonarbeiten wurde der schnellbindende Zement „Bärenstark“ mit bestem Erfolge verwandt. Die einzelnen Felder der normalen Strecke konnten schon nach drei Tagen ausgeschalt und hinterfüllt werden und die an Land hergestellten Hängeplatten waren schon nach zwei bis drei Tagen transportfähig. Die ganze 45 m lange Larssenwandstrecke wurde einschließlich aller Vorbereitungen und Nebenarbeiten in 10 Arbeitstagen fertiggestellt. Die Ausführung erfolgte im Auftrage des Bezirksamtes Berlin-Mitte durch die Firma Nohl & Waßmann, Berlin.

DIE ENTWICKLUNG DES BETON- UND EISENBETONBAUS IN DEN VEREINIGTEN STAATEN.

(Eindrücke von einer Studienreise.)

Von E. Probst, Karlsruhe i. B.

(Fortsetzung von Seite 222.)

Jul. 20. 3. 26.

II. Der Einfluß der Mechanisierung und Normung.

Mechanisierung und Normung sind zwei Begriffe, die bei uns in der Bauindustrie nicht immer gern gehört, sehr oft mißverstanden und nicht selten verkannt werden. Dies erklärt sich damit, daß es Arbeiten im Bauwesen gibt, die sich nicht mechanisieren lassen, weil es auf handwerkliche Geschicklichkeit ankommt, und daß Fälle bekannt wurden, in denen der Versuch einer Normung gemacht wurde, wo die Voraussetzungen hierfür fehlten. Wir müssen uns aber sagen, daß z. B. die Normung bei Baumaschinen und Förderanlagen den Erzeuger in den Stand setzt, rasch und billig zu liefern und dem Verbraucher Zeit und Geld spart. Die Wirtschaftlichkeit im Bauwesen wird durch eine gesunde, von Übertreibungen freie Normung zweifellos gefördert.

Mechanisierung im weitesten Sinne bedeutet nichts anderes als den Ersatz von Handarbeit durch Maschinen. Daß dies im Bauwesen möglich und unter den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen notwendig ist, bedarf wohl keiner Erklärung. Im Verein mit der Normung, die es gestattet, gewisse Maschinenteile oder Transport- und Fördermittel rasch auszuwechseln, ohne den Betrieb still zu legen, ist man in der Lage, rasch und wirtschaftlich zu bauen, wie einige Beispiele aus der amerikanischen Praxis beweisen.

Eine Art von Mechanisierung hat bei uns bereits festen Fuß gefaßt: die Anwendung des Gußverfahrens beim Betonieren. Es interessieren daher die Erfahrungen und Fortschritte in den 15 Jahren, seitdem das Verfahren in Nord-

amerika vielfach mit technischem und wirtschaftlichem Erfolg angewendet wird.

Im allgemeinen werden zwei Hauptarten von Gußanlagen unterschieden: Das Gießen mit Hilfe von Gießtürmen und Rinnen und das Gießen mit Hilfe von Kabelkrananlagen. Der weitaus größte Teil wird von den ersteren bestritten.

Die Anlage der Gießtürme hängt von dem Umfang und von den Abmessungen des Bauwerks ab. Ist die Arbeit nicht

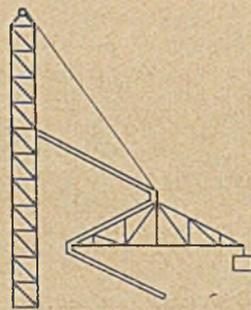


Abb. 2a.
Ein-Turm-System mit
direkt angehängter Rinne
(Unit. Plant)

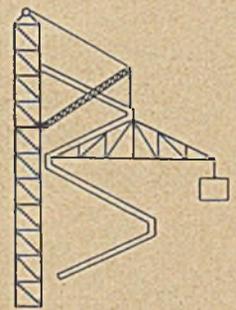


Abb. 2b. Ein-Turm-
System mit besonderem
Druckstab zum Auf-
hängen der Rinne.

sehr groß, so kommt man mit dem Einturmsystem aus, wie dies in Abb. 2 a und b schematisch dargestellt ist. Die Last der Gießrinnen wird auf den Turm übertragen; dabei sind zwei Unterschiede zu erkennen. Bei beiden Systemen wird der Zug

durch ein Zugkabel aufgenommen; der Druckstab ist bei dem in Abb. 2 b ersichtlichen Fall ein besonders ausgebildetes Druckglied, in dem andern Fall (Abb. 2 a) dient das erste Rinnenglied als Druckstab. Mit Rücksicht darauf, daß in dem letzten Fall das Druckglied notwendigerweise abwärts geneigt ist, ergibt sich daraus, daß hier die Höhe des Turmes nicht so gut ausgenutzt werden kann als in dem ersten Fall, wo das

Druckglied nach aufwärts gerichtet ist. Die Ersparnis an Turmhöhe hängt daher von der Anordnung der Rinnen ab.

Da in den in den Knickpunkten der Rinnen angebrachten Lager nur Reibungskräfte durch die Drehung und nicht auch Momente senkrecht zur Drehrichtung entstehen, muß die Resultierende aus dem Gewicht des Rinnensystems senkrecht unter den Lagern liegen, was durch Anbringung eines Gegengewichts erreicht wird. Damit ist auch eine leichte Drehbarkeit sichergestellt. Zwei Einzelausbildungen von

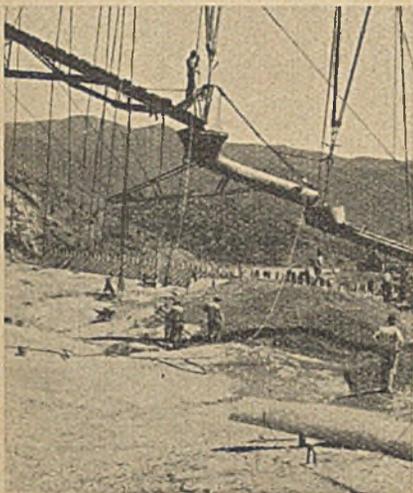


Abb. 2c.
Gußbetonanlage (Sperrreife bei Los Angeles).

verschiedenen Teilen des Rinnensystems sind in Abb. 2 c und 2 d zu ersehen, wie sie bei einem Talsperrnenbau bei Los Angeles in Anwendung waren.

Die zweite Hauptart der Gußbetonanlagen kommt bei Bauwerken mit großer Längenausdehnung in Betracht und erfordert mindestens zwei Türme, die durch ein Kabel verbunden sind, an dem die Rinnen aufgehängt werden, wie dies aus der schematischen Darstellung in Abb. 2 e zu ersehen ist. Selbst-



Abb. 2d. Gießen von Beton bei einer Schwergewichtsmauer bei Los Angeles 1925.

verständlich kommen auch Kombinationen der angegebenen Systeme vor. Einzelne Beispiele werden später bei Besprechung von Bauausführungen gezeigt werden. Wie bereits erwähnt, kommen neben den Gußanlagen mit Rinnen die Kabelkrananlagen als Betonförderungsmittel in Betracht. Hier macht sich der betriebliche Nachteil gegenüber der Gußbetonanlage bemerkbar, daß die Längsrichtung des Bauwerks für den Transport mehr

als die Querrichtung ausgenutzt werden kann. Demgegenüber wird bei Gußanlagen durch das Schwenken der Rinnen auch ein Quertransport innerhalb gewisser Grenzen leicht sichergestellt werden können. Bei den Kabelkrananlagen wird der Quertransport entweder durch Beweglichkeit eines Turmes, der sich auf einem Kreisbogen mit einem festen Turm dreht, oder durch die Beweglichkeit beider Türme,

die parallel, auf besonderen Schienen liegend, verschoben werden, erreicht.

In der weitaus überwiegenden Zahl der von mir besuchten Bauwerke wurden Gießtürme mit Rinnen angewandt.

Die Türme werden in neuerer Zeit in der Regel nur aus Eisen hergestellt; Holztürme bilden die Ausnahme. Durch die Nor-

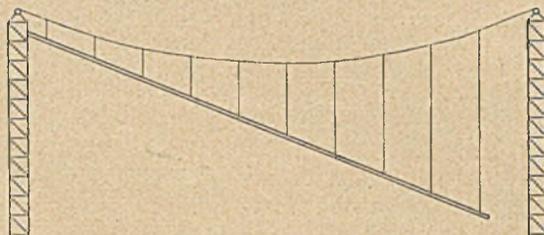


Abb. 2e. Mehr-Turm-System (Continuous Plant).

mung der Konstruktionsglieder der eisernen Gießtürme und die leichte Bauart wird ihre rasche Aufstellung ermöglicht. Ferner ist zu beachten, daß Ersatzstücke, soweit sie nicht auf der Baustelle selbst vorhanden sind, sehr rasch herbeigeschafft werden, ohne daß der Betrieb darunter leidet.

Die Normung ist bis jetzt nur jeweils innerhalb der Erzeugnisse einer Fabrik durchgeführt, so daß die Ersatzstücke für eine Anlage nur von der Lieferfirma bezogen werden können. Da aber in den ganzen Vereinigten Staaten nicht mehr als 3—4 Spezialfabriken sich mit der Konstruktion dieser Anlage beschäftigen, so fällt die Einschränkung kaum ins Gewicht.

Die Rinnen werden in einzelnen normierten Rinnenstücken geliefert, die 3—5 m lang sind. Die ersten Rinnenstücke, die wie bei dem Fall in Abb. 2 a besonders stark durch äußere Kräfte beansprucht sind, können durch Zugkabel zu einem umgekehrten Hängewerk ausgesteift werden. Die Querschnitte der Rinnen sind im allgemeinen bei allen Fabrikaten gleich. Die Normung beschränkt sich auf zwei Normalquerschnitte, wovon der größere nur für den Fall empfohlen wird, daß ein außergewöhnlich grober Zuschlagstoff verwendet wird. Besonders normiert sind die ersten Rinnenstücke des Einturmsystems (Abb. 2 a) wegen ihrer starken Beanspruchung als Druckglied. Diese ersten Stücke werden auch nicht aus einzelnen Teilen zusammengesetzt, sondern aus einem Stück hergestellt.

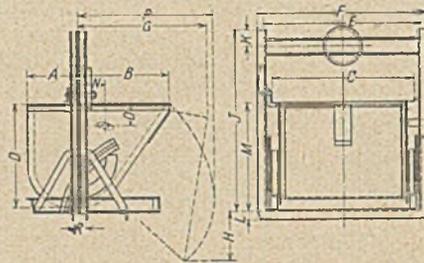
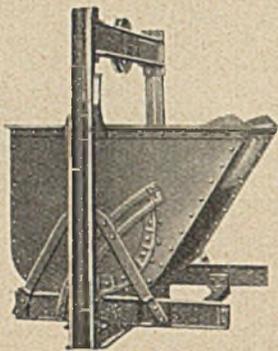
Ähnlich wie bei den Rinnen besteht auch eine Vereinheitlichung in den Anschlußstücken. In Abb. 3 sind einige normierte Einzelteile von Gußbetonanlagen zu erkennen. Hier wäre im Zusammenhang auch die teleskopartige Ausbildung der letzten Rinnenstücke zu erwähnen, die besonders bei Raummangel in Anwendung kommen.

Die Normung der Gießtürme ist in der Weise durchgeführt, daß z. B. bei einzelnen Fabrikaten bis zu einer Höhe von 45 bis 50 m die Querschnitte der einzelnen Glieder gleich bleiben, so daß bis zu dieser Höhe der Turm mit gleich starken Stäben versehen ist. Erst bei größeren Höhen werden die unteren Tragglieder des Turmes stärker ausgebildet. Hier ist eine sprungweise Änderung in den normierten Höhenabständen zu erkennen.

Die Frage, wieweit die Grenzen der Wirtschaftlichkeit bei der Anwendung des Gußverfahrens zu ziehen sind, ist wiederholt aufgeworfen worden. Der Standpunkt, daß die Vorteile erst bei ganz großen Massen erkennbar sind, läßt sich auf Grund der amerikanischen Erfahrungen nicht aufrecht erhalten. Man kann schon bei kleinen Maßen in besonderen Fällen mit Erfolg das Gießen von Beton anwenden. Hierbei kommen die leicht gebauten eisernen Gießtürme, die in allen Höhenlagen und zu verhältnismäßig geringen Kosten (bei Berücksichtigung der Abschreibung) zu haben sind, sehr zu statten.

Ein Beispiel für die Anwendung des Gußbetons bei verhältnismäßig kleinen Maßen ist der Bau von Brückenpfeilern im Yosemite in Kalifornien, wie dies in Abb. 4 a und b zu ersehen ist.

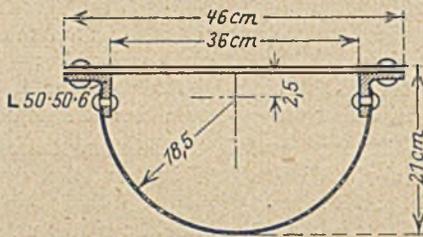
Nr.	Name	Förderleistung Liter	Fassungsvermögen Liter	Gewicht kg	A cm	B cm	C cm	D cm	E cm	F cm	G cm	H cm	I cm	L cm	N cm	O cm	P cm	R cm
651	—	400	480	346	40	69,5	92	80	105	120	93	39	146	7,5	22	15	103	10
651	Woe	800	880	624	47	82	128	93	140	153	114	43	162	7,5	25	20	120	12
651-S	Tick	400	480	386	47	82	128	55	140	153	—	—	143	7,5	25	20	—	12



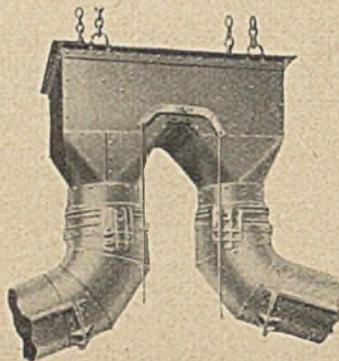
Lakewood-Aufzug und Mulde.



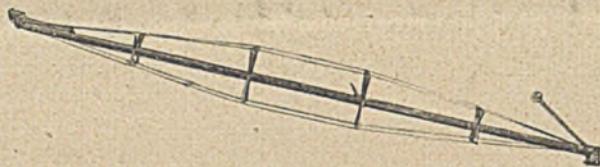
Biegsame Röhre.



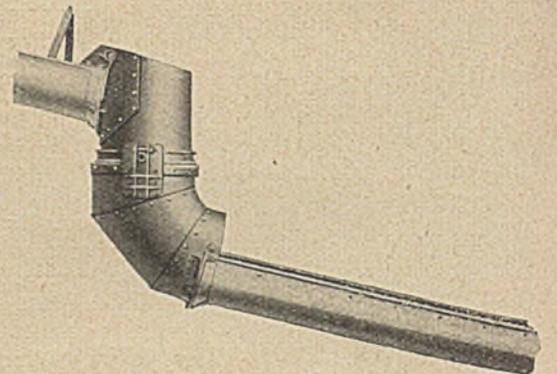
Rinnenquerschnitt.
Flacheisen 10x6 in Entfernung
von 1,52 m.



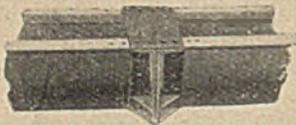
Doppelter Abzweiger „Cyrus“.



„O“-Gurt-Rinnen.



Rinnen-Gelenkstück „Carus“.



Rinnen-Anschlußflansch.

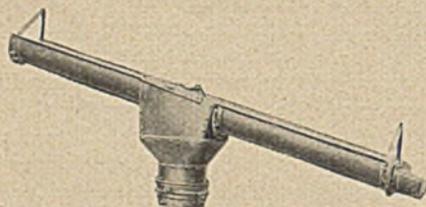


Abb. 3. Genormte Teile bei Gußbetonanlagen.

Für eine neue eiserne Brücke mit Spannweiten von 103 m sollten 5 Pfeiler in Höhen bis 68 m errichtet werden. Die höchsten Pfeiler (Abb. 4 a) enthalten 4500 m³ Beton und haben zur Erleichterung für die Verschalungsarbeiten quadratisch geformte Eckvorspannungen. Der Anzug wechselt von 1 : 6 bis 1 : 24 in den oberen 20 m des Pfeilers, bis 1 : 48 im unteren Pfeilerabschnitt.

Für die Beanspruchung dieser Pfeiler wurden für den Pfeilerfuß eine Festigkeit von 140 kg/cm², für den Pfeilerschaft 175 kg/cm² und für den Pfeilerkopf wegen der noch dort auftretenden größeren örtlichen Beanspruchung 200 kg/cm² gefordert. Um die Ausführung zu beschleunigen und an Arbeitskräften zu sparen, wurde das Gußverfahren angewandt.

Besondere Sorgfalt wurde der Auswahl des Mischungsverhältnisses zugewendet, wobei die in Amerika üblichen

Methoden von Abrams und Fuller vereinigt wurden und die Kornzusammensetzung nach der früher üblichen Methode von Talbot berücksichtigt worden ist. Der Sand wurde mit Hilfe der „Inundator“-Methode behandelt und dadurch der Wasserzusatz sorgsam kontrolliert. Die Folge davon war, daß die Festigkeitsergebnisse die geforderten übertreffen konnten.

Die Mischanlage bestand aus zwei 0,75 m³-Mischern und das Gemisch wurde mittels entsprechender Karren zu den eisernen Hubtürmen geliefert. Die Holzverschalungen wurden nach Vollendung eines Abschnittes jeweils nach oben gerückt.

Neben dem bei uns eingeführten Verfahren, den Beton unter erhöhtem Druck anzuspritzen (Torkretieren), wird ein Verfahren angewendet, das man auch als einen Fortschritt in der Mechanisierung bezeichnen kann. Es ist das Einbringen

des Betons mit Hilfe von Preßluft durch mehr oder minder lange Rohrleitungen. Das Verfahren wurde auch bei uns vor dem Kriege in Erwägung gezogen, kam aber nicht zur Durchführung. In Nordamerika wurde an verschiedenen Stellen bei der Auskleidung von Stollen und Tunnel unter Verwen-

birgt manche Gefahrenquelle in sich und bedarf noch größerer Vorsicht als die Gußbauweise.

Die Schnelligkeit des Bauvorgangs durch weitreichende Mechanisierung zeigen drei Arbeiten, bei denen es sich auch um die Auskleidung von Tunnels mit Beton handelt. Vorbildlich sind dabei:

Die sinnreiche Verwendung speziell erdachter Baugerüstwagen zum Heranbringen und Aufbringen der Verschalung bzw. des Betons. Ferner die Anpassung der Verschalungsgliederung den jeweiligen Verhältnissen entsprechend und das Ineinandergreifen mit dem eigentlichen Betonierungsvorgang.

Die Organisation der Arbeit am Ort ist damit zwangsläufig auf die Formel gebracht: knappster Raum und kürzeste Zeit.

Das erste Beispiel betrifft die Einbringung des Betons in dem Hetch-Hetchy-Tunnel (oder nach dem Erbauer „O'Shangessy Tunnel“ genannt) für etwa 10 engl. Meilen Länge, bei 3 m lichtem Durchmesser.

Das Material für die Auskleidung wurde von einem Portal und durch einen Schacht in den Tunnel eingebracht. Um die

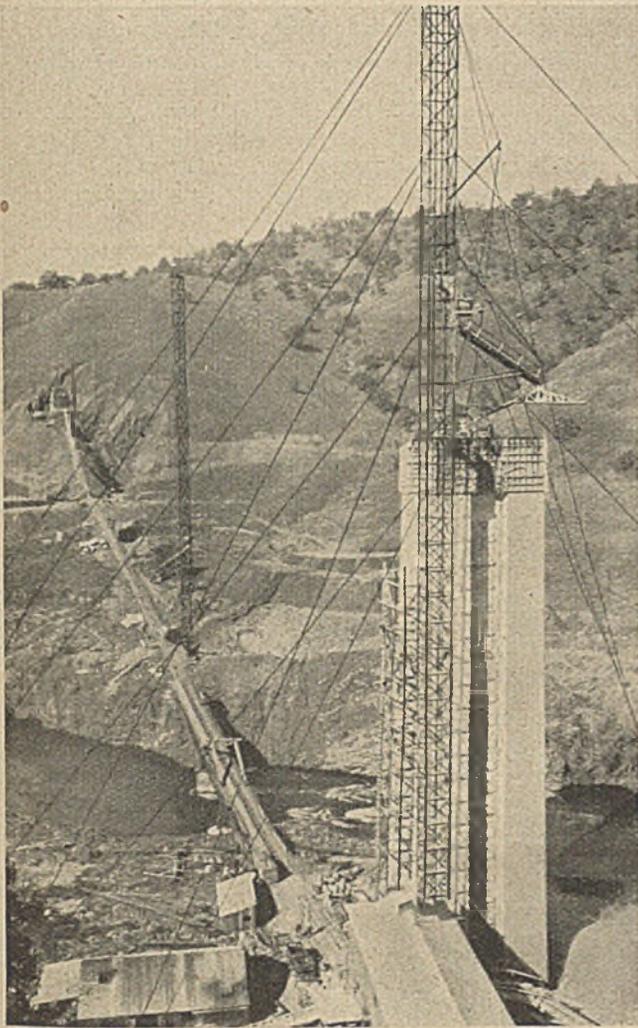


Abb. 4a. Gießen eines hohen Brückenpfeilers.

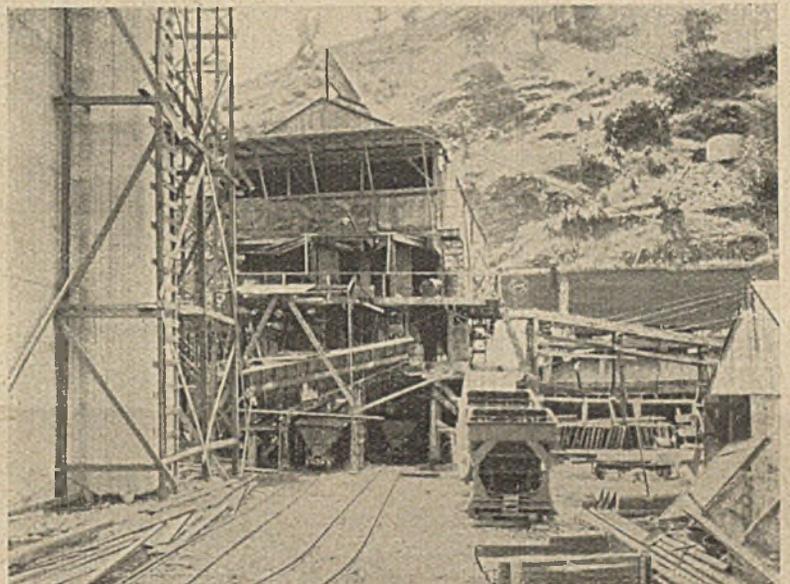


Abb. 4b. Gießen eines hohen Brückenpfeilers: Mischanlage.

Angabe von beweglichen eisernen Schalungsgerüsten das Verfahren erfolgreich angewendet. Einige Beispiele dieser Art mögen im folgenden dargestellt werden:

Abb. 5 a zeigt die schematische Darstellung einer Anlage, die die Anwendung des Betonierverfahrens mit Druckluft bei einem Entlastungskanal der Kanalisation einer größeren Stadt des Südwestens veranschaulicht. Die 5 bis 6 mm starken Röhren im Durchmesser von 10 bis 15 cm führten den Beton unter einem Druck von 5,6 kg/cm² bis auf eine Entfernung von 250 und 300 m. Die Kraft wurde von den Kompressoren von insgesamt 48 m³/Min. Leistung erzeugt, die gleichzeitig für die Entlüftung und zum Bohren von Sprenglöchern dienen. Die Form für die im Durchschnitt 15 cm starke Betonverkleidung bildeten nach unten eiserne Schalungen und Schalungsgerüste; die vordere Öffnung zwischen Schalung und Tunneldecke wurde während des Betonierens mit Säcken, die mit Sägemehl gefüllt waren, geschlossen. Um die Erhärtung zu fördern, wurde der Raum vor der Betonierungsstelle auf etwa 18° C vorgewärmt. In dieser Weise wurden täglich mit drei Arbeitern in 5 Stunden von der Tunnelauskleidung rund 14 m hergestellt.

Das Verfahren, das auf die ganze Länge des 2000 m langen Tunnels mit einem Durchmesser von 2,30 m angewandt wurde,

Bauweise den Erfordernissen der langen unterirdischen Beförderung anzupassen, wurde eine „Einheitsvorrichtung“ verwendet. Sie wurde auf dem Gleis im Tunnel vorgebracht und enthielt alle Einrichtungen zur Aufnahme und zum Mischen des Materials sowie zum Einbringen des Betons (s. Abb. 5 b und c).

Diese bestand aus einer Preßluftanlage mit 100 m langen Belieferungsrohren von 15 cm Durchmesser. In 29 Arbeitstagen wurde auf diese Weise eine Gesamtmenge von 5600 m³ durch eine Kanone für 1200 m Wand bzw. Gewölbeauskleidung eingebracht.

Am Portal wurde eine Anlage für Sand, Schotter und Zement geschaffen und das Material in besonderen Mischkästen mittels Förderband oder durch Rinnen weiter gefördert. Von den Mischkästen wurde das Material in Karren, mit drei Abteilungen für Sand, Schotter und Zement (ein Mischsatz) und einer Einrichtung für Bodenentleerung versehen, für den Transport im Tunnel bereitgestellt. Dort wurden die Karren auf ein erhöhtes Gleis mittels einer Hubvorrichtung gebracht. Unter dem hochgelegten Gleis entnahm ein durchlaufendes Förderband das Material und förderte jeden Satz zum Mischtrichter. Der Mischer war auf dem hinteren Ende der Vorrichtung für die Betonkanone montiert.

Bei der Einbringung des Betons wurde ein Druck von $7,7 \text{ kg/cm}^2$ angewendet. Die fahrbare Einheit: Hochgleis, Mischer, Kanone und Belieferungsrohr war 45 m lang.

In etwa 20 Minuten konnte die ganze Einrichtung 42 m weit vorgebracht werden entsprechend der Länge eines Vortriebes der Auskleidung.

Das Wasser für den Betonmischsatz wurde in 10 cm starken Röhren zugeführt, und ebenso die Preßluft für die Betonkanone. Die ganze Einbringungsanlage bestand auch aus kürzeren Abschnitten, die der Kurven wegen mittels Walz Gelenken zusammenhingen. Die zusammengesetzte Verschalung (in Abschnitten von 6 m Breite) war gelenkig längs des Scheitels des Gewölbes und an jeder Seite in der Nähe des Bodens verbunden. Rippen und Versteifungen waren aus Stahl. Die

Abschnitte geteilt, indem man von 6 Fenstern ausging. Luftkompressoren, Materiallager und Mischanlagen wurden an den beiden Portalen und an einer dazwischen liegenden Stelle vorgehen. Die Länge des Tunnels betrug 3750 m.

Zunächst wurden die Hinterfüllungswangen und der untere Teil der Auskleidung an jeder Seite der Herdmauer hergestellt, als Unterlage für das untere Ende der ersten stählernen Verschalung und als Widerlager für den Gewölbekämpfer. Dann wurde das ursprüngliche Gleis hoch verlegt, so daß es sich von Beton zu Beton spannte.

Das erste fahrbare Hilfsgerüst war der sog. „Schablonengerüstwagen“, der die notwendige Lichtweite für die Querschnitte mit Tunnelaussteifungshölzern festlegen sollte. Die Bewehrungsseisen in einer Länge des halben Kreisumfangs

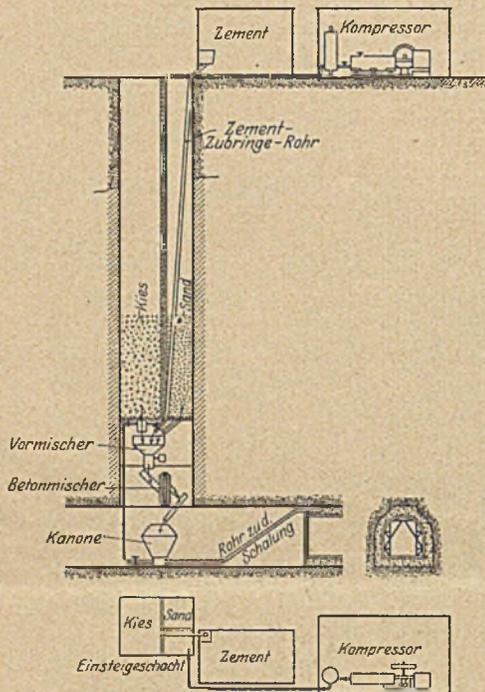


Abb. 5a. Betonieren mit Druckluft beim Tunnelbau. Schematische Baustelleneinrichtung beim Ohio-Montrose-Entwässerungstunnel.

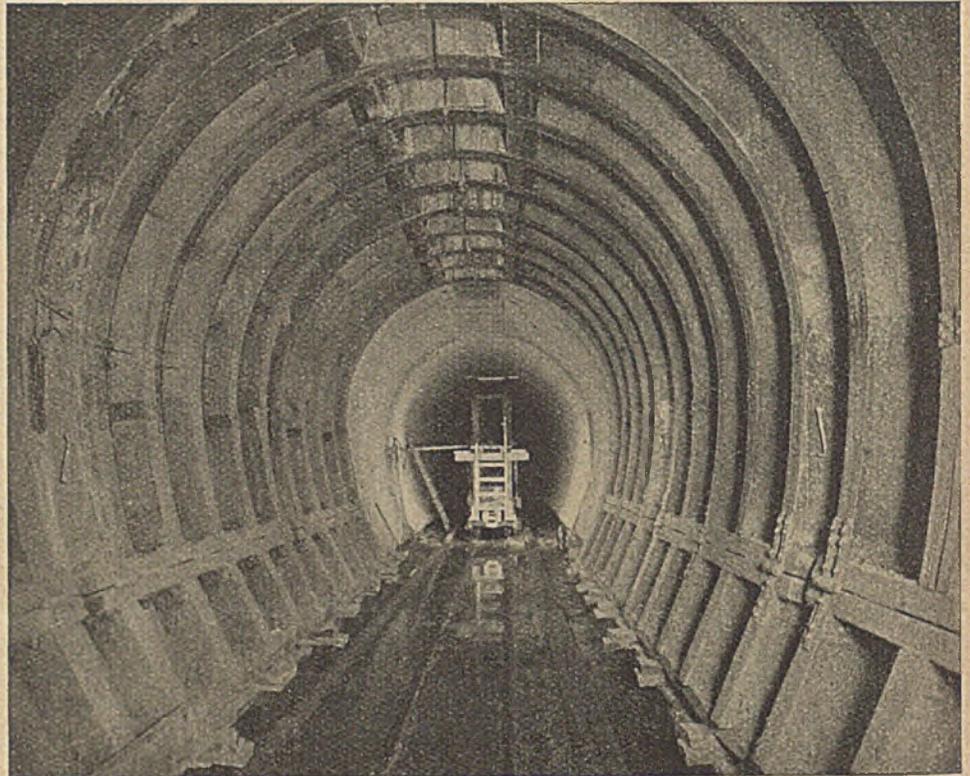


Abb. 5b. Betonieren mit Preßluft.

Schalbretter waren mit diesen Stahlrippen verbolzt. Zwei 6 m lange Abschnitte wurden gleichzeitig mittels Winden und Karren betätigt. Gewöhnlich wurde ein Verschalungssatz von etwa 40 m Länge gleichzeitig in ungefähr 5 Stunden fertiggestellt, die entsprechende Wand bzw. Gewölbeauskleidung aber in 12–16 Stunden eingebracht.

Eine Arbeitsschicht für Vorbringen und Aufsetzen der Verschalung (8 stündig) und zwei Arbeitsschichten (8 stündig) für Einbringen des Betons waren die Regel.

Der Anlageplan und die Arbeitsweise im Schacht waren ähnlich, nur daß das Material 170 m in den Schacht gestürzt wurde. Förderbänder lieferten Sand, Zement, Schotter zur Schachtöffnung, wo die Materialien mittels eines Rohrs eingebracht wurden. Ein Schieber am Rohrboden kontrollierte den Zustrom des Materials.

Bei dem 2. Beispiel, bei einem Tunnelschacht, handelt es sich um Verwendung von vier Betonkanonen ohne Unterbrechung, von denen jede 160 m^3 für das Vorrücken des Herstellungsabschnittes — 21 m pro Kanone — einzubringen vermochte. Dies war nur möglich durch die Mechanisierung des Betoniervorgangs. Der fertige Tunnel hat einen Kreisquerschnitt mit einer lichten Weite von 5,7 m und einer Betonstärke von etwa 16–22 cm bzw. 30 cm bei der Herdmauer. Die Auskleidung war durchweg stark bewehrt. Der Bau wurde in drei

wurden außerhalb des Tunnels gebogen und an Ort verbracht. In die untere Tunnelhälfte wurden die Eisen mit Hilfe eines Kabels — über Haken an der oberen Holzaussteifung — eingeführt. Der Teil der oberen Tunnelbewehrung aber wurde mit Hilfe eines sog. Gerüstwagens verlegt, auf dessen Plattform die Eisen, die auf halbkreisförmiger Unterlage ruhten, mittels starker nach der oberen Bühne des Wagens führender Rollhölzer durch Flaschenzüge verbracht wurden.

Die Längseisen wurden durch Drähte an den Aussteifungshölzern und äußeren Schalbrettern in ihrer Lage gehalten. Die Ringseisen wurden ihrerseits mit der Längsbewehrung durch Draht verbunden.

Sobald die Bewehrung an Ort und Stelle war, wurden die Verschalungen mittels des Verschalungsgerüstwagens eingebracht, welcher vier Winden an bestimmten Punkten aufnimmt, um sie gegen Stahlwangen, die an den T-förmigen Ringträger der Stahlform angebracht sind, ansetzen zu können. Dieser Verschalungsgerüstwagen nimmt einen 3 m breiten Verschalungsabschnitt auf und setzt ihn an Ort. Dabei wird dessen Gewicht mittels der Winden so lange aufgenommen, bis er durch Klammern und Bolzen, die zu diesem Zwecke an dem oben erwähnten Gewölbekämpferfuß angebracht waren, gesichert sind. Endlich kommt bei der Verschalung eines Vortriebs der sog. „Verkeilungsgerüstwagen“ (23 m lang) zur

Verwendung. Er ist unter den Verschalungen beweglich und so eingerichtet, daß er sie abstützt, bis der Beton genügend erhärtet ist. Er selbst besteht aus einer Arbeitsbühne und Gerüst für die endgültige Verbolzung und Verschalung zwecks Anbringung von 15 cm starken Hölzern in 1,50 m Abstand, um die Verschalung gegen den Druck des frischen Betons abzustützen.

Die Gewölbeverschalung des oberen Tunnelquerschnitts ist durch Scharniere in drei Abschnitte geteilt. Die Platten dieser Verschalung sind mit aufgenieteten kreisförmig gebogenen T-Eisen versehen.

Die für den Tunnelschacht konstruierten Betonkanonen hatten eine Länge von 3 m und eine Höhe von 1,2 m. Sie sind mit dem Gerüstwagen fest verbunden. Der Luftzutritt erfolgt durch vier auf dem Boden liegende Röhren von 3 cm Ø. Der Beton wird in die Kanone eingestürzt, die Ventile in allen vier Luftleitungen geöffnet, so daß die Luft an verschiedenen Stellen des Bodens eindringen kann, um ein Anhäufen des Materials an einzelnen Stellen zu verhindern. Die verwandte Pressung war etwa 8 kg/cm². Die Kompressoren hatten eine Kapazität von etwa 80 m³/Minute. Der Wagen für die Betonierungsarbeiten war 14 m lang und als „Bockgerüstwagen“

schalung erreicht wurde durch Verwendung eines Lufthammers mit Speisung von Preßluft in kurzen Stößen mit der Wirkung eines Vibrierens der Verschalung. Durchschnittlich 8 maliges Herführen des Belieferungsrohres über die volle Breite des Verschalungsabschnittes war nötig, um den Beton beiderseits in Schichten von jedesmal 60 cm Tiefe einzufüllen.

Die Belieferung des Betons von den Karren zur Kanone wurde durch drei Ar-

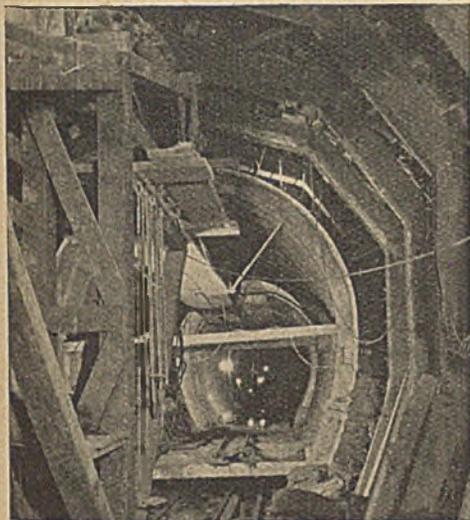
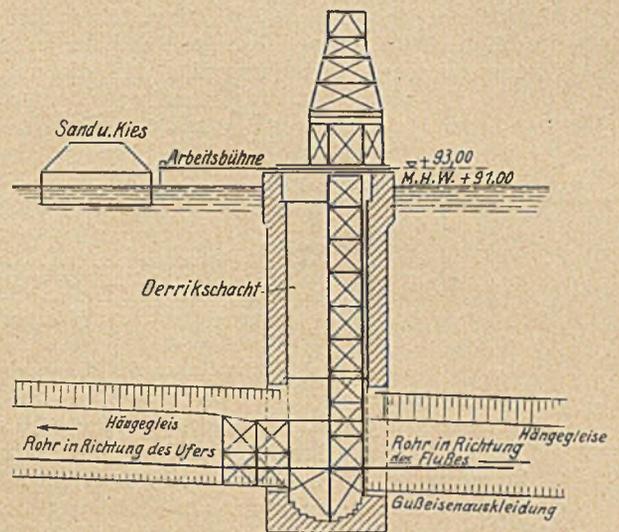


Abb. 5 c.

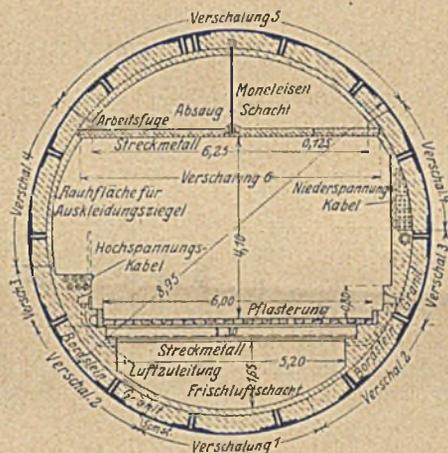


Abb. 5 d. Querschnitt des fertigen Tunnels mit der Verschalungseinteilung.

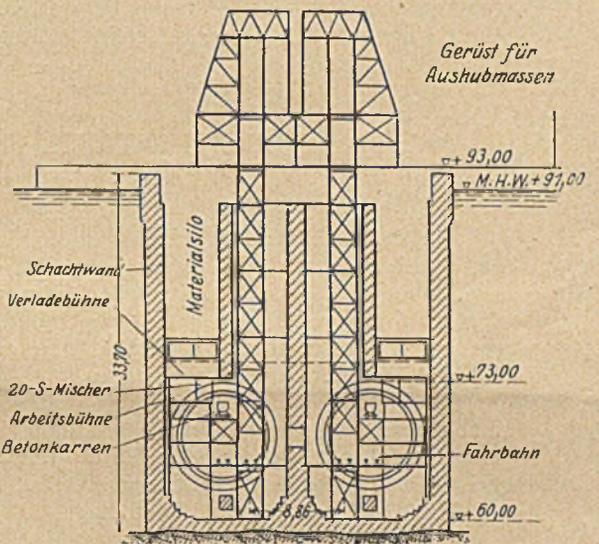


Abb. 5 e. Zentralmischanlage.

so eingerichtet, daß durch seine Mittelöffnung die Betonkarren zur Bedienung der Kanonen hindurchfahren konnten. Auf einer Bühne oberhalb war der Gerüstwagen mit einer Seilwinde versehen, um den Betonkarren nach Hinterfüllung der Verschalung längs des Tunnels mittels Kabeln fortzubewegen.

Zu diesem Hauptteil des Gerüstwagens kam das „Rohraufleger“ in Gestalt einer Kragkonstruktion, welche 10 m ausragte und über deren Ende das Rohr noch weitere 11 m hinausragte. Die Konstruktion nahm das Eigengewicht des Rohrs auf außer bei der Betoneinbringung selbst, während welcher Zeit das Ende des Rohrs auf den stählernen Verschalungen aufruhte.

Zur Betätigung der Kanone hob sich die Belieferungsleitung (Ø 17 cm Stahlrohre) mittels Kurveneinsatzstücken zum Gewölbescheitel. Am Belieferungsende ist das Rohr abgeflacht, um einen genügenden Spielraum für das Gleiten längs der Verschalung zu ermöglichen, ohne an die Bewehrungseisen anzustoßen. Am Ende des Rohres war eine Staubüchse; durch diese nahm das Betongemisch einen rechtwinkligen Weg und trat aus beiden offenen Enden heraus. An dem Boden der Büchse wurden Klammern als Schlitten mit hochgehobenen Enden angeschweißt, um ein Gleiten an der Verschalung zu ermöglichen.

Die Betonmischung floß längs der Verschalung herab, wobei, ein völlig glattes Anschmiegen an die Innenseite der Ver-

beiter ausgeführt, welche das Material von Ecken und Wänden des Karrens her durchschaufeln (sog. Wiedermischung). Gewöhnlich wurde bei einer Arbeitsschicht von 6 Stunden ein vollständiger Abschnitt von 21 m Länge vollendet.

Das 3. Beispiel betrifft die Auskleidung des 2800 m langen Vehivulär- (nach dem Erbauer Holland) Tunnels unter dem Hudson in New York, über den im „Bauingenieur“ 1925 berichtet wurde. Die Untergrundstrecke, die aus gußeisernen Zwillingsschienen, vernietete Ringstücke von 75 cm Breite, 9 m Durchmesser besteht (Abb. 5 d), hatte 7 Betonierungsabschnitte, zu denen sechs Verschalungssätze erforderlich waren. Eine zentrale Mischanlage (Abb. 5 e) befand sich bei jedem Uferschacht und lieferte den Beton zur Weiterverarbeitung nach der Flußmitte im Tunnel, von wo aus das Betonieren nach zwei Seiten fortschritt.

Nur das Gemisch selbst gelangte so in den Tunnel und wurde auf einem Hängegleis unterhalb des Tunnels gefördert. Dieses Gleis war für die Anlage charakteristisch, denn man bedurfte einer gewissen Höhe, um die Materialbeförderung mittels Ausnutzung der Schwerkraft vornehmen zu können.

An der Betonierungsstelle kamen verschiedene Methoden zur Verwendung. In die Gewölbeverschalung kippte der Karren seine Ladung vom Hängegleis in einen Trichter (Abb. 5 f),

von hier durch Gegengewichtsschüttrinnen, die 20 m beiderseits auskragten, in die Verschalungen.

Die anschließende untere Gewölbe-Seitenverschalung wird auf einem Gleis, das auf der fertiggestellten Sohle liegt, befördert und die Betonierung bis zum Rand der unteren Betondecke vorgenommen. Sodann werden für die untere Bodenplatte

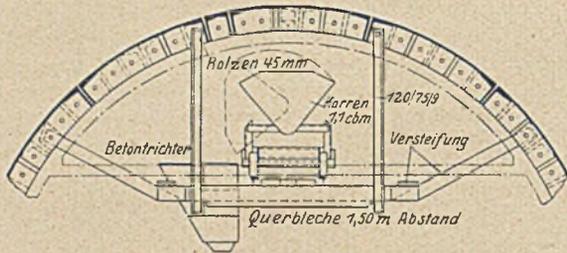


Abb. 5f. Einzelheiten des Hängegleises.

T-Träger in 1,5 m Abstand verlegt. Hier wird der Beton durch Einschaufeln eingebracht. Der Verschalungsabschnitt ist 20 m. Das ursprüngliche Bodengleis wird zugleich mit einem solchen von etwa 4 m Achsabstand auf die fertiggestellte Bodenplatte verlegt — letzteres für Fördererüstwagen.

Auf diese Weise werden vier weitere Verschalungsabschnitte erstellt, der Beton auf beiden Seiten des Tunnels auf-

gebracht und damit gleichzeitig ein Auflager für die obere Deckenplatte geschaffen.

Das Hängegleis, das zur Anlieferung des Betons diente, lief oberhalb der obigen Fördererüstbühne. Die Ladung der Betonkarren wurde seitlich ausgekippt und der Beton in die Verschalung geschaufelt. Ebenso wurde bei der oberen Gewölbeverschalung verfahren. Die Abschnitte von 20 m bestanden aus je sechs eisernen Platten beiderseits des Scheitels und einer Scheitelplatte. Hier wurde z. T. auch das Preßluftverfahren angewendet.

Das Einbringen des Betons für die obere Deckenplatte wurde durch das Gleis, das auf der unteren Bodenplatte lief, bewerkstelligt, da das Hängegleis vor der Deckenbetonierung entfernt werden mußte.

Diese vorstehend besprochenen Beispiele sind typisch für die Bestrebungen, die Handarbeit weitgehendst durch Maschinen zu ersetzen und durch geschickte Vereinigung verschiedener Arbeitsvorgänge den Baubetrieb wirtschaftlich zu gestalten.

Wie bei den beschriebenen Beispielen hat die Mechanisierung und Normung noch Eingang gefunden in den Ingenieurbüros der Bauunternehmer, denn es galt auch hier Vereinfachungen und Ersparnisse zu erzielen, um die Wirtschaftlichkeit des Bauwerks noch günstiger zu gestalten. Einige Beispiele mögen dies näher veranschaulichen: (Fortsetzung folgt.)

FLUCHTENTAFEL FÜR DAS ENTWERFEN VON EISENBETONPLATTEN.

Von Regierungsbaumeister Robert Jacki. Erfurt.

Für das schnelle Entwerfen von durchlaufenden Platten des Hochbaus ist ein Verfahren erwünscht, das aus der Nutzlast p und der Stützweite l ohne jede Rechnung die den Höchstbeanspruchungen $\sigma_e : \sigma_b = 1200 : 40$ und $1000 : 35$ entsprechende Plattenstärke d liefert. Hierzu eignet sich die abgebildete Fluchtentafel.

Sie besteht aus zwei parallelen Leitern für p und l und einer dazwischen liegenden gekrümmten Leiter für d. Mittels einer darauf gelegten geraden Linie (Lineal) kann eine der drei Größen gefunden werden, wenn zwei gegeben sind.

Die Tafel hat folgende Grundlage:

$$h = k \sqrt{M} = k \sqrt{\frac{q l^2}{c}}$$

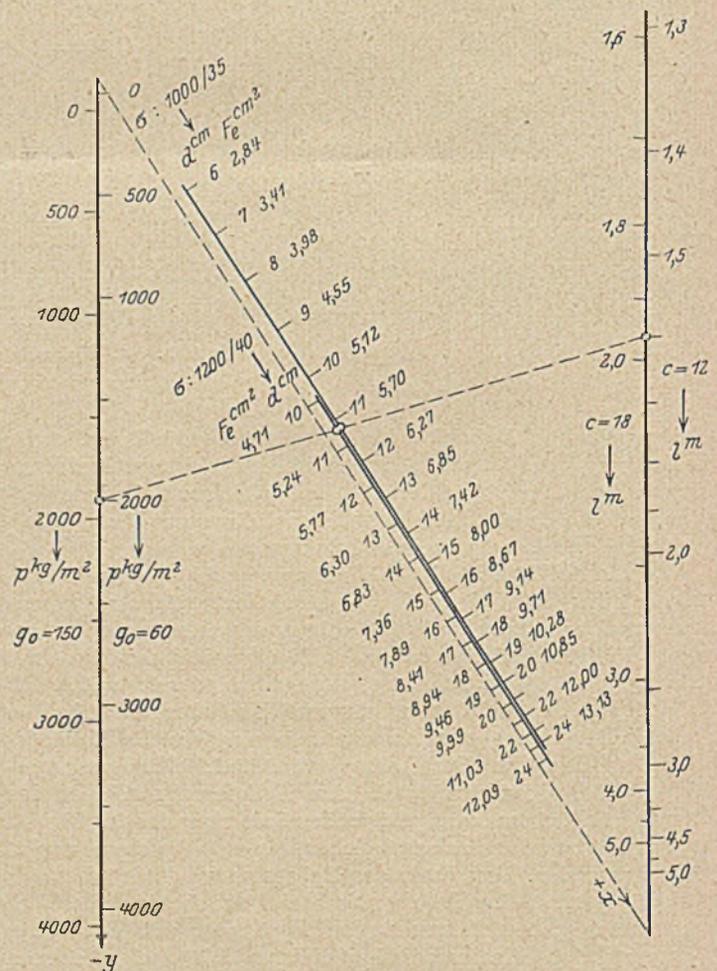
Wird q, die Gesamtbelastung der Platte, in kg/m², l in m und h in cm eingesetzt, so ist für $\sigma_e : \sigma_b = 1200 : 40$ $k = 0,411$, für $1000 : 35$ $k = 0,433$; bei Verwendung von Auflagerverstärkungen ist in den Endfeldern $c = 12$, in den Innenfeldern $c = 18$. Genau genug kann man $h = 0,95 d - 1$ einführen. q setzt sich zusammen aus dem Eigengewicht der Platte, dem Gewicht g₀ des Putzes, Estriches usw. und der Nutzlast p. Daher ist $q = 24 d + g_0 + p$, wobei d in cm. Für g₀ ist in der Tafel einmal 60, einmal 150 kg/m² gewählt. Damit entsteht:

$$(0,95 d - 1)^2 = k^2 l^2 \frac{p + g_0 + 24 d}{c}$$

oder $\frac{(0,95 d - 1)^2}{625 k^2} \cdot \frac{1,25 c}{l^2} - \frac{p + g_0}{500} - \frac{24 d}{500} = 0.$

Aus dieser Gleichung zwischen drei Veränderlichen ergibt sich folgende Herstellungsweise der Tafel (siehe z. B. Werkmeister, Das Entwerfen von graphischen Rechentafeln, Springer). Auf zwei parallele Geraden von beliebigem Abstand trägt man von beliebigen Anfangspunkten aus auf der einen nach unten die p-Leiter mit der Teilung $\frac{p + g_0}{500}$ ab, auf der anderen in gleichem Maßstab μ nach oben die l-Leiter mit der Teilung $\frac{1,25 c}{l^2}$. Die Teilpunkte der d-Leiter haben die (hier schiefwinkligen) Koordinaten

$$x = \frac{(0,95 d - 1)^2}{625 k^2 + (0,95 d - 1)^2} \quad \text{und} \quad y = \frac{0,048 \cdot 625 k^2 d}{625 k^2 + (0,95 d - 1)^2}$$



Unmittelbares Entwerfen von Platten.

Beispiel: Gegeben $l = 1,6$, $c = 12$, $p = 2000$, $g_0 = 60$.

Aus Fluchtentafel (1000/35) $\alpha = 11,2$, $F_e = 5,82$
(1200/40) $\alpha = 10,7$, $F_e = 5,08$

Dabei befindet sich der Koordinatenanfangspunkt im Anfangspunkt der p-Leiter, und diese selbst liegt auf der y-Achse; die x-Achse ist die Verbindungsgerade der Anfangspunkte der p- und l-Leiter. Positive Richtungen: nach oben bzw. nach rechts unten. Der Maßstab der Abszissen ist dadurch bestimmt, daß die Entfernung zwischen den Anfangspunkten der p- und l-Leiter die Länge l hat; der Maßstab der Ordinaten ist μ .

Entsprechend den zwei Werten von k ergeben sich zwei Leitern für d . Werte von $d < 10$ sind für $\sigma_e : \sigma_b = 1200 : 40$ weggelassen. Für $\sigma_e : \sigma_b = 1200 : 50$ könnte man eine dritte d-Leiter einzeichnen, beginnend mit $d = 20$. Neben die Ziffern d ist das zugehörige F_e geschrieben. Neben die Ziffern l könnte man noch das zugehörige kleinste d schreiben. Wenn man die Entfernung der Momentennullpunkte zu $0,8 l$ annimmt, ist $h_{\min} = 0,8 \frac{l}{27}$

so daß mit $h = 0,95 d - 1$ entsteht $d_{\min} = 3,119 l + 1,053$; dabei ist d in cm, l in m einzusetzen.

In der hier wiedergegebenen Tafel werden die Schnitte für große Werte von p und kleine Werte von l am schärfsten. Durch Vergrößerung des Maßstabes μ könnte man die Tafel für kleine Werte von p und große Werte von l passend machen. Durch Änderung der Zahlenfaktoren in Zähler und Nenner des ersten Gliedes der Gleichung könnte man kleine Werte von p und l oder große Werte von p und l bevorzugen.

Der aus der Tafel gewonnene Wert von d ist recht genau. Da die Plattenstärke d auf volle cm aufgerundet wird, merke man sich, daß dabei der Eisenquerschnitt F_e annähernd in demselben Prozentsatz vermindert werden kann, in dem die Plattenstärke vergrößert wird. Wenn im Beispiel die Plattenstärke von 10,7 um etwa 3% auf 11 cm aufgerundet wird, kann entsprechend der Eisenquerschnitt von 5,08 auf rund 4,9 cm² vermindert werden.

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Berücksichtigung ästhetischer Gesichtspunkte bei der Prüfung von Bauanträgen.

Das Preussische Ministerium für Volkswohlfahrt gibt unterm 7. Januar 1926 nachstehend angeführten Runderlaß II 9. 8 an die Herren Regierungspräsidenten bekannt:

Wenn den Baupolizeibehörden durch die Gesetzgebung der neueren Zeit weitgehende Berücksichtigung ästhetischer Gesichtspunkte bei Prüfung der Bauanträge zur Pflicht gemacht ist, so darf eine solche Befugnis der Baupolizeibehörden nicht dazu führen, Bauprojekte, die ihrem Geschmack nicht entsprechen, schroff abzulehnen, insbesondere Persönlichkeiten gegenüber, deren Vorbildung oder Werdegang eine zweifellos künstlerische Auffassung und Wertleistung vermuten lassen.

Die Baupolizeibehörden werden vielmehr mit den Projektarbeitern tunlichst mündlich ihre Ansichten auszutauschen und gemeinsam ihr Augenmerk darauf zu richten haben, daß die baukünstlerischen Leistungen eine größtmögliche Höhe erreichen. Vor allen Dingen werden aber die Baupolizeibehörden auf die Gutachten der ihnen zur Seite stehenden Sachverständigenausschüsse das größte Gewicht zu legen haben. Sie müssen sich hierbei sagen, daß sie im Falle der Anfechtung ihrer Verfügungen durch Beschwerde oder Klage meist eine sicherere Grundlage für ihr Handeln haben, wenn sie sich auf ein Gutachten eines Kollegiums von Sachverständigen stützen können, als wenn sie ihrem eigenen Geschmack zur Herrschaft verhelfen wollen.

Bau von Anlagen zur Unterbringung von Kraftfahrzeugen.

Das Preussische Wohlfahrtsministerium gibt unterm 27. 1. 1926 einen Runderlaß II 9. 708 an die Herren Regierungspräsidenten bekannt und ersucht, nach diesem Muster Polizeiverordnungen tunlichst ohne jede Änderung der Fassung zu erlassen. Der Runderlaß zerfällt in A. Allgemeine Vorschriften, B. Besondere Vorschriften, C. Betriebsvorschriften. — Die beiden ersten Abschnitte sind für die Anlage von Garagenbauten von Bedeutung und im Wortlaut nachstehend angeführt:

Entwurf zu einer Polizeiverordnung über den Bau von Anlagen zur Unterbringung von Kraftfahrzeugen!).

A. Allgemeine Vorschriften.

§ 1.

Unterbringung und Aufstellung der Kraftfahrzeuge.

Kraftfahrzeuge dürfen — abgesehen von der vorübergehenden Aufstellung außerhalb des Heimatstandortes — nur in Räumen untergebracht werden, die den nachfolgenden Vorschriften entsprechen.

Kraftfahrzeuge können auf Höfen bebauter Grundstücke und in deren unmittelbarer Nachbarschaft ständig aufgestellt werden, wenn hierdurch die ordnungsgemäße Benutzung der Höfe und die Zugangsmöglichkeit zu den einzelnen Gebäudeteilen nicht beeinträchtigt wird und die Aufstellung der Fahrzeuge von allen Außenwänden mit Fenster- und Türöffnungen mindestens 5 m entfernt erfolgt.

§ 2.

Zu- und Abfahrt.

Werden auf einem Grundstück mehr als 20 Kraftwagen untergebracht, so muß für diese eine Zufahrt vorhanden sein, die von den

Zugängen zu den sonstigen Baulichkeiten des Grundstückes nach Möglichkeit getrennt ist. Die Herstellung besonderer Notausfahrten kann im Einzelfalle gefordert werden.

Werden auf einem Grundstück mehr als 100 Wagen untergebracht, so müssen je eine Zufahrt und eine Abfahrt vorgesehen werden, die möglichst nach verschiedenen Seiten anzuordnen sind.

Liegen bei größeren Anlagen die Zu- und Abfahrten unmittelbar an Straßen oder an Vorgärten von weniger als 5 m Tiefe, so sind sie gegen die Flucht der Vordergebäude so weit frei- oder zurückzuverlegen, daß der ausfahrende Wagenführer den Verkehr rechtzeitig übersehen kann und die Fußgänger auf der Straße das Ausfahren der Wagen ohne Warnung durch Signale bemerken können.

B. Besondere Vorschriften.

§ 3.

Größe der Kraftwagenräume.

Jeder Kraftwagenraum darf bis zu einer Größe von 100 m² hergestellt werden. Seine Umfassungswände müssen feuerbeständig sein und dürfen keine Verbindung mit anderen Räumen erhalten.

Auch bei größeren Anlagen dürfen die einzelnen Kraftwagenräume 100 m² nicht übersteigen.

Überschreitet die Anlage 1000 m², so sind außerdem Brandabschnitte von höchstens 1000 m² durch über Dach geführte Brandmauern herzustellen. Diese Brandmauern dürfen in den Fahrstraßen oder Hofteilen Öffnungen für den Fahrbetrieb haben, die aber bei geschlossenen Anlagen feuerbeständige Abschließvorrichtungen durch Schiebetüren oder dergl. erhalten müssen.

§ 4.

Grundstücke, die nur dem Kraftwagenbetrieb dienen.

Auf Grundstücken, die ausschließlich der Unterbringung von Kraftwagen und den damit verbundenen Einrichtungen dienen, und auf solchen Grundstücken, auf denen der Kraftwagenbetrieb von anderweitiger Ausnutzung des Grundstücks hinreichend getrennt ist, können Kraftwagen in einem Raum bis zu 1000 m² Größe untergebracht werden, wenn die Anordnung der Räume so erfolgt, daß von jedem Punkt der Fahrstraßen und Räume eine Rettungsmöglichkeit nach zwei Seiten unmittelbar ins Freie gegeben ist.

Wenn mehrere Geschosse übereinander durch Aufzüge oder Rampenanlagen verbunden sind, so sind an diesen Verbindungsstellen ebenfalls Brandmauern mit feuerbeständigen Toren (gegebenenfalls auch Schiebetoren) vorzusehen.

§ 5.

Die Unterbringung von Kraftwagen in Räumen von mehr als 1000 m² Größe kann ausnahmsweise zugelassen werden, wenn die gesamte Anlage so geplant ist, daß eine Gefährdung anderer Gebäude ausgeschlossen erscheint, und hierfür eine Gewähr durch besondere Sicherheitsvorkehrungen, wie Schutzzone oder dergl., und besondere Feuerlöscheinrichtungen, wie z. B. Sprinkleranlage oder ähnliches, gegeben ist.

§ 6.

Fahrstraßen und Höfe.

Fahrstraßen und Höfe müssen so angeordnet werden, daß von jedem Punkte aus eine Rettungsmöglichkeit nach zwei Seiten gegeben ist. Bei ebenerdigen, nicht überdeckten Anlagen genügt es unter Umständen, wenn mittels fest angebrachter Leitern über flache Dächer hinweg ein Ausweg möglich ist. Bei kleineren Anlagen und in sonst geeigneten Fällen kann von vorstehenden Forderungen abgesehen werden.

!) Für elektrisch betriebene Kraftfahrzeuge ist § 33 zu beachten.

§ 7.

Waschplätze, Rauch- und Schallkammern.

Für Anlagen, die 20 oder mehr Wagen aufzunehmen bestimmt sind, müssen besondere Plätze zum Waschen der Wagen vorgesehen sein. Für die Abführung der Abwässer gelten allgemein die polizeilichen Entwässerungsvorschriften.

Sind in solchen Anlagen die Fahrstraßen oder Höfe, an denen die Wagenräume liegen, ohne Überdachung, so muß eine besondere Rauch- und Schallkammer angeordnet werden. Diese Kammer ist so einzurichten, daß eine Belästigung der Nachbarschaft durch Geräusche oder durch die Abführung der sich entwickelnden Gase ausgeschlossen ist.

§ 8.

Geschützte Gebiete.

Anlagen zur Unterbringung von 20 und mehr Wagen dürfen in Gebieten, die gegen Belästigungen durch Rauch, Geräusche usw. geschützt sind, nur dann zugelassen werden, wenn die Fahrstraßen und Höfe überdacht werden. Auch bei Unterbringung einer geringeren Anzahl von Wagen kann in diesen Gebieten ein derartiger Abschluß gefordert werden.

Von einer vollständigen Überdachung kann zur Herbeiführung einer ordnungsmäßigen Entlüftung (vergl. § 19) abgesehen werden, wenn sich nach Lage der Örtlichkeit Belästigungen für die Nachbarschaft nicht ergeben.

§ 9.

Wohngebiete.

In Gebieten, die durch die Bauordnung als Wohngebiete ausgewiesen sind, können Anlagen zur Unterbringung von 10 und ausnahmsweise bis zu 20 Kraftwagen nach besonderer Anweisung der Baupolizei zugelassen werden, sofern sie lediglich dem Bedürfnis der Bewohner des Wohngebietes dienen.

§ 10.

Kraftwagenräume in der Nähe von Kirchen, Schulen usw.

In der Nähe von Kirchen, Schulen, sonstigen öffentlichen Gebäuden, Krankenhäusern oder Heilanstalten ist für die Baugenehmigung zur Herstellung derartiger Anlagen die Entscheidung der zuständigen Behörde gemäß § 27 der Reichsgewerbeordnung darüber beizubringen, daß die Ausübung des Garagenbetriebes auf dem Grundstück gestattet ist.

§ 11.

Kraftwagenräume in der Nähe von Theatern, Warenhäusern usw.

In unmittelbarer Nähe von Theatern, öffentlichen Versammlungsräumen, Zirkusanlagen, Warenhäusern, Fabriken oder Werkstätten für feuergefährliche Betriebe oder Lagerräumen für leicht brennbare Gegenstände ist die Herstellung von Kraftwagenräumen von mehr als 100 m² Größe in der Regel unzulässig. Ausnahmsweise können sie unter besonderen Bedingungen genehmigt werden.

§ 12.

Reparatur- usw. Werkstätten in Kraftwagenräumen.

Reparatur-, Lackier- und sonstige Werkstätten, in denen mit offenem Feuer gearbeitet wird, oder in denen leicht brennbare Stoffe verwendet werden, dürfen im Erdgeschoß nur an offenen Höfen und Fahrstraßen, bei mehrgeschossigen Anlagen nur im obersten Geschoß angelegt werden.

Öffnungen solcher Räume sind nur nach nicht überdeckten Teilen der Fahrstraße oder Höfe statthaft und müssen von gegenüberliegenden Öffnungen von Wagenräumen mindestens 5 m Abstand halten. Diese Vorschriften gelten auch für Öffnungen von Räumen für Sammelheizungsanlagen.

§ 13.

Aufenthalts- und Waschräume für den Wagenführer.

Bei allen größeren Anlagen sind besondere Aufenthalts- und Waschräume für Wagenführer vorzusehen. Die Zugänge zu diesen Räumen sowie auch zu anderen für den Kraftwagenbetrieb bestimmten Aufenthaltsräumen, wie Übernachtungsräume, Büros, Wohnungen für Wagenführer und Angestellte, müssen, falls sie nicht unmittelbaren Ausgang nach der Straße haben, zu dem Teile einer offenen Fahrstraße oder eines offenen Hofes führen, der dem Zugange der ganzen Anlage nahe liegt.

Für die Wohnungen müssen kleinere, besonders abgetrennte Wirtschaftshöfe vorhanden sein.

§ 14.

Fußboden.

Der Fußboden der Wagenräume und der überdeckten Fahrstraßen vor diesen muß feuerbeständig und undurchlässig sein.

§ 15.

Decken:

Die Decken der Kraftwagenräume sind, soweit sie unterhalb von Räumen zum dauernden Aufenthalt von Menschen oder von Lagerräumen für brennbare Stoffe liegen, feuerbeständig

herzustellen oder, soweit sie weniger als 5 m von Öffnungen benachbarter Gebäude entfernt liegen, innerhalb dieser 5 m feuerbeständig herzustellen.

Bei mehrgeschossigen Kraftwagengebäuden sind die Decken stets feuerbeständig herzustellen.

§ 16.

Türen, Fenster.

Türen und Fenster der Wagenräume, über denen sich Öffnungen von Räumen zum dauernden Aufenthalt von Menschen oder von Lagerräumen für brennbare Stoffe befinden, müssen 1 m unter die Decke des Raumes reichende Schutzstreifen aus feuerbeständigem Stoff erhalten. Bewegliche Schutzstreifen sind zugelassen.

§ 17.

Heizung.

Wagenräume dürfen nur beheizt werden durch:

- fugendichte, von außen zu beheizende Kachelöfen, wenn der Ofen keine Vorsprünge oder Flächen aufweist, die zum Auflegen von Gegenständen Gelegenheit bieten,
- von außen zu beheizende Öfen von anderer Bauart, wenn der Ofen gegen den Wagenraum derartig feuerbeständig abgetrennt ist, daß er nur unterhalb der Decke mit ihm in Verbindung steht, und nur eine Beheizung des Wagenraumes mit Frischluft, nicht mit Umluft möglich ist,
- Niederdruckdampf- und Warmwasserheizung mit außerhalb des Raumes liegender Feuerung. Wenn die Heizkörper und Heizrohre tiefer als 2 m liegen, müssen sie in 20 cm Abstand durch Drahtgitter oder durchlochte Eisenbleche umschlossen werden,
- Hochdruck-Dampfheizung mit außerhalb liegender Feuerung, jedoch nur, wenn die Heizrohre mindestens 2 m hoch liegen,
- elektrische Heizung, wenn die Temperatur der Heizflächen nicht über 200 Grad steigen kann²⁾.

§ 18.

Schornsteinöffnungen und Reinigungstüren dürfen nicht im Wagenraum liegen.

§ 19.

Entlüftung.

Jeder Wagenraum, der an einer überdeckten Fahrstraße liegt, muß dicht über dem Fußboden an der Vorderseite Entlüftungsöffnungen von mindestens 400 cm² Gesamtgröße erhalten. Für die Entlüftung können Schlitze unter den Türen oder Öffnungen in diesen von mindestens 5 cm Durchmesser der einzelnen Öffnung angebracht werden.

Zur Erhöhung des Luftwechsels kann für größere Wagenräume und überdachte Fahrstraßen künstliche Entlüftung, namentlich auch bei Kellergaragen, verlangt werden. Bei elektrisch angetriebenen Entlüftern müssen funkenbildende Teile außerhalb der Räume und der Entlüftungsrohre liegen.

§ 20.

Beleuchtung.

Wagenräume dürfen nur beleuchtet werden durch:

- elektrische Glühlampen, wenn die Lampen mindestens 1,50 m über dem Fußboden fest angebracht sind,
- tragbare elektrische Glühlampen mit dichter Überglocke, Drahtschutzkorb und Kabelleitung mit wasserdichter Isolierhülle,
- jede Art von Lampen als Außenbeleuchtung, wenn sie durch fest eingemauerte Fenster von den Innenräumen dicht abgeschlossen sind.

Alle in den Wagenräumen angebrachten Schalter, Steckdosen, Sicherungen, Widerstände usw. müssen gleichfalls mindestens 1,50 m über dem Fußboden angebracht sein, oder es sind entsprechende Sicherheitsmaßnahmen gegen Gasentzündungen zu treffen³⁾.

§ 21.

Fahrzeugraum für nur ein Fahrzeug und für ein Einfamilienhaus.

Für die Unterbringung nur eines Fahrzeuges auf einem Grundstück gelten nur die Bestimmungen des § 3 Abs. 1, des § 15, der §§ 17 und 20 und die Betriebsvorschriften.

Bei der Herstellung von Räumen zur Unterbringung von Kraftwagen zum eigenen Bedarf auf Grundstücken für Einfamilienhäuser kann von den Bestimmungen dieser Polizeiverordnung abgesehen werden, wenn der Kraftwagenraum von dem Einfamilienhaus feuerbeständig abgeschlossen wird.

Bei den in Abs. 1 und 2 genannten Räumen kann — sofern nicht die allgemeinen Bauordnungsvorschriften entgegenstehen — auf die Herstellung feuerbeständiger Umfassungswände verzichtet werden, sofern diese Räume in für sich bestehenden Bauten getrennt von anderen Gebäuden eingerichtet werden.

²⁾ Vergl. hierzu die Sondervorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

³⁾ Vergl. hierzu die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker über explosionsgefährliche Betriebsstätten und Lagerräume.

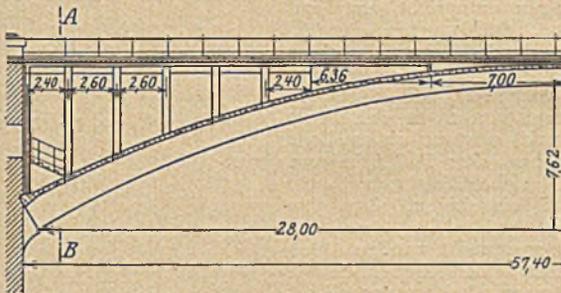
Der Umbau des Hauptbogens d'El-Kantara in Constantine (Algerien).

Die Brücke über den Rhumel bei Constantine ist eine Straßenbrücke und wurde im Jahre 1863 erbaut. Sie bestand aus einem eisernen Hauptbogen von 56 m lichter Weite, an den sich zu beiden Seiten Viadukte von 16 m anschließen. Der Haupt-



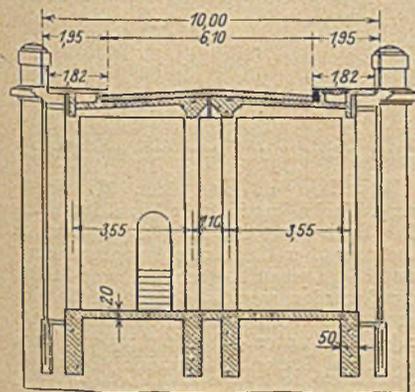
Die alte eiserne Brücke.

bogen überspannt in Brückenmitte das tief einschneidende Tal in 150 m Höhe. Er bestand aus fünf eisernen Bogenbindern, deren jeder eine gleichbleibende Höhe von 1,50 m besaß. Die Gesamtbreite der Brücke betrug 10,16 m. Das die Fahrbahn aufnehmende eiserne



Längsschnitt durch die neue Brücke.

Gitterwerk war mit dem Bogen und mit der Fahrbahnkonstruktion verbolzt. Bereits sechs Jahre nach Errichtung der Brücke war die Eisenkonstruktion des Hauptbogens, scheinbar infolge äußerst mangelhafter Entwässerung, an einzelnen Stellen derart durch Rost zerstört, daß sie den Verkehrslasten nicht mehr gewachsen war; die Fahrbahn brach unter einer schweren Last durch. Zunächst wurde die Fahrbahn nur ausgebessert. Trotz wiederholten Anstriches traten von neuem beträchtliche Zerstörungen auf. Im Jahre 1896 mußte die gesamte Fahrbahn erneuert werden, und im Jahre 1915 entschloß man sich, die Brücke entweder zu verstärken oder vollkommen zu ersetzen, nachdem im Laufe der Zeit sehr weitgehende Zerstörungen eingetreten waren, die das Bauwerk ernstlich gefähr-



Querschnitt.

deten: Durch die Ungunst der Zeiten hat die Brücke erst im Jahre 1924 nach öffentlicher Ausschreibung die aus den Abbildungen ersichtliche Konstruktion erhalten nach amerikanischen Vorbildern unter teilweiser Verwendung der alten eisernen. Die beiden äußeren Binder blieben bestehen, während die inneren durch eine Eisenbetonbogenkonstruktion er-

setzt wurden, so daß erstere nunmehr nur ihr Eigengewicht zu tragen haben. Zum Zwecke des ungehinderten Verkehrs während der Umbauarbeiten wurde eine Brückenhälfte nach der anderen ausgeführt, so daß das Gesamtbauwerk aus zwei statisch selbständigen Tragkonstruktionen besteht. Die Brücke ist als Dreigelenkbogen mit aufgeständerter Fahrbahn ausgeführt worden. (Le Génie Civil 1925, Bd. 87, Nr. 25, S. 501.)

Zulässige Spannungen in den Tragkonstruktionen von Hochbauten in Amerika (Entwurf).

Der Vorschlag geht von dem „Building Code Committee of the U. S. Department of Commerce“ (etwa das Hochbauamt des Handelsamtes der Vereinigten Staaten) aus und verfolgt den Zweck, die Verschiedenartigkeit der Vorschriften in den einzelnen Städten und Staaten zu beseitigen.

Bei der Festsetzung der zulässigen Spannungen ging man von der Überlegung aus, daß die Überwachung der Bauarbeiten durch die Behörden nur stichprobenhaft anzunehmen sei, daß deshalb nicht durchweg mit einer hochstehenden sorgfältigen Ausführung zu rechnen ist und deshalb die Spannungen nicht bis zur oberen Grenze der Möglichkeit zugelassen werden könnten.

Holzkonstruktionen: Die nachstehend angegebenen zulässigen Spannungen sind um 25% zu vermindern, wenn das Holz der Witterung ausgesetzt ist, dagegen dürfen die Werte um 50% erhöht werden, wenn der Spannungsberechnung außer Eigen- und Nutzast auch noch Windlast zugrunde gelegt werden.

Holzart	Zulässige Spannung in kg/cm ²
Eiche:	
Biegung	98
Druck längs der Faser	70
Druck quer zur Faser	35
Südliche Gelbkiefer (southern yellow pine)	
Biegung	106
Druck längs der Faser	77
Druck quer zur Faser	23
Douglastanne:	
Biegung	106
Druck längs der Faser	77
Druck quer zur Faser	23
Schierlingstanne:	
Biegung	77
Druck längs der Faser	49
Druck quer zur Faser	21
Rottanne:	
Biegung	77
Druck längs der Faser	56
Druck quer zur Faser	18

Säulen, deren Länge nicht mehr als die 11-fache kleinste Querschnittsabmessung beträgt, werden nach den für Druck längs der Faser angegebenen Spannungen dimensioniert. Für Verhältniszweie zwischen 11 und 22 sinkt die zulässige Spannung auf $\sigma' = 1,5 \sigma \left(1 - \frac{1}{33} \cdot \frac{l}{d}\right)$, worin σ der in der Tabelle angegebene Wert der zulässigen Spannung, l und d die Länge und die kleinste Querschnittsabmessung bedeuten.

Eisenkonstruktionen: Die nachstehend angegebenen zulässigen Spannungen gelten für Stahl, der den Anforderungen der American Society for Testing Materials (Amerikanische Gesellschaft für Materialprüfungswesen; abgekürzt A.S.T.M.) an gewöhnlichen Baustahl genügt. Bei Berücksichtigung der durch Windbelastung hervorgerufenen Spannungen können die zulässigen Spannungen um 25% erhöht werden.

Art der Beanspruchung	Zulässige Spannung kg/cm ²
Zug	1130
Druck (in gedrunzenen Druckgliedern)	880
Biegungszug- und Druckspannung	
in Balken	1130
in Schraubenbolzen oder Nieten	1700
Scherbeanspruchung	
von Werkstattnieten	850
von Baustellnieten	640

Außer für den gewöhnlichen Baustahl sieht der Entwurf noch die zulässigen Spannungen für A.S.T.M.-Brückenstahl vor in der Weise, daß die zulässigen Spannungen für sämtliche Beanspruchungen um 12 1/2% erhöht sind.

Für die Druckflanschen von auf Biegung beanspruchten Balken muß die zulässige Spannung herabgesetzt werden, wenn die Spannweite mehr als das 15-fache der Breite beträgt. In diesem Fall soll die Biegungsdruckspannung den Wert

$$\sigma = 1380 - 16,6 \frac{1}{b}$$

nicht überschreiten. Für $\frac{1}{b} = 15$ erhält man $\sigma = 1130$ (vgl. Tabelle).

Das Verhältnis $\frac{1}{b}$ soll den Wert 40 nicht überschreiten.

Ist ein Druckglied auf exzentrischen Druck beansprucht, so darf die Randspannung aus Druck und Biegung den zulässigen Wert für reine Biegung, also $\sigma = 1130$, erreichen, dagegen darf die mittlere Spannung, also die aus Druck allein, nicht über die für Druckbeanspruchung zulässigen hinausgehen, also $\sigma = 880 \text{ kg/cm}^2$.

Beton- und Eisenbetonkonstruktionen:

Die Vorschläge betr. Beton- und Eisenbetonkonstruktionen sind denen des „Joint Committee on Specifications for Concrete and Reinforced Concrete“, also etwa der dem „Deutschen Ausschuß für Eisenbeton“ entsprechenden Stelle, entnommen.

Die reine Druckbeanspruchung darf 25% der Würfeldruckfestigkeit betragen. Die Biegungsdruckbeanspruchung darf 40% der Würfeldruckfestigkeit erreichen. Die zulässige Schubspannung ist ebenfalls in Beziehung zur Würfeldruckfestigkeit gesetzt und muß unterhalb 2% dieses Wertes bleiben. Die Würfeldruckfestigkeit soll durch Druckproben ermittelt werden. In welcher Weise dies geschehen soll, ist nicht gesagt. Liegen Druckproben nicht vor, so soll man sich an folgende Werte halten:

Plastische Konsistenz

Mischung	Druckfestigkeit in kg/cm^2
1 : 6	141
1 : 4 1/2	176
1 : 3 1/2	210

Gießfähige Konsistenz

Mischung	Druckfestigkeit in kg/cm^2
1 : 6	106
1 : 4 1/2	141
1 : 3 1/2	176
1 : 2 1/2	210

Man sieht, daß die Festigkeitsvorschriften ziemlich roh sind. Es fehlt nicht nur die Angabe des Alters, sondern auch vollkommen der außerordentlich wichtige Einfluß der Kornzusammensetzung. Im Gegensatz hierzu ist namentlich die letztere Einflußkomponente auf die Festigkeitseigenschaften des Betons in den Vorschlägen des oben erwähnten „Joint Committee on Specifications for Concrete and Reinforced Concrete“ sehr weitgehend berücksichtigt worden. (Vgl. hierzu Bauingenieur 1925, Heft 4, „Die neuen amerikanischen Vorschriften für Beton- und Eisenbetonbauten“, besprochen von E. Probst.)

Die Zugbeanspruchung der Eisenbewehrung ist unter der Annahme bis zur Nulllinie gerissenen Querschnitts auf 1130 kg/cm^2 festgelegt.

Dipl.-Ing. Mehmel, Karlsruhe i. B.

Betonformstein-Gebäude mit Bewehrung.

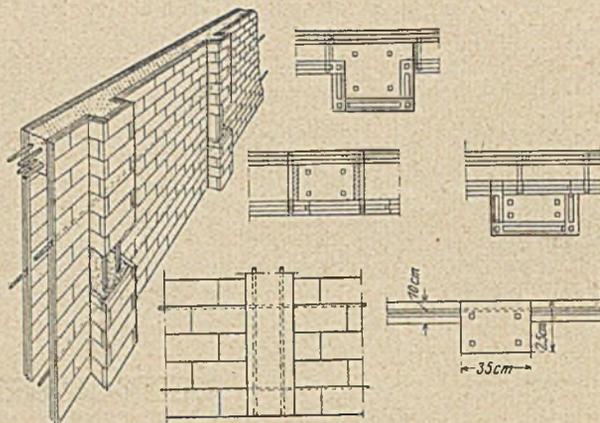
In Kalifornien ist unter dem Namen Thermotit-Bauart seit sechs Jahren eine gesunde, standfeste, dauerhafte, feuer- und erdbebensichere Bauweise aus Betonformsteinen ausprobiert und nun patentiert, nach welcher in den letzten 1 1/2 Jahren 600 Gebäude errichtet worden sind.

Die Formsteine werden aus plastischem Beton der Mischung 1 : 5 mit 140 kg/cm^2 Druckfestigkeit nach 28 Tagen in Metallformen eingestampft und haben, mit Ausnahme der Außenseite der Ecksteine, Feder- und Nutverbindung. Sie sind 6, 7,5 oder 10 cm stark, 10, 15 oder 20 cm breit und in acht Abstufungen 5 bis 40 cm lang, sodaß fast niemals ein Abschlagen nötig wird.

Die Steine werden, mit der Nut nach oben, zu Doppelwänden mit 15—45 cm Zwischenraum aufeinandergesetzt, die Fugen mit Mörtel ausgegossen und in jede vierte wagerechte Fuge ein 6 mm starkes Rundisen eingelegt, für welches die Zunge entsprechend ausgekehlt ist, das ununterbrochen in allen Wänden rundum läuft. Die Wände sind miteinander durch Flacheisenbänder, deren Enden in die Nuten passen, verbunden. Über Tür- und Fensteröffnungen werden besondere Verstärkungseisen eingelegt. Die Herstellung der Gebäude ist infolgedessen so einfach, daß dazu keine Facharbeiter und keine besonderen Werkzeuge nötig sind. Die Fußboden- und

Deckenbalken aus Eisenbeton, $5 \times 20 \text{ cm}$ stark, schieben sich ohne weiteres zwischen die Bausteine ein und werden mit ihnen verklammert und wirken als durchlaufende Anker.

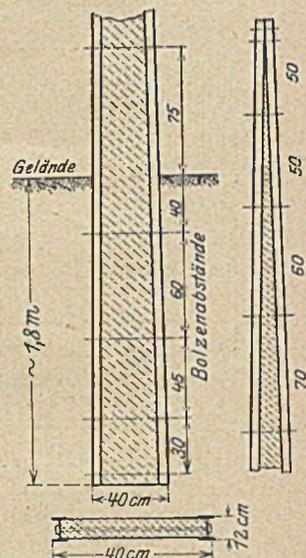
Für Gebäude mit starker Mauerbelastung lassen sich die Wände in einfachster Weise durch ausbetonierte und bewehrte Pfeilervor-



lagen und Längsbalken verstärken, für welche Formsteinwände die Außenseiten bilden, also keine besonderen Schalungen nötig werden, da auch für die Längsbalken ein eingelegtes Blech als Unterlage genügt (s. Zeichnungen). Die Betonformsteine eignen sich in gleicher Verbindung auch sehr gut zur Verkleidung von Fachwerkbauten. (Concrete vom Dezember 1925, S. 33—36, mit 3 Zeichnungen und 6 Abb.)

Beton-Eisen-Maste für Überlandleitungen in Australien.

Für die langen Überlandstarkstromleitungen in Australien sind billige, aber kräftige Maste nötig, deren Teile sich leicht auf große Strecken befördern lassen. Diesen Forderungen entspricht ein Mast mit zwei Stahlwangen aus I-Trägern, durch Schraubenbolzen verbunden und einer Betonwand dazwischen. Für die gewöhnliche Länge von 13 m (rd. 11 m über Grund) genügen 12 cm hohe I-Träger und eine Fußbreite von 40 cm (siehe Zeichnung), die auch bei einseitigem Zug von drei Leitungen nicht über 1050 kg/cm^2 beansprucht werden. Solche Masten widerstehen auch gut der Verdrehung bei unausgeglichener Zug und vertragen das Schleppen auch auf sehr unebenem Gelände. Die Löcher für die Querarme werden beim Betonieren ausgespart. Die verhältnismäßig kleine Außenfläche der Eisenträger läßt sich gut durch Anstrich schützen und leicht überwachen. Ein solcher Mast von 13 m Länge wiegt rd 900 kg und kostet $7\frac{1}{4}$ Pfd. (Major Johnstone-Taylor im Concrete vom Dezember 1925, S. 41—42.)



Kann Traß durch anderes Steinmehl ersetzt werden?

Im Heft 7/8 1924 der Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt und dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung in Berlin-Dahlem (Verlag Julius Springer 1925, 2,40 M.) ist für das Bauingenieurwesen eine Abhandlung über die Frage bemerkenswert: Kann Traß durch anderes Steinmehl ersetzt werden? Zur Beantwortung dieser Frage wurden verschiedene Dichtigkeits- und Druckfestigkeitsversuche mit Mörtel ausgeführt, die einmal nur aus Zement und Kiessand (1:4), dann unter Hinzufügung von 0,25, 0,50, 0,75, 1,00 Rt. Traß (bezogen auf Zement) bestanden, bei denen dann weiter Traß durch gleiche Raumteile Steinmehl ersetzt wurde, und endlich sowohl Traß als auch Steinmehl dem Zementmörtel zugesetzt wurden. Der Traß war rheinischer Traß aus dem Nettetal, das Steinmehl durch Feinnahlen Hohenbockaer Quarzsandes, der Kies-sand durch Absieben Cossebauder Kieses auf dem 4-Maschen-Sieb gewonnen. Aus den Mischungen wurden Normalwürfel von $7,1 \text{ cm}$

1) Vgl. die Originalveröffentlichungen von Professor H. Burchartz in Zement 1925, Nr. 15 und 16.

Kantenlänge hergestellt. Die Mischungen waren, zur Bestimmung des Einflusses der Verarbeitungsart auf Dichte und Festigkeit, teils erdfeucht, teils weich. Die Prüfung erstreckte sich auf die Wasseraufnahme, das Raumgewicht (trocken), das spezifische Gewicht, den Dichtigkeits- und Undichtigkeitsgrad, die Druckfestigkeit nach 28 Tagen und 3 Monaten Erhärtung. Die Gesamtergebnisse werden in den nachfolgenden allgemeinen Schlußfolgerungen zusammengefaßt:

1. Das Raumgewicht von Mörtel und Beton der vorliegenden Art ist kein unmittelbarer Maßstab für die Porosität; hierzu ist vielmehr die Kenntnis des Dichtigkeitsgrades, berechnet aus dem Raumgewicht und dem spezifischen Gewicht, notwendig.
2. Aus dem Raumgewicht von Mörtel und Beton kann nicht ohne weiteres auf dessen Festigkeit geschlossen werden.
3. Traß wirkt keineswegs allein deshalb festigkeitsteigernd, weil er, wie Graf behauptet, das Raumgewicht des Mörtels oder Betons erhöht, also diesen verdichtet, sondern auch deswegen, weil er die Erhärtung chemisch günstig beeinflusst.
4. In Anbetracht dessen, daß der Zusatz von Steinmehl auf weich und wahrscheinlich noch mehr auf flüssig angemachten Beton

ungünstig einwirkt, und mit Rücksicht auf die etwaige Erhöhung der Baukosten durch die Beschaffung und Bereitstellung von Anlagen zum Brechen und Mahlen des Steinmehls ist der Ersatz von Traß durch Steinmehl nicht zu empfehlen.
M. F.

Berechnung eiserner Brücken.

Die Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gibt unter Ziffer 82. D. 3095 nachstehenden Erlaß vom 5. März 1926 bekannt:

Unter Bezugnahme auf den Erlaß vom 25. 9. 1925 — 82 D 14 770 —¹⁾ weisen wir darauf hin, daß die Stoßzahlen für geschweißte Schienenstöße auch bei der Berechnung derjenigen Bauglieder von neuen Brücken der Klasse E zugrunde zu legen sind, für deren Berechnung die Lastgruppe der Abb. 18 der Berechnungsgrundlagen von 1925 maßgebend ist.

Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft
Hauptverwaltung
Kraefft.

¹⁾ „Der Bauingenieur“ 1925, Seite 805.

WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Aufgaben der Reichswasserstraßenverwaltung im Rechnungsjahr 1926.

Seit dem 1. April 1921 sind alle dem allgemeinen Verkehr dienenden deutschen Wasserstraßen im Eigentume des Reiches vereinigt. Sie werden durch das Reichsverkehrsministerium verwaltet. Wer darüber unterrichtet sein will, in welcher Weise das deutsche Wasserstraßennetz unterhalten, verbessert und erweitert werden soll, findet im Haushalt dieses Ministeriums alle notwendigen Unterlagen beisammen. Es verdient daher dieser Haushalt bei allen denjenigen besondere Beachtung, denen an einem der wirtschaftlichen Entwicklung angepaßten weiteren Ausbau des Binnenwasserstraßennetzes und an leistungsfähigen Zugangsstraßen von der offenen See zu den Ein- und Ausfuhrhäfen, allgemein an Ausdehnung und Verbilligung der Transporte auf dem Wasserwege gelegen ist. Der Haushalt des Reichsverkehrsministeriums erfordert aber auch deswegen noch die Aufmerksamkeit weiter Kreise, weil ein sehr bedeutender Teil der vorgesehenen Ausgaben in Form von Aufträgen auf Lieferungen oder Leistungen unmittelbar an die Wirtschaft gelangt. Die Baustoffindustrie, das Baugewerbe und das Handwerk, aber auch die Maschinen- und Elektroindustrie haben in der Reichswasserstraßenverwaltung einen beachtlichen Auftraggeber. Wenn auch der Haushalt seiner Zweckbestimmung entsprechend über die beabsichtigten Arbeiten nur allgemeine Angaben enthält, so genügen diese doch für ein allgemeines Bild über deren Art und Umfang.

Der Haushalt der Reichswasserstraßenverwaltung für das am 1. April 1926 beginnende neue Rechnungsjahr unterscheidet sich bezüglich der Gesamtaufwendungen und Einnahmen nicht wesentlich von dem des Vorjahres. In runden Zahlen betragen die Ausgaben 177,5 Millionen RM., die Einnahmen 29,4 Millionen RM. Von den Ausgaben fallen auf den ordentlichen Haushalt 115,1 Millionen, auf den außerordentlichen 62,4 Millionen. Der ordentliche Haushalt gliedert sich in fortdauernde Ausgaben von 82,7 Millionen und in einmalige Ausgaben von 32,4 Millionen. Unter den Einnahmen befinden sich 14,1 Millionen für Verkehrsabgaben und 10,0 Millionen für Schlepplöhne und Lotsengelder. Ihrer sachlichen Bestimmung nach sind im großen und ganzen fortdauernde Ausgaben (82,7 Mill.) die Kosten der Verwaltung des Betriebs und der Unterhaltung der Wasserstraßen. Die einmaligen Ausgaben (32,4 Mill.) dienen größeren Wiederherstellungsarbeiten und örtlichen Ausbauten sowie der Ergänzung des Geräteparks. Im außerordentlichen Haushalt (62,4 Mill.) befinden sich die Mittel für größere zusammenhängende Ausbauten sowie für den Neubau von Wasserstraßen. Während die bei den Gesamtausgaben (177,5 Mill.) vorgesehenen Lieferungen von Bau- und Betriebsstoffen, Materialien und Ersatzteilen mit verschwindenden Ausnahmen sämtlich an die Wirtschaft vergeben werden dürften, ist das

für die vorgesehenen Leistungen nicht im vollen Umfange zu erwarten, da ein Teil der Arbeiten ihrer Natur nach im Eigenbetriebe der Bauverwaltung ausgeführt werden muß; das gilt vor allem für die vom Wasserstande und der Witterung abhängigen Stromregulierungen. Immerhin wird damit gerechnet werden können, daß die im außerordentlichen Haushalte vorgesehenen Leistungen überwiegend, die der einmaligen Ausgaben zu einem ansehnlichen Teil vergeben werden. Auch von den übrigen Arbeiten, unter denen sich alle Wiederherstellungs-, Um-, Erweiterungs- und Neubauten befinden, die mit weniger als 30000 M. veranschlagt sind, wird ein Teil dem Gewerbe, insbesondere aber dem Handwerk, zur Ausführung zufallen.

Von den sächlichen Ausgabtiteln der fortdauernden Ausgaben (82,7 Mill.) sind als wichtigste die Ausgaben für die bauliche Unterhaltung und den Betrieb der Binnenwasserstraßen mit 26,0 Millionen, der Seewasserstraßen mit 18,5 Millionen und des besonders aufgeführten Kaiser-Wilhelm-Kanals mit 4,4 Millionen zu bemerken. Für die bauliche Unterhaltung und den Betrieb des Schleppdienstes auf dem Rhein-Weser-Kanal sind 2,3 Millionen und für die Seezeichen 0,44 Millionen vorgesehen. Im allgemeinen handelt es sich bei den baulichen Unterhaltungsmaßnahmen hauptsächlich um die Erhaltung der für die Schifffahrt erforderlichen Wassertiefe, die Sicherung der Ufer, die Instandsetzung der Uferbefestigungen, der Betriebsvorrichtungen an den Schleusen, der Ausrüstung der Schleusen und Schleusenvorhöfen, der Brücken und sonstigen Bauwerke.

Von den einmaligen Ausgaben (32,4 Mill.) ist der überwiegende Teil (24 Mill.) für ingenieurbautechnische Ausbaurbeiten bestimmt. Daneben sind u. a. für die Ausführung von Hochbauten 1,1 Millionen und für die Ausführung von Vorarbeiten für Ausbaupläne, die in Zukunft Bedeutung gewinnen können, 0,4 Millionen Mark vorgesehen. Ein Drittel der einmaligen Ausgaben ist für Aufgaben bestimmt, die im Jahre 1926 neu angegriffen werden sollen. Mit den übrigen zwei Dritteln werden begonnene Arbeiten fortgesetzt oder beendet werden.

An Vorarbeiten (0,4 Mill.) werden solche für die Kanalisierung der Werra von Hann.-Münden bis Eschwege und der Weser von Münden bis Bremen, sowie für eine Erweiterung des Dortmund-Ems-Kanals aufgeführt. Hochbauten (1,1 Mill.) sind in Elbing, Stettin, Hamburg und Emden für den Reichswasserschutz vorgesehen; die Ausführung liegt in Händen der Reichsbauverwaltung. Ferner sind 12 neue Dienstgebäude am Ems-Weser-Kanal und Erweiterungsbauten auf den Werften Herne, Minden und Stettin beabsichtigt. Von den vorgesehenen Ausrüstungsarbeiten (1,2 Mill.) sind u. a. die Umstellungen dreier Schleusen des kanalisierten Mains auf elektrischen Betrieb bemerkenswert.

Von den ingenieurbaulichen Arbeiten, die sich unter den einmaligen Ausgaben des Haushaltes angeben finden (24,0 Mill.), entfallen auf den Ausbau der Binnenwasserstraßen 10 Millionen, auf den der Seewasserstraßen 14 Millionen. Der Ausbau der Binnenwasserstraßen besteht in der Hauptsache in örtlichen Stromregulierungen und Baggerungen, Ausbauten von Häfen und Liegeplätzen und in der Beseitigung von Hindernissen und Schäden in den Kanälen. Hierfür sind 7,7 Millionen angesetzt. Außerdem sind einzelne Bauwerke vorgesehen, für die im ganzen 3,3 Millionen zur Verfügung stehen. Die örtlichen Stromregulierungen und Baggerungen erfordern rund 5,7 Millionen, die umfangreichsten Arbeiten sind die Nachregulierung des Rheines zwischen Mannheim und Sondernheim mit 0,7 Millionen, die Begradigung der Ems zwischen Papenburg und Leerort mit 0,45 Millionen, die Verbesserung der Elde-Wasserstraße zwischen Kuppentin und Plau (Mecklenburg) mit 0,4 Millionen, die Regulierung der Warnow zwischen Bützow und Rostock mit 0,3 Millionen und die Abflachung einer scharfen Krümmung der Gilge mit 0,255 Millionen. Für die Herstellung von Häfen, Liegeplätzen und dergleichen sind 0,6 Millionen vorgesehen. Mit diesen Mitteln sollen die Arbeiten an dem Hafenbecken und -bauhof Wilhelmsruh bei Breslau und an den Schiffliegeplätzen bei Minden und Lohnde am Rhein-Weser-Kanal fortgesetzt und neue Liegeplätze am Voßkanal bei Zehdenick in Angriff genommen werden. 1,6 Millionen dienen dem Ausbau der Kanäle. Hier ist als umfangreichste Arbeit die Herstellung einer zweiten Fahrt im Zuge des Dortmund-Ems-Kanals an dessen Kreuzung mit der Emscher zu nennen, für deren Fortsetzung im Jahre 1926 1,2 Millionen Mark zur Verfügung stehen werden, um die Erd- und Dichtungsarbeiten zu beenden und die Kunstbauten in der Hauptsache auszuführen. Ferner sind 0,155 Millionen für die Beseitigung von Bergsenkungsschäden am Rhein-Herne- und Dortmund-Ems-Kanal ausgeworfen. Als neue Arbeit erscheint der Umbau des Kanals Gützig-Grabow in Mecklenburg-Schwerin mit einer Rate von 83000 M. Von den besonders unter den einmaligen Ausgaben ausgeführten Bauwerken (2,3 Mill.) sind die geplanten Brücken von besonderem Interesse. Das Reich wird sich beim Umbau der Ostbahnbrücke über die Oder und Warthe bei Küstrin mit einer Rate von 1,5 Millionen für 1926 beteiligen. Die Ausführung der Brücke liegt in Händen der Reichsbahn, die 55 % der Baukosten trägt. Nur der Abbruch der alten Brückenpfeiler und der Strombauarbeiten werden durch das Wasserbauamt veranlaßt. In ähnlicher Weise wird sich das Reich beim Umbau der Straßenbrücke über die Donau bei Deggen-dorf mit 0,2 Millionen an den 0,6 Millionen betragenden Gesamtkosten und beim Umbau der Eisenbahndrehbrücke über die Elbe bei Neustadt mit 42000 M. an den 198000 M. betragenden Gesamtkosten beteiligen. Für den Neu- und Ausbau von Freiarchen in der oberen Havelwasserstraße sind 0,107 Millionen, für die Sicherung bestehender Bauwerke 0,268 Millionen vorgesehen. Es sind dies die alten Schleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals, die Schleuse Hüntel am Dortmund-Ems-Kanal und eine Wehranlage in der kanalisierten Altmühl (Bayern). Schließlich sind noch 0,13 Millionen für die Ausstattung von Schleusenvorhäfen mit Dalben und Leitwerken zu erwähnen.

Nicht so mannigfaltig wie bei den Binnenwasserstraßen sind die Bauausführungen bei den Seewasserstraßen (Gesamt-betrag 14 Mill. M.). Es handelt sich fast ausschließlich um Baggerungen größten Umfanges und um das Verbauen der Baggermassen. Die Arbeiten sind von besonderer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Es handelt sich bei ihnen darum, die Zuwegungen zu den wichtigsten deutschen Seehäfen Bremen, Hamburg, Stettin und Königsberg von See aus in einem neuzeitlichen Verkehrsanforderungen entsprechenden Zustand zu erhalten und auszubauen. Für die Fortsetzung der begonnenen Arbeiten an der Unterweser sind 1,1 Millionen, für die an der Außenweser 2,7 Millionen, für die an der Ostebank an der Unterelbe 3 Millionen, für die Regulierungen der Elbe

ober- und unterhalb Hamburgs bis Brunshausen 0,12 Millionen vorgesehen. Für die Verbesserung der Schiffsstraßen Stettin—Swinemünde sollen 1,1 Millionen und für die Vertiefung, Verbreiterung und Befestigung des Königsberger Seekanals 3,5 Millionen aufgewendet werden. Die beiden letzten Arbeiten werden durch Gesellschaften finanziert, die ihrerseits nach den Bestimmungen ihres Vertrages mit dem Reich für die Stettin-Swinemünder Wasserstraße 0,9 Millionen und für den Königsberger Seekanal 1 Million beitragen müssen, so daß für die erste Arbeit rund 2 und für die zweite 4,5 Millionen Mark für 1926 zur Verfügung stehen werden. Die Arbeiten zur Sicherung der Molen in Pillau sollen fortgesetzt und mit 1,2 Millionen Mark gefördert werden. Neu erscheinen im Haushalt Arbeiten zur Sicherung der Kölpinseeniederung durch einen 760 m langen Sanddeich, wofür ein Teilbetrag von 0,285 Millionen ausgeworfen ist, Küstenschutzarbeiten auf Borkum mit dem gleichen Betrag und die Einrichtung eines Liegehafens mit Tonnen- und Bauhof bei Schulau (Unterelbe), für die 0,24 Millionen Mark aufgewendet werden sollen.

Noch größeres Interesse als der ordentliche Haushalt verdient der außerordentliche Haushalt (62,4 Mill. M.). Hier finden sich die großen zusammenhängenden Arbeiten zum Ausbau und zur Erweiterung des deutschen Wasserstraßennetzes. An der Oder sind umfangreiche Stromregulierungen vorgesehen, und zwar sind für die Verbesserung der Oderwasserstraße unterhalb Breslau 2,5 Millionen und für die Verbesserung der unteren Oder 1,15 Millionen angesetzt. Da zu der letzten Arbeit das Land Preußen die gleiche Summe wie das Reich beiträgt, stehen für sie im ganzen 2,3 Millionen zur Verfügung. Bei den Arbeiten an der Oder unterhalb Breslau handelt es sich um den Bau von Bühnen- und Deckwerken und dergl. in Verbindung mit Baggerungen. Die Arbeiten haben eine Fahrwassertiefe von 1,30 m bei Niedrigwasser zum Ziel. An der unteren Oder sind Deichbauten, Baggerungen und kleinere Bauwerke wie Deichschleusen, Auslässe und dergleichen auszuführen. Für Stromkanalisierungen sind die Mittel bestimmt, die das Reich der Neckar A.-G. und der Rhein-Main-Donau A.-G. als Darlehen zur Verfügung stellen wird. Mit den beteiligten Ländern hat das Reich Vereinbarung getroffen, durch die die Fortführung der Arbeiten der Gesellschaften ermöglicht wird. Für die Neckar-Kanalisation sind danach durch das Reich 4,04 Mill. aufzubringen, während 2,2 Millionen Darlehen anderweitig beschafft werden sollen. Mit diesen Mitteln sollen die begonnenen drei Staustufen fertiggestellt und eine weitere Staustufe in Angriff genommen werden. Ähnlichen Vereinbarungen für die Rhein-Main-Donau-A.-G. zufolge stellt das Reich von 9,017 Millionen Gesamtkosten 5,715 Millionen als Darlehen im Haushalt zur Verfügung. Hiermit sollen die begonnenen Arbeiten am Kachlet in der Donau fortgesetzt und zwei weitere Staustufen am Main begonnen werden. Eine kleinere Kanalisation ist am Pregel (Ostpr.) vorgesehen. Hier wird die von Insterburg abwärts bis Schwägerau ausgeführte Kanalisation bis Norkitten durch Bau einer weiteren Stau- und Schleusen-anlage fortgesetzt werden. Das Reich will 0,2 Millionen im Jahre 1926 aufwenden unter der Voraussetzung, daß von Preußen der gleiche Betrag zur Verfügung gestellt wird.

Planmäßige Verbesserungen von vorhandenen Kanälen sind zurzeit am Rhein-Herne-Kanal, am Hunte-Ems-Kanal, am Ihle-Plauer Kanal und am Oder-Spree-Kanal im Gange. Sie sollen im Jahre 1926 mit namhaften Beträgen fortgesetzt werden. Für den Rhein-Herne-Kanal sind zur Fertigstellung der zweiten Rheinmündung 2,12 Millionen vorgesehen. Der Hunte-Ems-Kanal, zu dessen Kosten das Land Oldenburg ein Drittel beisteuert, wird auf der Strecke von Oldenburg bis Campe erweitert. Die Arbeiten sollen im Jahre 1926 zu Ende gebracht werden. Vom Reich sind für diese Arbeit 1,74 Millionen angesetzt. Der Ausbau des Ihle-Plauer-Kanals, der die Elbe mit der Havel verbindet, für einen Verkehr mit 1000-t-Schiffen wird mit 3,2 Millionen vom Reich und 1,6 Millionen von Preußen, also im ganzen mit 4,8 Millionen

gefördert werden. Es handelt sich um Erdarbeiten, Dichtungsarbeiten, Brücken- und Schleusenbauten. Die Arbeiten am Oder-Spree-Kanal beschränken sich vorläufig auf die Ausführung eines neuen Schleusenabstieges bei Fürstenberg und die Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse am Fürstenberger See. Für diese Arbeiten, zu denen sehr erhebliche Erdbewegungen gehören, hat das Reich 5,86 Millionen vorgesehen. Mit dem Anteil des Landes Preußen werden für 1926 rund 8,5 Millionen zur Verfügung stehen.

Für die Ausführung von Kanal-Neubauten enthält der Haushalt rund 30,5 Millionen Mark. Hiervon entfallen auf den Lippe-Seitenkanal Wesel-Datteln 21,7 Millionen, auf die Fortsetzung des Weser-Elbe-Kanals (Mittellandkanals) von Hannover bis Peine 8,8 Millionen. Da zu der letzten Arbeit das Land Preußen noch 4,4 Millionen beiträgt, werden für den Mittellandkanal im Jahre 1926 13,2 Millionen Mark zur Verfügung stehen. Der Lippe-Seitenkanal Wesel-Datteln soll den Rhein mit dem Dortmund-Ems-Kanal verbinden, der auch schon den stark überlasteten Rhein-Herne-Kanal entlasten und gleichzeitig die nördlichen Teile des Ruhrkohle-Reviere für den Transport auf dem Wasserwege erschließen soll. Die vorgesehenen Arbeiten umfassen Erd-, Dichtungs- und Böschungsarbeiten, umfangreiche Schleusenbauten und den Bau von Brücken und Düken. Am Mittellandkanal zwischen Hannover und Peine sind die Schleusenbauten fortzusetzen und die an der Verbindung mit der Stadt Peine noch fehlende Verbindungsstrecke von rund 5 km Länge einschließlich der Brücken und Düker in Angriff zu nehmen.

Außer für die obengenannten Bauarbeiten finden sich im außerordentlichen Haushalt noch Mittel für Vorarbeiten. Die Vorarbeiten für ein Staubecken an der Glatzer Neisse bei Ottmachau sind mit 100000 M. bedacht. Das Becken soll

zur Bereitstellung von Zuschußwasser dienen, das in trockenen Zeiten an die Oder zur Verbesserung des Fahrwassers abgegeben werden soll. 0,6 Millionen sind für den Abschluß der Vorarbeiten und die Einleitung der Ausführung eines zweiten Abstiegs des Hohenzollern-Kanals zur Oder bei Niederfinow (Liepe) eingestellt. Es ist ein Hebewerk von 36 m Höhe Hubhöhe geplant. Die umfangreichsten Vorarbeiten sind für die Vollendung des Mittellandkanals zwischen Peine und Burg (Ihlekanal) einschließlich einer Großschifffahrtsverbindung zum Wirtschaftsgebiet an der oberen Saale im Gange und sollen auch im Jahre 1926 mit beträchtlichen Mitteln (1,8 Mill.) fortgesetzt werden. Diese Vorarbeiten erstrecken sich nicht nur auf die eigentlichen Wasserstraßen, sondern auch auf Talsperren im Harz und an der Saale. Die Harztalsperren sind für die Speisung des Hauptkanals, die Saale-Talsperren zur Aufspeicherung von Zuschußwasser in Aussicht genommen, durch das die Elbe auf der Strecke zwischen Saalemündung und Niegripp (Anschluß an den Hauptkanal) in trockenen Zeiten die erforderliche Fahrwassertiefe erhalten soll. Die Vorarbeiten, die schon seit Jahren betrieben werden, dürften für den Hauptkanal soweit gediehen sein, daß mit dem Bau begonnen werden könnte, sobald Mittel hierfür zur Verfügung stehen. Da noch eine Ergänzung zum Haushalt 1926 zu erwarten steht, ist es nicht ausgeschlossen, daß für den Beginn der Bauarbeiten am Mittellandkanal, dessen überragende Bedeutung für das Verkehrswesen und die Wirtschaft von allen verantwortlichen Stellen immer wieder betont worden ist¹⁾, Haushaltsmittel für das Rechnungsjahr 1926 noch rechtzeitig bereit gestellt werden können. Gr.

¹⁾ Vgl. auch „Bauingenieur“ 1925, S. 1006 ff., Aufsatz „Der Stand der mitteldeutschen Wasser-Wirtschaftspläne“ von Dr. Stoffel, Halle.

PATENTBERICHT.

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

A. Bekanntgemachte Anmeldungen.

- Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 7 vom 18. Febr. 1926.
- Kl. 5 c, Gr. 4. B 107 311. Dr.-Ing. Paul Breidenbach, Essen, Zweigertstr. 31. Ausbau für Schächte, Strecken und ähnliche Bauwerke aus Eisenbetonplatten. 23. XI. 22.
- Kl. 19 b, Gr. 4. M 83 598. Emile Moser, Biel, u. Eduard Ravey, Nidau, Schweiz; Vertr.: Dipl.-Ing. K. Ranft, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Vorrichtung zum Ölen und Teeren von Straßen. 21. I. 24. Schweiz 17. IV. 23.
- Kl. 20 i, Gr. 3. C 35 879. William Challis, Ash Cottage, Amersham Common, County of Buckinghamshire, Courtenay, Harold Wish Edmonds, London, u. The Westinghouse Brake and Saxby Signal Company Limited, London; Vertr.: R. Gail, Pat.-Anw., Hannover. Lichtsignaleinrichtung für Eisenbahn- und andere Fahrzeuge. 18. XII. 24. Großbritannien 15. I. 24.
- Kl. 20 k, Gr. 9. 44 407. Fa. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin. Fahrdraht-Vielfachaufhängung bei elektrischen Bahnen. 27. I. 25. Amerika 16. II. 24.
- Kl. 37 b, Gr. 3. M 84 730. Wilhelm Maelzer, Berlin-Wilmersdorf, Kaiserplatz 10. Verbindung eiserner Bauglieder. 26. IV. 24.
- Kl. 37 f, Gr. 7. B 108 984. Octave Borguet u. Maurice Borguet, Braine le Comte, Belg.; Vertr.: J. Havemann, Pat.-Anw., Nürnberg. Entlüftungsschacht. 19. III. 23.
- Kl. 37 f, Gr. 8. B 116 295. Fa. Breest & Co., Berlin. Schiebeter. 28. X. 24.
- Kl. 37 f, Gr. 8. B 116 636. Fa. Breest & Co., Schiebeter. 20. XI. 24.
- Kl. 37 f, Gr. 8. P 47 196. Jules genannt Julien Pelletier, Paris; Vertr.: B. Kaiser, Pat.-Anw., Frankfurt a. M. Antriebsvorrichtung für ein um eine wagerechte Achse drehbares, durch Gegengewicht ausgewuchtetes ein- oder mehrteiliges Tor für Flugzeughallen oder ähnliche Bauten. 6. XII. 23. Frankreich 29. XII. 22.
- Kl. 85 c, Gr. 3. J 25 800. Dr.-Ing. Karl Imhoff, Zweigertstr. 57, Dr. Friedrich Sierp, Morschhofstr. 58 u. Franz Fries, Schlüterstraße 11, Essen. Verfahren zur biologischen Reinigung von Wasser und Abwasser in einem mit mechanisch erzeugter Wasserumwälzung arbeitenden Lüftungsbecken. 20. II. 25.

- Kl. 85 c, Gr. 6. D 46 401. Paul Dittmeier, Ludwigsburg. Endloses Sieb- oder Rechenband zum Reinigen von durch Schwimm- und Sinkstoffe verunreinigtem Wasser. 22. X. 24.

B. Erteilte Patente.

- Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 7 vom 18. Febr. 1926.
- Kl. 5 c, Gr. 9. 426 291. Dr. Karl Lehmann, Duisburg-Ruhrort, Hafenstr. 90. Ausbau für Strecken, Stollen, Schächte, Tunnel und ähnliche unterirdische Räume. 28. III. 22. L 55 288.
- Kl. 20 g, Gr. 1. 426 176. Alfred Bergmann, Osnabrück, Schlachthofstr. 21 c. Drehscheibe mit quergeteilter Brücke. 27. III. 24. B 113 422.
- Kl. 35 b, Gr. 1. 426 195. Arie Connelis van der Graaf u. Johannes de Ruyter, Rotterdam; Vertr.: Dr.-Ing. B. Monasch, Pat.-Anw., Leipzig. Verladeeinrichtung. 14. XI. 22. G 57 885. Niederlande 14. XI. 21.
- Kl. 35 b, Gr. 1. 426 240. Walter Küpper, Duisburg, Köhnenstr. 24. Bewegungsvorrichtung für wippbare Ausleger von Verladebrücken o. dgl. 3. III. 25. K 93 356.
- Kl. 37 a, Gr. 4. 426 138. Hans Fritz, Mödling b. Wien, Alfred Kleinhenz u. Engelbert Kleinhenz, Wiesbaden, Kirchgasse 35/37; Vertr.: M. Mintz, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Hohlwand. 25. IX. 24. F 56 945. Österreich 8. V. 24.
- Kl. 37 a, Gr. 6. 426 197. Max Schneidewind, Breslau, Kohlenstr. 13. Bretterdach. 1. XI. 23. Sch 68 859.
- Kl. 37 b, Gr. 3. 426 241. Dortmunder Brückenbau C. H. Jucho, Dortmund. Bauteil aus gleichen, einander kreuzenden Einzelteilen. 4. V. 24. D 45 435.
- Kl. 84 a, Gr. 3. 426 119. Berliner Act.-Ges. für Eisengießerei und Maschinenfabrikation, Charlottenburg. Bewegliches Wehr mit Eisklappe. 6. VII. 22. B 105 554.
- Kl. 85 b, Gr. 1. 426 083. Permutit Akt.-Ges., Berlin. Verfahren zur Herstellung eines basenaustauschenden Materials aus Ton für die Enthärtung von Wasser; Zus. z. Pat. 423 224. 12. X. 19. P 38 539.

Personalien.

Dr.-Ing. Karl Arnstein, der Chefkonstrukteur der Goodyear-Zeppelin-Gesellschaft in Akron/Ohio der Vereinigten Staaten von Nordamerika, ist von der Technischen Hochschule in Aachen zum Dr.-Ing. e. h. ernannt worden. Dr. Arnstein ist aus dem Eisenbetonbau hervorgegangen und hat sich schon während des Krieges im Dienste der Zeppelin-Gesellschaft in Friedrichshafen besondere Verdienste um den konstruktiven Ausbau der starren Luftschiiffe erworben. Seit 1½ Jahren ist er der leitende Ingenieur der deutsch-amerikanischen Gesellschaft und wirkt an der Konstruktion der in Nordamerika geplanten Zeppeline.

Anlässlich der Feier ihres 70jährigen Bestehens hat die Deutsche Technische Hochschule in Brünn Prof. Rohn, Rektor der Eidge-

nössischen Technischen Hochschule in Zürich, in Ansehung seiner Verdienste um die Entwicklung der Ingenieurbaukunst und Prof. Roß, Direktor der Materialprüfungsanstalt der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, in Ansehung seiner Verdienste um die Förderung der Versuchstechnik zum Dr. techn. e. h. ernannt.

Berichtigung.

In Heft 10 ist durch ein Versehen in dem Aufsatz „Spritzbeton im Naßverfahren“, von Direktor W. Gebauer, Berlin, eine „Übersicht“ eingefügt worden, die nicht zu diesem Aufsatz gehört. Es wird hierauf besonders aufmerksam gemacht.

Die Schriftleitung.

MITTEILUNGEN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR BAUINGENIEURWESEN.

Geschäftsstelle: BERLIN NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27 (Ingenieurhaus).

Wirtschaftlichkeit im Bauwesen.

Am Mittwoch, den 3. März 1926, sprachen in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, im Rahmen der Vortragsreihe über Wirtschaftlichkeit im Bauwesen Geh. Regierungsrat Prof. Dr.-Ing. Rudeloff über „Die Bedeutung der wissenschaftlichen Forschungsarbeit für die Wirtschaftlichkeit im Bauwesen“, und Reg.- und Baurat Dr.-Ing. Winkel über die „Wirtschaftlichkeit der technisch-wissenschaftlichen Forschung, insbesondere des Wasserbau-Versuchswesens“, schließlich berichtete noch Herr Ministerialrat Hafner aus Wien über einen Umbau einer großen Straßenbrücke über die Donau, wobei er eine Menge interessanter Lichtbilder vorführte. Auf die Vorträge von Geh.-Rat Rudeloff und Ministerialrat Hafner kommen wir in einem späteren Bericht ausführlich zu sprechen. Regierungsrat und Baurat Winkel stellte sich in seinem Vortrage zunächst die Frage, ob es in der heutigen wirtschaftlich schweren Zeit überhaupt angebracht sei, Gelder für Forschungen auszugeben. Ein amerikanischer Ingenieur, der nach Kriegsende deutsche Versuchsanstalten der Technik besucht hat, rühmt den zähen Unternehmungsgeist der „Germans“, meint aber auch, daß wir für Forschungsarbeit „a plenty of money“ zur Verfügung stellen. Er hebt dann weiter hervor, daß Deutschland die zur Forschung erforderlichen Mittel deshalb aufbringt, weil Sparsamkeit dringendes Gebot ist und weil es Geldmittel sparen bedeutet, wenn bei großen Bauaufgaben die Ergebnisse wissenschaftlich durchgeführter Forschungen verwertet werden, wodurch Fehlgriffe in der Wahl der Lösungen und nachträgliche, unter Umständen recht kostspielige Abänderungen der Bauformen vermieden werden. Auf dem Gebiete des Wasserbaues und Schiffbaues bleiben unzählige Fragen aus der Hydraulik offen, so daß gerade die Wasserbau- und Schiffbau-Technik sehr häufig die Beantwortung durch die Natur nötig hat. In früheren Zeiten baute man deshalb zuweilen Probestrecken in der Natur selbst, um aus den beobachteten Wirkungen weitere Schlüsse zu ziehen. Leider hat dieses Verfahren den Nachteil großer Kostenaufwendungen, außerdem lassen sich manche Fragen durch Versuche in der Natur im Maßstabe 1 : 1 praktisch nicht klären und die Beobachtungen müßten sich oft über mehrere Menschenalter erstrecken, damit ein Ausgleich in der Statistik der Ereignisse stattfindet. Nun sind aber die Modellregeln für die Übertragung von Ergebnissen an Versuchsmodellen auf die Natur soweit geklärt, daß mit ziemlich weitgehender Genauigkeit die Versuche jetzt auch im kleineren Maßstabe ausgeführt werden können. Dadurch wird nicht nur erheblich an Kosten gespart, sondern auch an Zeit gewonnen. Gegenüber den beträchtlichen Baukosten erfordern solche Modellversuche häufig nur geringe Geldaufwendungen. Sehr oft ermöglichen die beim Modellversuch gewonnenen Erkenntnisse bedeutende Vereinfachungen des ursprünglich geplanten Bauentwurfes, wodurch dann nicht nur das Mehrfache der für die Modellversuche ausgegebenen Geldmittel erspart wird, sondern auch eine zweckmäßigere Bauausführung erreicht wird. Im Wasserbau lassen sich die zweckmäßigsten Bauformen, wenn es sich um neue, noch nicht in der Praxis erprobte Vorschläge handelt, theoretisch entweder nur recht unsicher oder überhaupt nicht bestimmen; als Beispiel sei die Entscheidung über die zweckmäßigste Lage und Länge von Molen einer Hafeneinfahrt angeführt. Die günstigste Art der Wasserrzufuhr beim Schleusen von Schiffen ist erst durch Modellversuche und durch theoretische Ausarbeitung der dabei gewonnenen Ergebnisse zu bestimmen gewesen. Die Ermittlung günstiger Bauformen und die Bestimmung der zweckmäßigsten Entlastungsvorrichtungen an Staubecken mögen gleichfalls als Beispiel hierfür genannt werden. Mittelbar hängen auch die vielen Untersuchungen über den Widerstand der Schiffe, Ermittlung der günstigsten Schraubenform, Wirkung der Schiffe und der Schleppdampfer auf die Kanalsole mit den Aufgaben der wasserbaulichen Versuchstechnik zusammen. Untersuchungen eines Stromüberganges der Elbe bei Nigripp zeigten, daß neuartige Buhnen (mit parabelartiger Längsschnitt-Linie) sehr günstig auf die Erhaltung ausreichender Niedrigwassertiefe im Übergang hinwirken. Auslauf- und Einlauf-Werke des Großkraft-Werkes Rummelsburg konnten auf Grund der Versuche der Berliner Anstalt mit einfachen Mitteln

erfolgreich umgestaltet werden. Besondere Erfolge brachten die Forschungen über den Betrieb neuzeitlicher Schiffsschleusen. Bei dem Bau der neuen Ymmuidener Seeschleuse konnten auf Grund der Untersuchungen die ursprünglich vorgesehenen langen Umläufe in den 400 m langen Kammermauern (Kammerbreite 50 m, Drempelhöhe rd. 15 m) fortgelassen werden. Die Füllung erfolgt in besonderer Weise mit kurzen Umläufen, die nur um die Tore herumführen. Ein 45 000 t-Schiff kann bei Sturmflutgefälle von 4 m bei rd. 10 Minuten Schleusenfüllungsdauer geschleust werden, wobei die Gesamttrossenbeanspruchung noch unter 1 t bleibt; lange Umläufe hätten unter gleichen Bedingungen 40 t und kurze Torumläufe alter Bauart hätten sogar über 200 t Gesamttrossenbeanspruchung bedingt. Die durch Fortfall der langen Umläufe (Vereinfachung der Kammermauer) erzielte Bauersparnis beträgt nach Angabe der Bauleitung rd. 1¼ Million holl. Gulden, d. h. über 2 Millionen Reichsmark. Diese wenigen Beispiele genügen, um darzutun, daß die Forschungen für angewandte Hydro-Mechanik nicht der grauen Theorie, sondern der werktätigen Praxis dienen.

Die wirtschaftliche Not stellte der Baupraxis Aufgaben, die nicht mehr in althergebrachter Weise zu lösen waren, das gab wiederum den Anlaß zur Forschung mit ihren fruchtbringenden Erkenntnissen als Grundlagen für weitere Arbeiten.

Zahlung des Mitgliedsbeitrages für 1926.

Die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen werden hiermit gebeten, den Beitrag für 1926, der auf der Ordentlichen Mitgliederversammlung (Hauptversammlung) am 1. Dezember d. Js. auf 8 RM. jährlich, für Mitglieder des VDI auf 6 RM. und für Junioren auf 3 RM. festgesetzt worden ist, baldmöglichst auf das Postscheckkonto Berlin Nr. 100 329 der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, einzuzahlen.

Führer für die Berufswahl.

Der bevorstehende Ostertermin wirft für zahlreiche junge Leute die Frage auf, welchen Beruf sie wählen wollen. Wir weisen daher unsere Mitglieder erneut auf die Schrift von Dipl.-Ing. Baer „Die Ausbildung für den Beruf des akademischen Bauingenieurs“ hin, die im Auftrage des Deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen und der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen verfaßt worden ist. Die Schrift, die u. a. vom sächsischen Unterrichtsministerium den Schülern der höheren Lehranstalten und deren Eltern empfohlen worden ist, kann zum Preise von 0,50 RM. vom VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstraße 7, bezogen werden.

Werbt neue Mitglieder!

Wir bitten unsere Mitglieder, für die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen neue Mitglieder zu werben. Neue Mitglieder können vorläufig gegen einen mäßigen Aufschlag auf den diesjährigen Mitgliedsbeitrag noch das Jahrbuch 1925 erhalten.

Literaturkartei.

Die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen werden darauf hingewiesen, daß die Geschäftsstelle der Gesellschaft im Oktober v. Js. eine Literaturkartei eingerichtet hat, um die verschiedenen Zeitschriftenschaufen und Literaturübersichten für das gesamte Bauingenieurwesen aus den in Betracht kommenden führenden Zeitschriften zu sammeln. Die Geschäftsstelle ist daher in der Lage, die Mitglieder zu unterstützen, wenn sie irgendwelche Angaben in Zeitschriften oder Büchern über Veröffentlichungen seit Herbst v. Js. auf einem bestimmten Gebiet schnell und sicher zu haben wünschen, und bittet, entsprechende Anfragen unter Beifügung des Rückportos an die Geschäftsstelle der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27, zu richten. Eine Gebühr wird von Mitgliedern für die Auskunft nicht erhoben.