

DER BAUINGENIEUR

8. Jahrgang

11. Juni 1927

Heft 24

MAX FOERSTER ZUM 60. GEBURTSTAG.

Am 9. Juni feiert Max Foerster seinen 60. Geburtstag. Der Anlaß rechtfertigt es, wenn an dieser Stelle seiner großen Verdienste um den Ausbau der technischen Wissenschaften, der Technischen Hochschulen und der Fachliteratur gedacht wird.

Im Jahre 1867 zu Grünberg in Schlesien geboren, bezog er im Jahre 1886 die Technische Hochschule Berlin, um dort das Bauingenieurwesen zu studieren. Entsprechend dem Ausbildungsgang im preußischen Staatsdienst trat er im Jahre 1891 bei der Eisenbahndirektion Magdeburg ein. Eine längere Urlaubszeit verbrachte er im Dienste der Stadt Charlottenburg bei der Bearbeitung der schwierigen Entwässerung des Stadtteiles Charlottenburg-Westend. Im Jahre 1892 beteiligte er sich mit Erfolg an dem Wettbewerb um den Schinkelpreis des Berliner Ingenieur- und Architekten-Vereins und erhielt den Schinkelpreis.

Nach bestandener Regierungsbaumeisterprüfung im Jahre 1894 wirkte er bei den Oberpräsidien in Kassel und Münster vorwiegend für meliorationstechnische, wasserbautechnische und brückenbauliche Arbeiten. Dabei ist zu erwähnen, daß in den Dienstbezirk von Münster auch das für den Bauingenieur so interessante Ruhrgebiet einschließlich des Gebietes der Emscher gehört.

Mit der Aufstellung des 3 Bände umfassenden ersten Wasserbaubuches für die preußische Regierung beim Landwirtschaftsministerium in Berlin schloß Foerster die Tätigkeit im preußischen Staatsdienst ab.

Im Jahre 1895 trat Foerster als Assistent von Mehrtens und gleichzeitig als Dozent für bewegliche Brücken an der Technischen Hochschule zu Dresden ein, der er bis zum heutigen Tage treu geblieben ist. Nach und nach übernahm er den Eisenhochbau, die Baustoffkunde und das heute allgemein unter dem Namen Massivbau bekannte Lehrgebiet. Nicht unerwähnt bleibe, daß Foerster im Jahre 1901 das erste Kolleg an einer deutschen Technischen Hochschule über die Theorie des Eisenbetonbaues las.

Im Jahre 1898 wurde er Extraordinarius und im Jahre 1900 Ordinarius an der Dresdener Technischen Hochschule. Hier entfaltete er neben seiner Hochschultätigkeit eine vielseitige und erfolgreiche fachwissenschaftliche literarische Tätigkeit, die seinen Namen sehr bald in der Fachwelt des In- und Auslandes bekannt machte.

Von seinen Veröffentlichungen seien folgende genannt:

Die Ergebnisse einer Studienreise, die er auf Grund des ihm aus der Louis-Boissonet-Stiftung der Technischen Hochschule verliehenen Reisestipendiums ausführen konnte, sind

in einem Bericht über die Brückenbauten in der österreichisch-ungarischen Monarchie zusammengefaßt.

Im Jahre 1903—1905 erschien im Verlag Engelmann in Leipzig das weitverbreitete Lehrbuch der Baumaterialienkunde.

Im Jahre 1908 folgte das Buch „Balkenbrücken in Eisenbeton“ als Fortschrittsheft des Handbuches der Ingenieurwissenschaften, das zu den ersten dieser Art auf dem Gebiet des Eisenbetonbaues gehört. In dem gleichen Verlag erschien auch die Zusammenfassung über Material und statische Berechnung der Eisenbetonbauten.

Als Mitbegründer der Zeitschrift „Der Eisenbau“ gehörte Foerster von 1910—1915, dessen Schriftleitungsausschuß an.

Sein bekanntes Werk „Eisenkonstruktionen des Ingenieurhochbaues“ zählte bis zum Jahre 1924 fünf Auflagen.

Neben seiner Mitarbeit am Handbuch der Ingenieurwissenschaften und im Betonkalender erschienen 3 Bände über Festigkeitslehre, Statik der Eisenkonstruktionen und Eisenbau als Repetitorien für den Hochbau als Grundlage für den Unterricht in den Architekturabteilungen an Technischen Hochschulen.

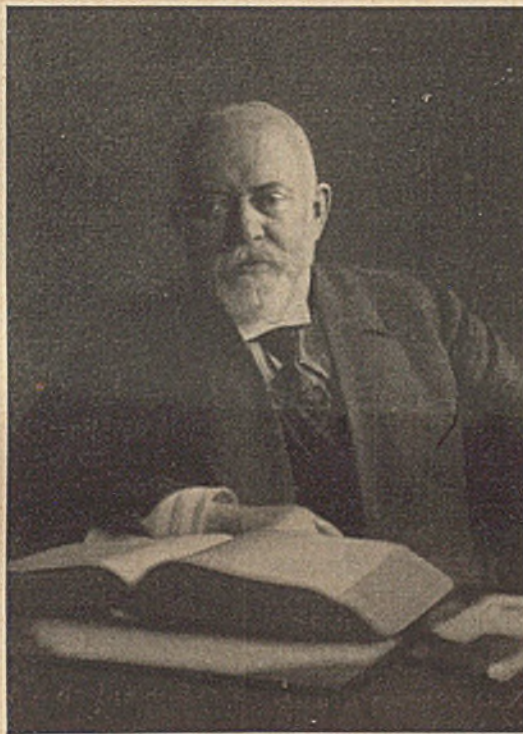
Foersters „Grundzüge des Eisenbetonbaues“, vor kurzem in 3. Auflage im Verlag Springer erschienen, haben eine sehr weite Verbreitung gefunden.

Im Jahre 1909 trat Foerster als Mitherausgeber der von dem Unterzeichneten mit dem Verlag Springer begründeten Zeitschrift „Armierter Beton“ ein. Beide Herausgeber waren von keinem anderen Bestreben geleitet, als an dem Ausbau der wissenschaftlichen Grundlagen und an der Entwicklung von Theorie und Praxis des Beton- und Eisenbetonbaues mitzuarbeiten.

Bald nach dem Kriege erkannten wir, daß die wissenschaftlichen Grundlagen des Eisenbetonbaues so weit gefestigt waren, daß man daran denken konnte, die Zeitschrift „Armierter Beton“ zu einer allgemeinen Zeitschrift des Bauingenieurwesens auszubauen. So entstand dank dem Entgegenkommen des Verlages J. Springer „Der Bauingenieur“ unter Leitung eines Schriftleitungsausschusses, dessen Geschäftsführung Foerster übernahm.

Dem Unterzeichneten ist es daher vergönnt, seit nahezu 18 Jahren in engster Zusammenarbeit Foersterns unermüdete Arbeitskraft und seine Leistungen aus der Nähe kennenzulernen, die von der Fachwelt hohe Anerkennung gefunden haben.

Foersterns Initiative ist die Begründung und die Herausgabe des Taschenbuches für Bauingenieure zu danken, das z. Zt. im Verlag Springer in 5. Auflage vorbereitet wird. Das



M. Foerster

Taschenbuch, an dem er auch als Verfasser einzelner Abschnitte mitarbeitet, ist sein verdienstvollstes Werk der letzten Jahre. In der verhältnismäßig kurzen Zeit seit dem Entstehen ist es ein unentbehrliches Nachschlagebuch und Gemeingut aller Bauingenieure geworden.

Man erkennt aus vorstehenden Ausführungen, die eine große Zahl von Veröffentlichungen unberücksichtigt lassen mußten, wie vielseitig und wie umfassend Foersters wissenschaftliche Tätigkeit war, die ihm den Dank der Fachwelt gesichert hat.

An äußeren Ehren und Anerkennungen sowohl innerhalb wie außerhalb der Hochschule fehlte es für Foerster nicht. Im Jahre 1913 wurde er Geh. Hofrat, im gleichen Jahre war er Vorsitzender des Preisgerichtes der allgemeinen Bauausstellung in Leipzig, 1913/14 war er Rektor der Technischen Hochschule in Dresden. Frühzeitig wurde er zum beratenden Mitgliede des Deutschen Betonvereins gewählt. Seine Wahl zum Ausschußmitglied des Deutschen Museums und zum Mit-

glied des Kuratoriums der Deutschen Hochschule für Leibeshübungen sind weitere Beweise des ihm entgegengebrachten Vertrauens. Schließlich sei noch seine Tätigkeit im Direktorium des Landesvereins vom Roten Kreuz während des Krieges erwähnt.

Die Technische Hochschule Darmstadt ehrte die Verdienste Foersters durch die Verleihung der Würde eines Dr.-Ing. E. h.

So sehen wir in Foersters Lebensbild einen Mann mit seltener Schaffensfreude, dem Erfolg und Anerkennung nicht versagt waren. Es wäre nicht vollständig, wenn man nicht der liebenswürdigen, stets ausgleichenden und vermittelnden Persönlichkeit gedächte, der Eigenschaften, die es erklärlich machen, daß Foerster nur Freunde hat.

Im eigenen und im Namen der Schriftleitung möchte ich unserem verehrten Kollegen Foerster zu seinem 60. Geburtstag die herzlichsten Glückwünsche darbringen. Möge es ihm noch viele Jahre vergönnt sein, mit der bisherigen Frische und Tatkraft sein verdienstvolles Wirken fortzusetzen.

E. Probst

DIE „KLEINSTEN KOSTEN“ IM BAUBETRIEBE.

Eine Wirtschaftsbetrachtung auf mathematischer Grundlage über den Zusammenhang dieser Dinge.

Von Dr.-Ing. Paul Müller, Düsseldorf.

(Fortsetzung von Seite 424.)

II. Die wirtschaftlich günstigste Leistungsziffer je Schichtdauer.

Die gesamte Betonbereitungs- und Verteilungsanlage sei festgelegt. Ihre Leistung kann bis zu einem Höchstwert μ_{\max} gesteigert werden. Bei welcher Leistungsziffer μ tritt das Kostenminimum allgemein auf?

Wir bezeichnen wieder mit

- k_a die allgemeinen Unkosten je Schicht in Mark,
- $k_{M_{\min}}$ die Grundkosten der Anlage, bestehend aus Montage und Demontage sowie Verzinsung und Amortisation ihrer Verkehrswerte, alles bezogen auf eine Schicht, wobei der erste Posten nach der Durchschnittsleistung der Anlage auf die gesamte Bauzeit verteilt wird, und mit
- k_{μ} die bei der jeweiligen Leistung μ entstehenden direkten Betriebskosten, bestehend aus mittelbaren und unmittelbaren Löhnen, Aufwendungen für Betriebsstoffe und Bauhilfsstoffe sowie Reparaturen je Schicht.

Um die Aufgabe allgemein lösen zu können, müssen wir zunächst wieder $k_{\mu} = f(\mu, k)$ einführen, worin k die Grundkosten für die normale Leistungseinheit nach obigem bedeutet, und schreiben:

$$k_{\mu} = k \mu^{\xi}$$

ξ kennzeichnet hierin wieder eine Zahl, welche größer als Eins ist. Die auf die Leistungseinheit bezogenen Gesamtkosten für die Herstellung des Betons betragen somit:

$$(10) \quad \mathfrak{K} = \frac{1}{\mu} [k_a + k_{M_{\min}} + k_{\mu}]$$

$$\text{oder} \quad \mathfrak{K} = \frac{1}{\mu} [k_a + k_{M_{\min}} + k \mu^{\xi}]$$

Das Minimum dieser Funktion liegt bei

$$(11) \quad \mu^{\xi} = \frac{k_a + k_{M_{\min}}}{k(\xi - 1)}$$

Über das Wesen der Funktion $k_{\mu} = k \mu^{\xi}$, insbesondere über die Größe der Zahl ξ soll nachstehende Betrachtung näheren Aufschluß geben.

Wir setzen allgemein:

$$k_{\mu} = l_m + l_u + b + h + r$$

Hierin bedeutet:

- l_m die mittelbare Lohnsumme je Schicht, d. h. die Kosten der Besetzung der Misch- und Verteilungsanlage, der Kies- und Sandgreifer, der Vormischanlage usw. Diese Größe ist konstant,
- l_u die unmittelbare Lohnsumme je Schicht, d. h. die Löhne für die Betonkolonne selbst,
- b die Kosten der Betriebsstoffe je Schicht,
- h die Kosten für die Einschalarbeit einschl. Vorhalten des Holzes usw. je Schicht, und
- r die Reparaturkosten der gesamten maschinellen Anlage je Schicht.

Ferner schreiben wir:

$$l_u = \alpha \mu; \quad b = \beta + \gamma \mu^2; \quad h = \delta + \epsilon \mu^2 \quad \text{und} \quad r = \zeta \mu$$

Dementsprechend wird

$$k_{\mu} = l_m + \alpha \mu + \beta + \gamma \mu^2 + \delta + \epsilon \mu^2 + \zeta \mu$$

und somit:

$$(12) \quad \mathfrak{K} = \frac{1}{\mu} (k_a + k_{M_{\min}} + l_m + \beta + \delta) + \mu (\gamma + \epsilon) + (\zeta + \alpha)$$

Der spezifische Kostenkleinstwert liegt bei

$$(13) \quad \mu = \sqrt{\frac{k_a + k_{M_{\min}} + l_m + \beta + \delta}{\gamma + \epsilon}}$$

Über die Größe der Zahlen γ und ϵ muß man sich durch eine kurze Rechnung mit Erfahrungswerten der Praxis Gewißheit verschaffen.

Der Wert ϵ z. B. setzt sich aus zwei Teilen zusammen, nämlich aus dem Mehraufwand für die bei Überschreiten einer bestimmten Schichtleistung μ bedingte Überarbeit der Einschalerkolonne und dem ferner hiermit zusammenhängenden Mehraufwand an Schalholz. Den aus ersterem Grund resultierenden Anteil von ϵ nennen wir ϵ_1 , den durch letzteren bedingten ϵ_2 und schreiben somit:

$$\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2$$

Ferner bezeichnen wir mit

ϑ die auf 1 m³ Beton entfallende einzuschalende Fläche in m²,

e die Einheitsleistung je Zimmermann und je Schicht in m²,

z die Anzahl der Zimmerleute bzw. Einschaler für die normale Schichtleistung,

s den Schichtlohn in M,

m die Stundenzahl je Schicht und mit

η den Koeffizienten für Überstundenzuschlag.

Alsdann muß die Gleichung gelten:

$$(14) \quad (\delta + \epsilon_1 \mu^2) = z s + (\mu \vartheta - z e) \frac{m}{e} \cdot \frac{s}{m} \eta.$$

Hieraus folgt für ϵ_1 der Wert, da $\delta = z s$ ist:

$$(15) \quad \epsilon_1 = \frac{s \eta}{\mu} \left[\frac{\vartheta}{e} - \frac{z}{\mu} \right]; \quad \text{Dimension: } \frac{\text{Mark} \cdot \text{Schicht}}{(\text{m}^2)^2}$$

Die Größe des Wertes ϵ_2 folgt aus nachstehender Überlegung.

Bezeichnen wir weiter mit

μ_n die Normalleistung je Schicht,

z die Kosten für Vorhalten des Holzes, Holzverlust und Verschnitt je m² einzuschalende Betonfläche und mit σ den Zuschlagskoeffizienten für höhere Holzabschreibungskosten bei Schalungsleistungen über die Normalbetonleistung μ_n hinaus,

so folgt ϵ_2 aus der Gleichung

$$\epsilon_2 \mu^2 = \vartheta (\mu - \mu_n) z \sigma$$

zu

$$(16) \quad \epsilon_2 = \frac{(\mu - \mu_n) \vartheta z \sigma}{\mu^2}; \quad \text{Dimension: } \frac{\text{Mark} \cdot \text{Schicht}}{(\text{m}^3)^2}$$

Die vorstehenden Betrachtungen ermöglichen es uns, das spezifische Kostenminimum eines Problems von der allgemeinen Form

$$(17) \quad \mathfrak{K} = \frac{1}{\mu} [k_A + (k_f + \alpha' \mu) \mu]$$

analytisch-graphisch festzustellen, wobei in dieser Gleichung bedeuten

k_A die konstanten allgemeinen Unkosten je Schicht und

k_f die konstanten unmittelbaren spezifischen Kosten je m³ Leistung.

Der Wert α' selbst braucht nicht bekannt zu sein, sondern nur die Steigerung der Kosten $\alpha' \mu^2$ bei zunehmender Schichtleistung, und zwar für diejenigen μ -Werte, für welche dieses Anwachsen der Ausgaben, bedingt durch die Vergrößerung der einzelnen Summanden, aus denen $\alpha' \mu^2$ besteht, angenähert rechnerisch ermittelt werden kann. Da bei jedem Wirtschaftsproblem ganz bestimmte Regelmäßigkeiten obwalten, wird die diese einzelnen Punkte verbindende bzw. ausgleichende Linie, obgleich sie der Natur der Materie entsprechend als empirisch gegebene Funktion angesprochen werden muß, im allgemeinen innerhalb praktisch zu fordernder Grenzen bestimmten mathematischen Gesetzen gehorchen und somit die wirklichen Verhältnisse erfassen oder ihnen zum mindesten mit für die Praxis genügender Genauigkeit nahe kommen. In Abb. 3 ist ein Beispiel für $k_A = 1000$ M/Schicht und $k_f = 2$ M/m³ dargestellt. Die Werte $k_v = (k_f + \alpha' \mu)$ sind Verhältnissen der Praxis entnommen und durch eine stetige Funktion ausgedrückt. Da α' der Gleichung

$$\alpha' = \frac{1}{\mu^2} [k_v - k_f \mu]$$

genügen muß, liefert der Schnittpunkt der Geraden $\mu = \mu$ mit der Linie

$$\mu_{\min} = \sqrt{\frac{k_A}{\alpha'}}$$

denjenigen μ -Wert, für welchen das spezifische Kostenminimum gemäß Gleichung (17) eintritt. Selbstverständlich kann man die Kurve

$$\mathfrak{K} = \frac{1}{\mu} [k_A + (k_f + \alpha' \mu) \mu]$$

auch direkt aufzeichnen und das Minimum, welches die Form

$$(18) \quad \mathfrak{K}_{\min} = k_f + 2 \sqrt{\alpha' k_A}$$

besitzt, unmittelbar feststellen. Interessante mathematische Zusammenhänge dieses Problems gehen jedoch dann verloren.

Bei konstantem α' ist die dann entstehende Funktion der spezifischen Kosten $\alpha' \frac{\mu^2}{\mu} = \alpha' \mu$ eine gerade Linie durch den Koordinatenanfangspunkt. Die Funktion der spezifischen Kosten, herrührend von dem konstanten Kostenaufwand je Schicht k_A , nämlich $\frac{k_A}{\mu}$, konvergiert asymptotisch gegen ∞ bzw. 0 für $\mu = 0$ bzw. $\mu = \infty$. Der Schnittpunkt der Geraden

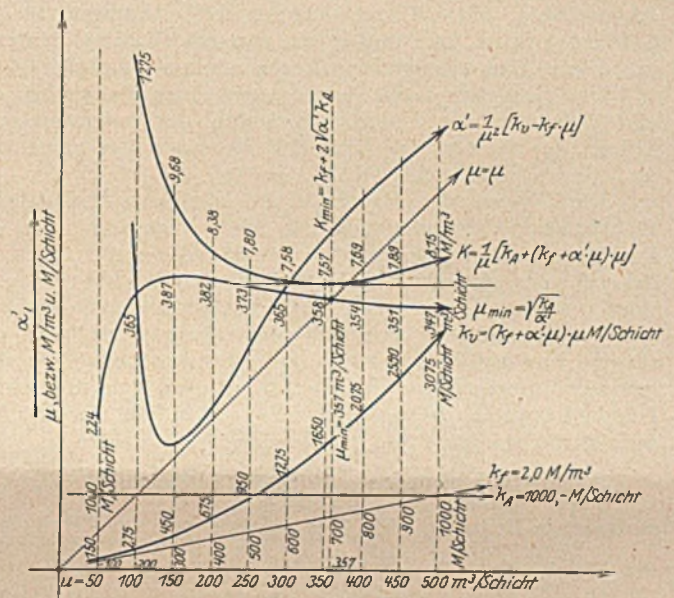


Abb. 3. Graphisch-analytische Lösung des allgemeinen Problems

$$\mathfrak{K} = \frac{1}{\mu} [k_A + (k_f + \alpha' \mu) \mu]; \quad \mu_{\min} = \sqrt{\frac{k_A}{\alpha'}}$$

$\mathfrak{K}_1 = \alpha' \mu$ mit der letzteren Kurve $\mathfrak{K}_2 \mu = k_A$ liefert wieder das Minimum, nämlich

$$\alpha' \mu = \frac{k_A}{\mu}$$

oder

$$\mu_{\min} = \sqrt{\frac{k_A}{\alpha'}}$$

in Übereinstimmung mit dem vorigen. In unserem Beispiel kann man die α' -Linie durch eine Gerade der Gleichung $\mathfrak{K}_1 = 0,0079 \mu$ angenähert ersetzen, und wir erhalten dann für μ_{\min} den Wert

$$\mu_{\min} = \sqrt{\frac{1000}{0,0079}} \approx 356,0 \text{ m}^3/\text{Schicht}$$

mit dem Kostenkleinstwert:

$$\mathfrak{K}_{\min} = 2,00 + 2 \sqrt{0,0079 \cdot 1000,00} = 7,62 \text{ M/m}^3. *)$$

Wie nicht anders zu erwarten, beeinflusst die Größe von k_A die spezifischen Kosten bei kleinen Leistungen im allgemeinen erheblich, während in normalen Fällen der Wert

*) Die im letzten Absatz erwähnten Linien sind in der Abb. 3 nicht eingezeichnet.

$\alpha' \mu^2$ einen geringen Einfluß ausübt, so daß für gewöhnlich möglichst gesteigerte Leistung auch zu spezifischen Kostenkleinstwerten führen wird. Daß indessen hierbei Grenzen bestehen, über welche bei großen Arbeiten Klarheit geschaffen werden muß und kann, zeigt die vorstehende Entwicklung.

III. Allgemeine Ermittlung der Dauer der wirtschaftlichsten Bauausführung, d. h. des finanziell günstigsten Bautempos.

Wir haben bislang gesehen, wie sich die „Kosten“ als Funktion der sie beeinflussenden Größen darstellen lassen, und wir haben die Bedingungen angegeben, unter welchen verschiedene Variationsmöglichkeiten ein Minimum dieser Kostenfunktionen bewirken.

Einen wesentlichen Einfluß übt bei dieser Betrachtung schließlich noch die „Zeit“ aus, ganz abgesehen von dem im Anfang erwähnten Unterschied zwischen den Begriffen „Kostengröße“ und „Geldaufwand“. Es leuchtet ja ein, daß die Geschwindigkeit einer Bauabwicklung mitbestimmend für den Geldaufwand ist, und daß es ein wirtschaftlichstes Bautempo geben muß, bei welchem das Kostenminimum eintritt.

Die gesamten Herstellungskosten eines Bauwerkes sind eine Funktion des Materialaufwandes, der aufzuwendenden Löhne, der Kosten der Bauhilfsstoffe sowie der allgemeinen und Generalunkosten.

Die Kosten der Baustoffe, bei denen wirtschaftlichste Konstruktion Voraussetzung ist, sind, abgesehen von ihrer Verzinsung oder Diskontierung, unabhängig von der Zeit t und daher für unsere Rechnung als konstant zu betrachten. Dagegen werden sowohl die Löhne als auch die Bauhilfsstoffe durch die Geschwindigkeit der Baustellenabwicklung beeinflusst, d. h. sie sind Funktionen von t , und zwar für gewöhnlich innerhalb gewisser Grenzen Exponentialfunktionen; die Unkosten schließlich sind ebenfalls zwangsläufig mit t verbunden, nur daß diese im allgemeinen geradlinig mit wachsendem t zunehmen.

Bringen wir die Löhne $\frac{L}{n}$ und die Kosten der Bauhilfsstoffe $\frac{H}{n}$ je Zeiteinheit in Abhängigkeit mit der Zeit t durch die Gleichungen

$$K' = \frac{L}{n} \xi^{(n-a)}$$

und
$$K'' = \frac{H}{n} \varrho^{(n-b)},$$

worin ξ und ϱ Zahlen, welche kleiner als eins, a und b Zahlen, welche größer als eins sind, und n die Anzahl der Zeiteinheiten, z. B. Tage, Wochen oder Monate bezeichnen, so können wir, konstante Geschwindigkeit der Geldbewegung im Intervall $0 < t < n$ vorausgesetzt, allgemein schreiben:

$$(19) \quad K = n \left[\frac{M}{n} + \frac{L}{n} \xi^{(n-a)} + \frac{H}{n} \varrho^{(n-b)} + U \right],$$

worin ferner M die gesamten Materialkosten, L die gesamten Löhne und H die gesamten Kosten der Bauhilfsstoffe, und zwar die beiden letzteren Geldaufwendungen unter der vorläufigen Voraussetzung aus der Erfahrung gewonnener spezifischer Einzel- und der Art des Bauwerkes entsprechender Gesamtleistungen, sowie hiermit zusammenhängenden Verbrauchs an Bauhilfsstoffen bedeuten. U bezeichnet die allgemeinen und Generalunkosten je Zeiteinheit¹⁾.

1) Nimmt man eine Trennung der Unkosten in „Allgemeine Unkosten“ und „Generalunkosten“ vor und bezeichnet demnach mit U_a die allgemeinen Unkosten je Zeiteinheit, U_g die Generalunkosten je Zeiteinheit, S die gesamten Selbstkosten einschließlich des der Rechnung zu unterziehenden Bauvorhabens je Zeiteinheit (Bauzeit für letzteres vorläufig angenommen) und mit S' die gesamten Selbstkosten des behandelten Bauvorhabens, so ändert sich die Gleichung (19) in

Diese Funktion (19) wird zu einem Minimum für denjenigen Wert n , welcher die Gleichung

$$(20) \quad L \xi^{(n-a)} \log \xi = - \left[U + H \varrho^{(n-b)} \log \varrho \right]$$

befriedigt. Die Auflösung dieser Gleichung nach n erfolgt am einfachsten graphisch-analytisch durch Ermittlung des Schnittpunktes der Funktionen der rechten und linken Seite.

An Stelle der Exponentialfunktionen

$$K' = \frac{L}{n} \xi^{(n-a)}$$

und
$$K'' = \frac{H}{n} \varrho^{(n-b)}$$

können wir natürlich auch andere Beziehungen wählen, falls letztere mit den wirklichen Verhältnissen der Bauausführung besser übereinstimmen, und schreiben beispielsweise:

$$K' = \frac{L}{n} \cdot \frac{n+a}{n-b}$$

und
$$K'' = \frac{H}{n} \cdot \frac{n+c}{n-d},$$

worin a, b, c und d positive Zahlen bedeuten.

Alsdann betragen die gesamten Kosten der Bauausführung:

$$(19a) \quad K = M + L \frac{n+a}{n-b} + H \frac{n+c}{n-d} + U n.$$

Diese Kosten werden ein Kleinstwert für denjenigen Wert n , welcher die Gleichung

$$(20a) \quad \frac{L(a+b)}{(n-b)^2} + \frac{H(c+d)}{(n-d)^2} = U$$

befriedigt.

Diese Gleichung wird wieder am einfachsten durch Probieren gelöst. Liegen die Verhältnisse derart, daß $a = b = c = d$ gesetzt werden darf, so folgt für n der Wert:

$$(21) \quad n = a \pm \sqrt{\frac{2a}{U} (L+H)}.$$

Für $b = d$ folgt:

$$(22) \quad n = b \pm \sqrt{\frac{L(a+b) + H(c+b)}{U}} \text{ usw.}$$

Eine gewisse Schwierigkeit, vorstehende Rechnung allgemein durchzuführen, besteht wieder in der Wahl der Funktionen, welche L bzw. H mit der Zeit t verbinden. Um diese Funktion empirisch zu ermitteln, kann man beispielsweise folgendermaßen vorgehen:

Es sollen, um nur eine Teilarbeit des Betonbetriebes herauszugreifen, $S \text{ m}^2$ Schalung herzustellen sein. Die Normalleistung eines Zimmermanns in der Zeiteinheit, z. B. in einer Stunde, betrage $\xi \text{ m}^2/\text{h}$. Die normale Schichtdauer sei $m = 8 \text{ h}$ und der normale Stundenlohn $\alpha' = 1,00 \text{ M/h}$. Bei verkürzter

$$(19') \quad K = n \left[\frac{M}{n} + \frac{L}{n} \xi^{(n-a)} + \frac{H}{n} \varrho^{(n-b)} + U_a \right] + U_g \frac{S'}{S}$$

An die Stelle der Gleichung (20) tritt nunmehr:

$$\left[L \xi^{(n-a)} \log \xi + H \varrho^{(n-b)} \log \varrho + U_a \right] \left[1 + \frac{U_g}{S} \right] = 0$$

oder

$$(20') \quad L \xi^{(n-a)} \log \xi + H \varrho^{(n-b)} \log \varrho + U_a = 0.$$

Das Glied $U_g \frac{S'}{S}$ stellt in diesem Fall den dem Verhältnis der Generalien zu den gesamten Selbstkosten entsprechenden prozentualen Unkostenzuschlag zu den Selbstkosten des Bauvorhabens dar und ist infolgedessen ohne Einfluß auf die wirtschaftlichste Bauzeit, sobald, wie vorstehend geschehen, der geringe Einfluß der Zeit n auf die Größe von S vernachlässigt wird.

Bauzeit muß mit Überstunden gearbeitet werden, da sich der Natur des vorliegenden Bauwerkes entsprechend die Einschalerkolonne nicht vergrößern läßt. Nun sinkt die Leistungsziffer erfahrungsmäßig in den Überstunden, und wir nennen die Leistungsminderungskoeffizienten $\xi_1; \xi_2; \dots; \xi_p$ entsprechend der ersten, zweiten, ... Überstunde. Ziffernmäßig soll $S = 1000 \text{ m}^2$ und $\xi_1 = 0,9; \xi_2 = 0,7; \xi_3 = 0,4$ und $\xi_4 = 0,1$ sein.

Somit erhalten wir, da $1,0 \text{ m}^2$ einzuschalende Fläche in der Normalschicht

$$s = \frac{\alpha'}{\xi}$$

und in der Überstundenschicht

$$s' = \frac{\alpha'(m + \beta \eta)}{\xi(m + \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_p)}$$

kostet, worin in letzterer Gleichung β die Anzahl der Überstunden und η den Zuschlagskoeffizienten für Überstundenlohn, z. B. = 1,25, bedeutet, nachstehende Tabelle, wenn die Stärke der Einschalerkolonne 10 Mann beträgt und $\xi = 1,0 \text{ m}^2/\text{h}$ gesetzt wird:

Anzahl der Schichten n	Schichtleistung in m^2	Einheitskosten je m^2 in Mark	Gesamtkosten einer Schicht in Mark
12,50	80,0	1,00	80,00
11,24	89,0	1,04	92,50
10,42	96,0	1,094	105,00
10,00	100,0	1,175	117,50
9,90	101,0	1,288	130,00

Allgemein muß nun nach vorstehendem $\frac{L^*}{n} \xi^{(n-a)}$ bei passender Wahl von L^* , ξ und a jeweils gleich dem Wert der rechten Spalte sein. Wir nehmen versuchsweise $\xi = 0,8$ und $a = 4$ an und errechnen für $n = 10$ z. B. die theoretische Lohnbasis L^* zu $L^* = 4500$ in Annäherung. Mit dieser Zahl ergeben sich die einzelnen ξ -Werte zu

n = 12,5	$\xi = 0,84$
n = 11,24	$\xi = 0,82$
n = 10,42	$\xi = 0,80$
n = 10,00	$\xi = 0,80$
n = 9,90	$\xi = 0,81$

so daß die Abhängigkeit zwischen L^* und t in obigem Beispiel angenähert durch die Funktion

$$\frac{L^*}{n} 0,81^{(n-4)}$$

innerhalb des praktisch möglichen Intervalles ausgedrückt wird.

Bisher haben wir vorausgesetzt, daß die Löhne L und die Kosten der aufzuwendenden Bauhilfsstoffe H nur von der Zeit t abhängen, und den Einfluß der Schichtleistung auf diese Größen nicht mit in unsere Rechnung einbezogen. Bringen wir L und H in funktionelle Beziehung zu der Zeit t und der Schichtleistung μ , so können wir z. B. die Kostengleichung für K in folgender Form schreiben, da $Q = n \mu$ ist:

$$(19b) \quad K = M + L \frac{n+a}{n-b} \cdot \frac{Q}{n-d} + H \frac{n+e}{n-f} \cdot \frac{Q}{n-h} + U n$$

Q bedeutet hierin die gesamte Leistung und a bis h sind wieder positive Zahlenwerte.

Die Gesamtkosten K stehen außer mit der Zeit t noch in funktionellem Zusammenhang mit anderen Variablen, welche von t unabhängig sind. Das Verhältnis der Anzahl gewöhn-

licher Arbeiter zu den Facharbeitern, welches wir u nennen wollen, beeinflußt z. B. ebenfalls die Höhe der Lohnsumme, die allgemeinen Unkosten und somit den Wert von K . Die Baustellenunkosten sind hierbei, wenn auch nur in geringerem Maße, von u abhängig, weil mit wachsendem u auch die Anzahl des Aufsichtspersonals vergrößert werden muß. Stehen L und U in nachstehender funktioneller Beziehung zueinander, so folgt als Kostengleichung:

$$(19c) \quad K = M + L \frac{n+a}{n-a} \cdot \frac{u+b}{u-b} + H \frac{n+c}{n-c} + U n \left(1 + \frac{u}{d}\right),$$

worin a bis d wieder positive Zahlen sind, und das Kriterium der kleinsten Kosten wird ausgedrückt durch das Gleichungspaar:

$$(20b) \quad \begin{cases} (1) \frac{\partial K}{\partial n} = 0 = U \left(1 + \frac{u}{d}\right) - 2 L a \frac{u+b}{u-b} \cdot \frac{1}{(n-a)^2} - \frac{2 H c}{(n-c)^2} \\ (2) \frac{\partial K}{\partial u} = 0 = U \frac{n}{d} - 2 L b \frac{n+a}{n-a} \cdot \frac{1}{(u-b)^2} \end{cases}$$

Die Auflösung dieser Gleichungen nach n und u erfolgt am einfachsten wieder analytisch-graphisch durch Aufsuchen des Schnittpunktes der durch die beiden Gleichungen (20b),

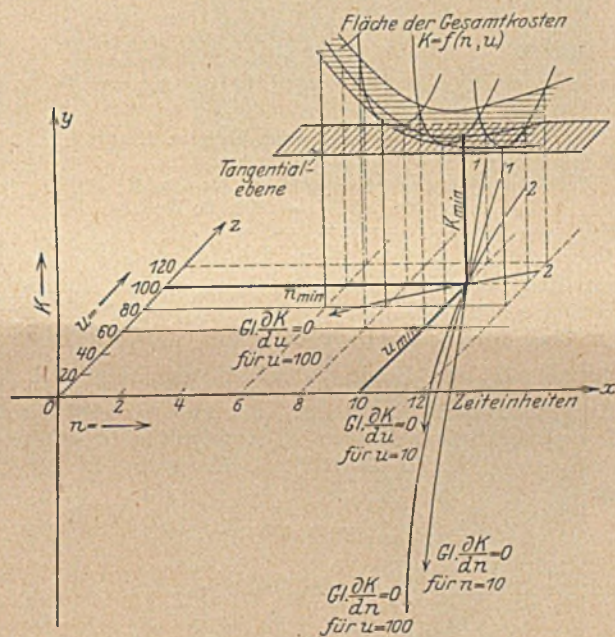


Abb. 4. Graphische Darstellung der Kosten als Funktion der beiden unabhängigen Variablen n und u ; Ermittlung des Minimums.

1. und 2., dargestellten Flächen. Die Gleichung (19c) stellt jetzt ebenfalls eine Fläche dar, deren Berührungspunkt mit einer zur $n u$ -Ebene parallelen Ebene den Kostenkleinstwert ergibt.

*) Bezeichnet man mit

n_a die Anzahl der gewöhnlichen Arbeiter,
 l_a den Zeiteinheitslohn eines solchen Arbeiters und mit o den Zuschlagskoeffizienten für den Facharbeiterlohn gegenüber dem Bauhilfsarbeiterlohn,

so folgt für das zweite Glied der rechten Seite der Gleichung (19c) die spezielle Funktion

$$n_a l_a \left(1 + \frac{o}{u}\right) \frac{n+a}{n-a}$$

und die Gleichungen (20b) gehen über in

$$U \left(1 + \frac{u}{d}\right) = 2 n_a l_a \left(1 + \frac{o}{u}\right) \frac{a}{(n-a)^2} + \frac{2 H c}{(n-c)^2},$$

$$U \frac{n}{d} = \frac{n_a l_a o}{u^2} \cdot \frac{n+a}{n-a},$$

In der Abb. 4 *) sind diese Verhältnisse für ein einfaches Zahlenbeispiel unter Ausschaltung des Gliedes $H \frac{n+c}{n-c}$ und mit übertriebenem Einfluß von u , um eine deutliche Darstellung zu ermöglichen, aufgezeichnet.

Was die Geldbewegung selbst innerhalb des Zeitintervalls der Bauausführung anlangt, so kann sie im allgemeinen keine konstante Geschwindigkeit haben, sondern es werden in normalen Fällen zu Beginn und gegen Ende der Bauzeit in gleichen Zeitabschnitten ungleiche Geldausgaben anfallen. Die Kurve der Geldbewegung wird etwa den in Abb. 5 oben

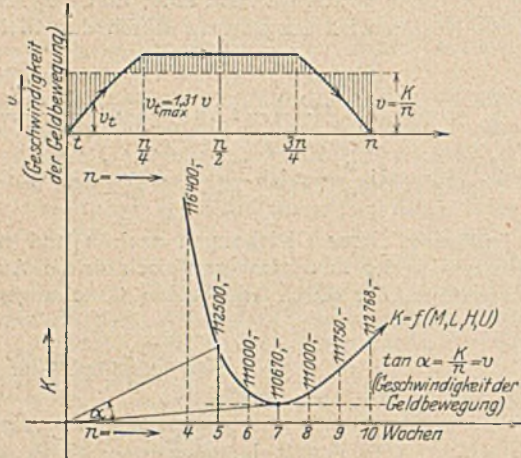


Abb. 5. Darstellung der kleinsten Kosten und der Geldbewegung.

[Gl. (22) für $M = 50000, M; L 30000, M;$
 $H = 5000, M; U = 2000, M$ Woche;
 $a = b = c = d = 1.$]

dargestellten Verlauf nehmen. An ein angenähert horizontales Mittelstück schließen sich Kurvenäste an, die mit Null beginnen und in Null endigen. Setzt man voraus, daß das konstante Mittelstück z. B. von $\frac{n}{4}$ bis $\frac{3}{4}n$ reicht, und unterwirft man die Kurvenäste dem Sinusgesetz, um eine rechnerische Behandlung durchführen zu können, so folgt für die größte Geschwindigkeit, d. h. für die größte Geldausgabe in der Zeiteinheit

$$v_{t_{max}} = v \lambda \sin \frac{\pi}{4},$$

in welcher Gleichung λ aus der Bedingung

$$v \lambda \int_0^{\frac{n}{4}} \sin \frac{t\pi}{n} dt + v \lambda \frac{n}{4} \sin \frac{\pi}{4} = \frac{v n}{2}$$

*) In Abb. 4 muß es links unterhalb des Wortes „Zeiteinheiten“, anstatt für $u = 0$ für $n = 0$ heißen!

zu $\lambda = 1,85$ errechnet werden kann. Somit ist

$$v_{t_{max}} = 1,31v,$$

was besagt, daß die größte Wochenausgabe während eines Zeitraumes $\frac{n}{4}$ konstant um rd 30% höher ist, als sie bei gleichmäßiger Verteilung der Gesamtkosten über das ganze Intervall n sein würde.

Umgekehrt kann man aus einer direkten Ermittlung der einzelnen Wochenausgaben die zugehörige Funktion empirisch feststellen.

Alle diese letzteren Feinheiten haben indessen nur theoretische Bedeutung für die Vertiefung der Erkenntnis des Zusammenhanges dieser Dinge.

In der Abb. 5 unten ist noch die Kurve der Zeiten mit den zugehörigen jeweiligen Gesamtkosten aufgezeichnet. Die Abb. 6 schließlich gibt eine Darstellung der diskontierten Selbst-

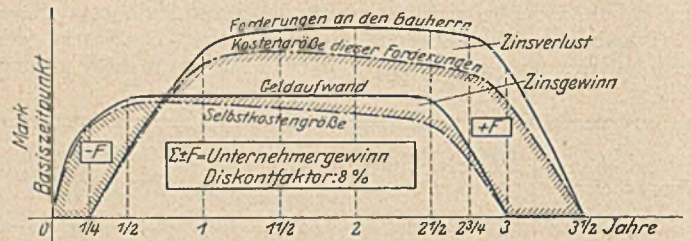


Abb. 6. Graphische Darstellung der diskontierten Selbstkosten und Forderungen an den Bauherrn sowie des hieraus folgenden Unternehmergewinnes einer normalen längeren Bauausführung.

kosten und Forderungen an den Bauherren sowie des hieraus folgenden Unternehmergewinnes einer normalen längeren Bauausführung, bei welcher der Einfluß des Zinsendienstes klar in die Erscheinung tritt.

Schlußfolgerung.

Ein nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten neuzeitlich eingerichteter Baubetrieb muß einem Räderwerk gleichen, dessen Einzelorgane für den Gesamtzweck nach Leistung und Dauerhaftigkeit zu bemessen sind; ihre Anzahl wird allein durch ökonomische Forderungen bedingt, welche auch ausschließlich die Geschwindigkeit, mit welcher wir das Werk ablaufen lassen dürfen, bestimmen.

Vorstehende Ermittlungen umfassen nur die im Bauvorgang selbst anfallenden Kosten ohne Berücksichtigung der Gegenleistungen des Bauherrn. Gewährt dieser aus seiner Forderung der kleinsten Kosten bei der Erreichung des Gesamtzieles seiner wirtschaftlichen Planung Prämien für beschleunigte Fertigstellung, so sind diese Momente in unsere Rechnung einzubeziehen.

In welcher Weise dies geschehen kann, dürfte nach den vorausgegangenen ausführlichen Gedankengängen keine Schwierigkeiten bereiten.

ENGERER WETTBEWERB UM ENTWÜRFE FÜR EINE FESTE STRASSENBRÜCKE ÜBER DEN RHEIN IN KÖLN-MÜLHEIM.

Von Dr.-Ing. Kommerell, Direktor bei der Reichsbahn, Berlin, und Dipl.-Ing. W. Rein, Berlin.

(Fortsetzung von Seite 421.)

13. „Das größere Köln“.

Verfasser: Prof. Dr.-Ing. W. Schachenmeier, München, Stadtbaudirektor Verbeck und Architekt Endler, Köln, B. D. A., Anbieter: Felten & Guillaume, Carlswerk A.-G., Köln-Mülheim, und Fritz Pilgram, Köln, (für Unterbauten).

Für die Wahl der von den Verfassern vorgeschlagenen Kabelhängebrücke ohne Strompfeiler waren hauptsächlich

schiffahrtstechnische und ästhetische Erwägungen bestimmend. Die unmittelbare Nachbarschaft zweier Häfen, stromauf und stromab, bedingt in der Nähe der Brücke öfters das Beidrehen von Schiffen. Durch die Anordnung eines Strompfeilers würde aber das Manövrieren der Schiffe zweifellos erschwert werden, zumal die bestehenden vielen Einbauten im Rheinstrom bei Köln¹³⁾ der Schifffahrt bereits mancherlei Hindernisse bereiten.

¹³⁾ Vgl. Vorbemerkungen, Seite 233.

Außerdem glauben die Verfasser, die Überwindung der unsymmetrischen Verhältnisse in ästhetisch befriedigender Form um so eher zu erreichen, je mächtiger und dominierender die Mittelöffnung im Verhältnis zu den anderen Teilen der Brücke

dem Entwurf B ist der Versteifungsträger außerdem um 1,2 m höher gerückt, um das Gesichtsfeld der Straßenbahnfahrgäste weniger zu behindern. Sonst stimmen die Entwürfe A und B auch hinsichtlich des linksrheinischen Widerlagers vollständig überein. Bei der Nebenlösung des Entwurfes B endlich ist — wie bei der Nebenlösung zum Entwurf A — auf die Anordnung der eisernen Zwischenstützen für die vollwandigen Träger in den Seitenöffnungen verzichtet, ebenso ist auch das linksrheinische Widerlager gleichartig ausgebildet. Die Stützweiten der Seitenöffnungen, die Ausbildung der linksrheinischen eisernen Flutbrücken sowie die Überbrückung der Deichstraße, der Hafenbahn und der Mülheimer Freiheit sind aus den Abbildungen 146 und 147 ersichtlich. Die Einfügung der rechtsrheinischen Seitenöffnung in das Mülheimer Stadtbild geht aus den Abbildungen 148 u. 149 hervor.

Großer Wert ist auf eine Verminderung der Nebenspannungen in den Tragkabeln durch neuartige bauliche Verbesserungen gelegt. So werden die Kabel über den Pylonenauflegern von ihrem normalen sechseckigen Querschnitt in einen breiten Rechteckquerschnitt abgeflacht und die für die Nebenspannungen maßgebende Querschnittshöhe auf $\frac{1}{3}$ verringert. Ferner sind die Pylonen nicht nur unten gelenkig gelagert, sondern sie tragen am Kopfende noch ein Kipplager für den Kabelsattel, so daß Winkeländerungen des dort umgelenkten Kabels zwanglos stattfinden können.

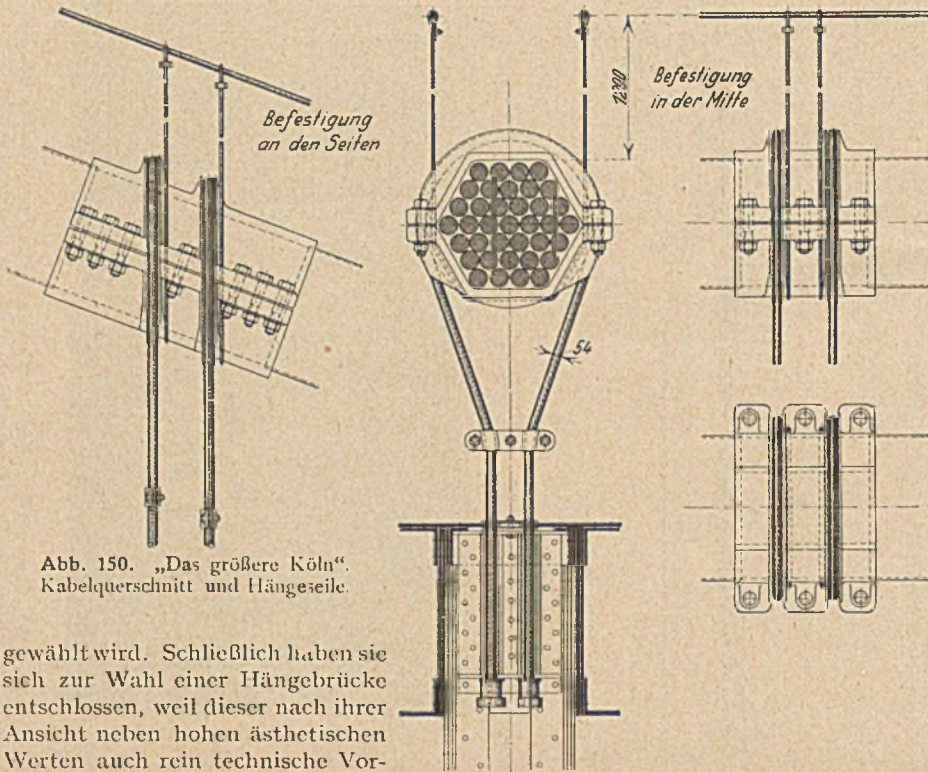


Abb. 150. „Das größere Köln“. Kabelquerschnitt und Hängeseile.

gewählt wird. Schließlich haben sie sich zur Wahl einer Hängebrücke entschlossen, weil dieser nach ihrer Ansicht neben hohen ästhetischen Werten auch rein technische Vorzüge innewohnen. Den zwei Hauptvorschlägen der Verfasser A und B mit zwei Nebenlösungen ist die 340 m weit gespannte Mittelöffnung mit gegliedertem, von Pylone zu Pylone reichendem Versteifungsträger gemeinsam, ferner der Verzicht auf Verbindung der Seitenöffnungen mit den Rückhaltkabeln. Entwurf A ist gekennzeichnet durch die Anordnung zweier gegliederter, über mehrere eiserne Pfeiler durchlaufender Fachwerksträger in den Seitenöffnungen. Bei der in Abb. 146 dargestellten Nebenlösung zum Entwurf A entfallen die eisernen Pfeiler, und in den Seitenöffnungen bilden die Fachwerksträger frei auf zwei Stützen lagernde Balken. Außerdem ist bei dem linksrheinischen Widerlager ein großes unsymmetrisches Gewölbe ausgebildet, welches zur besseren Ausnutzung als Durchflußöffnung, dem Stromstrich entsprechend, etwas schief zur Brückenachse gelegt ist. — Entwurf B (Abb. 147) zeigt in den Seitenöffnungen vier vollwandige durchlaufende Hauptträger auf eisernen Pfeilern. Während aber beim Hauptentwurf A die Unterkanten des Versteifungsträgers und der seitlichen Fachwerksträger in gleicher Höhe durchlaufen, sind hier die Unterkanten des Versteifungsträgers und der Vollwandträger der Seitenöffnungen an den Pylonen in weicher Kurve um etwa 1 m herabgezogen. Bei

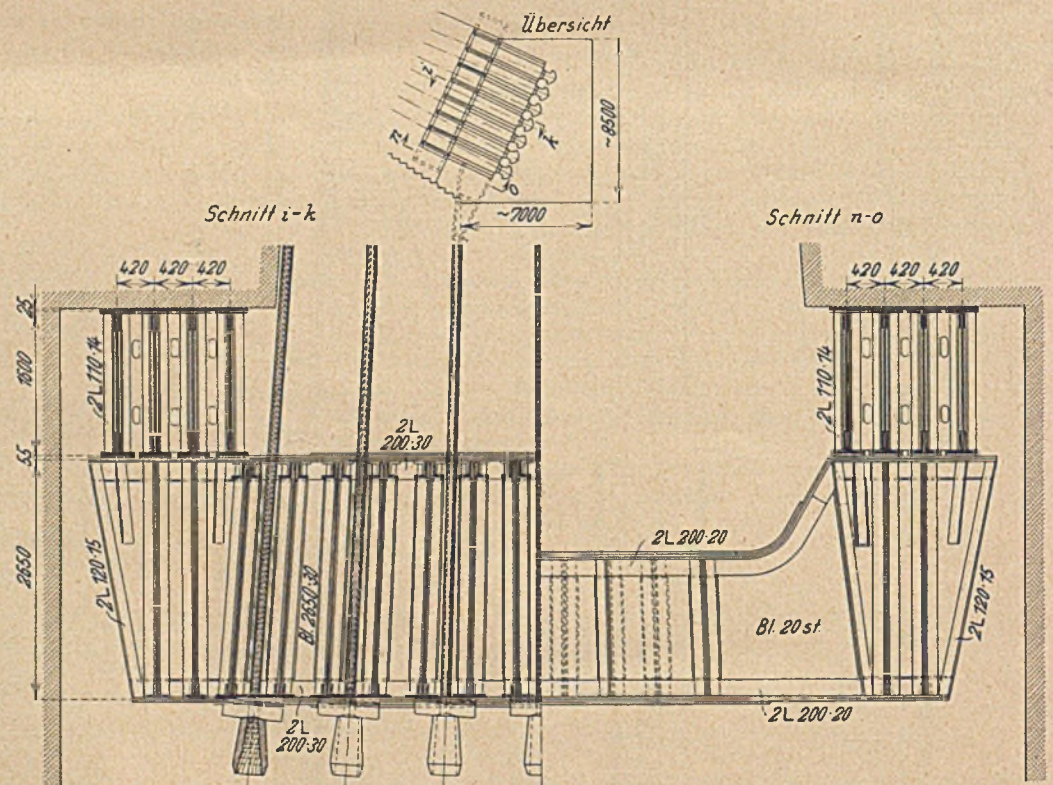


Abb. 151. „Das größere Köln“. Verankerung der Kabel.

Die Stabilität der Pylonen ist dadurch gewahrt, daß der Auflagerdrehpunkt des oberen Kipplagers oberhalb des Mittelpunktes des Kabelumlenkkreises gelegt ist.

Schließlich soll die Herstellung der patentverschlossenen Kabelstränge unmittelbar neben der Baustelle auf der Mül-

heimer Heide in einer behelfsmäßigen Fabrik-anlage vorgenommen werden. Sie sollen dort genau in den benötigten Längen angefertigt werden, so daß die beim Freiluftspinnverfahren nicht zu ungehenden, stets unangenehmen Spleißstellen der Einzeldrähte fast völlig fortfallen. Durch mehrmaliges Recken der dort gefertigten Seile auf die größte Gebrauchslast von 400 t auf einem dort ebenfalls einzubauenden Prüfstand sollen bleibende Längenänderungen von vornherein möglichst ausgeschlossen werden. Die Hauptkabel (Abb. 150) setzen sich aus 37 patentverschlossenen Einzelsträngen zu einem sechseckigen Querschnitt von rd. 70 cm \varnothing zusammen. Die Verfasser sind der Ansicht, daß nur durch das Fortfallen des beim freien Spinnverfahren noch erforderlichen starken Zusammenpressens der Einzelstränge der Übergang aus der Sechseckform in die erwähnte Rechteckform über den Pylonsätteln erst mög-

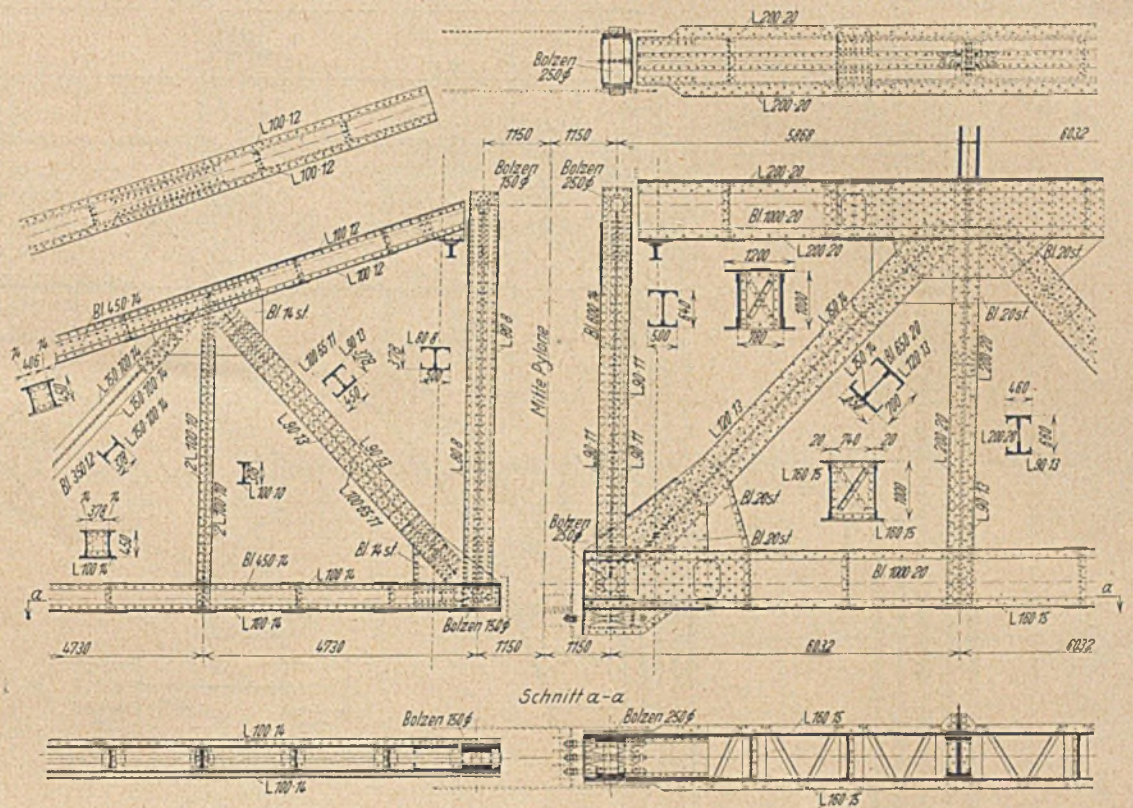


Abb. 152. „Das größere Köln“. Versteifungsträger des Entwurfes A.

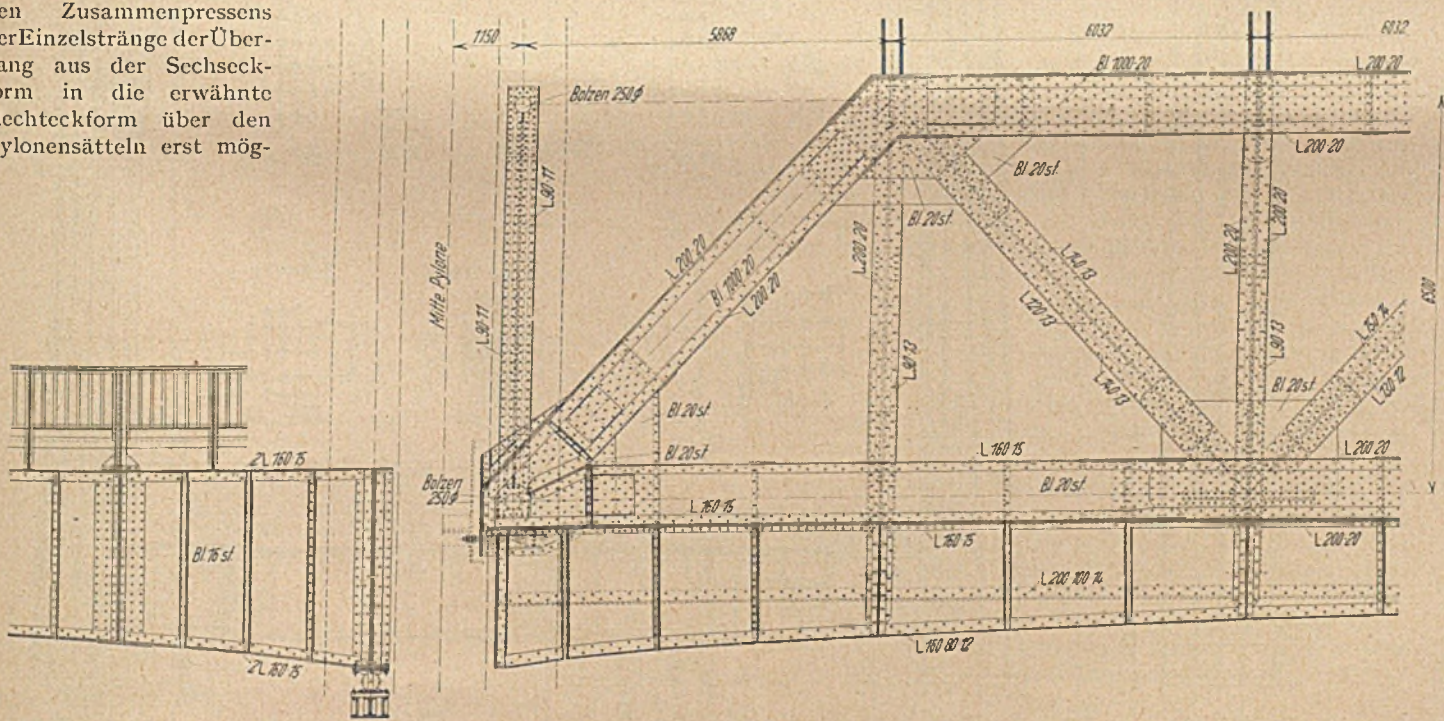


Abb. 153. „Das größere Köln“. Versteifungsträger des Entwurfes B.

lich wird, und daß dieses Verfahren geeignet scheint, gegebenenfalls die in Amerika bevorzugte Bauart zu verdrängen. Nur die äußeren Zwickel sollen mit einem aus Asphalt und Leinöl hergestellten, in Stangenform gepreßten Mittel ausgefüllt werden, worauf eine doppelte, mit einer Zwischenlage aus Asphaltfilz versehene Flacheisenbewicklung von 30 x 7 mm Querschnitt den äußeren Abschluß bildet. Diese Bewicklung wird an den gußeisernen, zweiseitigen,

mittels Schrauben fest zusammengehaltenen Kabelschellen unterbrochen. Die Kabelschellen sind mit längslaufenden, rauh gehobelten Rillen versehen, in welche sich die Kabel hineinlegen. Um die Kabelschellen legen sich in entsprechende Rillen je zwei Hängeseile, deren Enden mittels eines vergossenen Seilkopfes im Obergurt des Versteifungsträgers befestigt sind. Die gleichmäßige Kräfteverteilung auf die vier Einzelstäbe der Hängeseile soll bei der Aufstellung durch Ver-

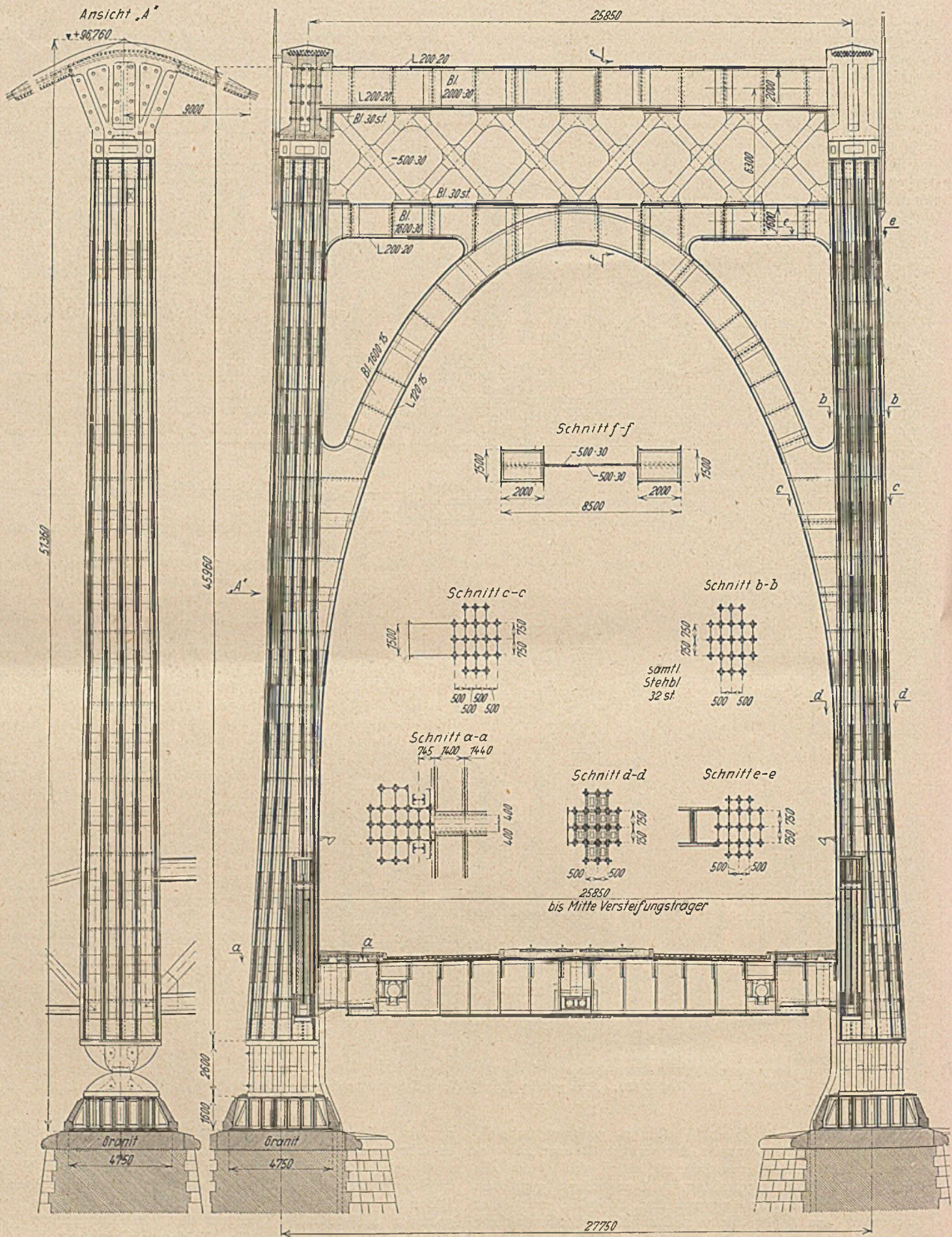


Abb. 154. „Das größere Köln“. Pylone.

gleich der Tonhöhen beim Anschlagen nachgeprüft werden. Etwaige Unterschiede können durch verschieden hohe Unterlagsscheiben an den Enden ausgeglichen werden. Die Verankerung der Kabel erfolgt ohne weitere Umlenkung (Abb. 151) durch Auflösung in Einzelstränge und Befestigung der Köpfe in einem starken Blechträgerrost der Ankerkammer, welcher ständig zugänglich bleiben soll. Für den Längenaus-

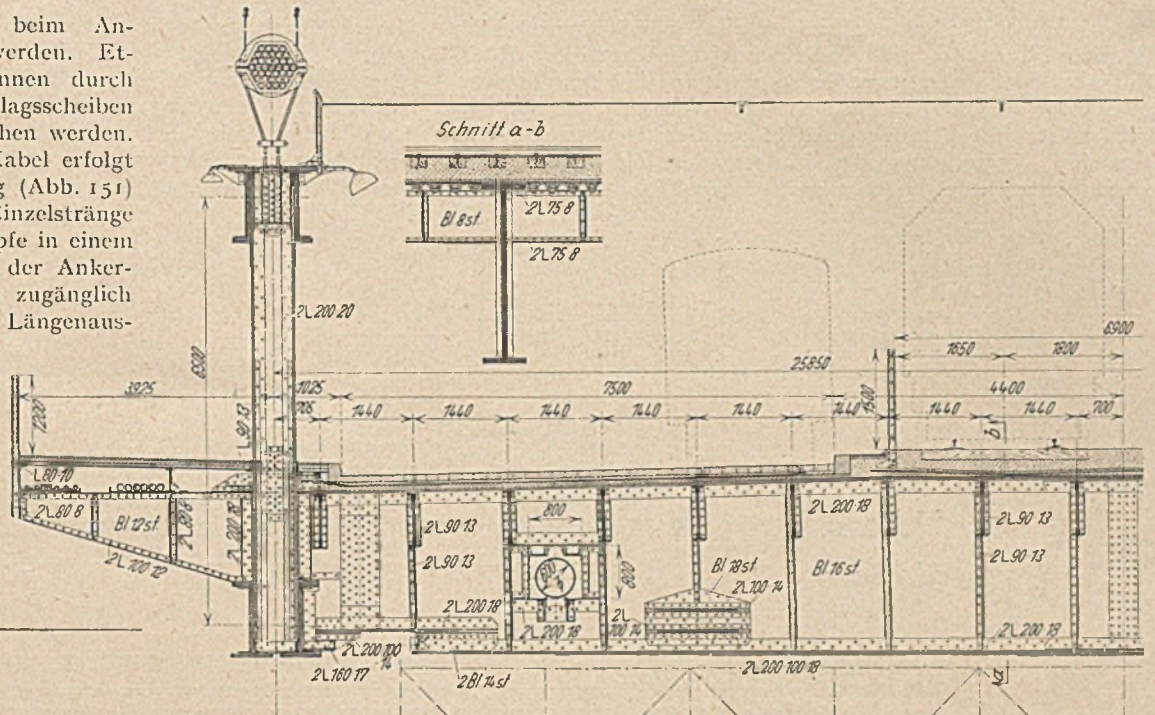


Abb. 155. „Das größere Köln“. Entwurf A. Brückenquerschnitt im zweiten Ausbau.

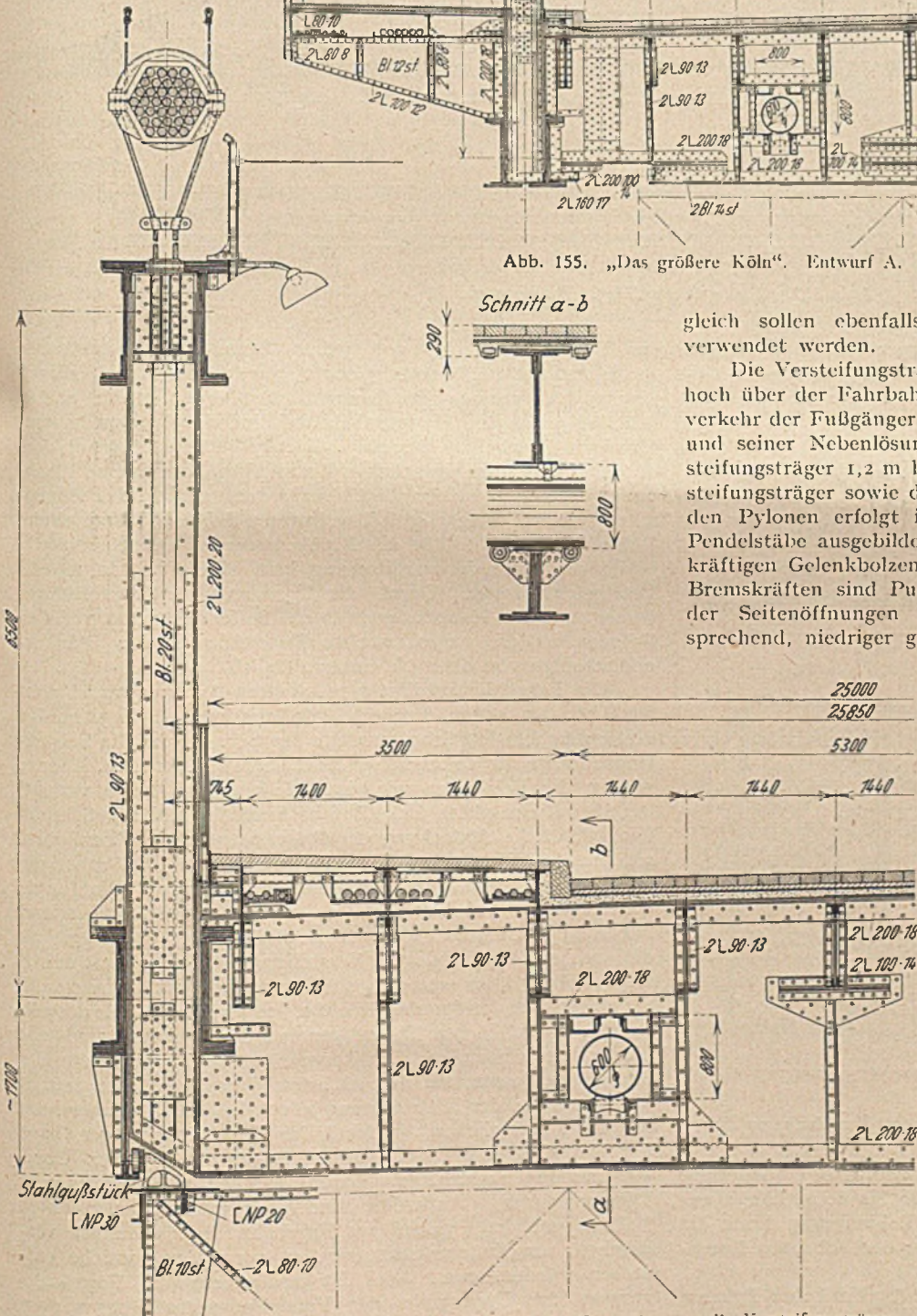


Abb. 156. „Das größere Köln“. Entwurf B. Anschluß der Querträger an die Versteifungsträger.

gleich sollen ebenfalls verschieden hohe Unterlagsscheiben verwendet werden.

Die Versteifungsträger der Mittelöffnung liegen genügend hoch über der Fahrbahn, um beim zweiten Ausbau den Querverkehr der Fußgänger nicht zu unterbinden. Beim Entwurf B und seiner Nebenlösung sind, wie bereits erwähnt, die Versteifungsträger 1,2 m höher gelegt. Die Auflagerung der Versteifungsträger sowie der Hauptträger der Seitenöffnungen an den Pylonen erfolgt in besonderen Nischen mittels der als Pendelstäbe ausgebildeten Endpfosten unter Verwendung von kräftigen Gelenkbolzen (Abb. 152 u. 153). Zur Aufnahme von Bremskräften sind Pufferfedern eingebaut. Die Hauptträger der Seitenöffnungen sind, der geringeren Stützweite entsprechend, niedriger gehalten als die Versteifungsträger. Bei dem Entwurf A und seiner Nebenlösung läuft die obere Gurtung gegen die Pylonen hin wegen des besseren Überganges bis zur Höhe der Versteifungsträger an. Bei dem Entwurf B setzen die Seitenöffnungen wegen der geringeren Höhe der Hauptträger hart ab. Dort sind bereits, wie erwähnt, die unteren Gurte der benachbarten Tragwände an den Pylonen etwas herabgezogen. Trotz dieser Maßnahmen sind aber die Übergänge aus der Mittelöffnung in die Seitenöffnungen für das Auge nicht sehr befriedigend. (Vgl. auch Abb. 148 u. 149.)

Wenngleich bei den Überbauten an den Pylonen kein Baustoffwechsel eintritt wie bei dem bereits besprochenen Entwurf „Freier Strom“, scheint die Brücke an diesen Stellen doch in verschiedene Teile aufgelöst zu sein. Begünstigt wird dieser Eindruck noch durch das Fehlen der Hängestäbe in den Seitenöffnungen. Mit nahezu 90 m Länge bis zur Verankerungs-

stelle werden die Seitenöffnungen auch reichlich groß. Die Überschneidung des Mülheimer Stadtbildes durch die Rückhaltkabel tritt daher ungefähr so stark wie bei dem Entwurf „Von Ufer zu Ufer“ in Erscheinung. Während dort aber die frei bis zur Verankerungsstelle gespannten Hauptträger eine wertvolle Vergrößerung des Flutgeländes bilden, wird hier dieser Vorteil infolge der verschiedenen Einbauten nicht er-

löcher überall zugänglich gemachte Querschnitte auf. Die unteren Auflager sind als zylindrische Kipplager mit 2 m Berührungslänge ausgebildet, so daß die Stiele senkrecht zur Brückenachse als eingespannt berechnet werden können. Ein Abheben kann nicht erfolgen, weil die Zugspannungen weit hinter den Druckspannungen zurückbleiben. Die Verfasser haben die Zylinderfläche für die Auflagerung auch

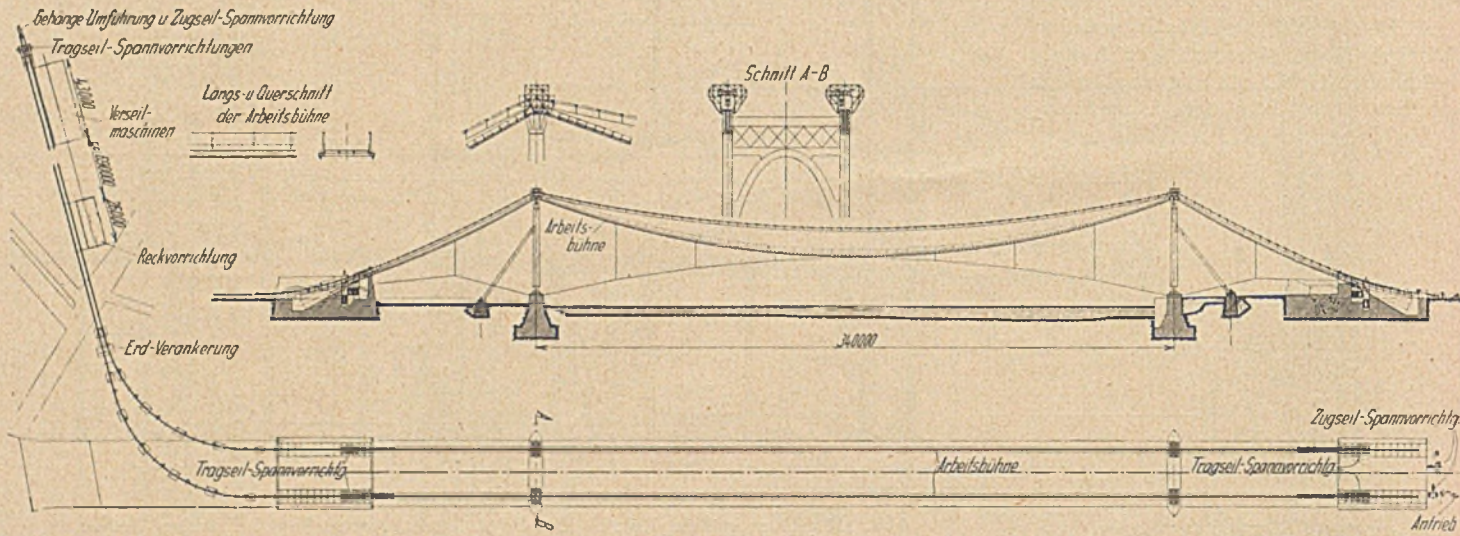


Abb. 157. „Das größere Köln“. Bauvorgang.

reicht. Beim Entwurf A dient der Obergurt der Hauptträger in den Seitenöffnungen im ersten Ausbau gleichzeitig als Geländerholm. Im zweiten Ausbau trennt der Hauptträger

im Hinblick auf die von jedem Ständer aufzunehmende große Auflagerkraft von 13 000 t gewählt, da ihnen Kugellagerung zu geringe Berührungsflächen ergab. Die beiden gelenkig gelagerten Hauptkabelsättel sind durch einen kastenförmigen Querholm verbunden. Dieser Querholm ist mit dem darunter liegenden eigentlichen Pylonenriegel durch eine Flacheisenvergitterung verbunden. Außerdem sind die Pylonenständer durch einen elliptisch geformten Portalbogen zu einem Rahmen vereinigt. Für die Kippbewegungen der Kabelsättel bildet die Flacheisenvergitterung kein Hindernis, da sie als Blattgelenk wirkt. Durch die Trennung der Versteifungsträger und der Hauptträger für die Seitenöffnungen vor den Pylonen ist die ungeschwächte Durchführung der Ständerquerschnitte von oben bis unten möglich.

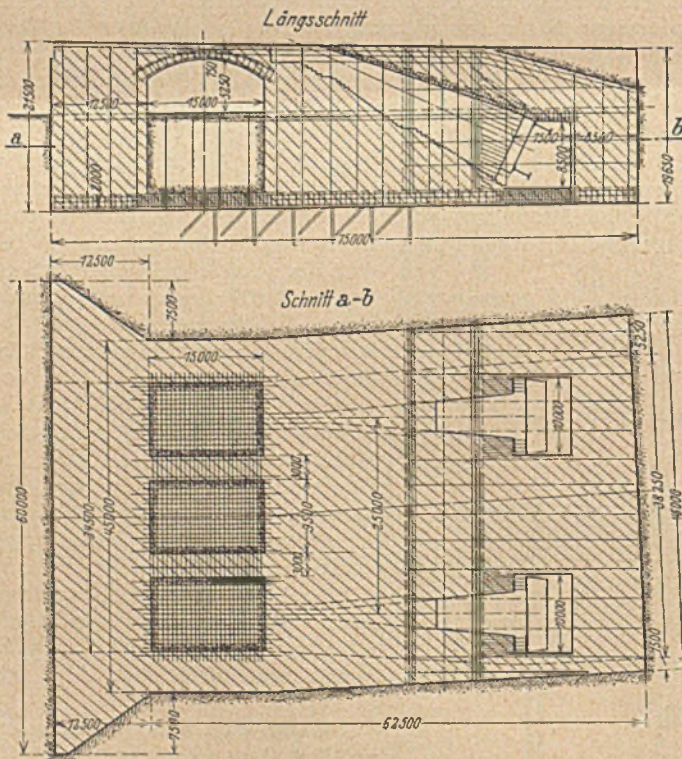


Abb. 158. „Das größere Köln.“ Rechtsrheinischer Verankerungspfeiler.

Fußweg und Fahrbahn. Die dadurch bedingte Behinderung des Querverkehrs erscheint auf etwa 60 bis 80 m Länge unbedenklich. Beim Entwurf B ist diese Behinderung durch die Anordnung von vier vollwandigen, unter der Fahrbahn liegenden Hauptträgern völlig vermieden.

Die Fahrbahnausbildung im zweiten Ausbauzustand geht aus Abb. 155 hervor. Entgegen der Ausschreibung liegt infolge des durchgehenden Schotterbettes der Schnellbahn die Schweloberkante um 20 cm höher als die Straßenfahrbahn. Ebenso werden die Belageisen mit einer Neigung von 1 : 50 verlegt, um überall eine gleich dicke Betonschicht zu erhalten. Schließlich erfolgt die Abdeckung der Fußwege nicht in Eisenbeton, sondern in Bimsbeton mit Asphaltenschicht. Die sonstigen Ausschreibungsbedingungen sind genau eingehalten. Die Hauptquerträger des Fahrbahnrostes liegen in 6,032 m Abstand und haben 2,6 m Stehblechhöhe. Den Anschluß der Querträger an die um 1,2 m höher gelegten Versteifungsträger des Entwurfs B zeigt Abb. 156 im ersten Ausbauzustand. Dort ist auch die Stehblechhöhe der Querträger auf 2,5 m verringert. Die doppelwandig ausgebildeten Querträger bei den Pylonen sind mit diesen fest verbunden. Die Längsträger sind hier beiderseits fest angeschlossen, auf den nächsten Querträgern der Seitenöffnungen und der Mittelöffnung jedoch beweglich gelagert, um mit dem beweglichen Anschluß der Versteifungsträger, bzw. der Hauptträger der Seitenöffnungen an den Pylonen Übereinstimmung zu erzielen. Daraus ergeben sich bereits vier Dehnungsfugen. Außerdem sind aber in den achtzehnten Feldern von den Pylonen aus Fahrbahnunterbrechungen vorgesehen, um Zwängsspannungen zu vermeiden, welche entstehen würden, wenn der Längsträgerrost die Formänderungen der Untergurte der Versteifungsträger mitmachen müßte.

Die als Portalrahmen ausgebildeten rd. 51 m hohen Pylonen (Abb. 154) weisen zellenartig zusammengesetzte, durch Mann-

Die aus sechs durchlaufenden eisernen Balken bestehenden Hauptträger der linksrheinischen Flutöffnungen liegen unter der Fahrbahn und weisen keine Besonderheiten auf.

Die Aufstellung der Seitenöffnungen sowie sämtlicher kleineren Überbrückungen soll auf festen Rüstungen erfolgen. Die Pylonen können ohne Gerüst und unter Verwendung geeigneter Derrick-Krane hochgebaut werden. Bei der Aufstellung der Mittelöffnung sollen feste Einbauten im Strom vollständig vermieden werden, und es wird ein Verfahren eingeschlagen, wie es bereits bei der Besprechung des Entwurfes „Freier Strom“ beschrieben ist, nämlich mittels Seilbahn und Hängesteg (Abb. 157). Das erforderliche Schrägstellen der Pylonen um 65 cm nach dem Ufer zu zwecks Ausgleich der Formänderungen der Tragkabel zwischen Haupt- und Seitenöffnungen kann infolge des beweglichen Fußgelenkes besonders leicht vorgenommen werden. Erst bei Beginn des Versteifungsträgereinbaues darf die behelfsmäßige Feststellung dieses Fußgelenkes sowie des Kabelsattelgelenkes entfernt werden.

Die drei äußeren linksrheinischen Pfeiler werden in offener Baugrube hergestellt. Alle übrigen Pfeiler sollen auf einer starken, unter Wasser zu schüttenden Schüttbetonsohle zwischen Larsen-Spundwänden in offener Baugrube gegründet werden. Bei den Verankerungspfeilern muß dagegen eine mehrstufige Grundwasserabsenkung angewendet werden. Bei beiden als Eisenbetonbauwerke vorgeschlagenen Bauwerken soll die Sohle durch sechs Reihen von je 50 Böcken aus Eisenbetonpfählen gegen Gleiten gesichert werden. Mit dem rechtsrheinischen Verankerungspfeiler (Abb. 158) ist gleichzeitig die 15 m-Öffnung für die Mülheimer Freiheit vereinigt. Der linksrheinische Verankerungspfeiler erhält bei den Hauptentwürfen A und B zwei Durchflußöffnungen (vgl. Abb. 147), bei den Nebenvorschlägen zu beiden Hauptentwürfen, wie bereits erwähnt, eine einzige, als unsymmetrisches Gewölbe ausgeführte große Durchflußöffnung (Abb. 159). Einzelheiten der Verankerungspfeiler sind aus den Abbildungen 158 und 159 zu ersehen.

In der statischen Berechnung ist nachgewiesen, daß die Nebenspannungen des Hauptkabels sich infolge der getroffenen baulichen Maßnahmen von 3660 kg/cm² auf 62 kg/cm² verringern. Aus diesem Grunde glauben die Verfasser, sich mit einer 2,5fachen Sicherheit an Stelle der sonst üblichen 3fachen Sicherheit begnügen zu können. Die dadurch erzielte Gewichtersparnis beträgt 509 t und ist mithin recht erheblich.

Die Zahl der Pfähle unter den Verankerungspfeilern ist ebenfalls mit 2,5facher Sicherheit gegen Gleiten errechnet.

Sämtliche Entwürfe sind von den Verfassern, den Ausschreibungsbedingungen gemäß, für St 48 durchgearbeitet.

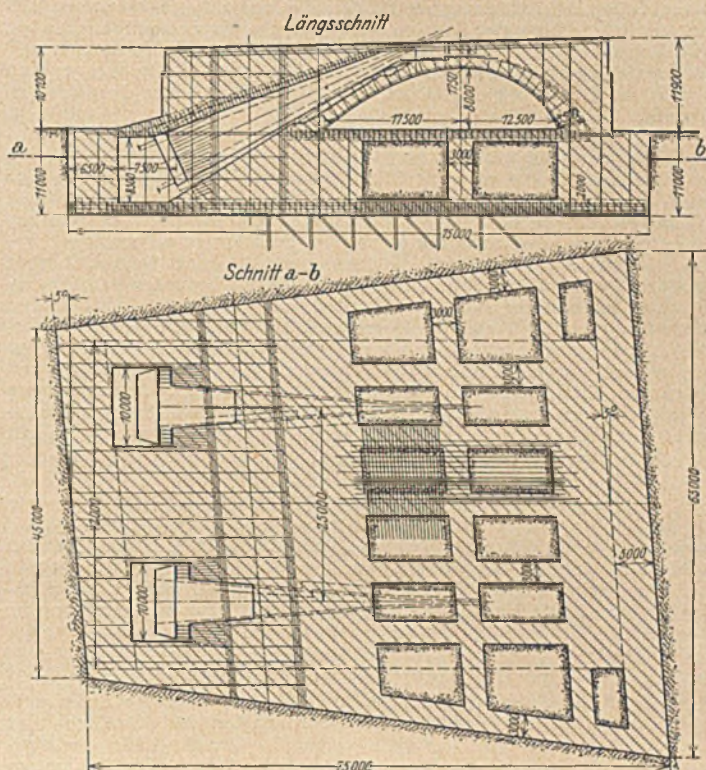


Abb. 159. „Das größere Köln“. Linksrheinischer Verankerungspfeiler für die Nebenvorschläge.

Wie aus Tafel V hervorgeht, bestehen zwischen den einzelnen vorgeschlagenen Entwürfen keine namhaften Kostenunterschiede. — Die Entwürfe sind bis in alle Einzelheiten durchgearbeitet und verkörpern recht beachtenswerte Vorschläge mit einer Reihe technischer Vorzüge. (Fortsetzung folgt.)

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Die Berechnung von Wellenbrechern.

(Nach Le Génie Civil 1927, Nr. 6, S. 141.)

Bei den Außenwerken der Seehäfen unterscheidet man je zwei grundsätzliche Ausführungsarten, und zwar für geringere Tiefen Steinschüttungen, die je nach der Beschaffenheit des Steinmaterials, seien es nun Blöcke aus Naturstein oder Kunststein, bzw. Bruchsteine oder Formsteine, unterschiedlich angeordnet werden; ferner massive Mauern mit nahezu lotrechter Außenwand, die bei beträchtlicher Tiefe ausgeführt und entweder auf gewachsenem Fels oder auf einem mittels Steinschüttung hergestellten Fundament gegründet werden. Die Abmessungen der ersteren Art können nur durch Vergleich und unter Berücksichtigung des jeweils verwendeten Materials bestimmt werden; denn es ist nicht möglich, die zulässige Beanspruchung einer unter Wasser geschütteten Mauer zur Aufnahme derjenigen Kräfte zu ermitteln, der die Mauer durch die bereits gebrochenen Wellen ausgesetzt ist. Dagegen lassen sich diejenigen Kräfte ermitteln, die beim Auftreffen der noch ungebrochenen Welle auf die lotrechte, massive Mauer hervorgerufen werden, so daß sie als Grundlage zur Bestimmung der Mauerabmessungen herangezogen werden können. Trotz des praktischen Wertes, den die Berechnung solcher Mauern an sich hat, haben sich bisher nur wenige Ingenieure mit diesem Problem befaßt; tatsächlich ist die Zahl der durchgeführten Versuche und Messungen gering, vielleicht im Hinblick auf die Gewißheit, keine einwandfreie mathematische Lösung dieser Aufgabe zu erhalten. Es soll daher im folgenden eine einfache und schnelle Methode zur Bestimmung derjenigen Kräfte, die beim Anprall der Wellen auf die Mauer auf diese Weise ausgeübt werden, als eine angenäherte, für die Bedürfnisse der Praxis aber ausreichende Lösung wiedergegeben werden.

Unter den wenigen Untersuchungen auf diesem Gebiete, deren Ergebnisse uns — wenigstens scheinbar — als die angenähertsten bekannt sind, bieten hauptsächlich die Arbeit von Gaillard: Wave action in relation to engineering structures, und die von Bénézit (erschieden in Annales des Ponts et Chaussées, Jahrg. 1923) anerkannte Grundlagen.

Gaillard geht von der Voraussetzung aus, daß gleich hohe Tief- und Seichtwasserwellen die gleiche Gesamtenergie besitzen; er nimmt weiterhin an, daß bei der Tiefwasserwelle die Energie nach der Tiefe zu etwa mit dem Quadrate der Halbmesser der Kreisungsbahnen abnimmt; daß ferner die größte Wellenkraft im allgemeinen in einer beträchtlichen Höhe über dem ruhigen Wasserspiegel auftritt. Nach den mit Dynamometern durchgeführten Messungen verteilt sich der Druck entsprechend der in Abb. 1 angegebenen Form. Abgesehen davon, daß die Zahl der von Gaillard angestellten Beobachtungen verhältnismäßig gering sei, und die Messungen selbst nicht systematisch genug durchgeführt sein sollen, wird seine aus den Beobachtungen abgeleitete Methode zur Berechnung der Stoßkraft der Wellen — die von dem chilenischen Verfasser, Jorge Lira, Ing. Civ., Vice-président de la Commission des Ports du Chili, „in Ermangelung etwas Besseren“ in den Jahren 1910 und 1913 angewandt worden ist — als unzureichend bezeichnet, weil sie die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen in Rechnung stelle, die angegebenen Koeffizienten Durchschnittswerte der sehr unterschied-



Abb. 1.

lichen Minima und Maxima darstellten, und schließlich, weil die daraus sich ergebenden, oben angedeuteten, maximalen Drucke nicht einwandfrei erklärt werden könnten.

Die von Bénézit vorgeschlagene, bei der Berechnung des neuen Wellenbrechers von Algier von ihm selbst angewandte Methode erscheint ebenso wenig befriedigend, da sie den dynamischen Druck überhaupt nicht in Rechnung stellt, den die mit einer bestimmten Geschwindigkeit bewegte, flüssige Masse auf die Mauer ausübt. Die auf die Bauwerke der bezeichneten Art übertragenen Kräfte setzen sich zusammen aus dem statischen Druck der Flüssigkeitsmasse und aus dem durch die Bewegung der Masse ausgeübten Stoß, dem dynamischen Druck.

Die im folgenden entwickelte neue Berechnungsweise ist bei Berechnung der Wellenbrecher im Hafen von Valparaiso und Antofagasta in Chile angewendet worden; dabei wurde ein Maximaldruck von 5,28 und 4,44 kg/cm² an der gefährlichen Mauerante ermittelt. Diese Wellenbrecher haben bisher auch außergewöhnlich heftigen Stürmen standgehalten, ohne auch nur geringsten Schaden zu nehmen.

Nach der Theorie der Wellenbewegung, die durch Beobachtungen bestätigt worden ist, nimmt die Wasseroberfläche unter der Voraussetzung unendlicher Wassertiefe bzw., auf praktische Verhältnisse angewandt, großer Tiefen die Form einer Trochoide an. Jedes Wasserteilchen beschreibt eine kreisförmige geschlossene Bahn. Der Radius dieser Kreise erreicht seinen Höchstwert an der Wasseroberfläche und wird nach der Tiefe zu gleich Null. Ist r der Halbmesser des von einem Wasserteilchen in der Tiefe d beschriebenen Kreises unter dem Mittelpunkt des Kreises an der Oberfläche mit dem Halbmesser r₀, so gilt die Beziehung:

$$r = r_0 e^{-\frac{2\pi d}{L}}$$

wobei der Vereinfachung halber unbedenklich die Tiefe d von der freien Oberfläche an gemessen werden kann.

Bezeichnet ferner L die Wellenlänge, R den Radius des Rollkreises und h die Wellenhöhe, so gelten die bekannten Beziehungen:

$$R = \frac{L}{2\pi} \text{ und } r_0 = \frac{h}{2}$$

In Abb. 2 sind die beschreibenden Kreise und die ihnen entsprechenden Trochoiden eines Wasserteilchens an der Oberfläche und in der Tiefe wiedergegeben. Die Trochoiden sind unsymmetrisch; der unter dem ruhigen Wasserspiegel NN gelegene Teil ist langgestreckter. Die Wellenhöhe h wird durch den Wasserspiegel NN in zwei ungleiche Teile geteilt, von denen der obere größer ist. Die Mittelpunkte der beschreibenden Kreise an der Oberfläche liegen somit auf einer Parallelen über dem ruhigen Wasserspiegel, und zwar im Abstande von $\frac{\pi r_0^2}{L}$. Somit erhebt sich der Scheitel der Welle um das Maß:

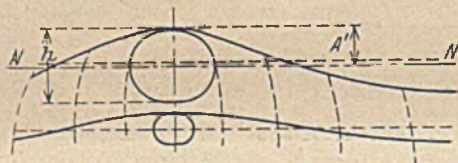


Abb. 2.

über dem ruhigen Wasserspiegel. Setzt man den oben angegebenen Wert für r₀ in diese Gleichung ein, so lautet sie:

$$\Lambda = r_0 + \frac{\pi r_0^2}{L}$$

über dem ruhigen Wasserspiegel. Setzt man den oben angegebenen Wert für r₀ in diese Gleichung ein, so lautet sie:

$$\Lambda = \frac{h}{2} + 0,785 \frac{h^2}{L}$$

In seiner Untersuchung der Wellenbewegung hat Rankine gezeigt, daß es für den hydrostatischen Druck eines Wasserteilchens gleichgültig ist, ob es sich auf einer Trochoide bewegt oder im Ruhezustand auf der seiner Lage entsprechenden Horizontalen liegt; d. h. ferner, die horizontale Wasseroberfläche kann als zuerst ebene Trochoidenfläche angesehen werden. Daraus geht weiterhin hervor, daß der hydrostatische Druck in der Lotrechten gleichmäßig zu- und abnimmt, daß er im besonderen zwischen einem Maximum beim Durchgang des Wellenscheitels und einem Minimum beim Durchgang

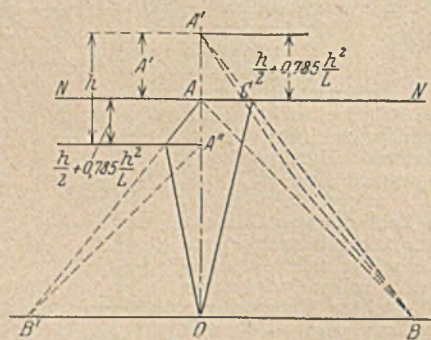


Abb. 3.

des Wellentales schwankt. Auf die Größe des hydrostatischen Druckes des Wassers in der Tiefe übt die Wellenbewegung bekanntlich keinen Einfluß aus.

In Abb. 3 ist die Strecke OB parallel dem Wasserspiegel der Ruhe NN und gleich der Höhe OA, so daß das Dreieck OBA die Verteilung des hydrostatischen Druckes auf die Tiefe OA darstellt; ist ferner AA' die Höhe des Wellenscheitels über dem ruhigen Wasserspiegel, und legt man eine logarithmische Kurve als Tangente im Punkte B an die Gerade AB, so entspricht das Dreieck A'OB der Verteilung des Druckes in der Lotrechten im betrachteten Augenblick. Wie Bénézit ganz richtig bemerkt, sind die Unterschiede zwischen der logarithmischen Kurve und der Geraden A'B von relativ so geringer Bedeutung, daß man ohne Bedenken statt der Kurve die Gerade ziehen kann. Indem man diese Vereinfachung zuläßt, wird die Druckerhöhung beim Durchgang des Wellenscheitels mit Rücksicht auf die Beziehung $\Delta ACB = \Delta ACO$ dargestellt durch die Fläche A'CO; und da es sich dabei um sehr große Tiefen handelt, wird man ohne weiteres von vornherein $AC = AA'$ setzen können. Dasselbe gilt entsprechend für den Fall des Wellentales, das in dieser Tiefe $\frac{h}{2} - 0,785 \frac{h^2}{L}$ unter dem ruhigen Wasserspiegel

liegt; die Dreiecksfläche AC'O stellt dann die Druckverminderung dar. Wenn es sich nunmehr um sogenannte Seichtwasserwellen handelt, wie wir sie beinahe immer im Gebiete der Außenwerke in Häfen antreffen, so ändern sich die Bedingungen für die Wellenbewegung. Der Einfluß der Sohle macht sich bemerkbar; die Bahnen der einzelnen Wasserteilchen nehmen anstatt der bisherigen Kreisform die Form der Ellipse an. Die Formänderung tritt theoretisch ein, sobald die Tiefe einen endlichen Wert annimmt; dagegen beginnt die Ellipsenform praktisch erst bei einer Tiefe von $\frac{H}{L} < 0,3$, wenn H die Tiefe und L die Wellenlänge bezeichnet.

Die kleine Halbachse der elliptischen Bahnen an der Oberfläche b_s ist gleich der halben Wellenhöhe h, und die große Halbachse a_s ergibt sich aus der kleinen zu

$$(1) \quad a_s = \frac{e^m + 1}{e^m - 1} b_s$$

worin e die logarithmische Basis und $m = \frac{4\pi H}{L}$ bedeutet.

Der Ausdruck $\frac{e^m + 1}{e^m - 1}$ ist eine Funktion lediglich von $\frac{H}{L}$; setzen wir ihn gleich einem Koeffizienten k, so erhält die Gleichung (1) die Form

$$a_s = k b_s$$

Für eine Reihe von Werten $\frac{H}{L}$ sind die entsprechenden Werte k aus Tabelle 1 zu entnehmen. Man sieht dort, daß dem Wert von

Tabelle 1.

$\frac{H}{L}$	k	$\frac{\pi k^2}{4}$	$\sqrt{k^2 - 1}$	\sqrt{k}
0,05	3,29	12,5	3,13	1,81
0,10	1,80	3,15	1,49	1,34
0,15	1,36	1,41	0,92	1,16
0,20	1,18	1,09	0,62	1,09
0,25	1,09	0,95	0,44	1,04
0,30	1,05	0,86	0,22	—

Tabelle 2.

x	$e^{2\pi x}$	$e^{-2\pi x}$
0,05	1,369	0,732
0,10	1,874	0,534
0,15	2,565	0,390
0,20	3,511	0,285
0,30	7,460	0,134

$\frac{H}{L} = 0,3$ der Wert $k = 1,05$ entspricht; d. h. daß dort die Formänderung schon beobachtet werden kann. Somit erschiene es gerechtfertigt, das Verhältnis $\frac{H}{L} = 0,3$ als untere Grenze der „Wellen in großen Tiefen“ anzunehmen. Andererseits läßt natürlich die alleinige Tatsache, daß die Formänderung der Kreisbahnen von dieser Grenze an wahrgenommen wird, nicht den sicheren Schluß zu, daß diese Grenze richtig ist.

Entsprechend den Beziehungen für die Umfangsgeschwindigkeit der Wellen über unbegrenzten Tiefen sind hier die größte Umfangsgeschwindigkeit dem großen Halbmesser a_s, und die entsprechenden Drücke dem Quadrat dieser Größe direkt proportional. Betrachten wir als Grenze der Wellen über begrenzter Tiefe dasjenige Verhältnis $\frac{H}{L}$, bei dem die größte Umfangsgeschwindigkeit um 30% höher ist als die-

jenige derselben Welle über unbegrenzter Tiefe, so entspräche dieser Wert der relativen Tiefe $\frac{H}{L} = 0,16$. Nehmen wir dagegen als Vergleichsgrundlage eine Erhöhung des dynamischen Druckes um 30%, so ergibt sich der Grenzwert $\frac{H}{L} = 0,22$. Da die hier in Frage stehenden, in dem Gebiete der Außenwerke auftretenden Sturmwellen bei einer begrenzten Tiefe von im allgemeinen 20 bis 30 m eine Länge von etwa 120 bis 150 m annehmen, so erhält man für die relative Tiefe den annähernd gleichen Wert von 0,20.

Die Halbmesser irgendeiner in der Tiefe d unter dem Mittelpunkt der Oberflächenbahn liegenden Ellipse errechnen sich aus dem kleinen Halbmesser b_s zu: 1)

$$(2a) \quad a = b_s \frac{e^n + e^{-n}}{e^p - e^{-p}}$$

und

$$(2b) \quad b = b_s \frac{e^n - e^{-n}}{e^p - e^{-p}},$$

worin
$$n = 2\pi \frac{H-d}{L} \quad \text{und} \quad p = 2\pi \frac{H}{L}.$$

In Tabelle 2 sind die Werte $e^{2\pi x}$ und $e^{-2\pi x}$, bezogen auf einige Werte $x = \frac{H-d}{L}$ bzw. $x = \frac{H}{L}$, ermittelt.

Der kleine Ellipsenhalbmesser nähert sich nach dem Grunde zu dem Wert 0, und der entsprechende große Halbmesser a_s wird dann gleich der Brennweite c :

$$a_s = c = b_s \frac{2}{e^p - e^{-p}};$$

dieser Wert ist unabhängig von der Tiefe d und nur noch eine Funktion der relativen Tiefe $\frac{H}{L}$.

Es ist ferner die Brennweite c einer Ellipse, ausgedrückt als Funktion der Halbmesser,

$$c = \sqrt{a_s^2 - b_s^2}.$$

Da $a_s = k b_s$ und $b_s = \frac{h}{2}$, so ergibt sich weiterhin:

$$2c = h \sqrt{k^2 - 1};$$

dieser Ausdruck kann mit Hilfe der Tabelle 1 leicht ausgewertet werden.

Wir hatten oben für die Höhe des Wellenscheitels über dem ruhigen Wasserspiegel einer Welle über großer Tiefe geschrieben:

$$\Lambda = \frac{h}{2} + 0,785 \frac{h^2}{L}.$$

Bei kleineren Tiefen hat man beobachtet, daß die Höhe in dem Maße zunimmt, wie die Tiefe abnimmt. Da nach den Beobachtungen diese Erhebung Λ im umgekehrten Verhältnis von H und wahrscheinlich auch von $\frac{H}{L}$ variiert, erscheint die Berechnung des Wertes Λ nach der folgenden Gleichung berechtigt:

$$(3) \quad \Lambda = \frac{h}{2} + \frac{\pi a_s^2}{L},$$

die mit den Ergebnissen der allerdings nicht sehr zahlreichen Beobachtungen besser übereinstimmt als der theoretische Ausdruck

$$\Lambda = \frac{h}{2} + \frac{\pi a_s b_s}{L}.$$

Setzen wir in die obige Gleichung die im vorstehenden für a_s und b_s angegebenen Werte ein, so erhalten wir:

$$\Lambda = \frac{h}{2} + \frac{\pi}{4} \cdot \frac{k^2 h^2}{L};$$

aus Tabelle 1 sind die der jeweils relativen Tiefe $\frac{H}{L}$ entsprechenden

Werte von $\frac{\pi}{4} k^2$ zu entnehmen.

Gaillard hat in seinem Werke diese Höhe Λ für Seichtwasserwellen berechnet zu

$$\Lambda = \frac{h}{2} + c \frac{h^2}{L},$$

wobei c einen von der Tiefe und der Form der Sohle abhängigen Koeffizienten darstellt. Er gibt dort die Ergebnisse seiner bekannten im Hafen von Duluth angestellten Beobachtungen wieder und ver-

gleicht sie mit denen der Berechnung, in der er für c den Wert 2 eingesetzt hat. Vergleicht man die Ergebnisse der oben angeführten Berechnung mit den von Gaillard wiedergegebenen entsprechenden Beobachtungsergebnissen, so ergibt sich — wie die Tabelle 3 erkennen

Tabelle 3.

h	L	H	$\frac{H}{L}$	$\frac{\pi}{4} k^2$	Erhebung Λ	
					berechnet	beobachtet
3,05	45	8	0,18	1,21	1,94	2,00
3,60	53	8	0,15	1,41	2,15	2,50
3,81	50	8	0,16	1,33	2,29	2,75
4,30	53	8	0,15	1,41	2,65	2,78
6,00	64	8	0,125	1,80	4,00	3,96
7,00	64	8	0,125	1,80	4,89	4,58

läßt — nur ein geringer Unterschied. Es wäre hier von Bedeutung, den Vergleich auch mit anderen Beobachtungsergebnissen anstellen zu können, bei denen es sich um relativ kleine Werte $\frac{H}{L}$ handelt, bei denen dann die Gleichung (3) genauere Ergebnisse liefern würde.

Der hydrostatische Druck ist bei Seichtwasserwellen nicht so einfach zu bestimmen wie bei Tiefwasserwellen. Da aber auch hier mit genügender Annäherung die bewegte Wasseroberfläche in der Form einer Trochoide angenommen wird, kann der hydrostatische Druck entsprechend in der für Tiefwasserwellen maßgebenden Weise ermittelt werden.

Die Periode einer Welle muß die gleiche sein, ob sie sich im Tief- oder Seichtwasser bewegt; aus diesem Grunde wird die Periode einer Seichtwasserwelle, da deren Länge kleiner als die einer Tiefwasserwelle ist, einen größeren Wert als den bei Anwendung der für eine Tiefwasserwelle gültigen Beziehung erhalten. Die zur Ermittlung der Seichtwasserwellenperiode angestellte Berechnung führte jedoch zu keinen den Beobachtungen entsprechenden, befriedigenden Ergebnissen. Es wird sich daher empfehlen, bei der Berechnung der Umlaufgeschwindigkeiten die beobachteten Perioden T' zugrunde zu legen. Die Umlaufgeschwindigkeit erreicht ihren Höchstwert im Augenblick, wo sich das Wasserteilchen auf dem Wellenscheitel bzw. im Wellental befindet; sie ermittelt sich aus

$$v = \frac{2\pi a_s}{T'}.$$

Nachdem im vorstehenden der größte hydrostatische Druck aus den dort angegebenen Bedingungen der Wellenbewegung ermittelt wurde, bleibt weiterhin der dynamische Druck, der durch die mit einer bestimmten Geschwindigkeit gegen die Mauer bewegten Wasserteilchen ausgeübt wird, zu berechnen; es wird die Beziehung angegeben:

$$P = f \gamma \frac{v^2}{2g},$$

bezogen auf die Flächeneinheit.

Hierin bedeutet f einen Koeffizienten, der abhängig ist von der Richtung, die das Wasser nach dem Anprall einnimmt, und der nach den vom chilenischen Verfasser gemachten Erfahrungen im Maximum mit 4 angegeben wird, γ das spezifische Gewicht des Wassers in t/m^3 und v die Umlaufgeschwindigkeit der Wasserteilchen an der Oberfläche. Setzt man in die obige Formel $f = 4$ ein, so ergibt sich die einfache Beziehung:

$$P \approx 0,2 v^2 t/m^2.$$

Bestimmt man so den dynamischen Druck für einzelne Höhen innerhalb der Grenzen von Null bis Λ' , so läßt sich die Druckverteilung durch eine Kurve darstellen; für praktische Zwecke wird es im allgemeinen genügen, den größten Druck in der Höhe Λ' und den am Fuße der Mauer zu bestimmen und als Ordinaten aufzutragen und beide Endpunkte durch eine Gerade zu verbinden.

Die Superposition des so ermittelten hydrostatischen und dynamischen Druckes ergibt somit die zur Bestimmung der ungünstigsten Beanspruchung der Mauer erforderlichen Grundlagen.

In Abb. 4 stellt die Fläche MCB die Verteilung der durch die Wellen von der Höhe Λ' über dem ruhigen Wasserspiegel NN hervorgerufenen Erhöhung des hydrostatischen Druckes, ferner die Fläche MPQB die Verteilung des durch dieselbe Welle verursachten dynamischen Druckes dar; in der oben beschriebenen Weise kommt in der Fläche MPS'QB die Verteilung des gesamten durch die Welle erzeugten Druckes zum Ausdruck. Dabei ist zwecks Vereinfachung der Zeichnung OC = Λ' . Es ist diese gesamte Druckerhöhung dem bei ruhendem Wasserspiegel auf die Mauer auszuübenden hydrostatischen Druck hinzuzufügen.

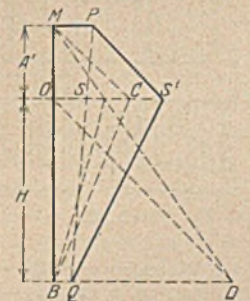


Abb. 4.

1) Siehe auch Engels, Handb. d. Wasserbaues, 2. Aufl. 1921, S. 152

Von der Hetch-Hetchy-Wasserleitung für San Francisco.

Von dem Trennungspfeiler des Übergangs der Hetch-Hetchy-Wasserleitung über die südliche Bucht von San Francisco

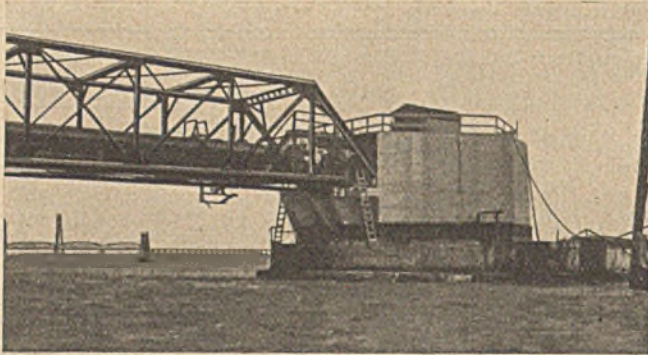


Abb. 1.

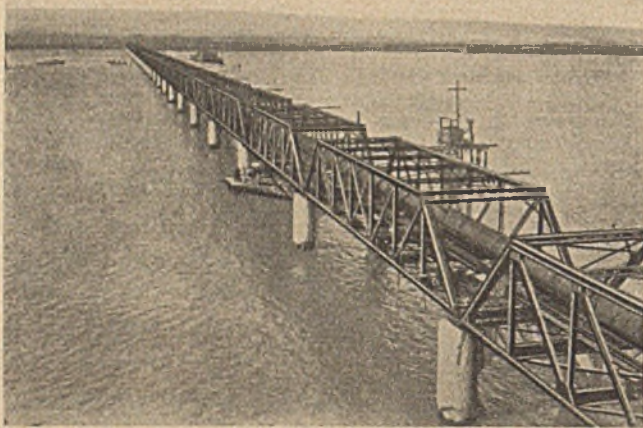


Abb. 2.

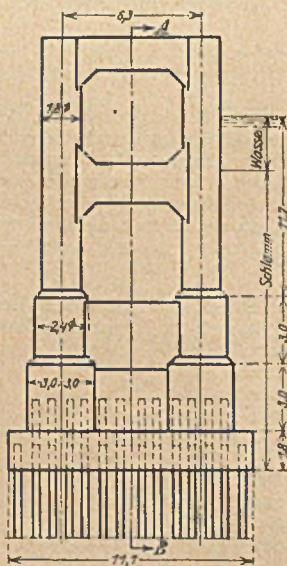


Abb. 3.

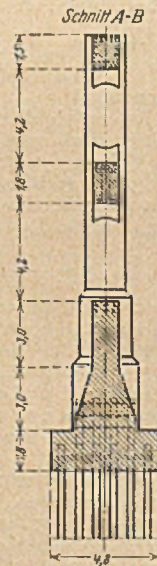


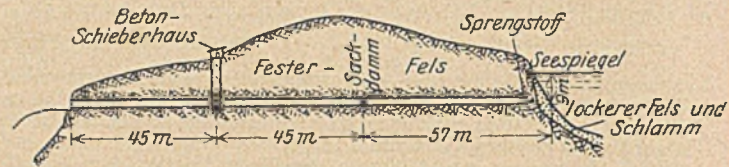
Abb. 4.

(beschrieben - im Bauingenieur 1926, S. 760) gibt Abb. 1 ein Bild. Die anschließende Brücke (Abb. 2), mit zunächst einem Leitungsrohr von 1,5 m Weite und Platz für ein zweites von 2,1 m Weite, ist 1180 m lang und hat 36 Fachwerköffnungen von je 32 m Stützweite mit je 7 Feldern. Die Pfeiler (Abb. 3 und 4) ruhen auf 52 bis 84 Pfählen mit 1,8 m starken Betonplatten von 9,6 x 3,3 m bis 11,1 x 4,8 m und endigen in zwei runden, querversteiften Säulen von 1,8 m Durchmesser. Das Rohr liegt auf hölzernen, verdübelten Sätteln mit Bleiplattenunterlagen. (Nach Engineering vom 3. Dez. 1926, S. 683-685 und Taf. 43, zus. mit 25 Zeichn. und 5 Lichtbildern.)

Erfolgreiche Sprengung der Verbindung eines Ableitungstollens mit seinem See.

Ein Ableitungstollen von 1,5 x 2,1 m Querschnitt in der Nähe von Denver (Colorado) war in gewöhnlicher Weise in festem Fels so weit vorgetrieben, daß ihn nur noch eine Felsstärke von 1,8 m und eine Geröll- und Schlammschicht von 3,6 m von dem Seewasser trennte;

das 9 m höher stand und das er ableiten sollte. Nach Einbau eines Betonschieberhauses und eines Zwischensackdammes (s. Abb.) aus Stoffen, die nach dem Durchschlag zu Boden sinken und die Schieber nicht



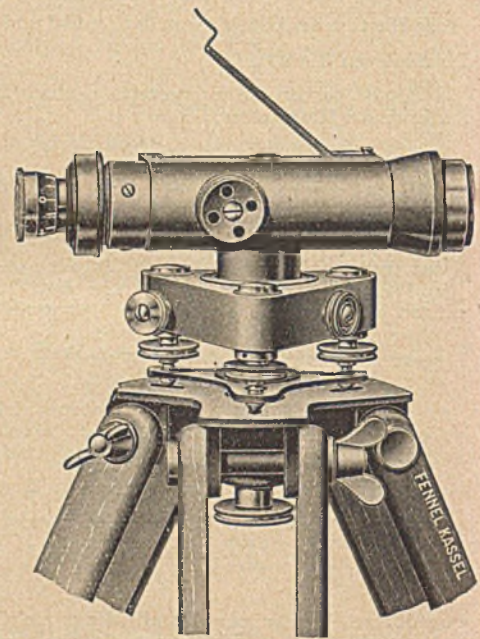
verstopfen, in solchem Abstände, daß das Wasser davor beim Sprengen wie fester Fels wirkte, schuf rasch wirkendes (60% iges) Dynamit die gewünschte Verbindung in befriedigender Weise. (Nach Engineering News-Record vom 22. Juli 1926, S. 152 mit 3 Zeichn.) N.

Ein neues Nivellierinstrument.

Dem allgemeinen Wunsche nach einem kleinen handlichen und doch für die meisten Arbeiten des Bauingenieurs ausreichenden und genügend zuverlässigen Nivellierinstrument Rechnung tragend, bringt die Firma Otto Fennel Söhne, Werkstätten für Geodätische Instrumente, Kassel, seit kurzem ein kleines Instrument auf den Markt, das nachstehend kurz beschrieben werden soll.

Das wasser- und staubdicht geschlossene Fernrohr und die Nivellierlibelle sind im Interesse einer möglichst gedrungene Instrumentenform in ein geschlossenes Gehäuse gelegt, in das Achse und Buchse mitteln hineinragen. Auf der Buchse ist eine kleine Dosenlibelle befestigt. Der Dreifuß ist so geformt, daß er gleichzeitig als Einkapselung für Klemmhebel und Feinbewegungsschraube dient, wodurch für diese Teile ein guter Staubschutz erreicht ist.

Die Länge des Fernrohres beträgt 14 cm, die Vergrößerung ist eine etwa 13 fache. Die Scharfeinstellung des Zieles erfolgt durch Verschiebung einer im Innern befindlichen Negativlinse mittels eines feinen Triebes, und die Scharfstellung des Fadenzuges durch Drehen des Okulares, an dem sich eine Teilung befindet, die das Wiederfinden der einmal erprobten Einstellung erleichtert. Die Bewegung des Okulares in einem Gewinde macht ein Festsetzen, wie es bei anderen Konstruktionen oft vorkommt, unmöglich. Das Strichkreuz ist auf ein dünnes Glasplättchen photographiert und durch ein zweites Glasplättchen gegen Beschädigungen geschützt. Die Striche sind unterbrochen, um ein Verdecken von Teilen des Lattenbildes zu verhindern und dadurch eine möglichst scharfe Einstellung zu erreichen. Für optische Distanzmessung sind zwei kurze Marken im Verhältnis 1 : 100 angebracht. Die Justierschrauben für das Fadenzug sind durch eine Schutzkappe vor unsachgemäßer Berührung geschützt.



Das Fernrohr gibt ein außerordentlich klares und helles Bild. Der Messungsbereich kann von 1,50 m bis 100 m angenommen werden, wobei noch 1/2 bis 1/4 des Zentimeterfeldes der Latte geschätzt werden kann. Das Aufstellen des Instrumentes wird durch die kleine Dosenlibelle erleichtert, und die Kontrolle des Einspielens der Hauptlibelle erfolgt bequem durch den Spiegel über derselben, ohne daß der Beobachter seinen Standpunkt zu ändern braucht. Die Nivellierlibelle ist auf einer Seite in einer Kugel gelagert und wird am anderen Ende durch eine einzige geschützte liegende Schraube berichtigt.

Die Befestigung des Instrumentes auf dem Stativ erfolgt durch eine unter Federwirkung stehende Zentralschraube, die bei Nichtgebrauch mit wenigen Gewindestangen am Stativkopf festgeschraubt wird. Das zum Instrument gehörige Kästchen ist mit Messingbeschlägen und einem Lederriemen zum Umhängen versehen. Seine äußeren Maße sind 18 x 11 x 9,5 cm.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Instrumentchen durch seine gedrungene Form, seine Unempfindlichkeit gegen Wasser, Staub und rauhe Behandlung und sein geringes Gewicht — es kann bequem in der Aktentasche mitgenommen werden — ein außerordentlich praktisches und zuverlässiges Hilfsmittel für den Bauingenieur, Architekten, Baumeister und Vermessungstechniker darstellt. K. F.

WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Bauunfälle und ihre gerichtliche Klarstellung.

Von cand. iur. Diplom-Ingenieur Hans Schäfer, Düsseldorf.

Oberbaurat Dr.-Ing. Emperger befaßt sich in „Beton und Eisen“ 1927, Heft 6, S. 118 in grundsätzlicher Weise mit den Fragen unseres Strafprozesses und macht dabei zwei Vorschläge, die sich etwa so fassen lassen: 1. Die Sachverständigen sollen bei Beratung des Urteils unmittelbar mitwirken — ob auch bei der Fällung des Spruches, ist unklar. 2. Bei Strafprozessen aus Unglücksfällen bei Bauausführungen soll die Öffentlichkeit von vornherein die Möglichkeit haben, zur Aufklärung nicht nur des Tatbestandes, sondern auch der technisch-wissenschaftlichen Zusammenhänge mitzuwirken.

Was zunächst die Stellungnahme E.'s dem Unternehmertum gegenüber betrifft, so soll hier gegen die Verallgemeinerung Stellung genommen werden, wie sie beispielsweise in dem Satz von E. enthalten ist: „Die Aufrechterhaltung des bisherigen Verfahrens liegt also ausschließlich im Interesse jener Leute, welche die ihnen voraussichtlich winkende Strafflosigkeit zu schätzen wissen. Ihnen zur Seite stehen verhältnismäßig breite Schichten des Unternehmertums, weil es natürlich viel bequemer ist, die Erzeugung und Herstellung des Betons ohne besondere Baukontrolle und ohne Gewährleistung seiner Güte vorzunehmen.“ Es besteht auch gar kein logischer Zusammenhang zwischen der Forderung auf öffentliche Behandlung eines bereits erfolgten Unglücksfalles und der Forderung auf allgemeine Baukontrolle während der Ausführung ohne Rücksicht auf einen Unglücksfall. Der Deutsche Beton-Verein hat in seiner Hauptversammlung bewiesen, daß seine Mitglieder durch freiwillige Unterwerfung unter sachkundige Baukontrolle sicherstellen wollen, daß ihre Ausführungen in jeder Weise erstklassig sind. Aber man kann Anhänger der Baukontrolle sein und trotzdem Gegner des Vorschlages E.'s, nach einem Unglücksfall die Voruntersuchung öffentlich zu betreiben, ohne zu den m. E. verhältnismäßig geringen Unternehmerschichten zu gehören, die darauf ausgehen, auf Kosten der Sicherheit des Bauens mangelhafte Arbeit zu liefern. E. unterscheidet hierbei nicht genügend scharf zwischen der bürgerlich-rechtlichen Gewährleistung des Unternehmers aus dem Werkvertrag und zwischen seinen Pflichten, die sich unter öffentlich-rechtlichen (polizeilichen oder berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütungsvorschriften) und strafrechtlichen Gesichtspunkten ergeben. Bei diesen wieder muß unterschieden werden zwischen den Straftaten, die sich in einer Bedrohung von Leib und Leben von Menschen auswirken (fahrlässige Tötung, fahrlässige Körperverletzung, Verstoß gegen die anerkannten Regeln der Baukunst) und denjenigen Straftaten, die lediglich die Beziehungen zwischen dem Besteller und dem Unternehmer betreffen (z. B. Betrug). Das von E. in der Tonindustrie-Zeitung 1927, S. 347, gegebene Beispiel zeigt klar, daß E. diese Unterscheidung innerhalb der strafrechtlichen Tatbestände nicht macht, und zeigt vor allem weiter, daß E. den Tatbestand des Betruges nicht kennt. Entgegen seiner Meinung ist es eben kein Betrug, wenn jemand gutgläubig behauptet, ein Paar Schuhe seien aus Rindleder gemacht, während sie es tatsächlich nicht sind, denn es fehlt die zum Tatbestand erforderliche „Vorspiegelung falscher oder Entstellung oder Unterdrückung wahrer Tatsachen.“ (§ 263 St.G.B.) Wohl hat aber natürlich in diesem Fall der Käufer einen bürgerlich-rechtlichen Anspruch auf Wandelung oder Minderung des Kaufpreises, weil die Kaufsache eine zugesicherte Eigenschaft nicht besitzt (§§ 459, 462 B.G.B.). Der gegebene Vergleich ist also an sich durchaus unzutreffend. Es wird gar zu oft vergessen, daß man zwar im bürgerlichen Recht auch ohne Verschulden haften kann, daß aber im Strafrecht das Verschulden des Angeklagten ihm nachgewiesen werden muß und daß deshalb Zweifel zugunsten des Angeklagten wirken.

Daß sich diese Zweifel zugunsten eines Angeklagten gerade bei Prozessen über Unglücksfälle bei Bauausführungen so häufig ergeben, daran ist nicht das Recht und nicht der Richter,

darin sind die technischen Sachverständigen schuld. Sobald Sachverständige auftreten, mehren sich die Zweifel, und bei den technischen Fragen meist in besonderem Maße. E. war am Anfang seines Aufsatzes auf dem richtigen Weg: „Das Gericht muß sich natürlicherweise für das Urteil eines der Sachverständigen entscheiden und wird aus dessen Gutachten die ihm richtig erscheinenden Gründe herauslesen. — — — Jeder Sachverständige steht also vor der Aufgabe, aus einer Mehrheit von Möglichkeiten jene zu ermitteln, welche er als die wahrscheinlichste ansieht. Das Vorgehen der Verteidigung eines Angeklagten ist daher verhältnismäßig einfach. Gegenüber dem belastenden Gutachten braucht der Verteidiger nichts anderes zu tun, als das Bild der Schuld durch ein gleichwertiges anderes Gutachten dermaßen zu verwirren, daß der Jurist ebenfalls verwirrt wird.“ E. zieht aber dann die auf der Hand liegenden Folgerungen nicht — wir kommen darauf zurück —, sondern kämpft gegen rechtliche Bestimmungen, obwohl auch bei deren Änderung an dieser Ursache des Übels nichts geändert wird. Die dabei ohne nähere Begründung erhobenen allgemeinen Anwürfe gegen die Rechtspflege halte ich sowohl nach Form und Inhalt für verfehlt.

Wenden wir uns nun zunächst der zweiten von E. erhobenen Forderung zu, weil sie im Strafprozeß chronologisch zuerst kommt. E. verlangt, wenn ich ihn recht verstehe, daß nach einem Bauunfall es jedem, der Lust dazu hat, freistehen soll, Besichtigungen der Baustelle vorzunehmen, Untersuchungen wissenschaftlicher Art anzustellen, sich gutachtlich zu äußern, in die Akten Einsicht zu nehmen. Auch hier werden verschiedene Fragen miteinander verquickt: einmal die Frage der Akteneinsicht mit der Frage der Beweisaufnahme als solcher und innerhalb dieser wieder die Frage der tatsächlichen Feststellung mit ihrer sachverständigen Würdigung und Auswertung. Was bei jedem Vergehen oder Verbrechen in Frage kommt, ist die Mitwirkung der Öffentlichkeit insoweit, als jeder, der etwas von der Straftat weiß, sich als Zeuge melden kann. Dies ist beim Mord nicht anders als beim Bauunfall, entgegen der Meinung von E. Nicht aber kann jeder als Sachverständiger vernommen werden.

Sachverständige können an sich in jedem Stadium des Verfahrens vernommen werden, sowohl während des Ermittlungsverfahrens (siehe § 169 St.P.O.), in der Voruntersuchung (§ 178 St.P.O.), wie auch in der Hauptverhandlung.

Die Auswahl der Sachverständigen erfolgt durch die Staatsanwaltschaft oder den Angeschuldigten (nach Erhebung der öffentlichen Klage) bzw. Angeklagten (nach Eröffnung des Hauptverfahrens) oder durch den Untersuchungsrichter oder durch das erkennende Gericht (§ 244 Absatz III St.P.O.). Das Recht des Angeschuldigten, in der Voruntersuchung Sachverständige herbeizuziehen, ist insbesondere in § 195 St.P.O. geregelt. Nun bestimmt allerdings in den hier in Betracht kommenden Fällen in erster Instanz durchweg das Gericht den Umfang der Beweisaufnahme (§ 245 Absatz II St.P.O.); es wird aber nicht dazu kommen, daß keiner der vom Angeklagten benannten Sachverständigen vernommen wird, wozu ein Gerichtsbeschluß gehören würde (§ 244 II). In der zweiten Instanz steht ihm an sich das Recht zu, Sachverständige zu laden und vernehmen zu lassen (§ 245 I St.P.O.).

Es besteht also für alle Prozeßbeteiligten ausreichend Gelegenheit, Sachverständige heranzuziehen, und alle Prozeßbeteiligten benutzen diese Möglichkeit auch durchweg in recht ausgiebiger Weise. E. glaubt aber anscheinend, daß der Sache gedient würde, wenn sich auch Sachverständige an der Aufklärung des Tatbestandes beteiligen könnten, welche nicht von den Prozeßbeteiligten zugezogen werden. Ich kann dies nicht einsehen. Ich verspreche mir davon nicht nur keinen Erfolg, ich befürchte im Gegenteil eine vollständige Verwirrung der Angelegenheit. Außerdem erscheint mir doch die eine Frage außerordentlich wichtig, wer denn die Kosten für diese Sachverständigen bezahlen soll.

Für ebensowenig berechtigt erachte ich die Forderung, daß solchen „freiwilligen“ Sachverständigen Akteneinsicht gewährt werden soll. Die Voruntersuchung ist grundsätzlich geheim; sogar dem Verteidiger steht die Akteneinsicht erst nach dem Schluß der Voruntersuchung oder, wenn eine solche nicht stattgefunden hat, nach Einreichung der Klageschrift bei dem Gericht zu, wenn ihm die Akteneinsicht nicht ausnahmsweise insoweit gestattet wird, als dies ohne Gefährdung des Untersuchungszweckes geschehen kann (§ 147 Absatz I und II St.P.O.). Der staatliche Strafanspruch verlangt Geheimhaltung der Ergebnisse des Ermittlungsverfahrens und der Voruntersuchung vor dem Beschuldigten bzw. Angeschuldigten. Wie bedenklich eine andere Handhabung des Verfahrens wäre, ist in den letzten Jahren genügend besprochen worden, wenn durch parlamentarische Untersuchungsausschüsse während des Laufes einer Voruntersuchung die gleichen Straftaten zum Gegenstand einer parlamentarischen Untersuchung gemacht wurden; es besteht wohl kein Zweifel darüber, daß dies die Strafuntersuchung aufs äußerste erschweren und den Zweck gefährden muß.

Auch die Besprechung des Vorfalles in der Presse, insbesondere unter Benutzung der durch Akteneinsicht gewonnenen Kenntnisse, vermehrt nur den Wirrwarr der Ansichten, ohne der Sache zu nützen. Zu einer Besprechung des Falles ist nach der rechtskräftigen Entscheidung der Sache Zeit. Ich verweise auch auf die wohlüberlegte Bestimmung in § 17 Reichspressgesetz, wonach die Anklageschrift oder andere amtliche Schriftstücke eines Strafprozesses durch die Presse nicht eher veröffentlicht werden dürfen, als bis dieselben in öffentlicher Verhandlung kundgegeben worden sind oder das Verfahren sein Ende erreicht hat¹⁾. Das Urteil dient zur Erledigung des Einzelfalles; besitzt dieser allgemeine Bedeutung, so ist es Sache der Fachwelt, für allgemeine Verbreitung der sich ergebenden Lehren Sorge zu tragen; die Öffentlichkeit der Verhandlung ermöglicht es Fachleuten und der Fachpresse, anwesend zu sein und die Berichterstattung zu übernehmen.

„Die fachliche Seite der Urteilsentstehung und Urteilsbegründung darf nicht vor einer rechtzeitigen, zweckbewußten Kritik in Schutz genommen werden.“ Dieser Satz enthält m. E. einen Widerspruch. Rechtzeitig im Sinne von E. kann die Kritik nur sein, wenn sie vor der Verkündung des Urteils erfolgt; zu dieser Zeit aber ist der Fachwelt die Urteilsbegründung noch nicht bekannt. Vielleicht aber geht dieser Satz zurück auf die erste Hauptforderung von E., „die Scheidewand niederzureißen, welche heute noch zwischen dem Sachverständigen und dem Richter besteht“, — — „in ähnlicher Weise, wie dies z. B. bei den Schöffengerichten bereits der Fall ist.“ E. will den Zutritt des technischen Fachmanns zu den Beratungen des Richterkollegiums.

Hier aber zeigt sich der Kern des Übels: Nicht der Richter und nicht das Gericht verschulden Fehlsprüche in positiver oder negativer Beziehung. Die Unkenntnis des Gerichts von technischen Dingen ist lediglich Bedingung, nicht Ursache. Ursache ist die Tatsache, daß dem Gericht gewöhnlich Sachverständigengutachten vorliegen, die meist gruppenweise, je nachdem, von welcher Seite die Sachverständigen geladen sind, eine entgegengesetzte Meinung vertreten. Man verschiebt nur das Beweisthema, wenn man ausgerechnet den Richter dafür verantwortlich macht, daß die Sachverständigen verschiedene Meinungen vertreten. Der Richter befindet sich in der bekannten, wenig beneidenswerten Rolle des Esels des Herrn Josef Burridan, dem zwei gleichgroße, gleich wohl-

riechende, gleich schmackhafte Heubündel dargeboten werden und der nun das richtige herausfinden soll. Er mag wählen, welches er will, er wird immer eine Reihe von Kritikern finden, welche das andere Heubündel für das richtige halten. Der Streit, ob der Inhalt der Eisenbetonvorschriften — die keine behördliche, am grünen Tisch ersonnene Verfügung, sondern ein Ergebnis des Zusammenwirkens von Wissenschaft und Praxis darstellen — zu den anerkannten Regeln der Baukunst gehört oder nicht, ist m. E. der klare Beweis für die Richtigkeit des soeben Gesagten. Der neueste Streit um die zu erbauende Kölner Rheinbrücke, der gerade um die Sicherheit, also um eine hier unmittelbar einschlagende Frage, geht, zeigt, daß sogar darüber, ob von vornherein bei einem bestimmten Brückenprojekt die nötige Sicherheit gegeben ist, eine Einigung nicht erzielt werden kann; wieviel weniger im Ernstfall eines Strafprozesses! Weder vor noch nach der Urteilsfällung werden gerade in den umstrittenen Fällen die Sachverständigen einig sein. Dann ist es natürlich scheinbar richtig, von der Unkenntnis des Richters zu sprechen, wenn er nun gerade das falsche Heubündel erwischt. Aber sind nicht die schuld daran, die ihm die verschiedenen Heubündel darbieten? Ich nehme an, daß es dem Techniker nicht besser ergehe, wenn ihm als Richter beispielsweise im Wechselprozeß zwei wohldurchdachte juristische Vorträge einerseits über die Begehungstheorie, andererseits über die Vertragstheorie gehalten würden, und wenn er dann die Entscheidung zu treffen hätte.

Schon aus den erwähnten Gründen kann ich mir aber auch keinen Erfolg versprechen aus der Zuziehung der Sachverständigen zur Urteilsberatung selbst, die ich aber außerdem aus Gründen des Strafverfahrens für unmöglich erachte. Daß es bei den Schöffengerichten bereits der Fall sei, gilt jedenfalls für das deutsche Recht nicht. Die bei Baunfällen in Betracht kommenden Straftaten (§ 222 St.G.B. fahrlässige Tötung, § 230 fahrlässige Körperverletzung, § 330 Handeln wider die allgemein anerkannten Regeln der Baukunst) kommen als Vergehen in 1. Instanz durchweg vor die Amtsgerichte (§ 24 Gerichtsverfassungsgesetz = GVG), und zwar — nach § 25 Abs. I Ziffer 2 Buchst. b, § 28 GVG — vor das Schöffengericht (mit 1 Richter und 2 Schöffen), wenn nicht die Staatsanwaltschaft den Antrag auf Entscheidung durch den Einzelrichter stellt, was sie nur tun soll, wenn zu erwarten ist, daß auf keine schwerere Strafe als Gefängnis von höchstens 1 Jahr, allein oder in Verbindung mit anderen Strafen oder mit Nebenfolgen erkannt werden wird (§ 25 Abs. I Ziff. 2, Buchst. b, Abs. II GVG), oder wenn nicht die Staatsanwaltschaft, weil die Zuziehung eines zweiten Amtsrichters nach Umfang und Bedeutung der Sache notwendig erscheint, dies beantragt, wodurch also die Entscheidung vor dem erweiterten Schöffengericht erfolgt (2 Richter und 2 Schöffen — § 29 GVG). Gegen die Entscheidung des Einzelrichters ist die Berufung an die Kleine Strafkammer (1 Richter, 2 Schöffen, §§ 74, 76 II GVG), gegen die Entscheidung der Schöffengerichte die Berufung an die Große Strafkammer (3 Richter, 2 Schöffen § 74, 76 II GVG) zulässig; Revisionsinstanz ist für die von dem Einzelrichter und dem Schöffengericht in 1. Instanz entschiedenen Strafsachen das Oberlandesgericht (§ 121 Ziff. 1, Buchst. b und c GVG), für die von dem erweiterten Schöffengericht in 1. Instanz entschiedenen Sachen das Reichsgericht (§ 135 GVG).

Wir haben also eine Menge von zur Entscheidung auch der Tatfragen zuständigen Gerichten, welche mit 2 Schöffen neben einem oder mehreren — 1 oder 2 oder 3 — Richtern besetzt sind. Zu diesen Kollegien sollen nun Sachverständige, und zwar zur Urteilsberatung, herangezogen werden. Dazu stünden an sich zwei Möglichkeiten zur Verfügung: Einmal der Weg, daß die Schöffen entsprechend ausgewählt werden, zum andern der Weg, daß die Sachverständigen zu den Beratungen des Gerichts herangezogen und gehört werden. Welche Besserung der zweite Weg bringen soll, ist mir nicht ersichtlich; der Streit der Sachverständigen, von dem E. selbst spricht, wird dann in dem Beratungszimmer weitertoben, wie er in der öffent-

¹⁾ Ich verweise andererseits auch auf den neuerdings ergangenen Min.-Erl. des Preussischen Min. d. Innern (Min.-Bl. d. inneren Verwaltung 168, B A VII 302), in welchem es heißt: „Allerdings ist die Polizei und besonders die Kriminalpolizei auf ein gutes, vertrauensvolles Einvernehmen mit der Presse angewiesen. Sie soll daher mit ihr enge Verbindung halten und sie bereitwillig mit Nachrichten versehen, und zwar nicht lediglich, um die notwendige Mitwirkung der Bevölkerung bei Nachforschungen anzuregen, sondern unabhängig hiervon auch zu rein publizistischen Zwecken.“

lichen Verhandlung bereits getobt hat. Wir dürfen auch nicht vergessen, daß es sich bei solchen Strafprozessen nicht nur um die technischen Sachverständigen handelt; vielmehr ist häufig auch die Hinzuziehung von medizinischen, psychiatrischen, elektrotechnischen usw. Sachverständigen erforderlich. Soll nun dieses ganze Sachverständigenaufgebot mit dem Streit der Meinungen das Beratungszimmer erfüllen? Und wie ist es mit dem Staatsanwalt und dem Angeklagten? Sie siegen oder unterliegen möglicherweise auf Grund von Ausführungen von Sachverständigen, zu denen sie gar nicht Stellung nehmen konnten! Die Bekundungen der Sachverständigen gehören zur Beweisaufnahme, und sie müssen, wie alle Ergebnisse der Beweisaufnahme, der Anklagebehörde und dem Angeklagten bekannt werden, damit diese Stellung nehmen können.

Damit ist aber auch über den ersten Weg das Urteil gefällt, die Schöffen entsprechend auszuwählen: Welche von den Sachverständigen sollen denn nun Schöffen sein? Und noch ein rechtspolitischer Grund, der diesen Weg von vornherein unmöglich macht: Nachdem die Schöffen als solche für 1 Jahr gewählt sind, werden sie von vornherein auf die ordentlichen Sitzungen des Schöffengerichts, welche ebenfalls für das ganze Jahr im voraus festgestellt werden, verteilt; die Reihenfolge wird durch Auslosung in öffentlicher Sitzung bestimmt (§ 45 GVG). „Eine Änderung in der bestimmten Reihenfolge kann auf übereinstimmenden Antrag der beteiligten Schöffen von dem Amtsrichter bewilligt werden, sofern die in den betreffenden Sitzungen zu verhandelnden Sachen noch nicht bestimmt sind. Der Antrag und die Bewilligung sind aktenkundig zu machen“ (§ 47 GVG). Für die Schöffen an den Landgerichten gelten die gleichen Bestimmungen (§ 77 GVG). Die Zuteilung der Sachen an den Einzelrichter erfolgt nach ebenfalls im voraus festgelegten sachlichen oder alphabetischen Gruppen. Was geht daraus hervor? Die Schöffen müssen bestimmt sein ohne Rücksicht auf die anstehenden Sachen, damit keinerlei Möglichkeit gegeben ist, den Ausgang des Strafverfahrens durch Auswahl der Schöffen zu beeinflussen. Daß diese Regelung einen unentbehrlichen Grundpfeiler der Unabhängigkeit unserer Rechtspflege darstellt, braucht nicht weiter erläutert zu werden.

Damit und mit der unbedingten Sicherstellung, daß der Angeklagte nur auf Grund des in der öffentlichen Verhandlung vorgebrachten Beweismaterials verurteilt werden darf, ist die unmittelbare Mitwirkung der Sachverständigen bei der Urteilsberatung in jeglicher Form ausgeschlossen. Ich halte aus den oben dargelegten Gründen aber auch kein Bedürfnis für gegeben, weil keine Besserung zu erwarten ist.

Die Besserung muß in anderem bestehen: Einmal in einer sorgfältigen Auswahl der Sachverständigen in technischer und in persönlicher Beziehung (wenn erforderlich, Bestellung von Sachverständigen unmittelbar durch das Gericht), zum andern in einer Selbstzucht der Sachverständigen in dem Bewußtsein, daß sie weder dazu bestimmt sind, einen Angeklagten zu überführen, noch ihn freizubekommen, sondern daß sie Diener der Wahrheit sein sollen, daß sie das Ansehen der Technik vor dem Gericht verkörpern und daß dieses Ansehen durch einander auf das krasseste widersprechende Gutachten auf das schwerste gefährdet wird.

Aber diese Besserung hilft nur im Strafverfahren, wenn das Unglück geschehen ist. Wir brauchen mehr: Das Bauunternehmertum selbst — und ich sage hier: in seiner überwiegenden Mehrheit — ist von dem festen Willen beseelt, die übernommenen Bauten so auszuführen, daß sie sowohl in bürgerlich-rechtlicher Beziehung, in bezug auf Güte der Ausführung, wie auch in Beziehung auf Bauunfallverhütung und Verhütung der Gefährdung der Mitmenschen allen Anforderungen gerecht werden. Wer die Einsicht noch nicht hat, muß überzeugt, im Notfall durch Strafe zur Einsicht und Umkehr gezwungen werden. Die Kosten der Bauunfälle sind letzten Endes über die Berufsunfallversicherung oder die Haftpflichtversicherung hinweg durch das Gewerbe selbst zu tragen, und es ist für Schäden an Nichtbetriebszugehörigen beachtenswert, daß schon verschiedentlich in der juristischen Literatur die Frage erörtert wurde, ob nicht die volle Vergütung von Haftpflichtschäden gesetzlich ausgeschlossen werden solle. Aber es sind bei dem überwiegenden Teile des Baugewerbes letzten Endes nicht materielle Erwägungen, die ihre Entschlüsse tragen; das Pflichtbewußtsein, auf das Leben ihrer Mitarbeiter und Mitmenschen zu achten, ihr Streben, das Ansehen ihrer Unternehmungen zu wahren und zu mehren, ihr Stolz, musterhafte Arbeiten zu leisten, leitet sie in ihrem Arbeiten. Der Beschluß des Deutschen Beton-Vereins, der eine freiwillige Selbstkontrolle seiner Mitglieder schafft, ist ein verheißungsvoller Anfang. Er verlangt andererseits bei den Bauherren die Erkenntnis, daß musterhafte Arbeit zu in öffentlichen Wettbewerben unter die Selbstkosten gedrückten Schleuderpreisen nicht geleistet werden kann und daß die Vergebung von Bauten zu solchen Preisen moralische Mitschuld bedeutet. Aus dieser Erkenntnis der Bauherren und aus dem so gestützten Streben des Unternehmertums nach technischen Höchstleistungen in Art und Güte wird Besserung auch auf dem hier behandelten Gebiete kommen.

PATENTBERICHT.

Wegen der Vorbemerkung (Erläuterung der nachstehenden Angaben) s. Heft 2 vom 8. Januar 1927, S. 37.

A. Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 17 vom 28. April 1927.

- Kl. 35 b, Gr. 3. F 58 176. Francke Werke Aktiengesellschaft, Bremen, Am Seefeld 20. Wippkran. 26. II. 25.
Kl. 42 a, Gr. 9. F 58 403. Gustav Faber, Krakau, Polen; Vertr.: Dipl.-Ing. A. Kuhn, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Tuschgefäß. 25. III. 25.
Kl. 42 c, Gr. 2. K 99 740. Bruno Knittel, Dresden, Hassestr. 1. Zusammenklappbarer Stativfuß. 3. VII. 26.
Kl. 80 a, Gr. 7. R 64 177. Franz Raß, Altenessen. Vorrichtung zum Umschalten der Drehrichtung von Mischtrommeln sowie zur Regelung der Flüssigkeitszufuhr zum Mischgut. 28. IV. 25.
Kl. 80 a, Gr. 14. H 100 710. Paul Hörstel, Klein-Rossau, Altmark. Betonhohlsteinstampfmaschine mit einsetzbaren Kernen. 21. II. 25.
Kl. 81 c, Gr. 114. M 93 764. Maschinenfabrik Buckau Akt.-Ges. zu Magdeburg, Magdeburg-Buckau. Eimerkette für Bagger zur Aufnahme von losem Schüttgut. 19. III. 26.
Kl. 84 b, Gr. 1. B 124 258. Dr.-Ing. Emil Burkhardt, Stuttgart, Landhausstr. 95. Kammerschleuse mit Vorkammer zur Vernichtung der lebendigen Kraft des am Kammerschleusenoberhaupt einfließenden Wassers; Zus. z. Ann. B 119 049. 20. II. 26.

- Kl. 84 b, Gr. 2. D 47 820. Demag Akt.-Ges., Duisburg. Sicherheitsvorrichtung für Schiffs- oder sonstige Lasthebwerke mit Spindelantrieb und durch Gegengewichte ausgeglichener Last. 21. IV. 25.
Kl. 85 b, Gr. 3. R 68 782. Robert Reichling & Co., Kom.-Ges., Königshof-Krefeld. Vorrichtung zum Zuteilen von Kalkwasser zu Rohwasser bei Wasserreinigungsanlagen. 20. IX. 26.

B. Erteilte Patente.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 17 vom 28. April 1927.

- Kl. 20 i, Gr. 18. 444 129. Samuel Anton Sölling, Aarhus, Skanspalac, Dänemark; Vertr.: Dr.-Ing. A. Demeter, Pat.-Anw., Berlin SW 68. Beleuchtungsvorrichtung für Eisenbahnschranken und ähnliche Vorrichtungen. 6. IX. 24. S 66 991. Dänemark 7. IX. 23.
Kl. 20 i, Gr. 32. 441 130. Jakob Bouillon, Köln, Unter Kahlenhausen 31—33. Radtaster für Signalübermittlung. 19. VI. 26. B 126 086.
Kl. 20 i, Gr. 45. 443 328. Gebrüder Baumann, Amberg. Witterungsbeständiger Richtpfahl mit Metallkern für Eisenbahnweichen. 24. X. 25. B 122 354.
Kl. 35 a, Gr. 9. 444 143. August Christian, Uftort b. Mörs. Vorrichtung zur Regelung des Ablaufes von Förderwagen; Zus. z. Pat. 371 372. 23. V. 26. C 38 291.

- Kl. 35 a, Gr. 16. 444 144. Georg Schönfeld, Berlin-Lichterfelde, Grabenstr. 10. Auslösevorrichtung für Fangvorrichtungen. 29. XI. 25. Sch 76 198.
- Kl. 35 b, Gr. 1. 444 145. Ardetwerke G. m. b. H., Eberswalde, Mark. Schaufelkran. 26. XI. 24. A 43 601.
- Kl. 35 b, Gr. 3. 444 146. Demag Akt.-Ges., Duisburg. Drehkran mit Ausgleichsbunker. 7. I. 25. M 87 843.
- Kl. 35 b, Gr. 3. 444 147. Alfred Simon, Marienau, Post Medernich. Auslegerkran. 2. V. 25. S 69 861.
- Kl. 37 b, Gr. 1. 444 341. Hans Zomak, Berlin, Martin-Luther-Straße 80. Mehrteiliger Füllkörper für Kreuzrippendecken. 4. IV. 25. Z 15 212.
- Kl. 37 d, Gr. 32. 444 149. Torkret G. m. b. H., Berlin W 9, Potsdamer Str. 13. Reibebrett zum Abziehen von Putzflächen. 26. VIII. 25. T 30 755.
- Kl. 37 f, Gr. 7. 444 216. Dr.-Ing. Karl Reese, Leipzig, Zittauer Straße 4 u. Gerhard Schmücking, Essen, Kurfürstenstr. 28. Verfahren zum selbsttätigen Sichern von Bauwerken gegen Bodensenkungen. 18. VII. 24. Sch 71 034.
- Kl. 80 b, Gr. 1. 444 256. Martin Harnisch, Görlitz, Birkenbüschchenstraße 1069 b. Kunststeinmasse und Verfahren zu ihrer Herstellung. 15. V. 26. H 106 535.

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

10 Rechentafeln für den Eisenbetonbau. Nach Dipl.-Ing. W. Prager u. R. Kappus, Darmstadt. N. B. W.-Verlag, Ulm-Geislingen Stge. Versandstelle: Geislingen, Württemberg, Hauptstraße 9. Preis RM 5.—.

Aus den vorliegenden 10 Nomogrammen für den Eisenbetonbau können durch eine einzige Lage der Ablesegeraden, die über die parallel zueinander liegenden Skalen h , σ_b , $\frac{M}{b}$, $\frac{F_e}{b}$ und x bei festliegendem σ_e gelegt wird, die gesuchten Größen aus zwei gegebenen Größen sofort abgelesen werden.

Der Vorteil, der dadurch dem entwerfenden Eisenbetoningenieur entsteht, ist offensichtlich: bei geringstem Zeitaufwand kann sicher und ohne zeitraubende Rechenschieberstellungen und unnötige Kopfarbeit dimensioniert bzw. aus gegebenen Abmessungen σ_b und x abgelesen werden.

Tafel 1: behandelt Säulen mit mittlerer Last. Die zulässigen maximalen Spannungen σ_b richten sich wie in allen übrigen Tafeln nach den neuen E. B.-Bestimmungen vom September 1925.

Tafel 2 und 3: einfach bewehrter Rechteckquerschnitt bei $\sigma_e = 1200$ bzw. 1000 kg/cm^2 .

Tafel 4: Plattenbalken bei $\sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2$. Diese Tafel ist erweiterungsbedürftig, und zwar derart, daß auch F_e abgelesen werden kann. Hier ist F_e aus $\frac{M}{\sigma_e \left(h - \frac{d}{2} \right)}$ zu errechnen.

Tafel 5 und 6: Doppelt bewehrte Unterzüge bei $\sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2$ bei $F_e' = F_e$ bzw. $F_e' = \frac{1}{2} F_e$.

Tafel 7 und 8: Doppelt bewehrte Platten mit $\sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2$ bei $F_e' = F_e$ bzw. $F_e' = \frac{1}{2} F_e$.

Tafel 9 und 10: Doppelt bewehrte Platten mit $\sigma_e = 1000 \text{ kg/cm}^2$ bei $F_e' = F_e$ bzw. $F_e' = \frac{1}{2} F_e$.

Wegen ihrer einfachen Handhabung und übersichtlichen Anordnung sind diese Nomogramme sehr zu empfehlen, besonders, da sie die ohnehin reichlich kostbare Zeit fordernde Entwurfsarbeit auf ein Minimum reduzieren. H. L.

Die Wasserwirtschaft Deutschlands und ihre neuen Aufgaben. Band III. Stand von 1925. Herausgegeben von Geh. Baurat Dr.-Ing. e. h. Soldan. Reimar Hobbing, Berlin 1925.

Der erste Teil dieses großen Werkes bringt eine Reihe von Abhandlungen zu wesentlichen Fragen der deutschen Wasserwirtschaft. Die Mehrzahl dieser Aufsätze gilt den Belangen der Binnenschifffahrt, so die sehr wertvolle Übersicht über das deutsche Wasserstraßennetz von Barthe, die zeitgemäßen Ausführungen Prietztes über Schiffsfahrtskosten und die von Oppermann über Schifffahrtsrecht und Wehrmanns über die Organisation der Wasserstraßenverwaltung. Eine andere Gruppe dieser Richtung, die nach den behandelten Gegenständen auch wieder enger zusammengehört, wird von den Abhandlungen Teuberts über den Binnenschiffahrtsbetrieb in Deutschland, Hoebels über die neueste Entwicklung im Bau von Wasserstraßen und Triers über die Speisung der Schiffahrtskanäle und endlich von Barthe über den Verkehr gebildet. Aus allen diesen über ihre Sonderbereiche voll orientierenden Darstellungen geht nur allzu deutlich der eminente Einfluß hervor, den der Krieg und seine Folgen auf unsere Wirtschaft, im besonderen auf die in Betracht kommenden Zweige derselben geübt haben. Mit Erstaunen muß man feststellen, welche Fülle von Unverstand im Versailler Diktat kondensiert ist: schädigen wollte man uns, geschädigt hat man uns; aber die Gegenseite wird vergeblich warten, daß ihr ein Nutzen daraus erwachse. Wir haben die Zeit und unsere Arbeit für uns.

Ein für sich stehendes Gebiet, welches in wachsendem Maße Bedeutung beansprucht, behandelt Helbig in der Studie über die Entwässerung großer Industriegebiete.

Die übrigen Abhandlungen des ersten Teils gelten dem Wasserkraftwesen. Schmidt gibt eine umfassende Darstellung der Wasserkraftverwertung bei uns, Link behandelt neue Bauweisen für Talsperren und Oesterlin die wirtschaftliche Bedeutung der neuesten

Turbinenkonstruktionen, und zwar in einer so dankenswerten Form, daß auch der Nichtfachmann einen Einblick gewinnen kann.

Der II. Teil bringt Sonderbeschreibungen von Hafenanlagen für Handels- und Industriezwecke unter Berücksichtigung neuer Wasserstraßenpläne, handelt also vielfach von Aufgaben der näheren und fernerer Zukunft und wendet sich in gleichem Maße an das Interesse des Ingenieurs, des Wirtschaftlers und des Wirtschaftsgeographen, welcher letzterem hier reiches Material geliefert wird, dessen Wert durch die zahlreichen Karten, Pläne und sonstigen Beilagen, die dieser Teil bringt, für ihn noch gesteigert ist.

Den III. Teil des umfangreichen Bandes bilden Angaben der Industrie über ihren Betrieb und ihre Erzeugnisse. Die Vereinigung all dieses Materials an einer Stelle wird dem ausführenden Ingenieur nicht nur, sondern auch den leitenden Organen wasserwirtschaftlicher Unternehmungen willkommen sein. Gravelius.

Handbuch des Wasserbaues, von Hubert Engels, Ergänzungsheft zur dritten Auflage. 63 S. m. 27 Abb. Lex. 8°. W. Engelmann, Leipzig 1926. Preis geh. RM 4.—.

Wie auf allen Gebieten technischen Schaffens, so hat auch auf wasserbaulichem und wasserwirtschaftlichem Arbeitsgebiet nach dem Kriege eine derart lebhaft entwickelte Entwicklung eingesetzt, daß Veröffentlichungen größeren Umfanges nur schwer neuzeitlichen Erscheinungen zu folgen vermögen. Es ist deshalb mit Freude zu begrüßen, daß zu dem bekannten Werke von Engels „Handbuch des Wasserbaues“ in einem wohlfeilen Ergänzungsheft einige wichtigste Fortschritte und Erkenntnisse aus den Gebieten der Meteorologie, der Gewässerkunde, des Fluß- und Wehrbaues (versenkbare Walzen), aus dem Talsperrenbau (Gußbetonbauweise, gegliederte Bauweisen), dem Wasserkraftbau, der Schifffahrt, Schiffsschleusen und ihrer Einrichtungen, Kanal- und Hafenanbau nachgetragen werden.

Das Werkchen bedarf sicher keinerlei weiteren Empfehlung, es gehört, wie das Handbuch selbst, zum unentbehrlichen Bücherbestande des Wasserbauingenieurs. Heiser, Dresden.

Technische Vorschriften für Bauleistungen. Din-Taschenbuch 3. Beuth-Verlag, Berlin 1926.

Das Taschenbuch umfaßt den Inhalt der Din-Blätter Nr. 1962 bis 1985. Die Vorschriften sind aufgestellt vom Reichsverdingungsausschuß, der aus Vertretern der Behörden und aller in Betracht kommender privater Verbände zusammengesetzt ist. Die wertvolle Arbeit, die hier von sachkundiger Seite geleistet ist, sollte sich jeder ausschreibende Beamte, überhaupt jede ausschreibende Stelle zunutze machen. Eine Unmenge von strittigen Punkten wird in diesen Vorschriften durch scharfe Definitionen der Begriffe und genaue Abgrenzung der Pflichten an Auftraggeber und Auftragnehmer aus der Welt geschafft. Die Behörden werden nicht verfehlen, die „Vorschriften“ ihren Ausschreibungen zugrunde zu legen. Aber auch Private sollten sich mit ihnen vertraut machen und den großen hier sich bietenden Nutzen wahrnehmen. In allen Ortsgruppen der Industriellenverbände sollte auf diese Vorschriften und auf ihr Erscheinen im Buchhandel hingewiesen werden. Der Preis der 180 Seiten starken Broschüre beträgt nur 2 RM. Kunze.

Ehrungen.

Direktor Erlinghagen Dr.-Ing. ehrenhalber.

Auf Antrag der Fakultät für Bauwesen hat der Senat der Technischen Hochschule in Hannover beschlossen, dem Direktor der Brückenbauanstalt der Fried. Krupp A.-G. in Rheinhausen, Oswald Erlinghagen, in Anerkennung seiner Verdienste um die wissenschaftliche und praktische Förderung des Eisenbaues sowie in Würdigung der von ihm geschaffenen und entworfenen Brückenbauten die Würde eines Dr.-Ing. ehrenhalber zu verleihen.

Wir sprechen dem verdienten und allseitig anerkannten Fachmann zu der Ehrung unsere herzlichsten Glückwünsche aus. Wir freuen uns über die Ehrung um so mehr, als wir darin eine Anerkennung der kühnen, S. 263/271 ds. Jahrgangs näher beschriebenen Entwürfe „Aus einem Guß“ und „Ein Sprung“ erblicken dürfen.