

## HOCHWERTIGE PORTLANDZEMENTE.

### UNTERSUCHUNGEN IM LABORATORIUM UND EIN ANWENDUNGSBEISPIEL.

Von E. Probst, Karlsruhe i. B.

Im September 1924 wurde der Verfasser mit der Durchführung von Untersuchungen über die Verwendung verschiedener hochwertiger Portlandzemente aus einigen süddeutschen Zementfabriken beauftragt.

Es lagen bereits einige wertvolle Ergebnisse von Untersuchungen mit hochwertigem Portlandzement vor, die von Prof. Rühth mit Dyckerhoff hochwertigem Zement, und von Prof. Otzen mit Wickinger hochwertigem Zement.

Bei der vorliegenden Arbeit hatte der Verfasser sich zur Aufgabe gemacht, in systematischer Weise zu untersuchen wo und wie man hochwertigen Portlandzement mit Vorteil gegenüber dem gewöhnlichen Portlandzement anwenden könnte. Es galt hierbei gewisse Fragen zu klären, über die z. T. Vermutungen, z. T. irrige Anschauungen bestanden: in erster Linie die Fragen der Volumenänderungen beim Erhärten (Schwinden und Schwellen) und der Elastizität zu klären.

Das Programm umfaßte Untersuchungen an Zement, Mörtel, Beton und Eisenbeton, die sich auf ein Jahr erstrecken sollten.

Die Untersuchungen an den vier Zementen mit verschiedenen Fabrikmarken, die als P, N, L und W bezeichnet werden sollen, wurden nach 2, 3, 7, 14, 28, 90 und 300 Tagen durchgeführt.

Die Voruntersuchungen umfaßten Normenuntersuchungen mit Festigkeitsprüfungen (Zug- und Druckfestigkeiten).

Zu diesen Voruntersuchungen gehörten neben der Bestimmung der Abbindezeit die Abbindewärme, die gewöhnliche und die bekannte beschleunigte Raumbeständigkeitsprobe außer allen andern Normenproben.

Der zweite Teil, die Hauptuntersuchungen, wurde an zwei Mischungen ausgeführt.

Das Mischungsverhältnis 1 Raumteil Zement zu 5 Raumteilen Kiessand oder im Mittel 250 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand, wie er hauptsächlich bei Eisenbeton Verwendung findet. Dementsprechend wurde der Wasserzusatz durch Vorversuche mit einem Wasserzementfaktor von 0,68 bis 0,75 (gleich 14,5 Volumenprozent des Trockengemisches) so bestimmt, daß ein plastischer, für Eisenbeton gut verarbeitbarer Beton erzielt wurde.

Konsistenzproben mit Hilfe des Fließtisches dienten beim Betonieren zur Kontrolle der Gleichmäßigkeit der Konsistenz und damit der Zusammensetzung des Gemisches.

Der Erfolg dieser Maßregeln zeigte sich in der Folge darin, daß die Einzelwerte der Versuchsergebnisse stets gut beisammen lagen, und daß Vergleiche zwischen verschiedenen Zementen möglich wurden.

Neben der plastischen Mischung 1:5 wurde das Verhalten des Betons bei gestampften Körpern im Mischungsverhältnis 1:12 mit einem WZF von 0,9 bis 0,99 (gleich 9 Volumenprozent Wasser) studiert.

Grundsätzlich wurde jede Mischung (etwa 90 l) zwei Minuten trocken und zwei Minuten naß in der Maschine gemischt.

Als Zuschlagmaterial wurde guter, von lehmigen Bestandteilen freier Rheingrubensand und Kies aus dem Rhein bei Maxau verwendet. Um für die zahlreichen Versuchskörper möglichst gleiche Zusammensetzung zu gewährleisten, wurde sämtlicher Kies und Sand gedarrt und durch Aussieben in fünf

Kornstufen zerlegt. Vor der Verarbeitung wurde das Zuschlagsmaterial durch Abwiegen aus diesen Komponenten so zusammengesetzt, daß es folgende Korngrößen enthielt: 0–1 mm 19%, 1–3 mm 15%, 3–8 mm 15,5%, 8–15 mm 24%, 15–25 mm 26,5%. Das Raumgewicht des Gemisches wurde zu 2 kg/l bestimmt und konnte als praktisch frei von Eigenfeuchtigkeit betrachtet werden.

So waren die Voraussetzungen für die Herstellung eines vollkommen gleichartigen Betonmaterials gegeben und damit eine Vergleichsmöglichkeit zwischen verschiedenen Zementen geschaffen.

Im einzelnen wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

1. Prüfung der Druckfestigkeiten an je drei Würfeln von 20 cm Kantenlänge nach 2, 3, 7, 14, 28, 90 und 300 Tagen,
2. Prüfung der Biegunzugfestigkeit an Balken 15 × 8 × 8 cm (Termine wie vor),
3. Prüfung des Verlaufs der Ribbildungen, Bestimmung der Biegunzdruckfestigkeit und der Bruchlasten an Eisenbetonbalken (Termine wie vor, nur für das Mischungsverhältnis 1:5),
4. Elastizitätsmessungen zur Ermittlung der Elastizitätszahlen an je zwei Prismen (Termine wie vor),
5. Messung der Volumenänderungen bei Luft- und Wasserlagerung (Schwinden und Schwellen) an je zwei Prismen nach 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 28, 90, 180 und 300 Tagen.

Über die Form, Herstellung und Lagerung der Probekörper sowie die Prüfungsmethoden ist folgendes mitzuteilen:

Die Herstellung erfolgte während des Winters, dessen Temperatur während des Betonierens etwa 7–10° betrug.

Nach 24 Stunden wurden die Körper ausgeschalt und blieben einen weiteren Tag auf den Schalböden. Dann wurden sie heruntergenommen und unter feuchten Säcken bis zur Prüfung im Herstellungsraum gelagert.

Für die Herstellung der Würfel von 20 cm Kantenlänge und der Prismen für die Schwinduntersuchung mit den Abmessungen 12 × 12 × 50 cm wurden eiserne Formen auf gut geölten Fußböden benutzt. Für die Herstellung der übrigen Versuchskörper dienten geölte Holzschalungen.

Die Prüfung der Würfelzugfestigkeit  $K_d$  erfolgte in der üblichen Weise im Mittel aus je drei Versuchen an jedem Prüfungstermine.

Zur Feststellung der Biegunzugfestigkeit diente die in Abb. 1a dargestellte Versuchsanordnung. Die Betonbalken mit den Abmessungen 8 × 15 × 80 cm wurden bei einer Spannweite  $l = 0,60$  m durch eine Einzellast in der Mitte belastet. Aus der Bruchlast wurde die Biegunzugfestigkeit

$$K_{bz} = \frac{Pl}{bh^2} = \frac{P}{20}$$

berechnet, im Mittel aus je drei Versuchen für jeden Prüfungstermin.

Die Elastizitätsmessungen wurden mit Hilfe Martenscher Spiegelapparate an Prismen 30 × 10 × 10 vorgenommen,



deren Druckflächen vor dem Versuch durch Abgleichen genau eben und parallel gemacht waren. Die einzelnen Laststufen wurden so lange wiederholt, bis die federnden Längenänderungen konstant blieben. Zum Schluß wurde durch Zerdrücken des Körpers seine Bruchfestigkeit  $K_p$  (Prismenfestigkeit) ermittelt.

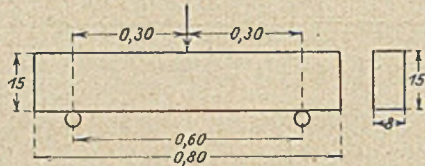


Abb. 1 a.

Die Eisenbetonbalken wurden in einer Länge von 2,20 m und einem Querschnitt von  $12 \times 18$  cm hergestellt und waren mit  $1 \text{ } \varnothing 22 \text{ mm} + 2 \text{ } \varnothing 20 \text{ mm}$  bewehrt nach Abb. 1 b.

Die Bewehrung wurde so stark bemessen, damit auch bei älterem Beton der Bruch durch Überwindung der Biegedruckfestigkeit erfolgen mußte.

Die Belastung erfolgte durch zwei zur Mitte symmetrisch angeordnete Einzellasten im gegenseitigen Abstande von 0,50 m. Innerhalb dieser Strecke mit gleichbleibenden Momenten wurden mit Hilfe Bachscher Längenänderungsmesser die Längenänderungszunahmen in der oberen Randfaser gemessen und mit Hilfe der Ergebnisse der Elastizitätsmessungen die

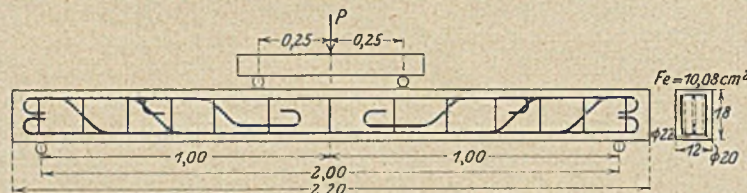


Abb. 1 b.

größten Druckspannungen im Querschnitt ermittelt. Auf diese Weise war es bei dem vom Verfasser wiederholt angewendeten Verfahren möglich, die größten Druckspannungen im Beton und die der Bruchbelastung entsprechende Biegedruckfestigkeit  $K_{bd}$  ohne Zuhilfenahme irgendeines Berechnungsverfahrens direkt aus den Messungen abzuleiten.

Ferner wurde das Auftreten und der Verlauf der Zug- und Schrägrisse beobachtet.

Das Verhalten des Betons hinsichtlich Schwindens und Schwellens wurde an den oben erwähnten Prismen untersucht, in deren Stirnseite messingene Bolzen mit stumpfer Spitze einbetoniert waren (siehe Abb. 1 c).

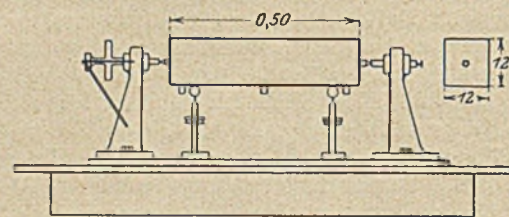


Abb. 1 c.

Von den Körpern lagerten nach ihrer Ausschalung je zwei in der Luft und je zwei im Wasser in einem Raum mit der konstanten Temperatur von  $18^\circ \text{C}$  und gleichbleibender Feuchtigkeit. In diesem Raum fanden auch die Messungen statt, so daß die Einflüsse der Temperatur und der Feuchtigkeit ausgeschaltet waren. (Näheres über das in meinem Institut eingeführte Verfahren siehe Doktorarbeit Hummel, Auszug im Bauingenieur 1923.)

Im Anschluß an die vorstehend mitgeteilten Untersuchungen wurden parallel einige ergänzende Untersuchungen ausgeführt unter Berücksichtigung von verschiedenen Betonmischungen, und bei einer Reihe unter gleichzeitiger Verwendung von hochwertigem Eisen.

Mit Rücksicht darauf, daß in der Praxis beobachtet wurde, daß hochwertige Zemente bei niedrigeren Temperaturen langsamer abbinden, wurden mit der Marke „N“ Kälteversuche vorgenommen. Einige Normkörper wurden vor oder während des Abbindeprozesses während 24 Stunden der Kälte von  $-3^\circ \text{C}$  ausgesetzt, während weiterer 24 Stunden an der Luft (Zimmer-

temperatur) und schließlich im Wasser gelagert. Zum Vergleich dienten normenmäßig hergestellte Körper. Die Festigkeitsprüfung bei den so gelagerten Proben erfolgte nach 3 und 7 Tagen.

**A. Zusammenstellung der Ergebnisse der Untersuchungen.**

**I. Voruntersuchungen.**

Bei der folgenden Besprechung der Ergebnisse der Untersuchungen mit den vier verschiedenen Portlandzementen sei zunächst vorausgeschickt, daß der zum Vergleich untersuchte gewöhnliche Portlandzement Marke „P“ in seinen Eigenschaften bis zu einem gewissen Grade sich den hochwertigen Zementen nähert.

Bei der Zusammenfassung sind die Gesichtspunkte, unter denen die Wertigkeit der Zemente zu beurteilen ist, berücksichtigt: die Raschheit der Erhärtung und die Festigkeitszunahme mit dem Alter.

Im einzelnen haben die Untersuchungen folgendes ergeben:

**1. Das Abbinden und die Abbindetemperaturen.**

**Zusammenstellung 1.**

| Zementart | Beginn des Abbindens | Ende des Abbindens | Abbinde-temperatur  |
|-----------|----------------------|--------------------|---------------------|
| N         | 4 Stunden 45 Min.    | 9 Stunden 15 Min.  | $50^\circ \text{C}$ |
| L         | 2 „ 30 „             | 7 „ 10 „           | $50^\circ \text{C}$ |
| P         | 4 „ 40 „             | 9 „ 10 „           | $30^\circ \text{C}$ |
| W         | 2 „ 25 „             | 8 „ 45 „           | —                   |

Wir ersehen aus vorstehender Zusammenstellung, daß in der Abbindezeit nennenswerte Unterschiede nicht festzustellen sind, daß dagegen die Abbindewärme verschiedene Grade erreicht. Je hochwertiger der Zement ist, desto höher ist die Abbinde-temperatur.

**2. Über Raumbeständigkeit, Mahlfeinheit, Raumgewicht, spezifisches Gewicht und Wasseranspruch.**

Alle Zemente haben sowohl die gewöhnliche 28-Tage-Raumbeständigkeitsprobe bei Luft- und Wasserlagerung als auch die beschleunigte Raumbeständigkeitsprobe (Kochprobe nach Michaelis) bestanden.

Bezüglich der Mahlfeinheit, des Raumgewichts und des spezifischen Gewichts sei folgende Zusammenstellung aufgeführt:

| Zementart | Mahlfeinheit Rückstand a. d. 900-   4900-Maschen-Sieb |            | Raumgewicht |            | Spezifisches Gewicht im Anlieferungs-zustande | Wasseranspruch auf 100 g Zement |
|-----------|---|------------|-------------|------------|---|---------------------------------|
|           | eingesiebt  | eingesiebt | eingesiebt  | eingesiebt |   |                                 |
| N         | 0,165 %   | 0,75 %     | 960 g       | 1487 g     | 3,05  | 27 g                            |
| L         | 0,25 %  | 5,3 %      | 906 g       | 1492 g     | 3,03  | 27 g                            |
| W         | 0,54 %  | 3,45 %     | 963 g       | 1618 g     | 3,06  | 28 g                            |
| P         | 1,15 %  | 12,8 %     | 1086 g      | 1680 g     | 3,02  | 26 g                            |

Wesentliche Unterschiede sind bei der Mahlfeinheit festzustellen, die mit der Hochwertigkeit der Zemente zunimmt.

**3. Einfluß niedriger Temperaturen beim Abbinden auf die rasche Erhärtung.**

Nach den einleitend beschriebenen Untersuchungen wurden für die Marke „N“ Kälteuntersuchungen ausgeführt, deren Ergebnisse in folgender Zusammenstellung ersichtlich sind:



Zusammenstellung 2.

| Mittelwerte von Festigkeiten in kg/cm <sup>2</sup>         |              |      |              |      |
|--|--------------|------|--------------|------|
|  | nach 3 Tagen |      | nach 7 Tagen |      |
|  | Druck        | Zug  | Druck        | Zug  |
| Normenmäßig hergestellte Körper . . . . .                  | 254          | 35,1 | 422          | 38,2 |
| 3 Stunden nach der Herstellung der Kälte ausgesetzt        | 286          | 32,5 | 454,5        | 35,5 |
| 2 „ „ dgl. . . . .   | 259          | 27,5 | 442          | 38,5 |
| 1 Stunde dgl. . . . .                                      | 299          | 24,2 | 428          | 35   |
| sofort nach der Herstellung der Kälte ausgesetzt . . . . . | 240          | 28,9 | 444,5        | 36,8 |

Wir ersehen aus diesen Ergebnissen, daß das langsamere Abbinden bei niedrigeren Temperaturen auf die rasche Erhärtung keinen nennenswerten Einfluß hat. Besonders bei den Dreitage-Festigkeiten zeigt sich dies, wobei nur zu beachten ist, daß eine kleine unwesentliche Verringerung in der Festigkeit bei denjenigen Körpern festzustellen ist, die sofort der Kälte ausgesetzt wurden.

Die Ergebnisse der Untersuchung der Normenfestigkeit sollen zusammen mit denjenigen von Beton besprochen werden.

II. Hauptuntersuchungen.

1. Die Festigkeiten von Mörtel und Beton.

Die Zug- und Druckfestigkeiten für die Zementnormenkörper sind in Zusammenstellung 3 enthalten.

Zusammenstellung 3.

| nach Tagen | Normenfestigkeiten |      |                    |      |                    |      |                    |      |
|------------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
|            | Marke „N“          |      | Marke „L“          |      | Marke „W“          |      | Marke „P“          |      |
|            | Druck              | Zug  | Druck              | Zug  | Druck              | Zug  | Druck              | Zug  |
|            | kg/cm <sup>2</sup> |      | kg/cm <sup>2</sup> |      | kg/cm <sup>2</sup> |      | kg/cm <sup>2</sup> |      |
| 3          | 349                | 28,6 | 301                | 30,8 | 280                | 23,4 | 218                | 25,6 |
| 7          | 459                | 35,7 | 441                | 32,4 | 411                | 26,7 | 345                | 26,1 |
| 14         | 601                | 44,0 | 526                | 39,6 | 544                | 46,4 | 462                | 32,8 |
| 28         | 651                | 45,6 | 616                | 44,7 | 576                | 47,7 | 508                | 41,9 |
| 90         | 677                | 48,6 | 616                | 42,1 | 621                | 45,4 | 523                | 40,2 |
| 300        | 655                | 45,5 | 586                | 35,2 | 538                | 39,1 | 470                | 33,8 |

Wir ersehen daraus, daß die vier Zementarten nach den neuen amtlichen Bestimmungen für Eisenbeton in ihrer Wertigkeit verschieden zu beurteilen sind. Danach wird für hochwertigen Zement nach drei Tagen eine Druckfestigkeit von 250 kg/cm<sup>2</sup> verlangt und eine Zugfestigkeit von 25 kg/cm<sup>2</sup>. Sonach wären die mit „N“ und „L“ bezeichneten Marken nach den neuen Bestimmungen als hochwertig anzusprechen, während bei den beiden anderen Marken in dem einen Fall die Druckfestigkeit und in dem anderen Fall die Zugfestigkeit den Normen für hochwertigen Zement entspricht.

Die amtlichen Bestimmungen verlangen ferner, daß nach 28 Tagen kombinierter Lagerung die Druckfestigkeit 450 kg/cm<sup>2</sup> und die Zugfestigkeit 35 kg/cm<sup>2</sup> betragen. Darnach wären alle vier Zemente nach den Ergebnissen der Normenfestigkeitsuntersuchungen als hochwertig anzusprechen.

Die Zusammensetzung des Betons:

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß der Beton mit Hilfe des Fließtisches in gleicher Konsistenz für die verschiedenen Zementarten hergestellt wurde. Daraus ergaben sich nachfolgende Zusammensetzungen:

Marke „N“

1:5 in Raumteilen = 260 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 273 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 14,5 Volumenprozent Wasser = Wasserzementfaktor 0,68 (in der Folge mit WZF bezeichnet),

1:6 in Raumteilen = 216 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 234 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 14,5 Volumenprozent Wasser = WZF 0,78,

1:8 in Raumteilen = 163 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 180 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 15 Volumenprozent Wasser = WZF 1,04,

1:10 in Raumteilen = 130 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 144 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 10 Volumenprozent Wasser = WZF 0,85,

1:12 in Raumteilen = 108 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 122 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 9 Volumenprozent Wasser = WZF 0,9

Marke „L“

1:5 in Raumteilen = 236 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 248 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 14,5 Volumenprozent Wasser = WZF 0,75,

1:12 in Raumteilen = 98 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 110 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 9 Volumenprozent Wasser = WZF 0,99.

Marke „W“

1:5 in Raumteilen = 246 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 255 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 14,5 Volumenprozent Wasser = WZF 0,706,

1:12 in Raumteilen = 102 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 115 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 9 Volumenprozent Wasser = WZF 0,950.

Marke „P“

1:5 in Raumteilen = 260 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 273 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 14,5 Volumenprozent Wasser = WZF 0,68,

1:12 in Raumteilen = 138 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kiessand = 122 „ „ „ 1 „ fertigen Beton + 9 Volumenprozent Wasser = WZF 0,90.

Die Beton- und Eisenbetonkörper wurden in den ersten 28 Tagen naß gehalten, in der folgenden Zeit trocken gelagert, um baumäßige Verhältnisse zu schaffen.

Der Einfluß der Betonkomponenten und der verschiedenen Zementmarken auf die notwendigen Zementmengen sei durch nachfolgende aus den Untersuchungen sich ergebenden Zahlen belegt:

Zusammenstellung 4 a.

Würfeldruckfestigkeiten

Betonmischungsverhältnis 1 : 5 in Raumteilen:

Marke „N“ = 273 kg/m<sup>3</sup> fertigen Beton; WZF = 0,68,  
 „ „L“ = 248 „ „ „ „ WZF = 0,75,  
 „ „W“ = 255 „ „ „ „ WZF = 0,706,  
 „ „P“ = 273 „ „ „ „ WZF = 0,68.

| nach Tagen | Marke „N“<br>Druck<br>kg/cm <sup>2</sup> | Marke „L“<br>Druck<br>kg/cm <sup>2</sup> | Marke „W“<br>Druck<br>kg/cm <sup>2</sup> | Marke „P“<br>Druck<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|------------|--|--|--|--|
| 2          | 67,9                                     | 27,8                                     | 29,4                                     | 35,5                                     |
| 3          | 93,3                                     | 69,5                                     | 29,4                                     | 58,2                                     |
| 7          | 185,3                                    | 134,0                                    | 128,8                                    | 110,4                                    |
| 14         | 223,3                                    | 192,7                                    | 201,8                                    | 168,8                                    |
| 28         | 256,6                                    | 244,1                                    | 257,7                                    | 219                                      |
| 90         | 323                                      | 318                                      | 324,6                                    | 237                                      |
| 300        | 429                                      | 387,6                                    | 381,5                                    | 317                                      |



## Zusammenstellung 4 b.

Betonmischungsverhältnis 1 : 12 in Raumteilen:

|           |  |
|-----------|--|
| Marke „N“ | = 122 kg/m <sup>3</sup> fertigen Beton; WZF = 0,9, |
| „ „L“     | = 110 „ „ „ WZF = 0,99,                            |
| „ „W“     | = 115 „ „ „ WZF = 0,950,                           |
| „ „P“     | = 273 „ „ „ WZF = 0,90.                            |

| nach Tagen | Marke „N“<br>Druck<br>kg/cm <sup>2</sup> | Marke „L“<br>Druck<br>kg/cm <sup>2</sup> | Marke „W“<br>Druck<br>kg/cm <sup>2</sup> | Marke „P“<br>Druck<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|------------|--|--|--|--|
| 3          | 33,9                                     | 26,2                                     | 24,0                                     | 19,0                                     |
| 7          | 71,4                                     | 51,7                                     | 55,7                                     | 39,95                                    |
| 28         | 116,5                                    | 94,1                                     | 89,2                                     | 73,5                                     |

Wir entnehmen aus diesen Zusammenstellungen, daß die Wertigkeit bei den verschiedenen Marken sich in folgender Weise unterscheidet:

Der Beton mit Zement „N“ erreicht nach 3 Tagen 36%, nach 7 Tagen 72% der 28-Tage-Druckfestigkeit. Bei der Marke „L“ erhält man nach 3 Tagen 28% und nach 7 Tagen 55% der 28-Tage-Druckfestigkeit.

Dagegen haben die mit Marke „W“ und „P“ hergestellten Betonkörper nach 3 Tagen 21 bzw. 26% und nach 7 Tagen 50% der 28-Tage-Druckfestigkeit.

Ein ähnliches Verhältnis zeigt sich bei den Biegunzugfestigkeiten, die in Zusammenstellung 4 c enthalten sind, wenn auch die Festigkeitszunahmen nicht den gleichen Schritt halten wie bei der Druckfestigkeit.

## Zusammenstellung 4 c.

Biegunzugfestigkeiten.

Betonmischungsverhältnis 1 : 5 in Raumteilen:

|           |   |
|-----------|---|
| Marke „N“ | = 273 kg/m <sup>3</sup> fertigen Beton; WZF = 0,68, |
| „ „L“     | = 248 „ „ „ WZF = 0,75,                             |
| „ „W“     | = 255 „ „ „ WZF = 0,706,                            |
| „ „P“     | = 273 „ „ „ WZF = 0,68.                             |

| nach Tagen | Marke „N“<br>Zug<br>kg/cm <sup>2</sup> | Marke „L“<br>Zug<br>kg/cm <sup>2</sup> | Marke „W“<br>Zug<br>kg/cm <sup>2</sup> | Marke „P“<br>Zug<br>kg/cm <sup>2</sup> |
|------------|--|--|--|--|
| 2          | 11,1                                   | 8,6                                    | 6,5                                    | 11,58                                  |
| 3          | 21,4                                   | 14,9                                   | 11,5                                   | 14,53                                  |
| 7          | 33,6                                   | 27,2                                   | 19,2                                   | 30,02                                  |
| 14         | 37,2                                   | 33,4                                   | 30,2                                   | 34,5                                   |
| 28         | 38,9                                   | 42,0                                   | 38,3                                   | 36,4                                   |
| 90         | 60,0                                   | 35,0                                   | 51,2                                   | 38,0                                   |
| 300        | 63,5                                   | —                                      | 53,9                                   | 54,2                                   |

Nach den neuen amtlichen Bestimmungen für die Ausführung von Beton- und Eisenbetonbauten würden alle 4 Betonarten als hochwertig zu bezeichnen sein, weil sie nach 28 Tagen bei plastischer Konsistenz eine Würfel Festigkeit von über 130 kg/cm<sup>2</sup> aufweisen. Legt man die 7-Tage-Festigkeit für die Betonmischungen 1 : 5 der Beurteilung der Hochwertigkeit zugrunde, so ergibt sich daraus die Abstufung, wie sie auch bei den Normenproben festzustellen war.

(Fortsetzung folgt.)

## REICHSWASSERSTRASSENVERWALTUNG.

Von Ministerialrat Sorger, Dresden.

Nach den Artikeln 97 und 171 der Reichsverfassung waren die dem allgemeinen Verkehr dienenden Wasserstraßen spätestens bis zum 1. April 1921 in das Eigentum und die Verwaltung des Reiches zu übernehmen. Mit dem Artikel 97 ist das Analogon zu Artikel 89 der Reichsverfassung geschaffen worden, der die dem allgemeinen Verkehr dienenden Eisenbahnen ebenfalls in das Eigentum des Reiches überwies. Von einer Zentrale, dem Reichsverkehrsministerium, aus sollten die beiden Hauptverkehrsanstalten — Eisenbahn und Wasserstraßen — geleitet und die wirtschaftlichen Interessen beider Verkehrsmittel ausgeglichen werden.

Der Übergang der Eisenbahn auf das Reich vollzog sich verhältnismäßig rasch. Durch den Staatsvertrag vom 31. März 1920 wurden die Ländereisenbahnen in das Eigentum und die Verwaltung des Reiches übergeführt. Der Übergang der Wasserstraßen ist durch den „vorläufigen“ Staatsvertrag zwischen dem Reiche und den beteiligten Ländern vom 29. Juli 1921 geregelt. Die praktische Durchführung der Bestimmungen der Reichsverfassung begegnete nicht unbedeutenden Schwierigkeiten, so daß zunächst nur ein „vorläufiger“ Staatsvertrag abgeschlossen werden konnte; das weitere Ziel ist eine Verständigung des Reiches und der Länder über den endgültigen Staatsvertrag.

Nach dem vorläufigen Staatsvertrage werden die Ströme in ihrer Eigenschaft als Träger des Schiffsverkehrs von den Landesbehörden in mittlerer und unterer Instanz und unter Leitung des Reichsverkehrsministeriums auf Kosten des Reiches verwaltet, und zwar von den gleichen Behörden, die vor Inkrafttreten der Reichsverfassung für das Land tätig waren. Bei Abschluß des endgültigen Staatsvertrages wird die Frage zu lösen sein, ob die Landesbehörden diese Verwaltung für das Reich weiter ausüben oder ob reichseigene Behörden für die Verwaltung der Ströme errichtet werden sollen. Das Reich glaubt, den Standpunkt vertreten zu sollen, daß die ihm in der Reichsverfassung zugewiesenen Aufgaben nur mit reichseigenen Behörden in mittlerer und unterer Instanz durchgeführt werden können, während es die meisten Länder für

angezeigt halten, die Ströme weiter von Landesbehörden für das Reich verwalten zu lassen.

Meines Erachtens hat hierzu noch zu wenig der Techniker Stellung genommen, obwohl er dazu besonders berufen ist, weil er jahrelang diese Verwaltung am Strom praktisch ausgeübt hat und mit allen Interessenten am Strom in ständiger Fühlung lebt.

Die meisten Länder begründen ihre Stellungnahme damit, daß das Reich nach der Reichsverfassung den Strom fast nur als Verkehrsweg auszubauen und zu unterhalten habe, während doch die Ströme nicht nur den Interessen des Verkehrs, sondern auch denen der Landeskultur dienen, und daß es untunlich sei, die Verwaltung der Ströme als Verkehrsträger aus der gesamten wasserwirtschaftlichen Verwaltung eines Stromgebietes loszulösen; denn die Landeskulturinteressen eines Stromgebietes, vor allem des Gebietes unmittelbar neben der Wasserstraße, müßten nach den Vorschriften der Reichsverfassung weiter von den Ländern selbst gewahrt werden. In Artikel 97, Abs. 3 der Reichsverfassung ist zwar gesagt, daß bei der Verwaltung, dem Ausbau oder dem Neubau von Wasserstraßen die Bedürfnisse der Landeskultur und der Wasserwirtschaft im Einvernehmen mit den Ländern zu wahren sind und auf deren Förderung Rücksicht zu nehmen ist. Da aber ein organischer Zusammenhang zwischen beiden Arbeitsgebieten besteht, käme in der Praxis nicht nur eine gegenseitige Rücksichtnahme, sondern ein enges Zusammenarbeiten von Reich und Land in Frage; denn eine getrennte Behandlung der wasserwirtschaftlichen Aufgaben des Reiches und der Länder ist schwierig, oft sogar unmöglich. Im Gegensatz zur Eisenbahn, die lediglich eine Verkehrsanstalt ist, dienen die großen Ströme neben dem Verkehr noch wichtigen Aufgaben der Landeskultur: sie regeln die Vorflut, sie nehmen städtische, ländliche und industrielle Abwässer auf, sie dienen der Wasserentnahme für Städte und Gemeinden, für Industrie und Landwirtschaft, oft wird auch das Gefälle des Stromes zu Kraftzwecken ausgenutzt.

Vom technischen Standpunkte aus ist die Wasserwirtschaft eines Stromgebietes als einheitliches Ganzes



zu bearbeiten; denn die meisten technischen Arbeiten am Strome werden auch die Gebiete mit beeinflussen, die dem Strome unmittelbar benachbart sind. Eine Stromkorrektur zum Beispiel läßt sich selten durchführen, ohne daß die durch sie meist mit bedingten Änderungen der Abflußverhältnisse im Strome auch die Abflußverhältnisse im Nachbargebiete, vor allem bei Mittel- und Hochwasser, berühren. Fast alle großen Stromkorrekturen greifen tief in die Wasserwirtschaft eines Landes ein, so daß an jedem Stromausbau, vor allem in dicht besiedelten, industriell hoch entwickelten Gegenden, das Landeskulturinteresse ganz erheblich beteiligt ist. Umgekehrt wiederum sind die meisten baulichen Maßnahmen außerhalb des Stromschlauches — zum Beispiel die Arbeiten im Überschwemmungsgebiete — von großer Bedeutung für den Abflußvorgang im Strombett. Es bestehen also so innige Wechselbeziehungen technischer und wirtschaftlicher Art zwischen allen Arbeiten am Strome und in dessen Nähe, daß eine einheitliche Leitung aller dieser Arbeiten eine Notwendigkeit ist.

Mit den schiffbaren Strömen zusammen bilden die Nebenflüsse mit ihren Zubringern das gesamte Flußgebiet. Jeder größere Eingriff in den Wasserhaushalt dieser Nebenflüsse beeinflußt den Abfluß im Hauptstrom. Auch deshalb ist es anzustreben, die technische und technisch-wirtschaftliche Verwaltung nicht nur des Stromes mit seinem Nachbarland, sondern eines ganzen Flußgebietes tunlichst in einer Hand zu lassen.

Werden aber nach dem Wunsche des Reichsverkehrsministeriums eigene Reichsbehörden in mittlerer und unterer Instanz für die Verwaltung der Ströme als Verkehrsstraßen gegründet, wird also den Landesbehörden die bisherige Tätigkeit für das Reich entzogen, so wird das Land gezwungen sein, weiter technische Behörden zur Bearbeitung seiner eigenen wasserwirtschaftlichen Arbeiten im Gebiete des Hauptstroms zu behalten. Dann bestehen zwei Behörden zur Bearbeitung oft derselben Sache — eine Reichs- und eine Landesbehörde — nebeneinander, und wenn auch bei beiden Behörden sicherlich der Wunsch bestehen wird, in beiderseitigem besten Einvernehmen zu arbeiten, so werden gegenseitige Reibungen nicht selten sein, vor allem dann, wenn gegensätzliche Interessen vertreten werden müssen, die jetzt ausgleichend in einer Hand bearbeitet werden. Ob sich auch die Interessenten am Strome, die mit Behörden ständig zu tun haben, in den neuen Zuständigkeiten zurechtfinden, ist sehr zu bezweifeln. Überdies würde es sicherlich kein Mann des Wirtschaftslebens verstehen, daß zeitraubende Arbeit gleichzeitig von zwei Behörden geleistet wird, die recht gut von einer Behörde erledigt werden könnte.

In der so schweren Zeit unseres Vaterlandes müßte doch Sparen und tunlichste Vereinfachung des Verwaltungsapparates oberstes Gebot sein. Es liegt durchaus nicht im finanziellen Interesse des Reiches und der Länder, jetzt neue Reichsbehörden zu schaffen, deren Verwaltungsapparat für den Gesamtetat des Reiches und der Länder — und das ist infolge des Übergangs der Steuerhoheit auf das Reich schließlich das allein maßgebende — unter allen Umständen Verteuerungen mit sich bringen muß.

Das Reich begründet seine Forderung nach reichseigenen Behörden in mittlerer und unterer Instanz damit, daß es als Träger der finanziellen Lasten des Stromausbaues auch eigene Behörden in mittlerer und unterer Instanz haben, und daß es das Verfügungsrecht über seine Beamten, die es mit Aufgaben betraue, in vollem Umfange besitzen müsse. Auch könnten die großen Aufgaben des Ausbaues der Ströme nur von einheitlichen technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten geleitet werden. Zum ersten Teile der Begründung ist zu bemerken, daß sich bis jetzt — wenigstens in Sachsen — keinerlei Unzuträglichkeiten dadurch gezeigt haben, daß Landesbeamte für Aufgaben des Reiches mit tätig waren. Auch weiterhin wird jeder Landesbeamte die Arbeiten für das Reich mit ganz besonderer Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit durchführen.

Wenn Schwierigkeiten mit einzelnen Ländern aufgetreten sein sollten, so müßten diese meines Erachtens doch unter allen

Umständen zu überwinden sein. Wo ein Wille ist, ist auch ein Weg. Gewiß wird auch in den einzelnen Ländern noch eine Vereinfachung des Verwaltungsapparates möglich sein, vor allem wird die finanzielle Notlage unseres verarmten Vaterlandes diejenigen Länder, in denen für wasserwirtschaftliche Aufgaben mehrere Behörden zuständig sind, dazu zwingen, die Arbeitsgebiete zusammenzufassen.

Daß der Ausbau der Ströme nur von einheitlichen Gesichtspunkten aus geschehen kann, ist selbstverständlich. Die Führung hierbei soll auch dem Reichsverkehrsministerium anvertraut werden. Der Ausbau geschah aber bereits zu der Zeit planmäßig, als die Verwaltung der Ströme noch ausschließlich in den Händen der Länder lag. Später ist durch das Reichsgesetz vom Jahre 1911 im allgemeinen für die meisten der deutschen schiffbaren Ströme das Ziel des Ausbaues festgelegt worden, das von den einzelnen Ländern einzuhalten war. In mustergültiger Weise ist von den einzelnen Ländern der Ausbau nach den Richtlinien dieses Gesetzes in Angriff genommen worden. Die Länder wetteiferten miteinander, den Ausbau so rasch als möglich im Interesse der Schifffahrt und der Landeskultur zu bewerkstelligen, und die Landesregierungen stellten hierfür reichlich Mittel zur Verfügung. Die Arbeiten der Stromverbauung haben wiederholt die besondere Anerkennung aller daran interessierten Wirtschaftskreise gefunden. Nicht verständlich ist daher die Forderung, die von einem Teile der Schifffahrtstreibenden nach eigenen Reichsbehörden in mittlerer und unterer Instanz erhoben wird. Von allen Schifffahrtstreibenden wird auch dieser Forderung durchaus nicht beigetreten, z. B. haben sich die in Dresden domicilierenden, einen wichtigen Teil der deutschen Binnenschifffahrt darstellenden Schifffahrtsgesellschaften mit lebhafter Unterstützung der Handelskammer Dresden und des Verbandes sächsischer Industrieller für die Beibehaltung der Landesbehörden ausgesprochen.

Zuzugeben ist, daß eine einheitliche Vertretung der wichtigen wirtschaftlichen Interessen der Schifffahrt, die ja fast ausschließlich in den Händen der Privatwirtschaft liegt, notwendig, und daß hierfür die Wasserstraßenabteilung des Reichsverkehrsministeriums die geeignete Stelle ist. Die Schifffahrt kämpft seit Jahren schwer um ihre wirtschaftliche Existenz als Konkurrenzunternehmerin der Eisenbahn. Sie erstrebt als Gegengewicht gegen die Seehafen-, Durchfuhr- und sonstigen Ausnahmetarife der Eisenbahn die sogenannten Binnenumschlagtarife und wünscht mit Recht im Gegensatz zu den wirtschaftlichen Interessen der Eisenbahn ihre wirtschaftlichen Interessen in einer besonderen Abteilung des Reichsverkehrsministeriums vertreten zu sehen. Das ist ein erstrebenswertes Ziel, dem sich keine Landesregierung widersetzen wird, im Gegenteil, jedes Land wird diese Forderung mit allen Mitteln unterstützen. Es soll auch durchaus nicht die Notwendigkeit einer besonderen Wasserstraßenabteilung des Reichsverkehrsministeriums bestritten werden; denn dieser Abteilung fällt weiter die große und für das deutsche Wirtschaftsleben so wichtige Aufgabe zu, die deutschen Kanalpläne der Verwirklichung entgegenzuführen. Künstliche Wasserstraßen führen meist durch das Gebiet mehrerer Länder, es muß eine Stelle da sein, die die technischen und wirtschaftlichen Fragen beim Bau und Betrieb dieser neuen Wasserwege behandelt und die oft gegensätzlichen Interessen der Länder in der Finanzierung, dem Ausbau, der Linienführung und dem Baufortschritt der Kanäle ausgleicht. Die Wasserstraßenabteilung des Reichsverkehrsministeriums hat also große, für Technik und Wirtschaft bedeutende Aufgaben zu lösen. Es sollte ihr daher nicht schwer fallen, im Interesse der Einfachheit der Verwaltung und der einheitlichen Führung der Wasserwirtschaft der Länder auf reichseigene Behörden in mittlerer und unterer Instanz zu verzichten und in enger und harmonischer Zusammenarbeit mit den Landesbehörden die künftigen Aufgaben zur Hebung und Vervollkommnung des Schiffsverkehrs zu lösen.



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

(Eindrücke von einer Studienreise.)

Von E. Probst, Karlsruhe i. B.

(Fortsetzung von Seite 321.)

Die Kaimauer, die den Abschluß des Gebäudes nach der Wasserseite bildet, besteht aus einer Reihe von Eisenbeton-Senkkästen (Abb. 13 a), die in einem Abstand von 6,70 m von

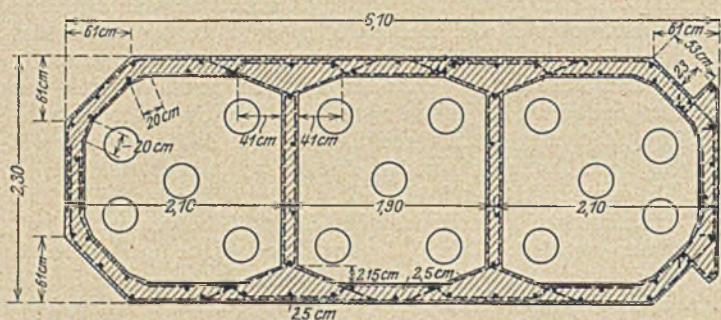


Abb. 13 a. Typischer Horizontalschnitt durch einen Senkkasten.

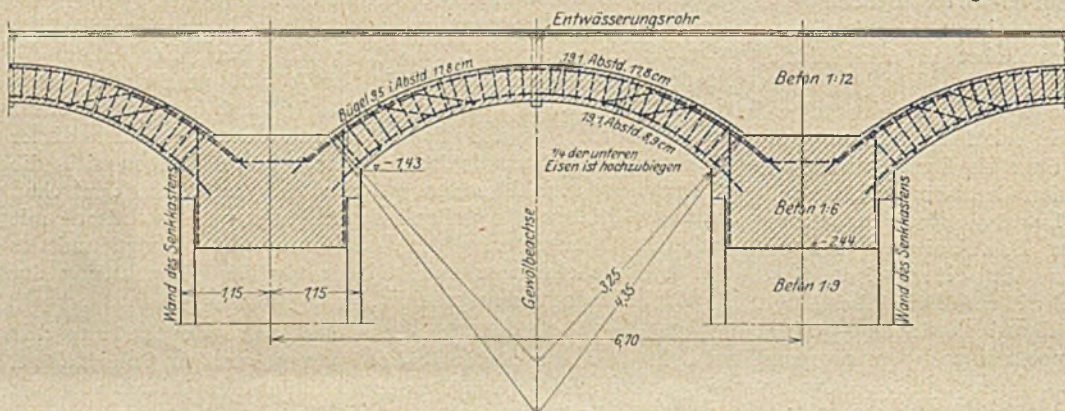


Abb. 13 b. Hafenerweiterung in San Francisco: Kaimauerschnitt durch Weg, Bogen und Senkkästen.

Mitte zu Mitte angeordnet sind und deren lichte Zwischenräume gegen die Landseite durch Eisenbetongewölbe überspannt sind. In der Horizontalen sind die Senkkästen ebenfalls durch Gewölbe miteinander verbunden, die die Lasten der Kranbahn und der Hafenerweiterung übernehmen (Abb. 13 b).

Die Konstruktion sowohl als auch der Bauvorgang waren durch das Bestreben beeinflusst, den Beton erst nach einer gewissen Erhärtung den Angriffen durch das Seewasser auszusetzen. Daher wurden die Hauptkonstruktionsteile

— Senkkästen und Gewölbewände — am Land hergestellt und fertig in das Bauwerk eingebracht (siehe die Baubilder 13 c—f). Für jeden Senkkasten wurde eine besondere Baugrube geschaffen, die Senkkästen schwimmend an Ort und Stelle verbracht und durch Einlassen von Wasser versenkt. Der Caissonboden wurde sodann zerstoßen und Rammpfähle aus Eisenbeton eingetrieben, deren Köpfe noch etwa 2,5 m in den Caisson hineinragten. Die Verbindung zwischen Senkkästen und Pfählen wurde sodann durch eine Lage Schüttbeton hergestellt. Dann konnte der Senkkasten ausgepumpt und vollends mit Beton aufgefüllt werden.

Die Gewölbewände, die die Senkkästen nach der Landseite untereinander verbinden, sind nach einem Kreissegment geformt und haben ihrer statischen Beanspruchung gemäß keine Bewehrung auf Biegung (Abb. 13 g). Ihr Anschluß an die Senkkästen ist auf folgende Weise gedichtet: Die Gewölbewände haben in der Anschlußebene eine durchlaufende Nut. In diese Nut wurde ein Schlauch, aus Segeltuch gefertigt und mit Zementmörtel gefüllt, eingebracht.

Das Lagergebäude ist auf Pfählen gegründet (Abb. 12 d, Heft 16). Der tragfähige Baugrund befindet sich in 7—12 m Tiefe unter M N W, darüber lag eine Schlamm-schicht in Stärke von 3—7 m. Die Schlamm-schicht wurde entfernt und an ihrer Stelle reiner Sand eingebracht (siehe Abbildung 12 e). Durch die neue Sandschicht wurden die Pfähle in den tragfähigen Boden hineingerammt.

Bei den Hafenerweiterungsbauten des Jahres 1925 wurde ein anderes Gründungsverfahren angewandt. Über die Holzpfähle wurden aus Eisenbeton hergestellte Mäntel in folgender Weise ausgeführt:

Zwei Eisenbetonschalen, die liegend hergestellt werden, werden im Alter von mindestens 28 Tagen über den Holzpfahl gestülpt. Vorher werden über diesen Gummiringe aufgezogen, damit eine möglichst dichte Verbindung geschaffen und ein Vordringen von Wasser oder Erde zu den Eisenbetonschalen

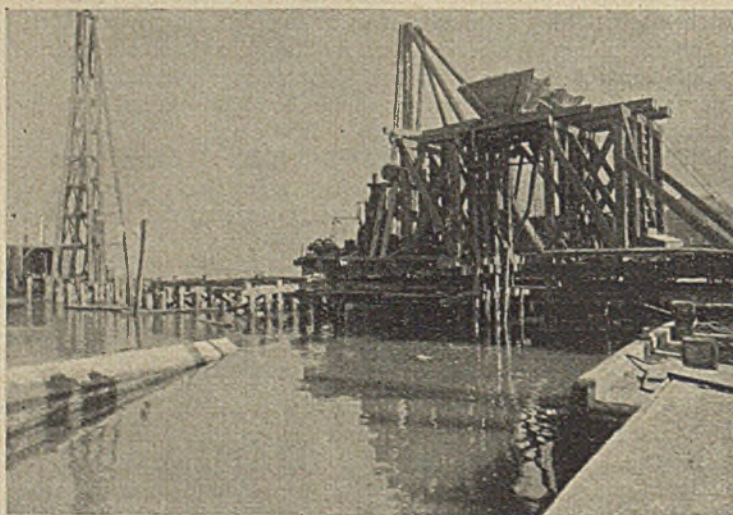


Abb. 13 c. Transportgerüst zum Einbringen der Caissons.



Abb. 13 d. Caisson zum Einbringen bereit.



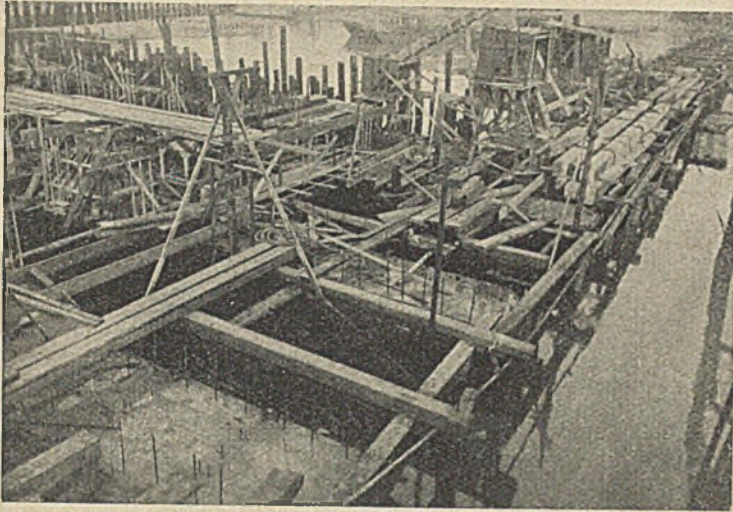


Abb. 13 e.

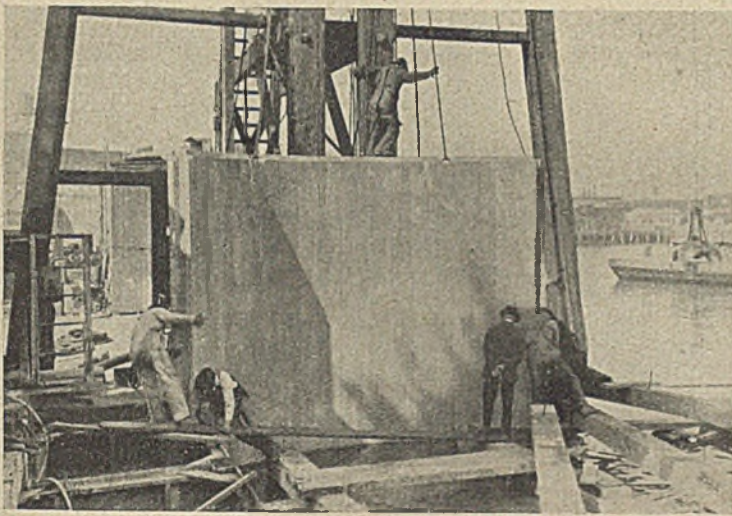


Abb. 13 f.

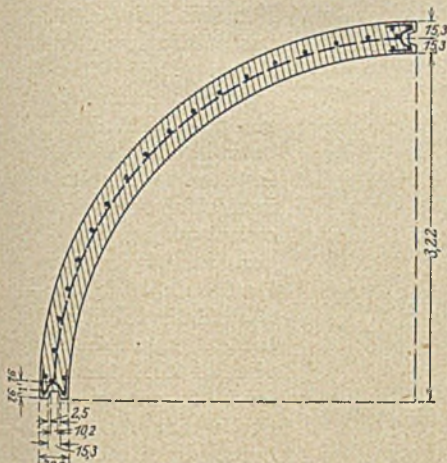


Abb. 13 g. Typischer Horizontalschnitt durch eine Gewölbewand.

verhindert wird. Der Hohlraum innerhalb der Schalen wird mit Beton 1 : 6 ausgefüllt.

Man hat in dieser Bauart die Wirkung eines bewehrten Betonpfahles mit hölzernem Kern. Da die Länge der Mäntel und Pfähle sich einander je nach den Bodenbedingungen nähern, wird ein Punkt erreicht, an dem es wirtschaftlicher ist, von dem hölzernen Kern abzusehen und ganze Eisenbetonpfähle anzuwenden.

Abb. 13 a—g. Hafenerweiterungsbauten in San Francisco.

Diese Methode, die sich seit dem Jahre 1907 bewährt hat, geht von der Annahme aus, daß der so geschaffene Betonquerschnitt so stark wird, daß auf die Tragfähigkeit des Holzpfahls nach einiger Zeit ganz verzichtet werden kann, wenn er durch den wechselnden Wasserstand zu faulen beginnt oder aus einem andern Grunde zerstört wird. Gleichzeitig hat man die Möglichkeit, die Herstellung der mit dem Seewasser direkt in Be-

rührung kommenden Betonschalen aus gutem Beton sorgfältig zu überwachen und sie genügend lange vor dem Einbringen ins Seewasser erhärten zu lassen.

Ferner möge erwähnt werden, daß sowohl die Schalen als auch die Untersicht der darauf ruhenden Eisenbetonkonstruktion zum Schutze gegen Wellenangriff und Spritzwasser mit Asphalt gestrichen werden, um das Eindringen von Seewasser in die Oberflächenporen und die durch Wechsel von Feuchtigkeit und Austrocknung evtl. entstehenden Risse zu verhindern.

Beim Ausbau des Hafens von S. Pedro bei Los Angeles wurde bei Eisenbetonpfählen ein eigenartiges Verfahren angewendet. Während die Unterseite der Eisenbetonkonstruktion mit Asphaltlösung mit Hilfe einer Kanone aufgespritzt wird, werden die Pfähle nach dem Patent Raymond-Osborne in folgender Weise vorbehandelt. Im Alter von 21 Tagen kommen die Eisenbetonpfähle für 12 Stunden in einen Raum 200—300° Fahrenheit, von hier aus direkt in einen Behälter, in dem flüssiger Asphalt unter Druck auf die Oberfläche der Pfähle aufgebracht wird. Die Behälter sind ziemlich groß, da sie das Tränken von Pfählen bis 20 m Länge ermöglichen.

In neuerer Zeit wurde an der Westküste Tonerde zement zur Herstellung von Eisenbetonpfählen zum Schutz gegen Seewasser versuchsweise angewendet.

Schließlich sei darauf hingewiesen, daß die längsten bisher verwendeten Eisenbetonpfähle in einer Länge von 35 m vor einem Jahre im Hafen von Manila gerammt wurden.

Die Erfahrungen im Seewasserbau bestätigen, daß man durch gute Betonmischungen, glatte Oberflächen und eine möglichst lange Erhärtung vor der Berührung mit dem Seewasser Angriffe einzuschränken in der Lage ist.

#### 5. Verwendung eiserner Formen beim Schleusenbau.

Die Schleuse bei Lockport für die Illinois-Wasserstraße besteht aus zwei parallel laufenden Stützmauern im Schwerklastyp mit einer Gesamtlänge von 284 m bei lichtigem Abstand von 33,5 m. Die Höhe von der Grundsohle ist 22 m, die Schleusenhubhöhe 12,5 m (Abb. 14a); die Aushubmengen betragen 130 000 m<sup>3</sup>; die gesamten Betonmassen betragen 73 500 m<sup>3</sup>. Für die Einbauten waren erforderlich 182 t Baustahl und 112 t Guß- und Schmiedeeisen für Schleusen, Schieber und Anschlußverbindungsstücke. Die Kosten betragen 1,46 Mill. Dollar. Als besondere Merkmale sind die in Amerika seltenen senkrechten Hubschleusen und die Umlaufkanäle in den Seitenwänden zu nennen.

Der Beton, der in einem Mischungsverhältnis von 300 kg Zement auf den m<sup>3</sup> Beton hergestellt werden mußte, da die Verwendung von Schüttrinnen von der Bauherrin nicht gestattet wurde, wurde mit Hilfe von Kabelkrananlagen ausgeführt. Auf beiden Seiten der vorgesehenen Anlage

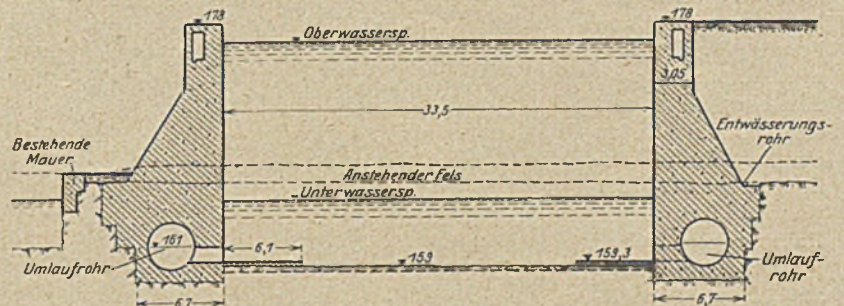


Abb. 14 a.

waren in einer Länge von je 360 m die Gleise für die fahrbaren Hubtürme vorgesehen. Die Spannweite zwischen den Türmen betrug 280 m. Dabei war der Kopf-turm 41 m, der Endturm 26 m hoch. Der Verfasser könnte an dieser Stelle das Betonieren mit Hilfe der Kabelkrananlagen nicht besichtigen. Das gleiche Verfahren war aber bei dem Bau einer größeren Anlage in der Nähe von Chicago im Betrieb.



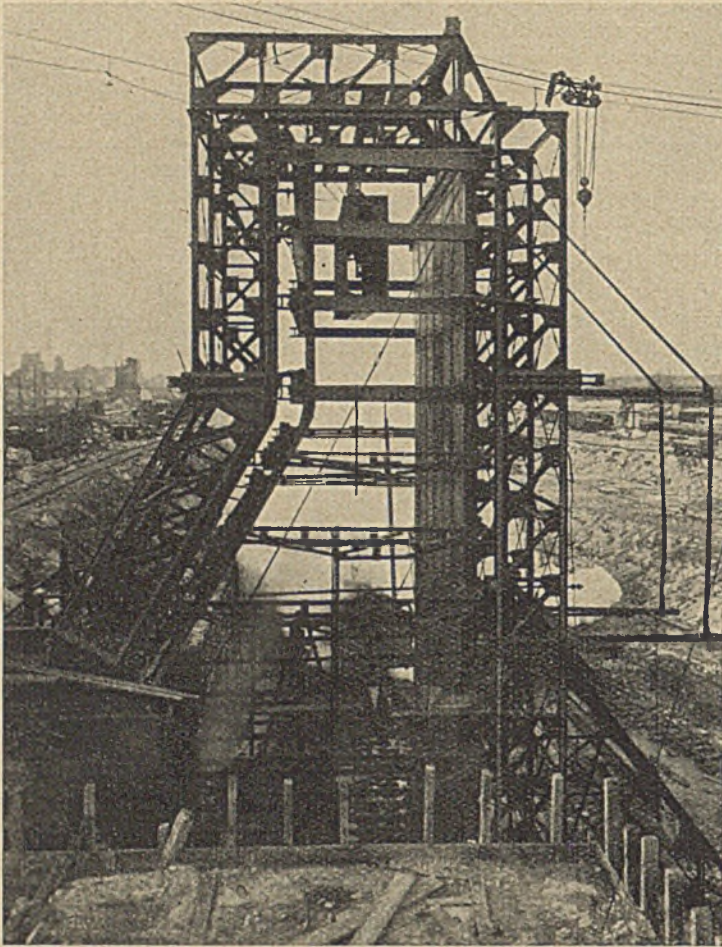


Abb. 14 b.

Verwendung eiserner Formen beim Bau der Schleuse von Lockport 1925.

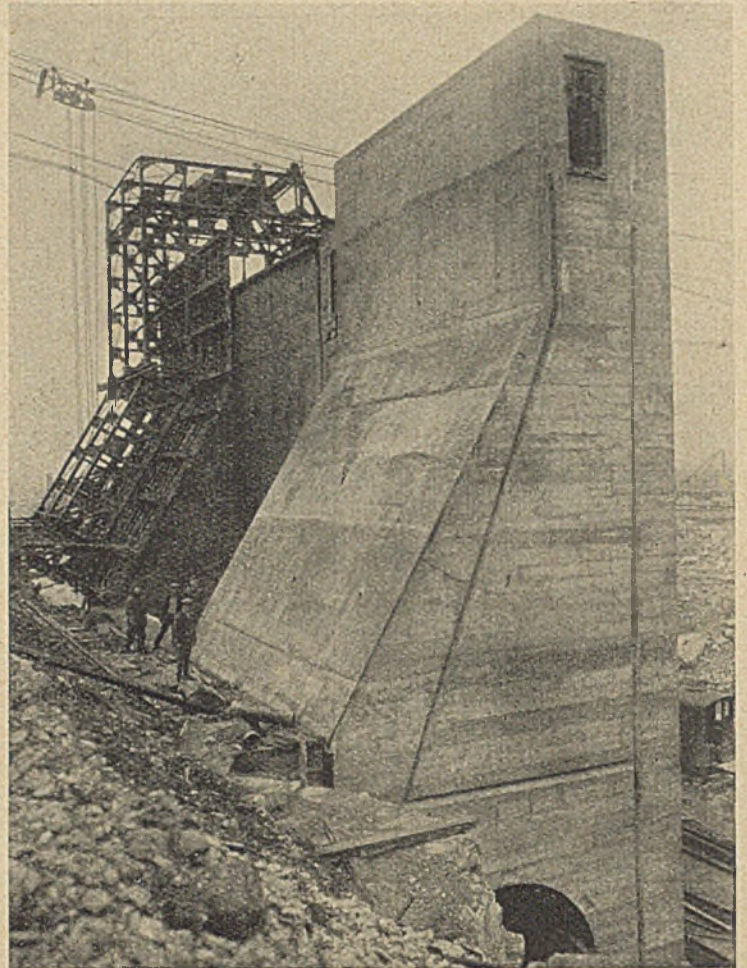


Abb. 14 c.

Arbeitsvorgang bei der Schleuse bei Lockport.

Das Material wurde in einer Zentralstelle gemischt und bis zu den Kabeltürmen mit Hilfe einer Lokomotive und eines Tenderwagens mit außerordentlich großer Geschwindigkeit herangeführt, so daß es täglich möglich war, bei 8-stündiger Arbeitszeit im Durchschnitt bis zu  $450 \text{ m}^3$  Beton herzustellen. (Die Höchstleistung betrug  $1100 \text{ m}^3$ .) Man konnte damit rechnen, daß alle 5–6 min ein  $5 \text{ m}^3$  fassender Behälter Beton eingebracht werden konnte. Auch hier war kein besonderer Putz vorgesehen.

Charakteristisch an dieser Ausführung war die Verwendung von eisernen Formen, wie sie in Abb. 14 b zu sehen sind. Zwei Sätze von je 10 m Länge wurden im ganzen zur Herstellung des mittleren Teiles verwendet, bei dem die Formgebung wegen der rechtwinkligen Wände

einfach war. Für die Zylinderform der Auslaufskabel wurde gewöhnliche Holzverschalung angewendet.

Der Vorgang beim Betonieren ist z. T. aus Abb. 14 c zu ersehen. Die Seitenwände wurden in 10-m-Abschnitten betonierte, und zwar in der Weise, daß immer abwechselnd zwischen zwei fertiggestellten Teilen ein Hohlraum blieb, der nach Erhärtung der beiden ersten betoniert wurde. Dadurch erreichte man an der Stelle der Arbeitsfugen die Unterteilung der Mauer in 10-m-Abschnitte, ohne besondere Dehnungsfugen einführen zu müssen. In den weniger übersichtlichen Teilen wurden Holzschalungen verwendet.

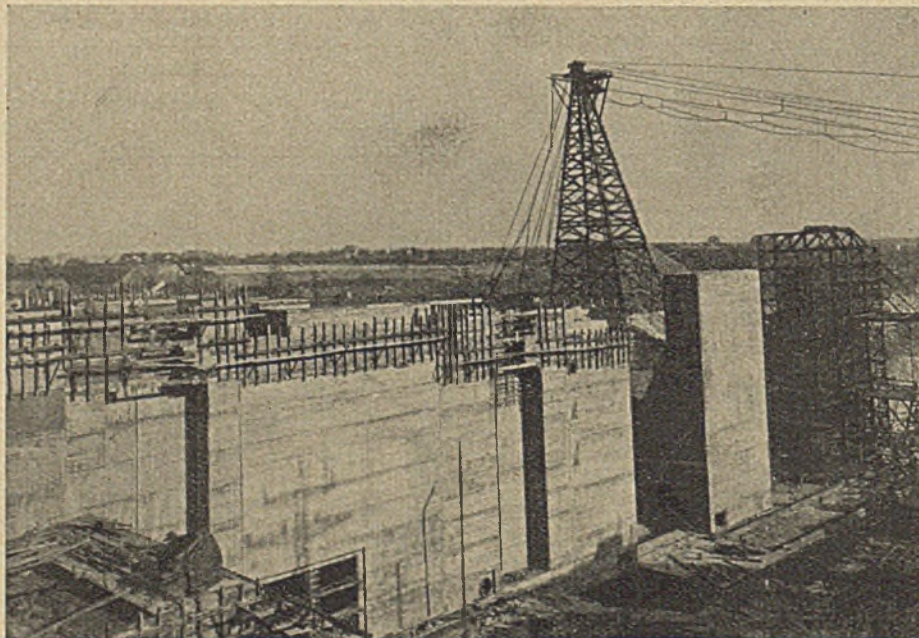


Abb. 14 d. Gießen von Beton mittels Kabelförderung. Schleuse von Lockport bei Chicago 1925.

von der Ausführung der Anlage mit einem Turm zeigt Abb. 14 d, in der alle Baustadien dargestellt sind.

Ein Gesamtbild



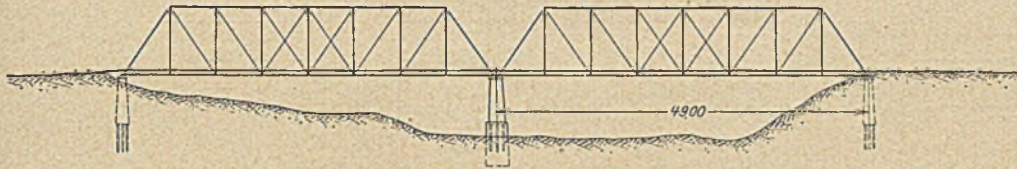


Abb. 15a. Straßen- und Eisenbahnviadukt in Los Angeles. Alte Brücke.

IV. Beispiele aus dem Brückenbau.

Auf dem Gebiete der Straßenbrücken im Eisenbetonbau sind mir einige ältere Ausführungen aufgefallen, die Risse und Sprünge zeigten, die entweder auf schlechtes Material oder auf Schwind- und Temperatureinflüsse zurückzuführen sind. Ich erwähne dies, weil ich spätere Ausführungen sah, die die gleichen Mängel nicht mehr aufwiesen. Offensichtlich hat sich die Verbesserung des Betons und die größere Sorgfalt in der Verarbeitung und Nachbehandlung im Laufe der Zeit fühlbar gemacht.

Ein Beispiel einer im Bau befindlichen größeren Straßenbrücke, die gleichzeitig dem Lokalbahnverkehr dienen soll, möge im folgenden gestreift werden, weniger wegen konstruktiver Besonderheiten, sondern weil zugleich ein Beispiel gezeigt werden soll, bei dem trotz nicht sehr großer Massen die Gußbetonbauweise angewendet wurde: Es ist der Ninth-Street-Viadukt über den Los-Angeles-Fluß.

Der „Ninth-Street“-Viadukt der Stadt Los Angeles kreuzt zwischen den Straßenzügen der Santa Fé-Avenue und Rio Vista-Avenue den Los-Angeles-Fluß und die an dessen beiden Ufern entlang geführten Gleise der A. T. u. S. F. sowie der U. P. Eisenbahn. Die bisherige Brücke mit der Gleiskreuzung in Schienenhöhe war eine Eisenfachwerkbrücke, die als Balkenträger über zwei Öffnungen ausgebildet war (Abb. 15a).

Die neue Brücke, ein Eisenbetonbauwerk, wird die zu überbrückenden Verkehrswege unter einem Winkel von  $78^{\circ} 45' 30''$  kreuzen und aus der Brücke über dem Fluß und zwei Anrampen bestehen (Abb. 15b).

Die Brücke wird als durchlaufender Bogenträger über drei Öffnungen ausgebildet, deren Spannweiten in der Brückenachse und im Lichten gemessen 26,82 m, 27,43 m und 26,82 m betragen. Die Brückenbreite senkrecht zur Achse ist mit 24,64 m angegeben; davon entfallen auf die beiden seitlichen Fußwege je 2,59 m. Die Fahrbahn ist eine Plattenbalkenkonstruktion; sie ist verhältnismäßig wenig gegliedert: Die Platte ist in der Brückenlängsrichtung gespannt und geht ohne Fuge über neun Querträger; ihre Spannweiten betragen 4,10 m, 3,86 m, 1,93 m symmetrisch zur Mitte. Entsprechend diesen großen Spannweiten ist die Stärke der Fahrbahn beträchtlich: sie ist in den einzelnen Öffnungen zwischen 27 und 30 cm stark. Die Querträger geben ihre Kräfte unmittelbar an die Fahrbahnstützen ab, die sie auf vier Bögen übertragen. Die konstruktiven Einzelheiten eines Bogens sind in Abb. 15c zu ersehen; sie stammen von dem Brückeningenieur Butler der Stadt Los Angeles. Zu beachten ist der Mangel an Dehnungsfugen, den der Entwurfsbearbeiter mit dem gleichmäßigen Klima begründet.

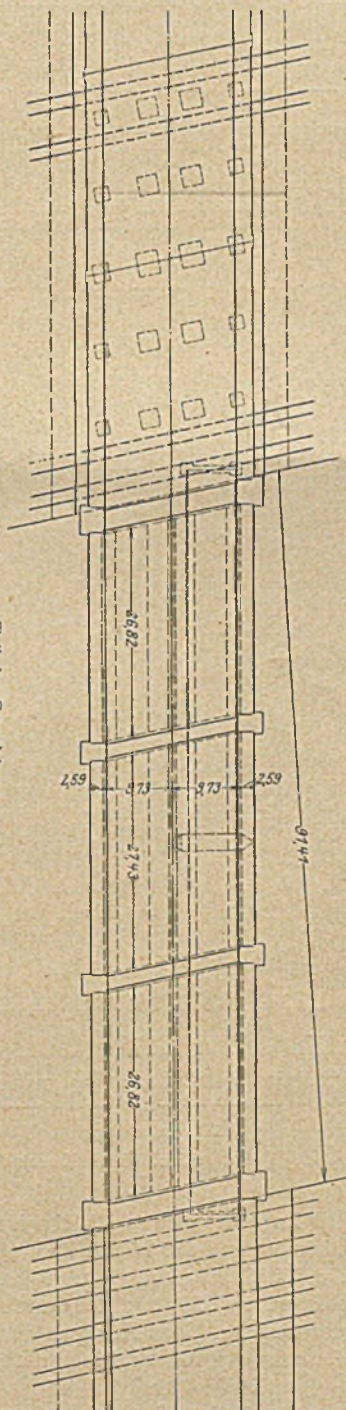
An jedem Bogenwiderlager ist die Fahrbahn durch eine Dehnungsfuge unterbrochen. Offenbar aus Rücksichten ästhetischer Natur tritt die Plattenbalkenkonstruktion äußerlich nicht in Erscheinung, sondern erhält durch Verkleidungswände das Aussehen von Spargewölben.

Jeder der vier Bögen hat ein besonderes Widerlager. Diese haben aber sicherlich, um ungleiche Setzungen zu vermeiden, eine gemeinsame Fundamentplatte, die auf Pfählen gegründet ist. Zwischen die einzelnen Widerlager sind Eisenbetonplatten gespannt, um dem strömenden Wasser einen glatten Durchfluß zu gewähren.

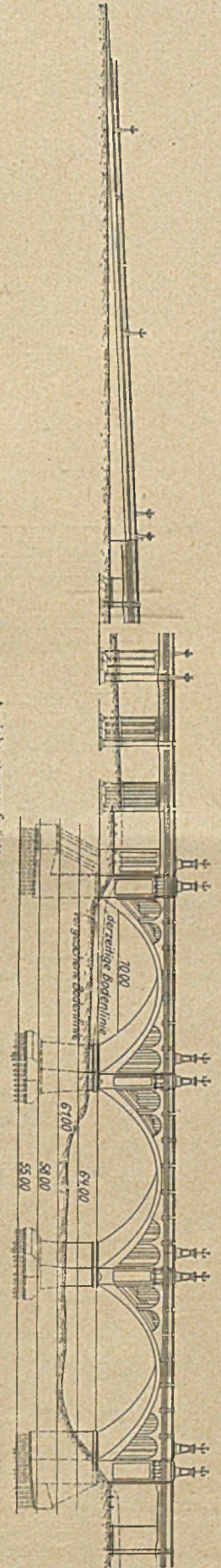
Die Bögen halten eine lichte Höhe von 11,63 m bzw. 11,75 m gegenüber 2,80 m über M.W. bei der alten Brücke ein. Die neue Brücke wird also im Scheitel rd. 6 m höher liegen als die alte Brücke. Dieser Höhenzuwachs muß durch eine Anrampe gewonnen werden, während die alte Brücke ohne Rampen-

Abb. 15b. Neue Brücke.

Teil des Grundrisses.



Ansicht stromaufwärts.





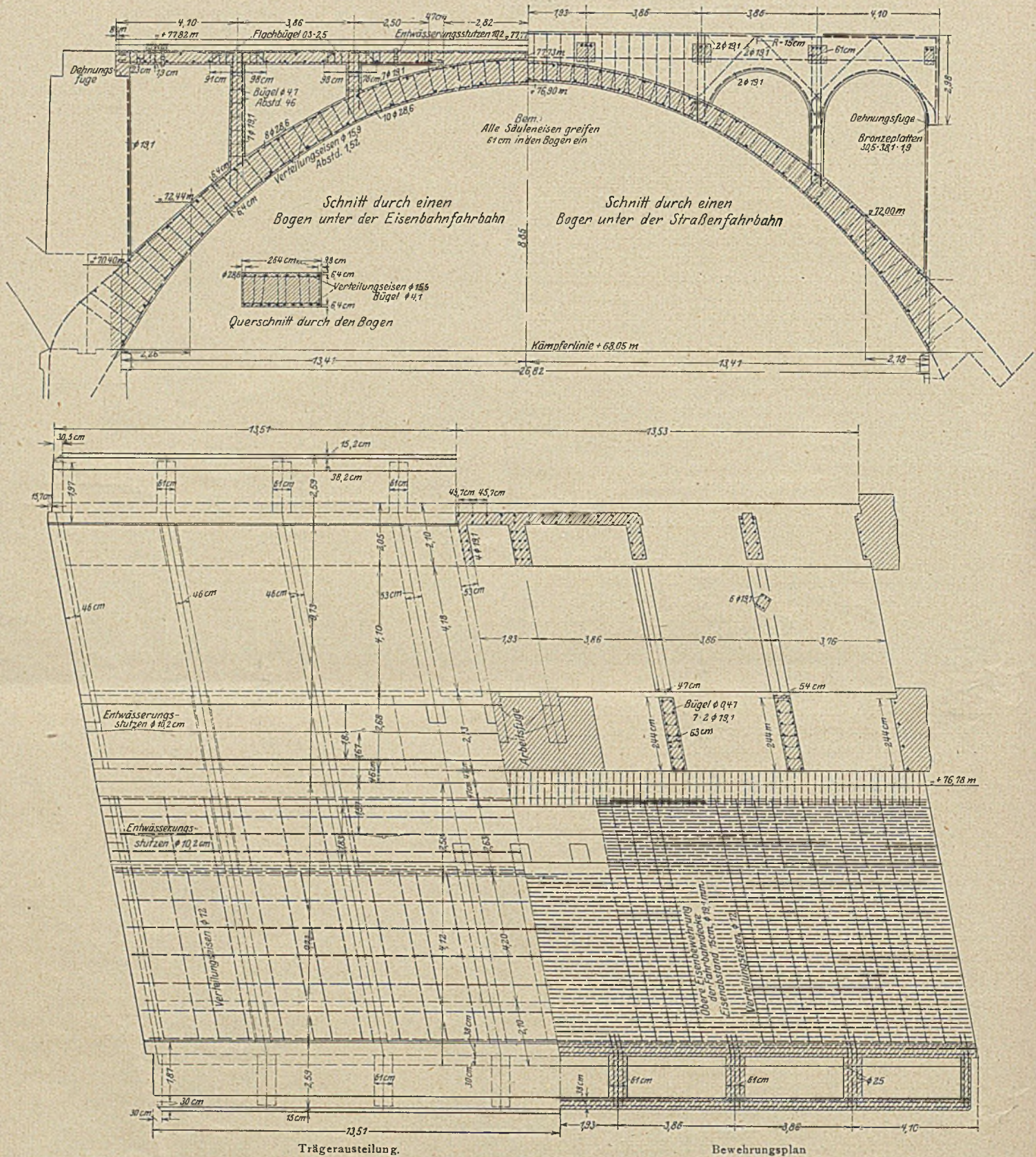


Abb. 15c. Konstruktionseinzelheiten bei einem Bogen.

bauwerke auskam. Die höhere Lage der neuen Brücke ermöglicht auch die schienenfreie Überführung der Ninth Street über die Gleise der A. T. u. S. F. u. U. F. Eisenbahnen. Dies war im Verein mit schiffahrtstechnischen Rücksichten auch der Grund für die Höherlegung der Brücke. Das Rampenbauwerk wird ziemlich lang, da die Ufer ausgesprochene Flachufer sind.

Es ist als durchgehende Rahmenkonstruktion mit beinahe gleichen Feldweiten von etwa 10 m, in der Brückenachse gemessen, ausgebildet (10,35 m, 10,14 m, 9,99 m usf.). Auf dem rechten Ufer besteht die Anrampe aus 21 Feldern, auf dem linken Ufer aus 12 Feldern. Jeweils drei Felder sind durch Dehnungsfugen abgeteilt. (Fortsetzung folgt.)



## EINE NEUE METHODE ZUR UNTERSUCHUNG DER KNICKFESTIGKEIT UND DES EINSpanNUNGSGRADES<sup>1)</sup>.

Von Dr.-Ing. Werner Engler, Bergedorf bei Hamburg.

**Übersicht.** Es wird die Gleichung eines in harmonische Sinusschwingungen versetzten Balkens unter gewissen vereinfachenden Annahmen entwickelt und aus seiner Resonanzlage seine spezifische Rückstellkraft  $c$  ermittelt.  $c$  ist abhängig von der sogenannten reduzierten Masse des Balkens sowie seiner Eigenfrequenz, die sich beide bei verändertem Einspannungsgrad ändern.  $c$  gibt daher ein eindeutiges Kriterium ab für Knickkraft und Einspannungsgrad. Mit Benutzung der Arbeitsgleichung läßt sich für die Knickkraft  $R$  und den Einspannungsgrad des Balkens ein Wert herleiten, der außer den festen Werten des Balkens  $E$ ,  $J$  und  $l$  nur  $c$  enthält. Eine ähnliche einfache Beziehung ergibt sich auch bei zusätzlicher Längsbelastung des Balkens.

Die dynamische Untersuchungsmethode wird zunächst an Versuchsbalken im Laboratorium und weiterhin an einem eisernen Systembalken eines Dachgestühls angewandt. Es zeigt sich gute Übereinstimmung der Theorie mit den Versuchsergebnissen.

Anschließend wird auf die vorteilhafte Anwendungsmöglichkeit dieser dynamischen Bestimmungsmethode auf dem Gebiete des Eisen- und des Eisenbetonbaus hingewiesen.

### 1. Einleitung und Aufstellung der Gleichungen für den schwingenden Balken.

Zwischen den Problemen der Knickung und der harmonischen Schwingung besteht eine enge Verwandtschaft, eine Tatsache, auf die schon die Ähnlichkeit der Grundgleichungen hinweist. Diese Grundgleichung lautet nämlich:

$$\text{für die Knickung: } \frac{d^2 y}{d x^2} = - \alpha^2 y,$$

$$\text{für die Schwingung: } \frac{d^2 y}{d t^2} = - \alpha^2 y.$$

Faßt man einen Balken auf als eine auf zwei Stützen gelagerte masselose Feder, und nimmt man ferner an, daß in der Mitte dieser masselosen Feder eine Masse  $m'$  aufgebracht ist, die der über den ganzen Träger in Wirklichkeit verteilten Masse in ihren Eigenschaften und Wirkungen völlig gleichbedeutend ist, so stellt der Balken ein schwingungsfähiges System dar.

Das Kriterium eines solchen schwingungsfähigen Systems (bestehend aus Masse und Feder) ist die sogenannte spezifische Rückstellkraft, d. i. die Kraft, welche die Durchbiegung der Federmitte um das Maß  $r$  bewirken würde. Diese Kraft sei  $c$  genannt und errechnet sich zu:

$$c = \frac{Q}{f},$$

Dabei bedeutet  $f$  die Durchbiegung der auf zwei Stützen gelagerten Feder unter der in Federmitte angreifenden Last  $Q$ . Im Falle freier Auflagerung ist  $f = \frac{48 E J}{\beta^3}$ , hängt also nur von den Dimensionen und der elastischen Konstitution des Balkens ab, bedeutet doch  $E$  den Elastizitätsmodul,  $J$  das Trägheitsmoment und  $l$  die freie Auflagerlänge der „Balkenfeder“.

Nach den von Professor Kayser, Darmstadt<sup>2)</sup>, ausgeführten und durch Versuche erhärteten Rechnungen ist der Knickwiderstand (Knickkraft) des frei aufliegenden (gelenkig gelagerten) Balkens:

$$R = \frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{Q}{f} l,$$

daher auch

$$R \approx 0,2 c l.$$

Ist demnach eine genaue Bestimmung von  $c$  durchgeführt, so können damit sogleich der Knickwiderstand und das Einspannungsverhältnis (Einspannungsgrad) berechnet werden.

Bringe ich in die Mitte der „Balkenfeder“ noch eine weitere Masse  $m_s$  eines Oszillators, d. h. einer drehbar gelagerten Scheibe vom Radius  $r$  mit einer an ihrem Umfange angebrachten Überwuchtsmasse  $m_0$ , so wird bei einer Drehung der Scheibe mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  eine jeweilige Kraft auf die „Balkenfeder“ ausgeübt von der Größe:

$$P = m_0 r \omega^2 \sin \omega t.$$

Der Balken wird durch diese Kraft in erzwungene sinusförmige Schwingungen versetzt<sup>3)</sup>.



Abb. 1.

Im folgenden bedeuten:

- $m = m_0 + m_s + m'$  die Gesamtmasse in  $\text{kg} \cdot \text{sek}^2/\text{cm}$ ,
- $n$  die Drehzahl der Scheibe in der Minute,
- $\omega$  die Winkelgeschwindigkeit der Scheibe in  $\text{m}/\text{sek}$ ,
- $t$  die Zeit in  $\text{sek}$ ,
- $x$  die Auslenkung des Balkens infolge  $P$ , d. h. der jeweilige Ausschlag in  $\text{cm}$ ,
- $c$  die spezifische Rückstellkraft des Balkens in  $\text{kg}$ ,
- $q$  den Reibungskoeffizienten.

Die Reibung wurde proportional der Geschwindigkeit, d. h. proportional  $\frac{dx}{dt}$  angenommen. Sie setzt sich zusammen aus der inneren Reibung (der Molekularreibung), der Reibung am Auflager und der Luftreibung.

Mit diesen Bezeichnungen ergibt sich für den schwingenden Balken folgende Differentialgleichung:

$$(1) \quad m \frac{d^2 x}{d t^2} + c x + q \frac{d x}{d t} = m_0 r \omega^2 \sin \omega t$$

Die Lösung der Differentialgleichung muß die Kreisfrequenz  $\omega$  aufweisen und kann in folgender Form angeschrieben werden:

$$(2a) \quad x = A \sin (\omega t - \epsilon)$$

$$\text{dann wird: } (2b) \quad \frac{d x}{d t} = A \omega \cos (\omega t - \epsilon)$$

$$\text{und } (2c) \quad \frac{d^2 x}{d t^2} = - A \omega^2 \sin (\omega t - \epsilon)$$

Dabei bedeutet  $A$  den jeweilig größten Ausschlag.

Aus Gleichung (2b) geht hervor, daß die Bewegung im Takte der erzeugenden Kraft erfolgt und nur durch die Reibung eine Phasenverschiebung  $\epsilon$  hervorgerufen wird.

Setzt man die Werte aus (2b) und (2c) in Gleichung (1) ein, so ergibt sich:

$$(3) \quad - m A \omega^2 \sin (\omega t - \epsilon) + q A \omega \cos (\omega t - \epsilon) + c A \sin (\omega t - \epsilon) = m_0 r \omega^2 \sin \omega t$$

oder

$$(3a) \quad A (c - m \omega^2) \sin (\omega t - \epsilon) + A q \omega \cos (\omega t - \epsilon) = m_0 r \omega^2 \sin \omega t$$

<sup>1)</sup> Vgl. Engler, Diss. Darmstadt 1921, Untersuchung der Knickfestigkeit und des Einspannungsgrades auf dynamischem Wege.

<sup>2)</sup> Vgl. Z. d. V. d. I. 1917, S. 92.

<sup>3)</sup> Prof. Kalähne gibt in seinem Buche „Grundzüge der mathem. und physik. Akustik“ (2. Teil) eine genaue Untersuchung des schwingenden Balkens unter Berücksichtigung der über den Balken gleichmäßig verteilten Massebelastung.



Aus dem Vektordiagramm (Abb. 2) ergibt sich sofort:

$$(4) \quad \operatorname{tg} \varepsilon = \frac{q \omega}{c - m \omega^2}$$

$$(5) \quad A = \frac{m_0 r \omega^2}{\sqrt{(c - m \omega^2)^2 + q^2 \omega^2}}$$

Die Gleichung (5) gibt das Bild der Abhängigkeit zwischen den jeweiligen Größtausschlägen bei  $\sin(\omega t - \varepsilon) = 1$  und der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ . Alle anderen Faktoren der Gleichung sind Festwerte. Der überhaupt größte Ausschlag entsteht, wenn  $c - m \omega^2 = 0$  wird, d. h. wenn der Balken in Resonanz schwingt. Als dann würde bei  $q = 0$ , d. h. reibungslosem Zustande, der Ausschlag unendlich groß werden.

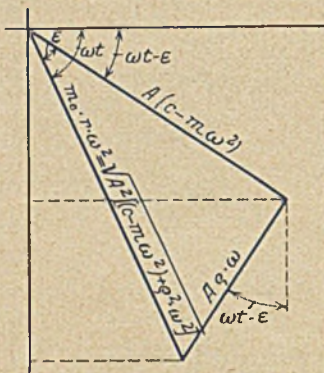


Abb. 2.

Kennt man das  $\omega$  der Resonanz, so kann man die spezifische Rückstellkraft des Trägers und damit dessen Knickwiderstand sofort bestimmen. Es ist:

(6)  $c - m \omega_r^2 = 0; \quad c = m \omega_r^2$

Nun ist jedoch  $m = m_s + m_0 + m'$ , wobei  $m_s$  und  $m_0$  die Gewichte des Oszillators und der Überwucht, Festwerte sind, dagegen  $m'$  veränderlich, da von dem jeweiligen Einspannungsgrad abhängig.  $m'$  wird auf folgende Weise ermittelt: Setzt man  $m_s + m_0 = m_1$  und  $m_s + m_0 + \text{Zusatzmasse } m_z = m_2$ , so erhält man zwei verschiedene Resonanzlagen  $\omega_{r_1}$  und  $\omega_{r_2}$ . In beiden Fällen bleiben  $m'$  und  $c$  dasselbe, da sich ja der Einspannungsgrad nicht ändert. Man hat also damit zwei Gleichungen aus denen  $m'$  und  $c$  bestimmt werden können:

- 1)  $c = (m_1 + m') \omega_{r_1}^2 = m_1 \omega_{r_1}^2 + m' \omega_{r_1}^2;$
- 2)  $c = (m_2 + m') \omega_{r_2}^2 = m_2 \omega_{r_2}^2 + m' \omega_{r_2}^2.$

Die Auflösung beider Gleichungen ergibt:

$$3) \quad m' = \frac{m_1 \omega_{r_1}^2 - m_2 \omega_{r_2}^2}{\omega_{r_2}^2 - \omega_{r_1}^2}$$

Aus Gleichung (1) und (4) ist somit  $c$  ohne weiteres zu bestimmen. Ist die Einspannungsart vorher bekannt, so kann man  $m'$  wie folgt errechnen:

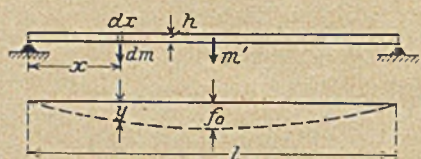


Abb. 3.

Der Stab sei frei gelagert und habe die Dichte  $\gamma$ . Die reduzierte Masse  $m'$  denke man sich im Schwerpunkt des Stabes vereinigt und um die Mittellage um das Maß  $f_0$  ausschwingend. Wenn man als Biegelinie eine Sinuslinie  $y = -f_0 \sin \frac{\pi}{l} x$  annimmt, so schwingt ein beliebiges Massenteilchen  $dm$  im Abstände  $x$  um das Maß  $y$  aus<sup>4)</sup>.

Damit ergibt sich folgende Arbeitsgleichung:

$$m' f_0 = 2 \int_0^{l/2} \frac{b h \gamma}{g} dx \cdot y = -2 \int_0^{l/2} \frac{b h \gamma}{g} f_0 \sin \frac{\pi}{l} x dx,$$

also:

$$m' = -\frac{2 b h \gamma}{g} \int_0^{l/2} \sin \frac{\pi}{l} x dx = \frac{2 b h \gamma}{g} \left[ \frac{l}{\pi} \cos \frac{\pi}{l} x \right]_0^{l/2}$$

damit:

$$m' = \frac{2 b h l \gamma}{\pi g}$$

<sup>4)</sup> Vgl. Prof. Kayser, Z. d. V. d. I. 1917, S. 92.

Nun ist  $\frac{b l h \gamma}{g} = M = \text{Gesamtmasse des Trägers}$ , so daß sich der Ausdruck ergibt:

$$m' = \frac{2}{\pi} M.$$

Ist der Träger vollkommen eingespannt, so kann man durch eine gleiche Rechnung zum Ziel kommen. Man muß dann als Gleichung der Biegelinie setzen:

$$y = \frac{f_0}{2} \left( 1 - \cos \frac{2\pi}{l} x \right).$$

Man integriere zwischen den Grenzen 0 und  $l/2$ , wobei man den Unterschied  $\Delta l$  zwischen  $l'$  und  $l$  gegenüber  $l'$  vernachlässigen darf. Die Lösung lautet:

$$m' f_0 = 2 \int_0^{l/2} y dm = 2 \int_0^{l/2} \frac{f_0}{2} \left( 1 - \cos \frac{2\pi}{l} x \right) dx,$$

also (unter Berücksichtigung, daß  $F$  den Querschnitt des Balkens bedeutet):

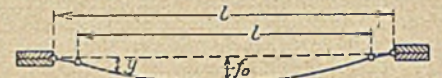


Abb. 4.

$$m' f_0 = 2 \int_0^{l/2} \frac{f_0}{2} F y dx - 2 \int_0^{l/2} \cos \frac{2\pi}{l} x F y dx,$$

es ergibt sich:

$$m' = \frac{M}{2} = 0,5 M.$$

Dieses, wie auch das vorhergehende Ergebnis für den frei aufliegenden Balken, wurden durch die Versuche in ihrer Richtigkeit bestätigt<sup>5)</sup>.

### 2. Biegungswiderstand und Einspannungsgrad (-verhältnis).

a) Der Stab ohne Längsbelastung.

Nimmt man als Biegelinie des Stabes eine Sinuslinie an von der Form  $y = f \sin \frac{\pi}{l} x$ , so errechnet sich die Verkürzung, die der Stab von der Länge  $l$  infolge der Durchbiegung erfährt, zu:

$$1) \quad \Delta l = \frac{\pi^2 f^2}{4l} \quad (\text{siehe Abb. 4}).$$

Nun ist — um zu definieren — der Biegungswiderstand (Knickkraft) diejenige wirkliche oder gedachte Kraft, welche achsrecht am Ende des geraden Stabes angreifend bei einer beliebigen Ausbiegung des Stabes die Biegearbeit leistet (vgl. Professor Kayser Z. d. V. d. I. 1917, S. 92):

$$2) \quad A_B = R \Delta l = R \frac{\pi^2 l^2}{4l} = \frac{1}{2} Q f,$$

wenn  $Q$  eine Querbelastung in der Stabmitte darstellt und  $f$  die Ausbiegung infolge  $Q$ . Berücksichtigt man, daß  $\frac{Q}{f} = c$  als spezifische Rückstellkraft des Balkens bezeichnet wurde, so erhält man aus Gleichung (2):

$$3) \quad R = \frac{2}{\pi^2} \cdot \frac{Q}{f} l = \frac{2}{\pi^2} c l \approx 0,2 c l.$$

Auch hier ergibt sich der Eulerwert, wenn man für den Balken mit gleichbleibendem Querschnitt setzt:

$$c = \frac{48 E J}{l^3},$$

$$R = \frac{96 E J}{\pi^2 l^2} = \frac{\pi^2 E J}{l^2},$$

da  $\pi^4 \approx 96$  ist.

<sup>5)</sup> Eine genauere Bestimmung von  $m'$  ist möglich, wenn man von der Differentialgleichung des schwingenden Stabes ausgeht und diese für bestimmte Einspannungsbedingungen integriert. In dieser Differentialgleichung ist ja auch die Form der durch die Schwingung entstehenden Ausbiegungslinie als mathematisches Gesetz enthalten (vgl. auch Kalähne, „Grundzüge der mathematischen und physikalischen Akustik“, Band 2).

<sup>6)</sup> Vgl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1909, S. 611.



Bei vollständiger Einspannung ist für  $c$  zu setzen:

$$c = \frac{192 E J}{l^3},$$

also wird:

$$R = \frac{4 \pi^2 E J}{l^2}.$$

Die Knickkraft ist also bei vollkommen eingespanntem Balken die vierfache als bei gelenkig gelagertem Balken. Sie ändert sich je nach dem Einspannungsgrad und gibt deshalb ein Maßverhältnis dafür ab. Bezeichnet man die Art der Einspannung des gelenkig gelagerten Balkens mit 1, die des vollkommen eingespannten Balkens mit 4, so läßt sich das Einspannungsverhältnis darstellen durch das Verhältnis beider Biegungswiderstände zueinander. Den Einspannungsgrad des gelenkig gelagerten Balkens bezeichnet man im allgemeinen mit  $o$ , den des vollkommen eingespannten Balkens mit 1, also entspricht das Einspannungsverhältnis 1 dem Einspannungsgrad  $o$ , das Einspannungsverhältnis 4 dem Einspannungsgrad 1.

Für den gleichen Balken von der Länge  $l$  seien  $c_1, R_1$  die spezifische Rückstellkraft bzw. der Biegungswiderstand bei gelenkiger Lagerung,  $c_2, R_2$  bei vollständiger oder beliebiger Einspannung. Dann wird das Einspannungsverhältnis:

$$n = \frac{R_2}{R_1} = \frac{0,2 c_2 l}{0,2 c_1 l} = \frac{c_2}{c_1}.$$

Man kann in der Praxis  $c_1$  aus den Abmessungen des Trägers ermitteln. Bestimmt man  $c_2$  durch einen Versuch, so ist das Einspannungsverhältnis bzw. der Einspannungsgrad damit auch errechnet.

### b) Der Stab mit Längsbelastung.

Der Stab sei in der Längsrichtung der Stabachse von einer Längskraft  $P$  ergriffen und ferner durch eine Kraft  $Q$  in der Mitte belastet, die eine Durchbiegung  $f$  bewirkt. Der Balken befindet sich nach vollendeter Durchbiegung im Gleichgewicht. Das gleiche muß eintreten, wenn nur der Biegungswiderstand  $R$  auf den durchgebogenen Balken wirkt (vgl. Definition des Biegungswiderstandes). Verschiebt man die Enden des Balkens um ein kleines Maß  $d l$ , so muß in beiden Fällen die geleistete Arbeit die gleiche sein. Unter Berücksichtigung, daß  $\frac{Q}{f} = c$ , also  $f = \frac{Q}{c}$  ist, ergibt sich:

$$R = P + \frac{2}{\pi^2} c l = P + 0,2 c l.$$

Der Biegungswiderstand (Knickkraft) ist in diesem Falle abhängig von der spezifischen Rückstellkraft des Trägers und der Längsbelastung  $P$ . Diese Längsbelastung  $P$  muß bei Druckstäben addiert, bei Zugstäben subtrahiert werden. Diese Fälle kommen bei Stäben in fertigen Bauwerken vor. Das Einspannungsverhältnis drückt sich jetzt wie folgt aus:

$$n = \frac{R_2}{R_1} = \frac{P + 0,2 c_2 l}{0,2 c_1 l} = \frac{\frac{P}{0,2 l} + c_2}{c_1}$$

und mit  $\frac{P}{0,2 l} + c_1 = c_1'$ :

$$n = \frac{c_2'}{c_1}.$$

Dabei bedeutet  $R_2$  den durch den Versuch gefundenen wirklichen Biegungswiderstand,  $R_1$  den aus den Dimensionen errechneten Biegungswiderstand bei gelenkiger Lagerung und ohne axiale Belastung.

### 3. Versuche.

Es wurden zunächst Laboratoriumsversuche vorgenommen und zu diesem Zwecke ein I-Träger N.P. 12 auf zwei

Schneiden aufgelagert, durch eine drehbar gelagerte Scheibe in der Mitte des Trägers in erzwungene Schwingungen versetzt und die Abhängigkeitskurve zwischen den Ausschlägen und der Drehzahl bzw. der Kreisfrequenz des Oszillators gemessen. Der Oszillator wurde von außen durch eine biegsame Welle angetrieben.

Der zweite untersuchte Träger war ein U-Profil der Burbacher Hütte Nr. 40/20. Zur Erzielung einer möglichst vollkommenen Einspannung wurden seine Enden auf zwei feste U-Eisen N.P. 22 gelegt und mittels schwerer eiserner Spannschienen und Bolzenschrauben direkt auf den U-Eisen und auf dem Fundament verspannt.

Die Messungen wurden mit Hilfe eines Drehspiegels vorgenommen, auf den ein Lichtstrahl von einer eigens hierfür konstruierten Beleuchtungsrichtung geworfen und je nach

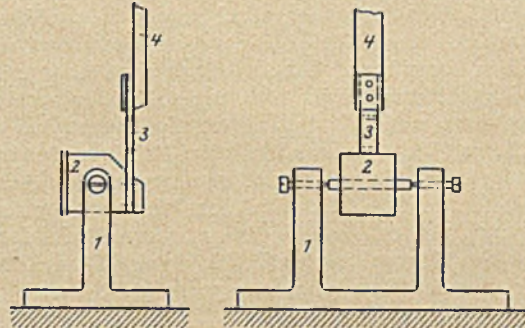


Abb. 5.

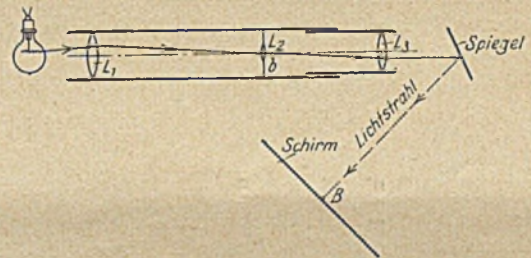


Abb. 6.

der Auslenkung des Spiegels verschieden weit von der Mittelage reflektiert wurde. Der reflektierte Lichtstrahl wurde auf einem Papierschirm mit Teilung aufgefangen. Geriet der Träger in Schwingungen, so entstand auf dem Schirm ein Lichtband, dessen Endpunkte — als Umkehrpunkte des Lichtstrahles — besonders hell in Erscheinung traten und deshalb bequem ablesbar waren. In Abb. 5 ist der Spiegel dargestellt, in Abb. 6 eine schematische Darstellung des Beleuchtungsapparates gegeben.

Die Spiegelvorrichtung zerfällt in vier Teile: 1. den Lagerbock, der mit der Grundplatte fest verschraubt oder verklemmt wird; 2. den Spiegelblock oder Spiegelträger, der eine Bohrung von 2 mm Dmr. besitzt, in die eine Silberstahlwelle fest eingepreßt ist; diese Welle läuft in zwei Spitzenlagern, die, wie Abb. 9 zeigt, am Lagerbock angebracht sind; 3. das Gelenkstück und 4. die Stoßstange. Das Gelenkstück ist ein Doppelgelenk, das einmal die Umwandlung der geradlinigen Bewegung in eine Drehbewegung ermöglicht und zweitens die infolge dieser Drehbewegung auftretende sehr kleine Kreisverschiebung überträgt. Aus dieser zweifachen Wirkungsweise erklärt sich das Doppelgelenk. Das Gelenkstück ist an seinem unteren Ende mit kleinen Schraubchen an den Spiegelträger angeklemt und an seinem oberen Ende in gleicher Art und Weise mit der Stoßstange fest verbunden. Die Stoßstange besitzt in ihrem oberen Ende zwei längliche Schlitzlöcher, durch die Schrauben hindurchgeführt werden können, um die Stange starr mit dem Träger zu verbinden.

Die Schlitzlöcher am oberen Ende sind deswegen angebracht, um eine Verschiebung der Stoßstange und damit eine bequeme Einstellung des Spiegels zum Schirm zu ermöglichen.

7) Vgl. Kayser, Zeitschr. d. V. d. I. 1917, S. 92.



Als Lichtquelle wurde eine 70kerzige Halbwattlampe mit wagerechtem Leuchtfaden benutzt. Durch das System der Linsen  $L_1$  und  $L_2$ , von denen  $L_2$  eine Mikroskoplinse war, wurde vor der Linse  $L_2$  ein sehr kleines Bild  $b$  erzeugt. Dieses sehr kleine Bild wurde durch die Linse  $L_3$  auf den Spiegel projiziert und von dort zum Schirm reflektiert, so daß am Schirm ein vergrößertes Bild von  $b$ , nämlich das Bild  $B$  entstand.  $L_3$  war in ein Teleskoprohr eingebaut, und durch Verschieben dieses Rohres war es möglich, das Bild näher oder weiter vom Spiegel abzubilden. Dieser Umstand war von großer Wichtigkeit, da bei sehr kleinen Schwingungen des Balkens der Schirm sehr weit weggerückt werden mußte, um ein meßbares Lichtband zu erhalten. Bei großen Ausschlägen des Balkens konnte man den Schirm dagegen dicht an den Spiegel heranrücken.

a) Laboratoriumsversuche.

Die Abhängigkeitskurve zwischen den Ausschlägen und den Drehzahlen zeigte bei beiden Versuchen zunächst mit zunehmendem  $\omega$  ein langsames Ansteigen von  $A'$ . Je mehr man sich dem  $\omega$  der Resonanz näherte, um so größer wurde die jeweilige Zunahme von  $A'$ , das seinen Größtwert bei  $\omega_{res}$  erreichte. Dieser Größtwert war in allen Fällen außerordentlich scharf festzustellen, da er die anderen gemessenen Ausschläge um ein Vielfaches übertraf. Bei der Messung wurde in der Form vorgegangen, daß am Beginn und am Ende der Kurve von 100 zu 100 Touren, in den Teilen der größten Krümmung (vor und hinter der Resonanz) von 50 zu 50 Touren gemessen wurde.

1. Der frei aufliegende Träger.

Untersucht wurde ein Doppel-T-Träger N.P. 12. Die Auflagerentfernung betrug 149,3 cm. Der Träger war handelsübliche Ware. Die in Betracht kommenden Querschnittsgrößen waren folgende:

$$F = 14,2 \text{ cm}^2; \quad J_y = 21,5 \text{ cm}^4; \quad W_y = 7,41 \text{ cm}^3;$$

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} = 1,23 \text{ cm}; \quad \frac{1}{i} = 123,1; \quad g = 11,15 \text{ kg/m}.$$

Es wurden vier Versuchsreihen mit je vier verschiedenen Massen ausgeführt und die Ergebnisse in Kurven und Tabellen zusammengestellt. Es würde zu weit führen, sämtliche Kurven und Tabellen im Rahmen vorliegender Arbeit wiederzugeben. Zur besseren Anschaulichkeit ist in Abb. 7 der Verlauf der Ab-

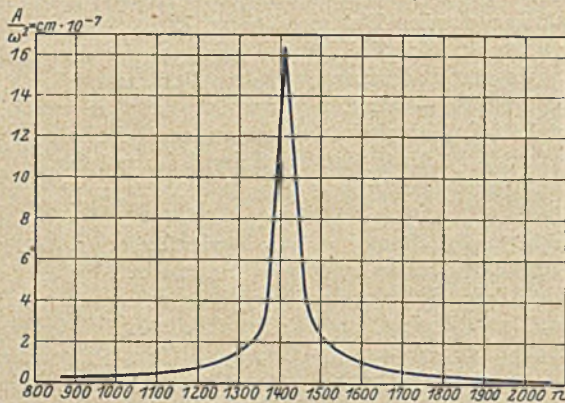


Abb. 7.

hängigkeitskurve zwischen Drehzahl und Ausschlag am Schirm bei frei aufliegendem Träger dargestellt.

Je mehr Masse dem Träger hinzugefügt wurde, um so kleiner wurde  $\omega_{res}$ , so daß die vier ausgeführten Versuche, vier verschiedene Gleichungen ergaben:

$$1) \quad c = (m' + 12,11) \cdot 172,0^2$$

$$2) \quad c = (m' + 16,31) \cdot 159,0^2$$

$$3) \quad c = (m' + 20,51) \cdot 148,5^2$$

$$4) \quad c = (m' + 24,79) \cdot 139,5^2$$

Bei einer Zusatzmasse 12,11 trat also bei  $\omega = 172,0$  die Resonanz ein, bei Zusatzmasse 16,31 bei  $\omega = 159,0$  usw.

Aus Gleichung (1) bis (4) können durch Kombination sechs Werte von  $m'$  zunächst gefunden werden, und damit wiederum vier Werte für  $c$ . Es berechnet sich  $m'$  nach der früher abgeleiteten Formel:

$$m' = \frac{m_1 \omega_{r_1}^2 - m_2 \omega_{r_2}^2}{\omega_{r_2}^2 - \omega_{r_1}^2}.$$

Die Zahl in der Klammer ist jedesmal, da es sich nicht um kg, sondern um Masseinheiten handelt, mit  $10^{-3}$  zu multiplizieren. Es ergibt sich aus:

$$1) \text{ und } 2) \quad \dots \quad m' = 12,8$$

$$2) \text{ und } 3) \quad \dots \quad m' = 12,0$$

$$3) \text{ und } 4) \quad \dots \quad m' = 11,2$$

$$1) \text{ und } 3) \quad \dots \quad m' = 12,45$$

$$1) \text{ und } 4) \quad \dots \quad m' = 12,15$$

$$2) \text{ und } 4) \quad \dots \quad m' = 11,6$$

$$\text{im Mittel} \quad m' = 12,03 \text{ kg} \cdot 10^{-3}$$

Die Gesamtmasse des Trägers ist  $M = 16,65 \text{ kg} \cdot 10^{-3}$ .  $m'$  entspricht 0,72 M, also annähernd dem früher für gelenkige Einspannung gefundenen Werte für  $m'$  gleich. Es wurde damals  $m' \approx 0,7 M$  berechnet.

Aus Gleichung (1) bis (4) errechnen sich jetzt sofort vier Werte für  $c$ :

$$c = 705,00 \text{ kg}$$

$$c = 709,00 \text{ „}$$

$$c = 709,00 \text{ „}$$

$$c = 709,00 \text{ „}$$

$$\text{im Mittel: } c = 708,00 \text{ kg}$$

Der Biegungswiderstand des Balkens beträgt  $R = 0,2 \text{ c l}$ :

$$R = 0,2 \cdot 708,00 \cdot 149,3 = 21 \, 150 \text{ kg}.$$

Der Stab gehört bei  $\frac{1}{i} = 123,1$  zu den schlanken Stäben, auf welche die Eulergleichung anwendbar ist. Der Eulerwert würde rechnermäßig betragen:

$$R_{Euler} = 20 \, 700 \text{ kg},$$

ist also etwas kleiner als der durch den Versuch gefundene Wert.

2. Der vollkommen eingespannte Träger.

Untersucht wurde ein Träger der Burbacher Hütte Profil Nr. U. 40/20. Die Einspannung geschah in der früher erläuterten Weise. Die in Rechnung zu setzende Länge des Trägers betrug 114,20 cm. Die in Betracht kommenden Querschnittsgrößen waren folgende:

$$F = 3,56 \text{ cm}^2; \quad J_y = 1,18 \text{ cm}^4; \quad W_y = 0,88 \text{ cm}^3;$$

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} = 0,575 \text{ cm}; \quad \frac{1}{i} = 221,9; \quad g = 2,80 \text{ kg/m}.$$

Jede Versuchsreihe umfaßte wiederum vier Versuche und wurde wie vorher in Kurven und Tabellen registriert. Die äußere Form der Abhängigkeitskurve ist im wesentlichen die gleiche wie beim vorhergehenden Versuch am frei aufliegenden Träger (vgl. Abb. 7).

Die vier Versuche ergaben wie vorher für vier verschiedene Massen vier Gleichungen:

$$1) \quad c = (m' + 12,1) \cdot 159,5^2$$

$$2) \quad c = (m' + 13,1) \cdot 154,0^2$$

$$3) \quad c = (m' + 14,2) \cdot 148,5^2$$

$$4) \quad c = (m' + 16,3) \cdot 139,5^2$$

Aus Gleichung (1) bis (4) können wie vorher durch Kombination 6 Werte von  $m'$  gefunden werden.



Es ergibt sich:

|           |           |   |
|-----------|-----------|---|
| 1) und 2) | . . . . . | $m' = 1,39$                                     |
| 2) und 3) | . . . . . | $m' = 2,18$                                     |
| 3) und 4) | . . . . . | $m' = 1,51$                                     |
| 1) und 3) | . . . . . | $m' = 1,76$                                     |
| 1) und 4) | . . . . . | $m' = 1,65$                                     |
| 2) und 4) | . . . . . | $m' = 1,77$                                     |
|           |           | im Mittel $m' = 1,699 \text{ kg} \cdot 10^{-3}$ |

Die Gesamtmasse des Trägers ist  $M = 3,2 \text{ kg} \cdot 10^{-3}$ .  $m'$  entspricht also  $0,53 M$ , also mit ziemlicher Annäherung dem früher für vollkommene Einspannung gefundenen Werte für  $m'$ . Es war damals  $m' = 0,5 M$ .

Aus Gleichung (1) bis (4) errechnen sich jetzt sofort vier Werte für  $c$ :

|                                |
|--------------------------------|
| $c = 350 \text{ kg}$           |
| $c = 350 \text{ ,,}$           |
| $c = 350 \text{ ,,}$           |
| $c = 350 \text{ ,,}$           |
| im Mittel $c = 350 \text{ kg}$ |

Der Knickwiderstand des Balkens beträgt  $R = 0,2 c l$ , also:

$$R = 0,2 \cdot 350,0 \cdot 114,2 = 8000 \text{ kg.}$$

Da  $\frac{l}{i} = 221,9$  ist, gehört der Stab zu den schlanken Stäben, auf welche die Eulergleichung anwendbar ist. Der Eulerwert für das Spannungsverhältnis  $n = 4$ , d. i. vollkommene Einspannung, beträgt:  $R_{\text{Euler}} = 7800 \text{ kg}$ , ist also etwas kleiner als der durch den Versuch gefundene. Die Einspannung kann somit als vollkommen gelten.

### 6. Versuche am fertigen Bauwerk.

Die Laboratoriumsversuche zeigten gute Übereinstimmung mit der abgeleiteten Theorie. Zur Erweiterung dieser Versuche wurden deshalb noch zwei Träger im Dachverband der Pauluskirche in Darmstadt untersucht. Diese Träger erfuhren eine Belastung durch Längskräfte.



Abb. 8.

Das Untersuchungsergebnis des Zugbandes des Fachwerksystems ist in folgendem dargestellt. Die Kurven des zweiten untersuchten Trägers boten ziemlich das gleiche Bild und brachten keine neuen Gesichtspunkte.

Die Vernietung des Zugbandes war in den Knotenpunkten durch Knotenbleche und je zwei Niete an jedem Ende des Trägers bewerkstelligt. Die Länge des Trägers betrug  $3,76 \text{ m}$ . Seine Maße sind die folgenden:

2 Winkeleisen 60/60/6;  $J = 45,6 \text{ cm}^4$ ;  $F = 13,82 \text{ cm}^2$ ;

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} = 1,82 \text{ cm}; \quad \frac{l}{i} = 207,0; \quad g = 10,84 \text{ kg/m,}$$

also Gesamtgewicht:  $G = 40,7 \text{ kg}$ .

Die Zugbelastung betrug nach den Angaben der Eisenbauanstalt Donges, die seinerzeit den Dachstuhl gebaut hat,  $1,9 \text{ t}$  infolge Eigengewicht. Die Untersuchungen wurden an einem vollkommen windstillen Tage vorgenommen, so daß andere Kräfte als Eigengewicht nicht in Frage kamen. Es zeigt sich nachher in der Rechnung, daß der Einfluß dieser Kraft von  $1,9 \text{ t}$  auf den Spannungsgrad sehr gering ist.

Bei der Untersuchung zeigte sich ferner, daß mehrere Resonanzen auftraten, wie zu erwarten war, da man es hier nicht nur mit einem Stab, sondern einem gekoppelten System von mehreren Trägern zu tun hat. Durch Hinzufügen von Masse hob sich die Hauptresonanz immer deutlicher gegenüber

den Nebenresonanzen heraus und konnte somit festgestellt werden.

Der Verlauf der Kurve war folgender: Zunächst stetiges langsames, dann rascheres Ansteigen bis zur Hauptresonanz und darauf schnelles Abfallen bis auf Null (bei  $910$  Umdrehungen). Bei allen  $5$  Versuchen war bei  $n = 910$  kein meßbarer Ausschlag mehr festzustellen, was darauf schließen läßt, daß in diesem Augenblick die Mitte des Zugbandes, in der der Drehspiegel befestigt wurde, in Ruhe ist, d. h. einen Knotenpunkt im schwingenden System des gesamten Trägers darstellt. Hinter dem Knotenpunkt war ein erneutes Ansteigen zu beobachten bis zur ersten Nebenresonanz, der nach einem abermaligen Abfallen eine zweite Nebenresonanz folgte. Darauf trat eine allmähliche stetige Abnahme der Amplituden ein. Die letzte Resonanz war bei den zwei letzten Versuchen nicht mehr merklich zu beobachten, was dadurch zu erklären ist, daß durch die größere Zusatzmasse die Trägheit des schwingenden Trägers vergrößert wurde, so daß ein Ansprechen in der Resonanzlage nicht mehr eintrat.

In Abb. 9 sind zwei Resonanzlagen bei  $n = 775$  und  $n = 970$  Umdrehungen des Oszillators deutlich erkennbar. Eine dritte Resonanzlage ist angedeutet durch eine kleine Erhebung bei  $n = 1100$ . Schon in der nächsten Versuchsreihe gelangte diese Erhebung zum Verschwinden, während in der vorhergehenden Versuchsreihe die Erhebung noch deutlich als Nebenresonanzlage mit scharfer Spitze ausgeprägt war.

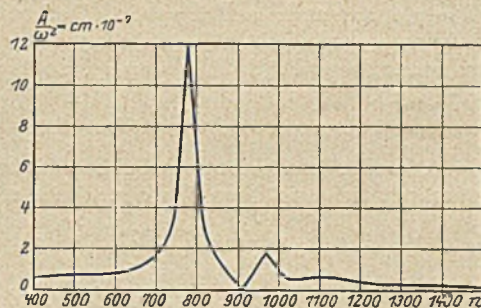


Abb. 9.

Es wurden fünf Versuchsreihen mit fünf verschiedenen Massen vorgenommen, die folgende Gleichungen ergaben:

- 1)  $c = (m' + 14,73) 87,5^2$
- 2)  $c = (m' + 23,13) 81,0^2$
- 3)  $c = (m' + 27,33) 78,5^2$
- 4)  $c = (m' + 31,53) 75,0^2$
- 5)  $c = (m' + 35,73) 72,5^2$

Es war früher gefunden, daß bei einem Spannungsverhältnis  $n = 4$  eine Masse  $m' = 0,5M$  in Rechnung gesetzt werden mußte, bei einem Spannungsverhältnis  $n = 1$ ,  $m' = 0,7M$  zu setzen war. Nimmt man einen geradlinigen Verlauf der Abhängigkeit zwischen  $m'$  und dem Spannungsverhältnis  $n$  an, so würde bei einem Spannungsverhältnis  $n = 3$ ,  $m' = 0,565M$  zu setzen sein. Im vorliegenden Falle muß auf diese Art gerechnet werden, da infolge der Nebenresonanzen eine geringe Verschiebung der Hauptresonanz möglich ist infolge Überlagerung von Amplituden. Um aber  $m'$  genau bestimmen zu können, muß  $\omega$  eindeutig bestimmt werden können. Deshalb gibt die hier angewandte Methode der Lösung ein genaueres Resultat:

Ich nehme als Spannungsverhältnis etwa  $n = 3,0$  an und muß dann als reduzierte Masse  $m'$  einführen:

$$m' = 0,567 M$$

Das Gewicht des gesamten Trägers beträgt bei  $3,76 \text{ m}$  Länge  $40,70 \text{ kg}$ , also wird:

$$m' = 23,0 \text{ kg} \cdot 10^{-3}$$

Ein Balken gleicher Abmessung und gleicher Länge würde bei gelenkiger Lagerung eine spezifische Rückstellkraft besitzen gleich:

$$c_0 = \frac{48 J E}{l^3} = 89,00 \text{ kg}$$



Aus den Gleichungen (1) bis (5) errechnet sich das  $c$  des vorliegenden Balkens zu:

$$\begin{aligned} c &= 37,73 \cdot 87,5^2 = 290,0 \text{ kg} \\ c &= 46,13 \cdot 81,0^2 = 303,0 \text{ ,,} \\ c &= 50,33 \cdot 78,5^2 = 310,0 \text{ ,,} \\ c &= 54,53 \cdot 75,0^2 = 306,0 \text{ ,,} \\ c &= 58,73 \cdot 72,5^2 = 307,0 \text{ ,,} \\ \hline \text{im Mittel: } c &= 303,20 \text{ kg} \end{aligned}$$

Da der Stab noch eine Zugkraft von 1,9 t erleidet, errechnet sich nach früherem das Einspannungsverhältnis nach der Formel:

$$n = \frac{-\frac{P}{0,2l} + c}{c_0},$$

$$\text{daraus ergibt sich } n = \frac{303,00 - 25,2}{89,0} = 3,07.$$

Der obige Mittelwert von  $c = 303,2$  kg entspricht einem Einspannungsverhältnis von  $c' = 3,34$ , während bei der Berechnung der reduzierten Masse  $m'$  ein Einspannungsverhältnis  $n' = 3,0$  zugrunde gelegt wurde. Rechnet man eine Kontrollrechnung durch mit  $m' = 22,2 \text{ kg} \cdot 10^{-3}$  entsprechend einem Einspannungsverhältnis  $n' = 3,27$ , so ergibt sich ein Mittelwert für  $c$ :

$$c' = 298,60 \text{ kg}.$$

Dieses  $c'$  entspricht tatsächlich einem  $n' = 3,27$ . Damit errechnet sich wie oben das eigentliche  $n$  zu:

$$n = \frac{298,60 - 25,2}{89,0} = 3,05.$$

Dieses Einspannungsverhältnis würde nach früherer Definition einem Einspannungsgrad entsprechen:

$$v = 0,667.$$

Der Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Resultat ist ein so geringer, daß man in der Praxis meist schon mit der ersten Rechnung zum Ziel kommen wird und keine zweite Kontrollrechnung durchzuführen braucht.

#### Zusammenfassung.

Es ergibt sich aus den hier angeführten Versuchen, daß es letzten Endes darauf ankommt, eine möglichst genaue Feststellung der Eigenfrequenz des zu untersuchenden Tragelementes zu erreichen.

Die Messung dieser Eigenschwingung ist sowohl auf direktem wie auf indirektem Wege möglich. Die hier vorliegenden Versuche wurden auf Grund der indirekten Meßmethode vorgenommen, indem aus den größten Amplituden die Resonanzfrequenz bzw. die Eigenfrequenz ermittelt wurde.

Es soll deshalb nicht verfehlt werden, auf die direkte Meßmethode hinzuweisen, die darin besteht, daß ein Frequenz-

messer fest mit dem zu untersuchenden Träger verbunden und der Träger durch einen Hammerschlag in Schwingungen versetzt wird. Man kann auf dem Frequenzmesser sofort die Eigenschwingungszahl ablesen, da vom Anschlagen des Trägers bis zu dessen völligem Abklingen eine gewisse Zeit vergeht, während der der Frequenzmesser anspricht. Diese Meßmethode wird sich besonders dort gut eignen, wo es an ausgeführten Bauwerken darauf ankommt, sich schnell einen Überblick über die Einspannungsverhältnisse zu verschaffen, und wo die Anbringung und Aufstellung der verschiedenen Instrumente auf Schwierigkeiten stößt. Ein großer Vorteil der dynamischen Untersuchungsmethode besteht ferner darin, daß bei Laboratoriumsarbeiten Versuchsstäbe nicht mehr zerstört zu werden brauchen, infolgedessen mehrere Male benutzt werden können.

Es wäre wünschenswert, wenn auf Grund dieser Methode weitere Untersuchungen durchgeführt würden. Auf dem Gebiete des Eisenbaues könnten über das Verhalten vergitterter Träger gegenüber von Knickkräften oder über die Beeinflussung des Einspannungsverhältnisses durch Verschiedenheit der Nietung weitere wichtige Aufschlüsse erhalten werden.

Die Methode eignet sich auch gut zur Feststellung unbekannter Elastizitätsmoduln und dürfte daher für den Eisenbetonbau von Bedeutung sein; es wäre ferner interessant, festzustellen, inwieweit die Berechnung von Tragkonstruktionen des Eisenbetonbaues von zu ungünstigen Voraussetzungen ausgeht; werden doch speziell Säulen meist als gelenkig gelagert berechnet nach der Formel:

$$J = 70 P l^2 \quad (J \text{ in cm, } P \text{ in t, } l \text{ in m}),$$

während doch sicher der Betonverband eine gewisse Einspannung gewährleistet.

Zum Schluß möchte ich noch erwähnen, daß die Bestimmung der Resonanzlage mit außerordentlicher Schärfe gemacht werden kann, daß es dagegen schwieriger ist, die wirklichen jeweiligen Ausschläge des Trägers festzustellen. Die Gelenke des Drehspiegels, die kleinen Ungenauigkeiten der Lagerung, die Unebenheiten des Glasspiegels sind Momente, die bei einer scharfen Bestimmung der Auslenkung etwa zum Zwecke der Errechnung des Koeffizienten  $q$  stark ins Gewicht fallen. Diese Fehlerquellen könnten m. E. so ziemlich ausgeschaltet werden, wenn man anstatt des Drehspiegelinstrumentes einen Metallkonvexspiegel benutzt und diesen fest an den Träger ankittet oder verschraubt. Durch die Bewegung des Trägers in vertikaler Richtung beim Schwingen wird der Lichtstrahl in jeder Auslenkungslage auf einen anderen Punkt des Konvexspiegels auffallen und infolgedessen jeweils entsprechend der geänderten Richtung des Einfallotes nach einem Punkte ober- oder unterhalb der Lichtpunktmittellage zurückgeworfen, so daß auch hier ein Lichtband am Schirm entsteht.

Mir selbst war es seinerzeit aus Mangel an Mitteln nicht möglich, diese Meßmethode auszuprobieren, doch glaube ich, daß hier ein Weg liegt, die Versuchsergebnisse noch weitgehendst zu verbessern.

## KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

### Ein bedeutender Brückenentwurf.

[Nach E. N. R. v. 9. April 1925.]

Fast unbemerkt, sogar in Amerika, ist der erste Schritt zur endgültigen Verwirklichung des Baues einer Brücke getan worden, die mit ihren Ausmaßen alle bisherigen Bauten in den Schatten stellen wird.

Die gesetzgebenden Körperschaften von New York und New Jersey haben mehrere hunderttausend Dollar bewilligt für Vorstudien zum Bau einer Straßenbrücke über den Hudsonfluß in der Nähe von Fort Washington Point im oberen Teil der Stadt New York.

Ein von O. H. Ammann im E. N. R. vom 3. 1. 1924 veröffentlichter Entwurf zeigt eine Hängebrücke von rd 1036 m größter Spannweite mit einer Fahrbahntafel für 8 Gleise. Zum Vergleich sei angeführt, daß von den 3 größten Brücken über den East-River die

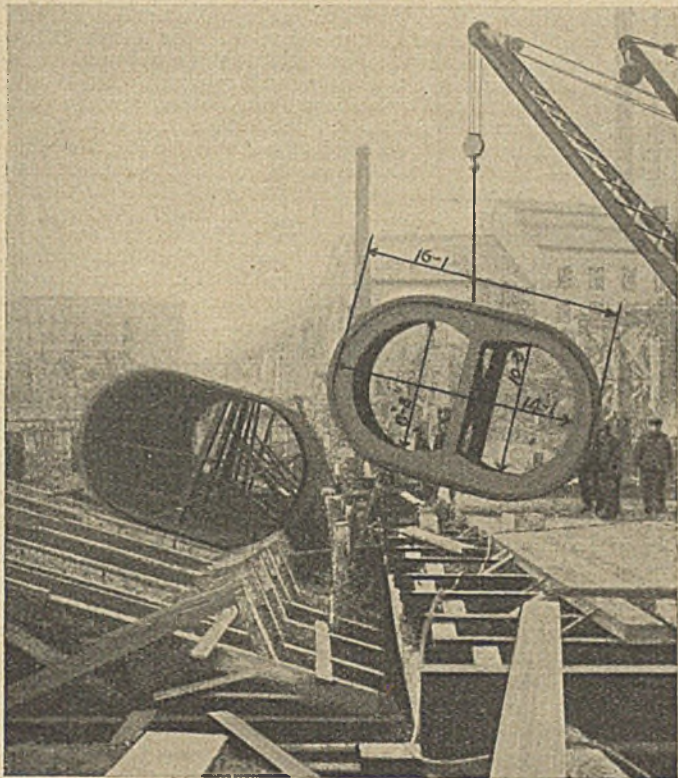
Williamsburg-Straßen- und Eisenbahnbrücke, eine Kabelhängebrücke aus dem Jahre 1903, eine größte Spannweite von 488 m, die neue Delaware-Flußbrücke zwischen Philadelphia und Camden eine Hauptstützweite von 533 m, die Quebec-Eisenbahnbrücke, eine 1917 erbaute Kragträgerbrücke, die größte Spannweite von 549 m aufweist.

Obgleich der neue Entwurf einen gewaltigen Sprung in der bisherigen Vergrößerung der Brückenspannweiten bedeutet, glaubt man doch in Amerika der Schwierigkeiten Herr zu werden, da grundlegende Ungewißheiten nicht bestehen und nur besondere konstruktive Fragen zu lösen sind. Das schließt nicht aus, daß die Riesenbrücke auch Riesenaufgaben mit neuartigen Lösungen mit sich bringt. Mehr als von der Größe der Brücke an und für sich verspricht man sich aber von der Entwicklung des Verkehrs und der Ausdehnung New Yorks auf dem westlichen Ufer des Hudsons, der bis jetzt hier infolge seiner Breite und Tiefe einen Halt geboten hat. A. Dürbeck.



### Rohrtunnel für Gasleitungen unter einem Schiffahrtskanal in Brooklyn.

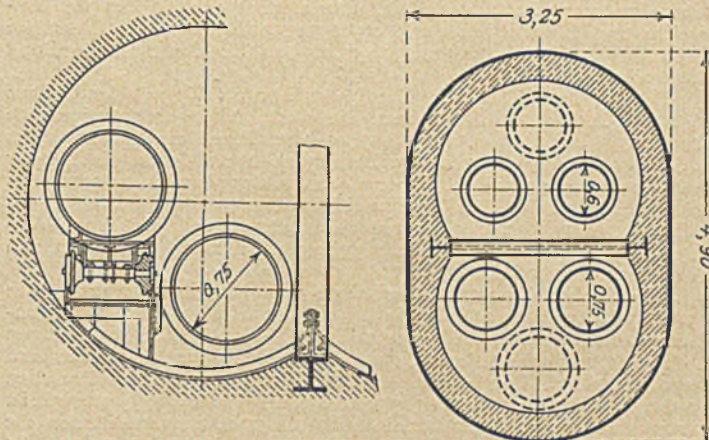
Für die neuen großen Hauptleitungen zur Verbindung des Gaswerkes der Brooklyn-Union-Gas-Gesellschaft auf der Westseite des Gowanus-Schiffahrtskanals in Brooklyn mit dem Versorgungsgebiet auf der Ostseite ergab sich als wirtschaftlichste Lösung die



Durchführung unter dem Schiffahrtskanal in einem Rohrtunnel, womit rd 3 km Leitungslänge gespart wurde. Der Tunnel hat zwischen den Mitten der Endschächte eine Länge von 41,5 m und einen walzenförmigen Querschnitt von 3,25 m Höhe und 4,9 m Breite mit halbkreisförmiger Seiten- und wagerechter Mittenbegrenzung, wodurch

bei geringster Höhe genügend Platz erhalten wurde für je zwei Rohrleitungen von 75 und 60 cm Lichtweite und einen Verkehrs- und Arbeitsraum auf jeder Seite für die Instandhaltung und Auswechslung der Rohre. Das Tunnelrohr und die Endschächte sind aus 9 und 12 mm starken Stahlplatten zusammengenietet und 30 cm stark mit Eisenbeton ausgekleidet, das Tunnelrohr überdies in der Mitte durch einen lotrechten Gitterträger ausgesteift; der Eisenbetonmantel hält der Tunnelbelastung auch allein stand, wenn im Laufe der Zeit die Stahlhaut durchrostet (s. Zeichnung).

Für die Bauarbeiten im Kanal waren nur die schiffahrtfreien Nächte und Sonntage frei. Das Tunnelrohr mit den unteren Teilen der Endschächte ist deshalb auf einem Querhelling an der Ostseite des Kanals zusammengebaut (s. Abb.), wie ein Schiff zu Wasser gebracht und durch Einlassen von Wasser in den vorbereiteten Tunnel-



graben abgesenkt worden, wobei zur Sicherung der wagerechten Lage das Tunnelrohr gegen die Endschächte durch Schotten abgeschlossen war. Der Tunnelgraben ist erst rd 1 m tief offen, dann bis 6,8 m unter Kanalsohle zwischen blechernen Spundwänden mit eisernen Leitpfählen in je 3 m Abstand ausgebagert worden, wobei die Leitpfähle vorübergehend oben, dann mittels 60 x 60 cm starker Betonbalken auf der Sohle ausgesteift wurden und diese Betonbalken mit Kiesfüllung dazwischen ein ebenes und sicheres Auflager für das Tunnelrohr bildeten. Auf Verlangen der Kanalbehörde mußten die Spundwände wieder herausgezogen werden. Der Tunnel liegt mit seiner Oberkante 2,8 m unter der Kanalsohle. Er hat sich als vollkommen dicht erwiesen; zur Abführung von Schwitzwasser ist eine Handpumpe im westlichen Endschacht vorgesehen. Er wird von zwei unabhängigen Stromquellen elektrisch beleuchtet. (Aus Proceedings of the American Society of Civil-Engineers vom Januar 1926 S. 62—81 mit 5 Zeichnungen und 8 Abb.)

### WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Herabsetzung der Zementpreise infolge der Umsatzsteuersenkung. Durch das Gesetz über die Steuerminderungen zur Erleichterung der Wirtschaftslage vom 31. März 1926, Artikel II (RGBl I, S. 185) ist bekanntlich mit Wirkung vom 1. April 1926 der Satz der allgemeinen Umsatzsteuer um 0,25 auf 0,75% ermäßigt worden. Da der Gesetzgeber ausdrücklich bestimmt hat, daß die Preise in Höhe der Minderung der auf die Leistung entfallenden Umsatzsteuer herabzusetzen sind, haben auch die drei Zementyndikate kürzlich ihre Preise in entsprechendem Umfange ermäßigt, und zwar beträgt die Preissenkung im Gebiet des Norddeutschen Zementverbandes 2 M für je 10 t. Das Syndikat hatte schon bislang bei der Rechnungsstellung auf Grund der am 5. Oktober 1925 vorgenommenen einprozentigen Umsatzsteuersenkung (von 2 auf 1%) 5 M pro 10 t von den unveränderten Grundpreisen abgezogen. Nunmehr sollen insgesamt 7 M abgesetzt werden, so daß z. B. der in Berlin zu zahlende Stationsfrankopreis 493 M betragen wird.

Der Westdeutsche, Süddeutsche und der Hütten-Zementverband haben ihre Preise nur um 1 M pro 10 t ermäßigt.

Einschl. des schon seit dem 5. Oktober 1925 an den Rechnungen gekürzten Umsatzsteuerabzuges von 4 M werden die Preise des Westdeutschen Zementverbandes mithin um insgesamt 5 M ermäßigt werden. Die Stationsfrankopreise im Gebiet des genannten Verbandes werden in den einzelnen Zonen für je 10 t demgemäß künftig in RM betragen: Zone 1 440, Zone 2 455, Zone 3 470, Zone 4 485, Zone 5 495, Zone 6 485, Zone 7 490, Zone 8 485, Zone 9 455, Zone 10 465, Zone 11 485, Zone 12 500, Zone 13 510, Zone 14 510, Zone 15 520, Zone 16 525, Zone 17 530, Zone 18 530. Die Preise für Eisenportlandzement liegen um 30 M und für Hüttenzement um 60 M unter den vorgenannten Zonenpreisen.

Im Gebiete des Norddeutschen und Süddeutschen Zementverbandes besteht ein ähnlich ausgesprochenes Zonensystem nicht,

die Preise werden dort vielmehr listenweise für die einzelnen Orte bestimmt.

Der Preisabbau um rd. 1 M für 10 t auf Grund der Umsatzsteuersenkung um 0,25% erscheint im übrigen nicht ganz ausreichend, da nach einem Urteil des Reichsfinanzhofes vom 7. Oktober 1925 die Umsatzsteuer nicht von dem Werkpreis, sondern von dem Stationsfrankopreis zu entrichten ist. Der Reichsfinanzhof hat nämlich erklärt, daß die Frachtkosten nicht als steuerfrei anzusehen sind, wenn der Lieferant sie bis zur Station des Abnehmers in den Rechnungsbetrag einkalkuliert hatte, sie dann aber hinterher auf der Rechnung in Abzug brachte, weil sie vom Empfänger bezahlt wurde. Nur diejenigen Frachtkosten, die sowohl gesondert in Rechnung gestellt, wie auch tatsächlich von dem Lieferanten vorgelegt worden sind, können gem. § 8 Absatz 6 des Umsatzsteuergesetzes bei der Berechnung der Umsatzsteuer in Abzug gebracht werden. Die Zementyndikate stellen aber nur den Stationsfrankopreis in Rechnung, dem Käufer ist der Abwerkpreis in der Regel gar nicht bekannt. Bei einem durchschnittlichen Stationsfrankopreis von 500 M (z. B. in Berlin, Bochum, Bielefeld usw.) müßte mithin genau kalkuliert der Umsatzsteuerabzug 1,25 M pro 10 t betragen.

Hinsichtlich der laufenden Zementlieferungen ist unter der wahrscheinlich zutreffenden Voraussetzung, daß von den Zementwerken und den Baustoffhändlern die Umsatzsteuer nach den vereinnahmten Beträgen entrichtet wird, zu beachten, daß der Käufer einen Preisminderungsanspruch in Höhe der Minderung der auf die Lieferung entfallenden Umsatzsteuer hat, wenn er den Zement zwar schon erhalten, die Rechnung am 1. April 1926 aber noch nicht beglichen hatte. Bei Bezahlung durch Wechsel gilt der Umsatz erst als vollzogen, sobald der Verkäufer, z. B. die Zementverkaufsstelle, sich aus dem Wechsel bezahlt gemacht hat, d. h. also, nachdem der Wechsel von ihr diskontiert worden ist.

Dr. R.



Die Verwendung des Kredits zur Förderung des Kleinwohnungsbaues. (Vgl. Bauingenieur Heft 13 S. 267 und Heft 15 S. 309.) Zu dem am 25. März 1926 vom Reichstag beschlossenen Gesetz, das den Reichsarbeitsminister ermächtigt, den Ländern Darlehen bis zu einer Gesamtsumme von 200 Mill. Mark zu geben, um den Kleinwohnungsbau durch Zwischenkredite zu fördern, sind nunmehr gemeinsame Ausführungsvorschriften des Reichsarbeitsministers, Reichsfinanzministers und Reichswirtschaftsministers erschienen. (Vgl. unter Gesetze, Verordnungen, Erlasse.)

Die Verordnung sieht zunächst die Verteilung eines Betrages bis zu 100 Mill. Mark vor. Für die Verteilung auf die einzelnen Länder ist maßgebend der in einem Lande im Rechnungsjahr 1925 tatsächlich zu Wohnbauzwecken aufgewendete Betrag an Hauszinssteuermitteln. Weitere 10 Mill. sollen zur Förderung des Wohnungsbaues aus dem Wohnungsfürsorgefonds des Reichsarbeitsministers für Beamte, Angestellte und Bedienstete des Reichs verwendet werden. Über die Verteilung der dann noch verbleibenden 90 Mill. bleibt die Regelung noch vorbehalten.

Die Länder geben die Kredite weiter an Hypothekenbanken und sonstige Realkreditanstalten, die Gewähr für ordnungsgemäße Verwendung bieten und zur Ausgabe von Pfandbriefen berechtigt sind, und zwar zu den gleichen Bedingungen, zu denen die Länder selbst die Kredite erhalten. Über die Höhe der Verzinsung schweben noch Verhandlungen. Die Realkreditanstalten geben die Kredite an die Bauherren weiter, und zwar auch wieder zu den gleichen Bedingungen, zuzüglich eines Verwaltungskostenbeitrages für die ihnen entstandenen Unkosten.

Die Realkreditanstalten erhalten den Kredit nur auf die Dauer von 9 Monaten. Sie haben den Kredit dann zurückzahlen, wenn in seiner Höhe erste Hypotheken für Kleinwohnungen bestellt sind, spätestens aber 9 Monate, nachdem sie ihn von den Ländern abgerufen haben. Der Kredit ist also nicht als dauerndes Darlehen gedacht, er dient nur zur Ingangsetzung der Wohnungsbautätigkeit. An seine Stelle tritt dann der eigentliche Hypothekarkredit, den die Realkreditanstalten durch Pfandbriefausgabe beschaffen sollen. Es sollen nur erste Hypotheken auf Grund dieses Reichskredits gewährt werden, und zwar möglichst bis zu 60% des Grundstückswertes. Der Erlös der auszugebenden Pfandbriefe soll, soweit er nicht zur Abdeckung des Reichskredits dient, wiederum dem Kleinwohnungsbau zugeführt werden. Es wird damit gerechnet, daß sich der Zinsfuß für die auf Grund des Reichszwischenkredits aufzugebenden ersten Hypotheken auf etwa 9% stellen wird.

Die Förderung aus Mitteln des Reichskredits ist auf solche Bauvorhaben beschränkt, die nach den Bestimmungen der Länder Hauszinssteuerhypotheken erhalten oder erhalten könnten. Die Wohnungen dürfen außerdem nicht zu spekulativen Zwecken verwendet werden. In Preußen werden nach den jetzt geltenden Bestimmungen für Werkswohnungen keine Hauszinssteuerhypotheken gewährt, infolgedessen kommt auch für sie eine Förderung aus dem Reichszwischenkredit nicht in Betracht. Es sind jedoch Verhandlungen im Gange, die auf die Aufhebung dieser Beschränkung hinzeln.

Bevorzugte Förderung aus Mitteln des Reichskredits erfahren solche Bauvorhaben, bei denen bewährte einheitliche Typenentwürfe mit Bauteilen ausgeführt werden, die nach den deutschen Baunormen gefertigt sind. Vom Reichsarbeitsminister werden gemeinsam mit einem vom Reichsrat bestellten Ausschuß Wohnungstypen bezeichnet, für welche diese Voraussetzungen besonders zutreffen. Cl.

Arbeitsmarktlage. Die außerordentlich schlechte Lage auf dem Arbeitsmarkt hält in unerwartet hohem Maße an. Während zur Zeit der großen Stabilisierungskrise die Zahl der Arbeitssuchenden bei den öffentlichen Arbeitsnachweisen vom Januar 1924 mit 2 052 000 in den nächsten Monaten sehr schnell auf weniger als die Hälfte zurückging (Mitte April 870 000), kann von einem wesentlichen Rückgang der gegenwärtigen Arbeitslosigkeit bisher noch nicht gesprochen werden. Es ist damit zu rechnen, daß auch jetzt noch, Mitte April, die Zahl der Arbeitssuchenden etwa 2 Millionen beträgt. Weitere Verschlechterungen traten im Bergbau und in der Metallindustrie ein; gleich ungünstig blieb die Lage in der chemischen, Textil- und Holzindustrie; langsame Besserung zeigten nur die Saisongewerbe, d. s. die Landwirtschaft, die Baustoffindustrie und das Baugewerbe.

Eine leichte Belebung des Baumarcktes hielt zwar an, blieb jedoch trotz der günstigen Witterung recht gering. Es wurden auch weiterhin überwiegend Innen- und Reparaturarbeiten ausgeführt. Private Neubautätigkeit trat noch nicht wesentlich in Erscheinung. Zahlenmäßig gestaltet sich die Entwicklung der letzten Wochen etwa so:

|                                      |             |             |
|--------------------------------------|-------------|-------------|
|                                      | 15. Februar | 15. März    |
| arbeitsuchende Bauarbeiter . . . . . | 240 000     | ca. 200 000 |
| darunter Maurer . . . . .            | ca. 90 000  | ca. 70 000  |

Im Deutschen Bauwerksbund war der Prozentsatz der arbeitslosen Mitglieder bis zum 29. März erst auf 33,9% zurückgegangen; bis Mitte April dürfte er sich wohl nur auf etwa 28 bis 30% verringert haben.

Verlängerung der Höchstdauer in der Erwerbslosenfürsorge. Der unerwartet langen Dauer der gegenwärtigen Arbeitsmarktkrise trägt eine Verfügung des Reichsarbeitsministers Rechnung,

die in den Bestimmungen über die Höchstdauer der Erwerbslosenfürsorge wesentliche Erleichterungen schafft (vgl. unter Gesetze, Verordnungen und Erlasse) und vorläufig bis zum 31. Juli 1926 wirksam bleibt. Grundsätzlich beträgt die Dauer der Erwerbslosenunterstützung 26 Wochen (§ 18, Abs. 1 der VO. über Erwerbslosenfürsorge vom 16. II. 24); sie kann von den obersten Landesbehörden oder den von diesen bezeichneten Stellen für ihre Bezirke und einzelne Gewerbe-zweige bis auf 39 Wochen verlängert werden (Art. 9 der Ausführungsvorschriften zu VO. über Erwerbslosenfürsorge vom 2. 5. 25). Die gleiche Befugnis steht nach § 18 Abs. 2 der VO. über Erwerbslosenfürsorge dem Reichsarbeitsminister selbst zu. Von dieser Befugnis hat der Reichsarbeitsminister nunmehr Gebrauch gemacht und grundsätzlich die Dauer der Erwerbslosenfürsorge auf 39 Wochen verlängert. Jedoch sind von dieser Vergünstigung die Saisonberufe ausgenommen, so daß u. a. auch für das Baugewerbe mit seinen Hilfsbetrieben und für die Baustoffindustrie die Verlängerung nicht gilt. — Die zur Entscheidung über die Erwerbslosenunterstützung zuständigen Stellen haben ferner nach § 18 Abs. 3 der Erwerbslosenfürsorgeverordnung die Möglichkeit, die Fürsorge über die 39. Woche hinaus bis höchstens um 13 Wochen zu verlängern. Der Reichsarbeitsminister empfiehlt diesen Stellen dringend, von dieser Befugnis Gebrauch zu machen, so daß in möglichst weitem Umfange die Erwerbslosenunterstützung für die Dauer von 52 Wochen gewährt werden soll.

Diese Verlängerung der Erwerbslosenunterstützung kommt nach der Anordnung des Reichsarbeitsministers auch den Ausgesteuerten zugute, d. h. denjenigen Erwerbslosen, die auf Grund der bisherigen Höchstdauerbestimmungen bereits aus der Erwerbslosenfürsorge ausgeschieden sind. Der Ausgesteuerte tritt so lange wieder in die Unterstützung ein, daß ihm unter Anrechnung der früheren Unterstützungszeit insgesamt für die jetzt zulässige Höchstdauer (39 bzw. 52 Wochen) Unterstützung zuteil wird. Eine Nachzahlung kommt nicht in Betracht. — Diese Regelung soll nichts daran ändern, daß die Ausgesteuerten zu Notstandsarbeiten zugelassen werden. Im Gegenteil sollen sogar in Zukunft bei Notstandsarbeiten nach Möglichkeit nicht nur ein Drittel, sondern bis zur Hälfte, in besonders berücksichtigungswerten Fällen bis zu 60% der anrechenbaren Tagewerke von Ausgesteuerten abgeleistet werden. Dabei ist zu beachten, daß für die Ausgesteuerten durch dreimonatige Beschäftigung bei Notstandsarbeiten eine neue Anwartschaft auf Erwerbslosenunterstützung entsteht.

#### Großhandelsindex.

|                |                |                 |
|----------------|----------------|-----------------|
| Januar: 120.0  | Februar: 118.4 | März: 118.3     |
| 10. März 117.6 | 17. März 117.8 | 24. März 119.0  |
|                |                | 31. März 121.2  |
|                |                | 7. April 122.0  |
|                |                | 14. April 123.6 |

#### Gesetze, Verordnungen, Erlasse.

(Abgeschlossen am 15. April.)

Verordnung über die gesetzliche Miete vom 1. April 1926 ab. Vom 26. März 1926 (Pr. Gesetzesamml. S. 130). Die gesetzliche Miete beträgt vom 1. April 1926 ab bis auf weiteres 94% der reinen Friedensmiete. Hiervon sind 17% für die Kosten für laufende Instandsetzungsarbeiten in Ansatz gebracht.

☞ Dritte Verordnung über die Gesellschaftssteuer bei der Aufstellung von Goldbilanzen. Vom 6. April 1926 (Reichs-Anz. Nr. 84). Die in § 1 Abs. 3 der Verordnung über die Gesellschaftssteuer bei der Aufstellung von Goldbilanzen vom 1. XII. 1924 genannten Beträge, die aus der Umstellungsreserve zur Deckung von Einlagen auf neue Aktien oder Geschäftsanteile verwendet werden, sind nicht mehr den Zahlungen im Sinne des § 1 Abs. 1 gleichzustellen, unterliegen also nicht mehr der ermäßigten Steuer nach § 13 zu b) des Kapitalverkehrsteuergesetzes.

Verzicht auf die Wertbeständigkeitsklausel. Der Reichsminister der Finanzen hält es für angezeigt, auf Entwertungs- und Goldmarkklauseln bei Krediten von amtlicher Seite zu verzichten, soweit es sich um Kredite handelt, die nicht länger als drei Jahre laufen. Die Reichsressorts und die ihnen nachgeordneten Stellen werden ersucht, diese Klauseln in Zukunft nur noch bei solchen Krediten zu verwenden und vorzuschreiben, deren Dauer sich auf mehr als drei Jahre erstreckt (R. A. Bl. S. 101).

Dritte Verordnung über Beiträge in der Unfallversicherung. Vom 31. März 1926 (R. A. Bl. S. 103). Der Vorstand einer Berufsgenossenschaft kann die Ergänzung der Rücklage bei der Umlage für das Jahr 1925 abweichend von den Vorschriften der Reichsversicherungsordnung durch geringe Zuschläge zu den Beiträgen vornehmen oder von der Ergänzung absehen.

Verordnung über die Verwendung des Kredits zur Förderung des Kleinwohnungsbaues (Reichsministerialblatt S. 109). Näheres s. Mitteilung in diesem Heft.

Anordnung des Reichsarbeitsministers über die Höchstdauer in der Erwerbslosenfürsorge und über Erwerbslosenfürsorge für Ausgesteuerte (R. A. Bl. S. 102). Näheres s. Mitteilung in diesem Heft.



### Rechtsprechung.

Bearbeitet von Staatsanwalt a. D. Stroux.

**Wohnungszwangswirtschaft.** — a) Miete von Lagerplätzen. Das Mieterschutzgesetz vom 1. Juni 1923 betrifft zum Wohnen von Menschen bestimmten und gewerbliche Räume, nicht aber die Platzmiete, auch dann nicht, wenn der Mieter sich Gebäulichkeiten errichtet oder von dem früheren Mieter übernimmt, die gemäß § 95 des B. G. B. nicht Bestandteile des Grundstücks werden. Die Räumungsklage richtet sich daher nach dem sonstigen Recht. (R. G. III v. 11. 12. 25, J. W. 1926, S. 574.)

b) Beschlagnahme von Räumen. Die Eingriffe der Behörde infolge der Wohnungszwangswirtschaft stellen eine Enteignung im Sinne des Artikels 153 der Reichsverfassung dar. Die Beschlagnahme eines Hauses zur Einsetzung von Zwangsmietern begründet einen im Rechtsweg verfolgbareren Entschädigungsanspruch gegen die Stadtgemeinde. Der Anspruch geht nicht auf vollen Schadenersatz, sondern auf Ersatz des Wertes des enteigneten Grundstücks und der etwaigen Wertminderung des Grundstücks. In Hinsicht des Restgrundstückes ist Entschädigung zu gewähren für die Nachteile, die daraus entstehen, daß das beschlagnahmte Haus mit einer großen Anzahl minderwillkommener Mietsparteien belegt wird. (R. G. III v. 8. 12. 25, Recht 1926, S. 130.)

§ 313 B. G. B. Unwiderrufliche Vollmacht beim Kauf eines Grundstückes zum Wiederverkauf. Der Verkäufer hatte einen Grundstücksmakler mit notariell beglaubigter Vollmacht ermächtigt, das Grundstück zu verkaufen, Auflassungserklärungen abzugeben und alles Erforderliche zu tun, um die wirksame Übertragung des Grundstückes an einen Dritten herbeizuführen. Die Vollmacht sollte unwiderruflich sein, auch durch den Tod nicht erlöschen. Wenn diese Vollmacht ausschließen soll, daß der Verkäufer die Vollmacht widerruft und selbst das Grundstück veräußert, so bedarf sie der Form des § 313 B. G. B., d. h. der notariellen Beurkundung. Notarielle Beglaubigung genügt nicht. (R. G. V. v. 10. 10. 25.)

§ 313 B. G. B. Ein Vergleich, durch den die Verpflichtung zur Übertragung des Eigentums an einem Grundstück übernommen oder bestätigt wird, bedarf ebenfalls der Form des § 313. (R. G. V. v. 13. 2. 26.)

Rücktritt von einem gegenseitigen Verträge bei Verzug nach § 326 B. G. B. Bekanntlich muß eine Nachfrist gesetzt werden mit der Androhung, daß nach Annahme der Lieferung die Leistung abgelehnt werde. Die Erklärung braucht nicht diesem Wortlaut zu entsprechen, muß aber bestimmt und unzweideutig ergeben, daß sich der Gläubiger nach Ablauf der Frist auf Lieferung nicht mehr einlassen will. Das Reichsgericht hat den Wortlaut: „Wir setzen Ihnen eine Frist bis zum 28. d. M. Ist bis dahin das Material nicht auf unserem Lager eingegangen, so werden wir unser Recht aus § 326 B. G. B. geltend machen“ für nicht genügend erklärt, da eine bestimmte Androhung der Ablehnung der Lieferung darin noch nicht zu finden sei. (R. G. I, v. 27. 10. 24.)

Verbotstafel am Eingang eines Lagerraumes. Ein Knabe betrat den schlecht beleuchteten Lagerraum eines Sägewerks, wo sich in einer Ecke 30 cm über dem Boden die Welle eines Schwungrades drehte. Die Ecke war in 50 cm Höhe durch eine Holzleiste abgesperrt. Gleichwohl verunglückte der Knabe, der in der Ecke zu Fall kam, da ein Riemen sich an der schnell drehenden Welle verfangen. Die Ersatzansprüche gegen den Inhaber des Betriebes wurden zur Hälfte als berechtigt anerkannt. Es wurde angenommen, daß der Knabe den Lagerraum nicht betreten hätte, wenn eine Verbotstafel das Betreten untersagt hätte. Was die im Verkehr erforderliche Sorgfalt im Einzelfall verlange, müsse der Unternehmer eines mit Gefahren verbundenen Gewerbebetriebes selbst wissen. (R. G. IV v. 2. 11. 25.)

Betriebsunfall. Ein Landarbeiter geriet im Betrieb seines Dienstherrn mit der Hand in die Futterschneidemaschine. Die Berufsgenossenschaft belangte den Dienstherrn auf Ersatz ihrer Aufwendungen. Er wurde verurteilt, mit der Begründung, daß die sehr einfache Unfallverhütungsvorschrift der Berufsgenossenschaft fahrlässigerweise nicht beachtet war: ein Deckbrett war zu kurz und ein

kleines Verbindungsbrett fehlte. Auf die Revision des Betriebes durch die Berufsgenossenschaft durfte sich der Landwirt nicht verlassen. (R. G. IV v. 8. 2. 26.)

Unfall beim Verlegen von Wasserrohren. Der Unternehmer wurde neben der Stadt zur Hälfte zum Schadenersatz an eine in die Baugrube gestürzte Frau verurteilt. Er habe die Pflicht, für Sicherheitsmaßregeln und Absperrung der Baugrube zu sorgen. Da aber der zuständige Angestellte der Stadt sich mit dem Weiterbetrieb der Straßenbahn und der dadurch bedingten zeitweiligen Nichtverwahrung einer Seite der Baugrube einverstanden erklärt habe, sei auch die Stadt mit haftbar. Der gefahrdrohende Umstand hätte die Aufstellung von zwei Posten verlangt; für die Unterlassung sei der Unternehmer ebenso verantwortlich, wie die Stadt. (R. G. VI v. 5. 1. 26.)

Unfall. Der Arbeiter eines Tiefbauunternehmers verunglückte bei Umladung von Frachtgütern, die der Tiefbauunternehmer durch Vertrag mit der Eisenbahn übernommen hatte. Die Tiefbauberufsgenossenschaft erkannte die Entschädigungsberechtigung an und sprach zugleich aus, daß die Eisenbahn nicht als Unternehmerin des Betriebes anzusehen sei. Sie verklagte die Reichsbahngesellschaft auf Ersatz ihrer Aufwendungen. (§ 15, S. 142 R. V. O. §§ 1, 2 und 3 des Reichshaftpflichtgesetzes). Das Reichsgericht stellte fest:

Im Verhältnis des Verletzten gibt es nach der R. V. O. immer nur einen Unternehmer. Für den Verletzten war dies der Tiefbauunternehmer. Die Eisenbahn war nicht auch noch Unternehmer. Gegen sie kann daher auf Grund des Reichshaftpflichtgesetzes durch die Tiefbauberufsgenossenschaft ein Anspruch auf Ersatz ihrer Aufwendungen an den Verletzten geltend gemacht werden. (§ 1542 R. V. O., R. G. IV v. 27. 6. 25, J. W. 1926, S. 555.)

Diese Entscheidung ist sehr bedeutungsvoll. Reichsbahn, Straßenbahn, Untergrundbahn oder sonstige Bahnbetriebe werden künftig damit zu rechnen haben, daß bei Bauarbeiten, die sie einem Unternehmer übertragen, wegen der Unfälle der Bauarbeiter von der Berufsgenossenschaft gegen sie nach § 1 des Reichshaftpflichtgesetzes Regreß genommen wird. Aber auch Fabriken und dergleichen können nach § 2 des Reichshaftpflichtgesetzes in eine ähnliche Lage kommen, wenn ein Verschulden einer Aufsichtsperson mitgewirkt hat. Neben der Berufsgenossenschaft wird aber auch der Verletzte selbst gegen diese Bahn- bzw. Fabrikbetriebe, die ihm gegenüber nicht als „Unternehmer“ gelten, für die also die gesetzliche Unfallversicherung nicht Platz greift, Klage erheben können. Damit wiederum ist die Möglichkeit gegeben, daß Bauarbeiten von der Reichsbahn und den genannten Werken unter Abwälzung dieser Haftung auf den Unternehmer vergeben werden. Der Unternehmer seinerseits muß sich durch Haftpflichtversicherung gegen solche Schadensmöglichkeiten decken.

### Hafenbautechnische Gesellschaft, Hamburg.

Die diesjährige 8. ordentliche Hauptversammlung findet anschließend an den Himmelfahrtstag (13. Mai) am 14. und 15. Mai in Bremen statt.

Vorläufige Tagesordnung: Donnerstag, den 13. Mai, nachm. Führung durch die Stadt. — Begrüßungsabend im „Schütting“. Freitag, den 14. Mai, Geschäftliche Sitzung und Hauptversammlung im Gewerbehause. Vorträge: „Die Vergesellschaftung der Häfen“.

a) Seehäfen, Berichterstatter: Syndikus der Handels- und Industriekammer Dr. Lübbers, Emden; b) Binnenhäfen, Berichterstatter: Beigeordneter Dr. Bartsch, Mannheim. „Baugeschichtliche Entwicklung der bremischen Hafenanlagen“ von Oberbaurat Hedde, Bremen, „Die Verwendung von Déri-Motoren im Kranbetrieb“ von Dipl.-Ing. Gettert, Duisburg. Abends Empfang durch den Senat im Rathaus. Sonnabend, den 15. Mai, Besichtigungen der Häfen und Industrieanlagen in Bremen, Bremerhaven und Wesermünde. Sonntag, den 16. Mai, Fahrt von Bremerhaven nach Helgoland und zurück.

Auskunft durch den Ortsausschuß für die Vorbereitung der Bremer Hauptversammlung der Hafenbautechnischen Gesellschaft zu Händen des Herrn Oberbaurat Lübbers, Bremen, Verwaltungsgebäude am Hafen I, und die Geschäftsstelle der Hafenbautechnischen Gesellschaft, Hamburg 14, Dalmannstr. 1.

### PATENTBERICHT.

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

#### A. Bekanntgemachte Anmeldungen.

- Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 12 vom 25. März 1926.
- Kl. 5b, Gr. 41, L 60 820. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck. Verfahren u. Maschine z. Vortreiben der Einschnitte an den Ecken von Baggerstrossen im Tagebau. 26. VII. 24.
- Kl. 5c, Gr. 4, Sch 72 195. Franz Schlüter Akt.-Ges., Dortmund. Auflagerstein zum Stützen der Ausbauteile für Strecken und Querschläge in druckhaftem Gebirge. 25. XI. 24.
- Kl. 19a, Gr. 14, Y 473. Charles Field Yardley, Larchmont, V. St. A.; Vertr.: Dr. P. Breitenbach, Pat.-Anw., Düsseldorf. Einteilige Schienenklemme. 28. III. 23.
- Kl. 19a, Gr. 28, C 36 150. „Cubex“-Maschinenfabrik G. m. b. H., Halle a. d. S. Zweiteilige gegen die Fahrtrichtung verstellbare Einebnungsschar an Gleisrückmaschinen, Baggern, Absetzgeräten o. dgl. 3. II. 25.

- Kl. 20g, Gr. 1, M 87 637. Bamag-Meguini, Akt.-Ges., Berlin. Lauf- radanordnung für Drehscheiben; Zus. z. Pat. 404 413. 20. XII. 24.
- Kl. 20i, Gr. 34, Sch 73 888. Max Schwarz, Garmisch. Sicherheitsvorrichtung zur Verhütung von Eisenbahnunfällen. 22. IV. 25.
- Kl. 20k, Gr. 9, B 120 305. Bergmann Elektrizitäts-Werke, Akt.-Ges., Berlin. Drehbarer Ausleger für Kettenoberleitungen mit nachspannbarem Tragsel und Fahrdrabt. 11. VI. 25. Österreich 17. IV. 25.
- Kl. 35b, Gr. 1, D 46 400. Deutsche Maschinenfabrik A.-G., Duisburg. Halbportalartiger Uferkran; Zus. z. Pat. 392 477. 18. X. 24.
- Kl. 35b, Gr. 4, N 23 546. Naamenlooze Venootschep Hephaestos Handelsassociatie, Rotterdam; Vertr.: Dipl.-Ing. O. Ohnesorge, Pat.-Anw., Bochum. Wippdrehkran. 1. IX. 24.



- Kl. 80 a, Gr. 7. J 25 919. Gebhard Jaeger, Columbus, V. St. A.; Vertr. J. Apitz u. F. Reinhold, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Mischmaschine für Beton u. dgl. mit einem durch Lenker mit dem Maschinengestell verbundenen Füllbehälter. 18. III. 25.
- Kl. 80 a, Gr. 34. H 100 625. Alphons Horten, Berlin-Wilmersdorf, Brandenburgische Straße 16. Vorrichtung zum Formen der Muffenrohren eisenbewehrter Betonröhre. 17. II. 25.
- Kl. 80 a, Gr. 56. I 24 965. Fa. Internationale Siegwartbalken-Gesellschaft, Luzern, Schweiz; Vertr.: Dr. G. Döllner, M. Seiler u. E. Maemecke, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Vorrichtung zum Einführen der Betonmasse in Rohrschleuderformen. 16. III. 23. Schweiz 21. II. 23.
- Kl. 84 a, Gr. 3. B 116 128. Berliner Actiengesellschaft für Eisen-gießerei und Maschinenfabrikation, Charlottenburg. Antriebe für Wehre mit drehbarem Aufsatz. 15. X. 24.
- Kl. 84 a, Gr. 3. D 47 843. Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges. u. Dr.-Ing. Ludwig Bosch, Wittelsbacher Str. 6, Dortmund. Versenkbare Eistafel für Rollschütze und Segmentwehre. 27. IV. 25.
- B. Erteilte Patente.  
Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 12 vom 25. März 1926.
- Kl. 5 c, Gr. 6. 427 535. Fa. Westdeutsche Tiefbohrgesellschaft m. b. H., Essen. Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Aufbrüchen. 27. IX. 24. W 67 184.
- Kl. 5 c, Gr. 9. 427 536. Fa. F. W. Moll Söhne, Witten, Ruhr. Türstockzimmerung für den Grubenausbau. 4. XI. 22. M 79 527.
- Kl. 19 a, Gr. 8. 427 592. Franz Rudert, Halle a. d. S., Bertramstr. 3. Schienenbefestigung auf Unterlegplatten durch Keile. 2. XII. 23. R 59 855.
- Kl. 20 g, Gr. 1. 427 737. Otto Mäder, Emmendingen, Baden. Drehscheibe für Feldbahnen. 12. V. 25. M 89 672.
- Kl. 35 b, Gr. 1. 427 613. Fa. Adolf Bleichert & Co. Leipzig-Gohlis. Auslegerkran. 11. III. 24. B 113 178.
- Kl. 37 b, Gr. 6. 427 529. Fa. Gebr. Himmelsbach Akt.-Ges., Freiburg i. Baden. Schutzmantel für Holzmasse. 22. V. 24. H 97 347.
- Kl. 80 b, Gr. 1. 425 710. Ivan Emile Lanhoffler u. Oscar Edmond Lanhoffler, Paris; Vertr.: Dipl.-Ing. W. Schmitzdorf, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Verfahren zum Pulverisieren u. Homogenisieren faserhaltiger Mörtel. 8. III. 25. L 62 648. Luxemburg 13. V. 24.
- Kl. 80 b, Gr. 1. 427 771. Herrmann Dinkelspiel, Mannheim, N 5. 1. Verfahren zur Herstellung widerstandsfähiger Straßebauten. 8. X. 25. D 48 951.
- Kl. 80 b, Gr. 3. 427 800. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk. Verfahren zur Herstellung hydraulischer Bindemittel aus Abfallstoffen; Zus. z. Pat. 376 927. 11. III. 24. M 84 213.
- Kl. 80 b, Gr. 3. 427 801. Rekord-Cement-Industrie G. m. b. H., Frankfurt a. M., u. Oskar Tetens, Örlinghausen. Verfahren zur Herstellung von ungesinterten hydraulischen Bindemitteln aus Ölschiefer und Kalkstein u. dgl. 23. V. 22. R 55 969.
- Kl. 81 e, Gr. 137. 427 717. Schulz & Kling A.-G., München. Verfahren zur Lüftung von Getreide-Silozellen. 24. V. 23. Sch 67 830.
- Kl. 84 c, Gr. 2. 427 643. Fa. Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- und Hütten-Akt.-Ges., Dortmund. Verfahren zum Auftragen von Baustoffen oder Schutzmassen auf unter Wasser liegende Gegenstände. 3. XII. 22. D 42 820.
- Kl. 84 c, Gr. 3. 427 777. Dr.-Ing. Adolf Haag, Nikolassee, Normannenstr. 18. Verfahren zum Ausfüllen des Arbeitsraums von versenkten Bauwerken. 11. V. 24. II 97 191.

## BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Knickfestigkeit der Stabverbindungen. Von Dr.-Ing. H. Zimmermann, Wirklichem Geheimen Oberbaurat, Inhaber der Grashof-Denkünze. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1925. Preis 8.40 RM.

Das Werk beruht auf einer Reihe von Arbeiten des Verfassers, die als Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften erschienen sind. In diesen hat Zimmermann die Knickbedingungen des elastisch eingespannten Stabes und des Stabzuges mit elastisch drehbaren Knotenpunkten, außerdem das Ausknicken von Stäben mit gekrümmter Achse untersucht. Die Methoden und Ergebnisse werden in der vorliegenden Abhandlung dazu verwendet, um auch die Knickbedingungen von offenen und geschlossenen Rahmen zu bestimmen. Sie bildet in ihrer Art demnach eine Ergänzung zu zwei bereits in den Jahren 1906 und 1909 im gleichen Verlage erschienenen Veröffentlichungen, die der Knickfestigkeit des Stabes mit elastischer Querstützung und der Knickfestigkeit der Druckgurte offener Brücken gewidmet sind. Die Knickbedingungen des elastisch eingespannten Stabes werden mit Hilfe der Knotendrehwinkel untersucht, indem diejenigen geometrischen Verhältnisse bestimmt werden, für die endliche Einspannungsmomente zu unendlich großen Verdrehungen der Endquerschnitte führen. Dieser Weg führt schließlich auch zur Untersuchung der Knickbedingungen von Stabzügen und Stabringen und damit zur Beurteilung der aussteifenden Wirkung, die der einzelne Stab als Glied eines Tragwerks durch den konstruktiven Zusammenhang erfährt. Die umfangreichen Rechnungen, die hiermit verbunden sind, werden durch eine Reihe ausführlicher Tabellen wesentlich erleichtert. Sie zeigen, in welchem Maße der Verfasser stets bemüht ist, die Ergebnisse der Theorie für die Anwendung nutzbar zu machen. Dafür dient insbesondere der zweite Teil der Arbeit, in dem die Knickbedingungen einer Reihe von Rahmen und geschlossenen Stabverbindungen ausführlich behandelt und teilweise auch als Zahlenbeispiele

durchgerechnet werden. Das Buch bildet einen wesentlichen Beitrag zur Knickfrage und zeigt den Weg, den die Theorie auf diesem Gebiete einschlägt und der zunächst der Bearbeitung der Knickbedingungen ebener Stab- und Fachwerke gilt. Das Buch wird den Fachgenossen bestens empfohlen. B.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. IV. Teil: Baumaschinen, 2. Bd. III. Kap. Gesteinsbohrmaschinen von Baurat Ing. Otto Schueller. IV. Kap. Elektrische Gesteinsbohrmaschinen von Professor Dr.-Ing. e. h. W. Phillipi. 3. Aufl. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig 1925. 303 Seiten mit 299 Abb. Preis: Geh. 16.— RM., geb. 19.— RM.

Gegenüber der früheren Auflage ist der vorliegende Band über Gesteinsbohrmaschinen vollständig neu bearbeitet worden, insbesondere sind die neuesten Maschinen dieser Art, die elektrischen Gesteinsbohrmaschinen, von den übrigen Maschinen getrennt in einem besonderen Kapitel behandelt worden. In systematischer Weise werden wiederum alle Bauarten für Hand-, Druckluft- und Wasserdruckbetrieb, sowie für elektrischen Betrieb eingehend besprochen, wobei in der Neuauflage mit Rücksicht auf die sprunghafte Entwicklung der Bohrmaschinenteknik in den letzten Jahrzehnten besonderer Wert auf die ausführlichere Darstellung der neueren Systeme und Bauarten gelegt worden ist, während die älteren, bereits überholten Maschinen als Entwicklungsstufen nur kurz gestreift werden. Besonders wertvoll sind die umfassenden Zusammenstellungen über Bohrleistungen und Kosten, die wohl kaum in einem anderen Werke in gleicher Ausführlichkeit anzutreffen sind. Das gleiche gilt für die überaus zahlreichen Literaturangaben, die bis auf die neueste Zeit ergänzt worden sind. Damit stellt der vom Verlag in gewohnter Weise gut ausgestattete Band auch in der Neuauflage einen wirklichen Berater bei allen einschlägigen Fragen dar. Dr. S.

## MITTEILUNGEN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR BAUINGENIEURWESEN.

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

## Zahlung des Mitgliedsbeitrages für 1926.

Trotz unserer wiederholten Mahnungen sind leider immer noch eine Anzahl Mitglieder mit dem Beitrag rückständig. Wiederholte Ersuchen und Mahnungen um den Beitrag bedeuten Leerlaufarbeit, verursachen unnütze Kosten und verschlingen Mittel, die für nützliche Zwecke verwendet werden können.

Wir bitten daher dringend, den Beitrag, wenn irgend möglich, auf das ganze Jahr so bald wie möglich auf das Postscheckkonto Berlin Nr. 100329 an die Geschäftsstelle der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, einzuzahlen.

## Literaturkartei.

Die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen werden darauf hingewiesen, daß die Geschäftsstelle der Gesellschaft im Oktober v. Js. eine Literaturkartei eingerichtet hat, um die verschiedenen Zeitschriftenschauen und Literaturübersichten für

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

## Unbekannt verzogene Herren.

Dipl.-Ing. Arwin, Otto, Wilhelm Winderlich, zuletzt wohnhaft: Tegal-Java. Cand.-Ing. Wilhelm Grosse, Karlsruhe i. Baden, Kaiserstr. 39. Dr.-Ing. Max Kleemann, zuletzt wohnhaft: Raumünzach i. Baden. Cand.-Ing. Fritz Grehl, Karlsruhe i. Baden, Karl-Wilhelm-Str. 13 III.