DER BAUINGENIEUR

10. Jahrgang 15. Februar 1929 Heft 7

DIE GRUNDLAGEN DER FESTIGKEITSBERECHNUNG VON STAHLBRÜCKEN. ZULÄSSIGE SPANNUNGEN UND SICHERHEITSGRADE.

Von Dr. Ing. Schaechterle, Stuttgart.

Die statische Berechnung dient entweder dazu, die in einem Bauwerk, Bauteil oder Körper irgendwelcher Art unter einer bestimmten Belastung auftretenden Spannungen nachzuweisen oder die Grenzen der Tragfähigkeit rechnerisch zu ermitteln. Beim Entwerfen eines Bauwerks gilt es, aus den Belastungen und sonstigen äußeren Einwirkungen und den angenommenen oder vorgeschriebenen zulässigen Beanspruchungen die Abmessungen zu bestimmen. Der Zweck der statischen Berechnung ist im letzteren Fall weniger die genaue Ermittlung der in irgendeinem Teil der Konstruktion bei irgendeiner Belastung auftretenden Spannungen als der Nachweis eines hinreichenden Sicherheitsgrades.

Während die alten Baumeister nach Erfahrung und Gefühl arbeiteten, berechnet und bemißt der wissenschaftlich geschulte Ingenieur die Tragwerke mit Hilfe der Statik, d. h. der Lehre vom Gleichgewicht der Kräfte auf Grund von gesicherten Erkenntnissen über die Elastizität und Festigkeit der Baustoffe. Die Baustatik gibt die Möglichkeit, das Kräftespiel in einem Tragwerk für ruhende Lasten mit weitgehender Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse zu verfolgen. Über das Verhalten der Baustoffe für die verschiedenartigen Beanspruchungen bis zum Bruch geben Versuche Aufschluß.

Das Streben des Ingenieurs ist darauf gerichtet, die Eigenschaften des Baustoffs in der Konstruktion auszunützen, das Gleichgewicht der angreifenden und widerstehenden Kräfte mit einem Mindestaufwand an Baustoff zu erzielen. Der Statiker sucht den einzelnen Konstruktionsgliedern seiner Tragwerke ganz klare Aufgaben der Kraftaufnahme und Kraftübertragung zuzuweisen. Er schafft damit zuverlässige Unterlagen für die Berechnung und kann die Einzelteile so ausbilden und bemessen, daß sie den zugewiesenen Aufgaben ohne örtliche Überbeanspruchung gewachsen sind. Die Abmessungen der einzelnen Teile eines Bauwerks werden so gewählt, daß die für die ungünstigen Einwirkungen (ruhende gleichbleibende und veränderliche Lasten, dynamische Wirkungen beweglicher Lasten, Einflüsse der Wärmeänderungen ...) mathematisch errechneten, größten Spannungen unter gewissen als zulässig erachteten Grenzwerten bleiben. Wo die Grenze gezogen oder wie weit die Ausnützung der Baustoffe im Einzelfall ohne Gefährdung der Betriebssicherheit getrieben werden darf, ist nicht durch Rechnung allein festzustellen, sondern vielmehr Erfahrungs- und Gefühlssache. Je bestimmter die äußeren Einwirkungen, je genauer die Rechnung, je zuverlässiger der Baustoff, je peinlicher seine Auswahl und Prüfung, je sorgfältiger die Bauausführung, je pfleglicher die Unterhaltung, um so höher dürfen die zulässigen Spannungen gewählt, um so niedriger die Sicherheitsgrade angesetzt werden.

Man hat sich lange Zeit damit begnügt, die zulässigen Spannungen zu einem Bruchteile der durch Zerreißen, Zerdrücken, Biegen und Abscheren von Probekörpern ermittelten Bruchfestigkeitswerte anzunehmen. Der Bauingenieur sprach von 3-, 4-, 5facher Sicherheit, wenn der Grenzwert der statisch errechneten Spannung $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$ der Bruchfestigkeit des Baustoffs betrug. Die aus der statischen Bruchfestigkeit sich ergebende Sicherheit gibt aber nur dann ein annähernd richtiges Bild, wenn die statisch errechnete Spannung oder Kraft der Größe und dem Sinne nach genau bekannt und die Wirkungsart eine ruhige, d. h. statische ist und die Zeitdauer dieser Wirkung keine Änderung des ursprünglichen Zustandes hervorbringt. Für die überwiegende Mehrzahl der praktisch vorkommenden Fälle ist die Begriffsbestimmung unzulänglich, weil unter den dynamischen Wirkungen bewegter Lasten, die an sich recht verschieden und außerdem vom Verhältnis der ständigen Last zur veränderlichen Last abhängig sind, die unter den bewegten Lasten tatsächlich auftretenden Spannungen höher sind als die für ruhend angenommenen Lasten statisch errechneten Werte und weil die Bruchfestigkeit des Baustoffs und der zusammengesetzten Bauteile bei oftmals wiederholter Belastung (Dauerfestigkeit, Schwingungsfestigkeit) niedriger ist als die aus einmaliger, bis zum Bruch gesteigerter Belastung bestimmte „statische Bruchfestigkeit". Abgesehen von diesen Schönheitsfehlern, die durch entsprechend hohe Sicherheitszahlen oder — was dasselbe ist — entsprechend niedrige zulässige Spannungen berichtigt wurden, haben die Bauingenieure durchaus folgerichtig gehandelt, wenn sie für die Beurteilung der Tragfähigkeit vom Bruchzustand ausgingen. Sie haben jedoch zu wenig beachtet, daß die Spannungsverhältnisse beim Bruch oder in der Nähe des Bruchs der theoretischen Behandlung nicht zugänglich sind, weil die Elastizitätsbedingungen, mit denen man sonst zu rechnen pflegt, nicht mehr zutreffen.

Die „Sicherheitszahl" oder besser gesagt „Unsicherheitszahl" mußte herhalten um die Unvollkommenheit der Erkenntnisse über die unter gewissen Einwirkungen auftretenden tatsächlichen Anstrengungen und über die Grenzwerte der Anstrengungen, die die Baustoffe und die Verbindungen für die verschiedenen Belastungsarten dauernd auszuhalten im Stande sind, zu decken.

II.

In dem 1857 erschienenen Buch „Der Bau der Brückenträger" von Laissle und Schübler, in dem die wissenschaftlichen Arbeiten von Navier, Culmann, Schwedler, Fairbain, Hodgkinson und anderer Forscher zusammengefaßt sind, wird als Ziel der Arbeit „Genaue Bestimmung der Querschnittsabmessungen" angegeben. An Stelle der bis dahin unbestimmten Begriffe 4- bis 20facher Sicherheit werden Normen über die bei Straßen- und Eisenbahnbrücken in Rechnung zu ziehenden Belastungen und Methoden zur Berechnung der in den Konstruktionen auftretenden inneren Kräfte und Spannungen gegeben, ferner Erfahrungswerte über die Widerstandsfähigkeit der Baustoffe gegen Zug, Druck, Biegung, Scherung und das elastische Verhalten zusammengestellt, schließlich die zulässigen Spannungen als Bruchteile der durch Zerreißen, Zerdrücken, Abscheren ermittelten Bruchfestigkeiten der Baustoffe gewählt und die Querschnitte so bemessen, daß in allen Teilen eines Trägers annähernd gleiche Sicherheit gegen Bruch gewährleistet ist. Da innerhalb der als zulässig erachteten Beanspruchungen Proportionalität zwischen Spannung und Dehnung (Hooke'sches Gesetz) vorausgesetzt wurde, so ergaben sich mathematische Lösungen der Bauaufgaben.

Die statische Berechnung wurde gegliedert in:

1. Festlegung der angreifenden äußeren Kräfte und Einwirkungen,
2. Ermittlung der in jedem Systemteil durch die äußeren Kräfte und Einwirkungen auftretenden widerstehenden, inneren Kräfte und Spannungen,

3. Querschnittsbemessung derart, daß die bei ungünstigster Zusammensetzung der durch die äußeren Kräfte und Einwirkungen hervorgerufenen inneren Spannungen unter den als zulässig bezeichneten Grenzwerten bleiben.

Nach Laissle und Schübler haben bereits um 1850 einzelne Eisenkonstrukteure die Ableitung der zulässigen Spannungen von der Elastizitätsgrenze vorgeschlagen. Wegen der Schwierigkeit der zuverlässigen Bestimmung dieser Grenze und der Verschiedenheit der Ergebnisse bei der ungleichmäßigen Güte der damals zur Verfügung gestellten Werkstoffe hat sich jedoch die Mehrzahl der Bauingenieure für die Ableitung der zulässigen Spannungen von der Bruchfestigkeit entschieden. Letztere war einfacher festzustellen und wies für die verschiedenen Lieferungen weniger Abweichungen und Schwankungen auf. Laissle und Schübler haben aber ausdrücklich betont, daß die von ihnen empfohlenen, zulässigen Spannungen sich hinreichend innerhalb der Elastizitätsgrenze halten.

Eine Fortbildung des Bemessungsverfahrens ist dem bayrischen Ingenieur Gerber zu verdanken. Dieser hat erstmals in einer Abhandlung über den Bau der Mainzer Rheinbrücke vorgeschlagen, die zulässigen Spannungen bei eisernen Brücken darnach zu bestimmen, daß eine gewisse äußerste Spannungsgrenze und zwar diejenige Spannung, bei der zuerst bleibende Formänderungen auftreten, durch die aus Eigengewicht und dreifacher Verkehrslast hervorgerufene Spannung nicht überschritten wird.

Die Gerber'sche Formel lautete für Zugstäbe aus Schweißeisen

$$\sigma = \frac{Sg + 3\ Sp}{F\ n} < 1600\ \text{kg/cm}^2.$$

Das Gerber'sche Verfahren ergab für kleine Stützweiten verhältnismäßig größere Querschnitte als für große Stützweiten.

Das Gerber'sche Verfahren ist in Bayern z. T. von ihm selbst durch Einführung der Stoßzahl, z. T. von seinem Nachfolger Ebert weitergebildet und in die bayrischen Brückenbauvorschriften aufgenommen worden. Anderwärts hat man die dynamischen Wirkungen der bewegten Lasten durch Herabsetzung der zulässigen Spannungen berücksichtigt, so in den von Zimmermann ausgearbeiteten preußischen Vorschriften für die Berechnung von eisernen Eisenbahnbrücken, wobei die zulässigen Spannungen nach der Spannweite abgestuft und außerdem zwischen Fahrbahnträgern und Hauptträgern unterschieden wurde.

Die ersten Untersuchungen über den Einfluß oftmals wiederholter Belastungen sind Fairbain zu verdanken. Im Jahr 1860—1861 durchgeführte Versuche an einem genieteten Blechträger von 6 m Stützweite erbrachten den Nachweis, daß Belastungen, die weit unter der Bruchgrenze liegende Spannungen hervorrufen, dennoch bei oftmaliger Wiederholung den Bruch herbeiführen können. Wöhler war es vorbehalten, aus seinen 1859—1870 durchgeführten Versuchen Gesetze für das Verhalten von Eisen und Stahl bei oftmals wiederholter Beanspruchung zu entdecken und auszusprechen. Wöhler faßte, die Ergebnisse seiner bahnbrechenden Forscherarbeiten in folgende Sätze (Wöhler'sches Gesetz) zusammen:

„Der Bruch des Materials läßt sich nicht nur durch eine, die absolute Festigkeit überschreitende, ruhende Belastung, sondern auch durch vielfach wiederholte Schwingungen, von denen keine die Bruchfestigkeit erreicht, herbeiführen. Die Differenzen der Spannungen, welche die Schwingungen eingrenzen, sind dabei für die Zerstörung des Zusammenhangs maßgebend. Die absolute Größe der Spannungen ist insoweit von Einfluß, als mit wachsender Spannung die Differenzen, welche den Bruch herbeiführen, sich verringern. Für solche Schwingungen, bei denen dieselbe Faser aus Zugspannung in Druckspannung übergeht und umgekehrt, werden die Zugspannungen als positiv, die Druckspannungen als negativ betrachtet, so daß also in diesem Fall die Differenz der äußersten Faserspannung gleich der größten Zugspannung plus der größten Druckspannung ist".

Gerber hat als erster (1872) die Wöhler'schen Versuchsergebnisse für die Bemessung von Brückenträgern praktisch auszuwerten versucht. Wenn auch gegen die Anwendung der von Gerber abgeleiteten Formel

$$(\sigma_{max} + \sigma_{min})^2 + \frac{2Z^2}{S_s}(\sigma_{max} - \sigma_{min}) = 4Z^2$$

(Z = Festigkeit gegen Zug und Druck bei ruhender Belastung, Ss = Schwingungsfestigkeit, d. h. Grenzspannung für Wechsel von Zug- und Druckspannungen gleicher Größe) auf Brückenträger von verschiedenen Seiten (Mohr, Laissle und Schübler, Landsberg, Krohn) begründeter Einspruch erhoben wurde, so bedeutete doch der erste Versuch einer praktischen Auswertung des Wöhler'schen Gesetzes einen bedeutenden Fortschritt. Launhardt entnahm den Wöhler'schen Versuchen, daß jeder Spannungsdifferenz eine Grenzspannung entspricht, durch welche der Bruch des Materials niemals erzeugt wird, man möge die Anzahl der Belastungen so groß wählen als man wolle. Diese Grenzspannung nannte er „Arbeitsfestigkeit". Es gelang ihm, eine Formel von allgemeiner Bedeutung abzuleiten, die Weyrauch erweiterte. Die Launhardt-Weyrauch'sche Formel lautet für Schweißeisen von 3300 kg/cm² Zerreißfestigkeit

$$s_a = \frac{2}{3}\,3300\left(1 + \frac{1}{2}\frac{S_{min}}{S_{max}}\right)$$

worin

s_a die Arbeitsfestigkeit in kg/cm²,
S_{min} die absolute kleinste } auf den Stab
S_{max} die absolut größte } wirkende

Kraft in kg bedeutet.

Sind beide Kräfte gleichen Sinns, so ist $\frac{S_{min}}{S_{max}}$ positiv, ist dagegen die eine eine Zugkraft, die andere eine Druckkraft, so wird der Quotient negativ. Ist $S_{max} = S_{min}$, so wird $s_a = 3300$ kg/cm². Ist $S_{min} = 0$, wird $s_a = 2200$ kg/cm². Der kleinste Wert der Arbeitsfestigkeit ergibt sich, wenn die Stabkräfte einander gleich, aber von verschiedenen Vorzeichen sind, also $\frac{S_{max}}{S_{min}} = -1$, zu $s_a = 1100$ kg/cm².

Als zulässige Beanspruchung nahmen Launhardt-Weyrauch für schweißeiserne Brücken ungefähr den dritten Teil der Arbeitsfestigkeit an

$$\sigma_{zul} = 700\left(1 + \frac{1}{2}\frac{S_{min}}{S_{max}}\right),$$

jedoch nicht größer als

800 kg/cm² für Hauptträger und Verbände,
600 kg/cm² für Fahrbahnteile.

Die Launhardt-Weyrauch'sche Dimensionsmethode konnte für Stäbe, die nur in einem Sinn beansprucht werden, widerlegt werden. Da die zulässigen Spannungen unter der Elastizitätsgrenze liegen, um bleibende Formänderungen zu vermeiden, so ist für Belastungen die von Null bis zu dieser Grenze ansteigen, die Zahl der Wiederholungen gleichgültig. Die angestellten Dauerversuche mit oftmals wiederholten Belastungen im gleichen Sinn von Probestäben haben erst dann einen Bruch herbeigeführt, wenn die obere Spannung erheblich über der Elastizitätsgrenze lag. Bauschinger-München wies durch Versuche nach[1], daß Stäbe, die in einer Richtung von Null ausgehend beansprucht wurden, nach millionenmaliger Wiederholung der Belastung — sofern die Elastizitätsgrenze des Materials nicht überschritten wurde — nie eine Verminderung, eher eine Zunahme der Bruchfestigkeit und eine bedeutende Erhöhung der Elastizitätsgrenze zeigten. (Zentralblatt der Bauverwaltung 1885, Nr. 14). Neue Anstrengungen, welche unter der erhöhten, aber über der ursprünglichen Elastizitätsgrenze lagen, konnten in gleicher Weise ebensoviele millionenmal wiederholt werden, ohne daß eine Verminderung der Bruchfestigkeit oder der erhöhten Elastizitätsgrenze eintrat. Ebenso

[1] Zeitschrift für Bauwesen 1870, Seite 83 u. f.

blieben auch die Querschnitteinengungen und bleibenden Dehnungen bei all diesen Dauerversuchen ziemlich gleich.

Abweichend hiervon sind Stäbe, die in rascher Aufeinanderfolge Zug- und Druckspannungen ausgesetzt wurden, schon bei Spannungen unterhalb der Elastizitätsgrenze gebrochen. Auf so beanspruchte Konstruktionsteile hat daher auch Bauschinger die Anwendung eines aus den Wöhler'schen Versuchen abgeleiteten Bemessungsverfahren für angebracht erachtet.

Die Weiterverfolgung der Bauschinger'schen Beobachtungen durch von Bach, Baumann, Graf[2] und andere Forscher hat ergeben, daß bei regelmäßiger Wiederholung der Belastungen innerhalb gewisser Grenzen die bleibenden Dehnungen mehr oder weniger rasch einen Grenzwert erreichen, worauf nur noch federnde Dehnungen auftreten, daß sich also im Werkstoff allmählich ein Zustand mit rein elastischen Formänderungen herausbildet, wie er in unseren Berechnungen angenommen ist. Werden nach dem Eintreten eines solchen Ausgleichzustandes die Grenzen der Belastung erweitert, so treten neben den federnden Formänderungen neue bleibende Formänderungen hinzu, die wieder einen Grenzwert erreichen, oder aber fortdauernd wachsen. Diejenige Belastung, bei der sich der Werkstoff nach einer mehr oder minder großen Zahl von Wiederholungen eben noch elastisch verhält, bevor er dauernd nachgibt, ist nach Prof. Graf sinngemäß als Elastizitätsgrenze unter den obwaltenden Umständen und als diejenige Beanspruchungsgrenze aufzufassen, die dem Material — in gleicher Weise oftmals belastet — höchstens zugemutet werden darf.

III.

Die zulässigen Anstrengungen, von denen der Maschineningenieur bei Festigkeitsberechnungen auszugehen pflegt, sind als Erfahrungsgrößen entstanden. Bach, Stuttgart, hat es unternommen, Ordnung in die Masse der zulässigen Beanspruchungen zu bringen und damit der im Maschinenbau verbreiteten Methode der Verhältniszahlen den Boden entzogen. Seitdem werden die Abmessungen der Maschinenteile aus den angreifenden Kräften bestimmt, soweit nicht Rücksichten auf die Herstellung, Beförderung, Montage, Abnützung Ausnahmen bedingen. Durch seine bahnbrechenden Forschungsarbeiten hat Bach die Grundlagen der Berechnung und Beurteilung erweitert und vertieft, die Bedeutung der einzelnen Einflüsse klargestellt, so daß sie zuverlässiger eingeschätzt und in die Rechnung eingeführt werden konnten. Bach hat aber immer wieder betont, daß die von ihm angegebenen Zahlenwerte nicht als etwas Feststehendes zu betrachten sind, daß die Zahlen überhaupt nicht ein Maß der Sicherheit bilden, sondern vielmehr der Unsicherheit Rechnung tragen, die dem Verfahren anhaftet[3].

Nach Bach sind bei der Bestimmung der Abmessungen aus den angreifenden Kräften unter Benützung der Gleichungen, welche die Elastizitäts- und Festigkeitslehre geben, folgende Gesichtspunkte zu beachten:

1. Die für verschiedene Eisen- und Stahlsorten und für Zug, Druck, Biegung, Schub angegebenen zulässigen Anstrengungen für ruhende Belastung, wiederholte Belastung im gleichen Sinne, von Null bis zu einem größten Wert wachsend und dann wieder zurücksinkend für beliebig oft wechselnde Belastungen derartig, daß die Spannungen von einem größten negativen Wert stetig wachsen bis zu einem gleich großen positiven Wert und umgekehrt, sollen in keinem Punkt des Maschinenteils überschritten werden.

2. Die Gesamtformänderung des belasteten Maschinenteils soll innerhalb der Grenzen bleiben, welche durch den besonderen Zweck und den Zusammenhang mit anderen Teilen gesteckt sind.

3. Die Voraussetzungen für die statische Berechnung der Spannungen treffen nur ausnahmsweise zu. Wenn die angreifenden Kräfte in raschem Wechsel — mit oder ohne Stoß-Größe oder Richtung oder beides ändern, treten Schwingungen ein, die eine Erhöhung der Spannungen zur Folge haben. Die dynamischen Einwirkungen und die dadurch hervorgerufenen zusätzlichen Spannungen sind in jedem Einzelfall zu ermitteln und in Rechnung zu stellen.

4. Bei einem Baustoff mit ausgesprochener Streck- bzw. Quetschgrenze ist die Widerstandsfähigkeit in der Regel erschöpft, wenn diese Grenze überschritten wird.

5. Bei wechselnder Belastung kann die zur Aufhebung der Widerstandsfähigkeit nötige Kraft wesentlich kleiner sein als diejenige, welche die Zerstörung durch einmaliges, ruhiges Wirken herbeiführt.

6. Die Erfahrung im Betrieb ist in letzter Linie entscheidend darüber, ob die zugelassene Anstrengung richtig gewählt ist.

7. Zur Erfüllung der unter 1 und 2 gestellten Forderungen gehört, daß die in einem Maschinenteil tatsächlich auftretenden Spannungen mit ausreichender Genauigkeit berechnet werden können. Wo dies nicht möglich ist und die Konstruktion sich nicht auf Abmessungen stützen kann, die sich im Betrieb bewährt haben; bleibt nichts übrig, als die Sicherheit durch den Versuch nachzuweisen. Der Versuchskörper wird in gleicher Weise belastet wie bei der praktischen Verwendung und zum Bruch gebracht, wobei gleichzeitig festzustellen ist, wann die Streckgrenze zuerst überschritten oder eine gewisse Formänderung erreicht wird. Durch Wahl eines den besonderen Verhältnissen entsprechenden Bruchteils der Bruchbelastung als höchstzulässige Beanspruchung pflegt alsdann eine Grundlage für die Berechnung der Abmessungen gewonnen zu werden. Bei der Übertragung der Versuchsergebnisse auf die technische Ausführung ist mit größter Sorgfalt vorzugehen. Je höher die Ausnützung der Baustoffe getrieben wird, um so mehr macht sich das Bedürfnis nach Versuchen zur Schaffung zuverlässiger Erfahrungsgrundlagen geltend.

IV.

Die Stellungnahme der Vertreter der Bauingenieurwissenschaft um 1900 zu der Frage des Sicherheitsgrades und der zulässigen Beanspruc ungen von eisernen Brücken ist durch folgende Sätze gekennzeichnet[4]:

1. Spannungen, welche die Elastizitätsgrenze überschreiten, sind unzulässig, weil jede Überschreitung der Elastizitätsgrenze bleibende Formänderungen zur Folge hat und schließlich bei oftmaliger Wiederholung der Anstrengung zum Bruche führen kann.

2. Würde die Kraft, welche den zu bemessenden Konstruktionsteil angreift, der Größe und dem Sinne nach bekannt und deren Wirkung eine ruhige, durchaus statische sein, und dürfte ferner vorausgesetzt werden, daß auch die Zeitdauer dieser Wirkung keine schädliche Änderung des ursprünglichen Zustandes hervorbringt, so könnte die Elastizitätsgrenze tatsächlich als größte zulässige Spannung angenommen und es könnten auf Grund derselben die Querschnittsabmessungen bestimmt werden.

Diese Voraussetzungen sind jedoch in den seltensten Fällen zutreffend:

a) Die Belastungsannahmen stimmen mit der wirklichen Last nicht genau überein wegen der ungleichmäßigen Verteilung des Eigengewichts und wegen der wechselnden Verteilung der Gewichte der Fahrzeuge auf die Achsen und die Räder bei Unebenheiten und Unregelmäßigkeiten der Fahrbahn.

b) Die dynamischen Wirkungen der bewegten Lasten sind nicht genau zu erfassen und auf die einzelnen Teile eines Tragwerks verschieden.

Die statisch errechneten Spannungen entsprechen nur näherungsweise der Wirklichkeit. Die theoretischen Annahmen, auf die sich die Berechnung gründet, sind nur näherungsweise richtig. Die Heranziehung der Formänderungen zur Berechnung

[2] von Bach, Elastizität und Festigkeit. Jul. Springer, Verlag. 1.—10. Auflage. Graf, Über die Elastizität der Baustoffe, Bautechnik 1926, Heft 33—38.

[3] vergl. C. Bach, Die Maschinenelemente, Erster Band. A. Kröner, Verlag in Leipzig 1922 und Bach-Baumann, Elastizität u. Festigkeit, 9. Auflage. J. Springer, Verlag, 1924.

[4] vergl. Landsberg, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, II. Bd., Der Brückenbau, 2. Abtlg. Die eisernen Brücken im Allgemeinen 1890.

statisch unbestimmter Tragwerke bringt weitere Ungenauigkeiten. Die Elastizitätsgleichungen gelten eigentlich nur für Träger aus Baustoffen (z. B. Eisen), die sich innerhalb gewisser Grenzen hinreichend elastisch verhalten. Sie dürfen aber auch im Stein-, Holz- und Eisenbetonbau angewendet werden, nachdem durch Messungen gezeigt wurde, daß die übliche Formänderungslehre auch hierfür praktisch brauchbare Ergebnisse liefert.

c) Gegliederte Träger (Fachwerke) werden meist unter der Annahme reibungsloser Knotengelenke berechnet, während die steife Vernietung in den Knotenpunkten rahmenartige Wirkung und zusätzliche Biegungsspannungen bedingt und bei Verwendung von Augenstäben infolge der Reibung die Gelenkigkeit auch nur in geringem Maße vorhanden ist. Die Nebenspannungen können bis zu 30% der statisch errechneten Hauptspannungen betragen. Zur Berechnung der Nebenspannungen ist man auf mehr oder weniger zutreffende Näherungsverfahren angewiesen.

d) Sind schon die einachsigen Spannungszustände noch recht unvollkommen geklärt, so häufen sich die Schwierigkeiten beim Betrachten der zwei- und dreiachsigen Spannungszustände, die in unseren räumlichen Tragwerken die Regel bilden.

e) Unsicherheiten ergeben sich aus der Art der Abstellung der eisernen Überbauten auf Pfeiler und Widerlager und deren Gründung. Schon bei der Vierpunktlagerung einer einfachen Balkenbrücke ist die rechnungsmäßige Lastabsetzung zweifelhaft. Bei äußerlich statisch unbestimmten Tragwerken wird unnachgiebige Auflagerung vorausgesetzt, aber nur ausnahmsweise gewährleistet.

f) Bei den eisernen Überbauten der Brücken ist ein Teil der Sonnenbestrahlung unmittelbar ausgesetzt, während andere Teile durch die Fahrbahn oder sonst überdeckende Teile der Einwirkung der Sonne entzogen und daher weniger stark erwärmt werden. Hierdurch entstehen wieder Nebenspannungen, die namentlich bei durchlaufenden Trägern, Bogen und Rahmen von Belang sind.

g) Ist die Fahrbahn mit den Hauptträgern steif verbunden, so beeinflußt die Steifigkeit der Fahrbahn die Formänderungen der Hauptträger. Die Wirkung der Bremskräfte auf die Hauptträger bleibt meist unberücksichtigt, trotzdem diese Wirkung mit der Größtbelastung zusammenfallen kann.

h) Die Verdrehung der räumlichen Tragwerke durch einseitige Belastungen und wagrechte Kräfte (Winddruck, Fliehkräfte und Sonnenbestrahlung) bedingt ebenfalls nicht unbedeutende Zusatzspannungen.

i) Der Baustoff ist, abgesehen von Stoffehlern, nicht von durchweg gleichmäßiger Güte.

k) Unbestimmbare Einflüsse und unbeabsichtigte zufällige Anfangsspannungen ergeben sich aus der Werkstattarbeit und der Montierung.

l) Bei Konstruktionsgliedern, die in zwei oder mehr Einzelglieder geteilt, aus Blechen, Flacheisen, Winkeleisen zusammengesetzt sind, ist die gleichmäßige Anteilnahme an der Kraftübertragung zweifelhaft. Die Verteilung der Spannungen ist vom Elastizitätsmodul der einzelnen Teile und der Güte der Verbindung abhängig.

m) Unberücksichtigt ist der Einfluß oftmals wiederholter Belastungen und der Zeit, insoweit als durch die wechselnde Beanspruchung infolge der Lasten, durch Temperaturschwankungen, Stöße und Schwingungen und andere zufällige im Laufe der Zeit auftretende schädliche Einflüsse die ursprüngliche Widerstandsfähigkeit des Baustoffs herabgemindert werden kann und zwar um so mehr, je größer die Inanspruchnahme ist.

n) Hinsichtlich der Größe der einzelnen Einflüsse ist man auf Beobachtungen und Schätzungen angewiesen.

o) Alle diese Umstände nötigen zur Herabsetzung der zulässigen Spannungen unter die Elastizitätsspannungsgrenze.

p) Sämtliche Einflüsse durch einen Sicherheitskoeffizienten decken zu wollen, geht nicht an. Dieser müßte eigentlich für jede Konstruktion und sogar jeden Konstruktionsteil seiner besonderen Eigentümlichkeit entsprechend abgeschätzt werden.

q) Fahrbahnträger sind anders einzuschätzen als Hauptträger. Blechträger, Gitterträger und Fachwerkträger mit steif vernieteten Knoten anders als Träger mit Gelenken, Bogen anders als Balken und diese wieder anders als Ketten- und Seilträger, massige und schwere wieder anders als gegliederte und leichte Konstruktionen, zusammengesetzte Bauglieder anders als monolithische, Zugglieder anders als auf Biegung beanspruchte Teile und Druckglieder.

r) Da die Bestimmung der einzelnen Einflüsse und ihre Berücksichtigung bei der Querschnittsbemessung schwierig und trotzdem mit mehr oder weniger zutreffenden Voraussetzungen behaftet ist, so begnügt man sich in der Praxis meist damit, die Neben- und Zusatzspannungen durch die Sicherheitszahl zu decken.

s) Die Berechnungsverfahren müssen sich auf das tatsächliche Verhalten der Baustoffe und der Verbindungen unter den Beanspruchungen stützen, wie sie im Bauwerk vorkommen. Wo Zweifel bestehen, kann nur der Versuch entscheiden. Er gibt die Möglichkeit, die besonderen Eigenschaften des Baustoffs und das Verhalten von Verbindungen unter Ausschaltung von Nebeneinflüssen festzustellen und zu klären. Voraussetzung für die praktische Auswertung der Versuche ist, daß sie aus den Bedürfnissen der Praxis heraus entworfen werden und den Verhältnissen in der Werkstatt und auf der Baustelle Rechnung tragen.

t) Für die Brauchbarkeit einer Bauweise erbringen auch sie noch nicht den letzten Beweis. Erst auf Grund langjähriger Erfahrungen an ausgeführten Bauwerken im Betrieb und eines wissenschaftlich gesichteten Erfahrungsmaterials läßt sich ein abschließendes Urteil fällen. (Fortsetzung folgt.)

DIE AMERIKANISCHEN GRABENBAGGER UND IHRE ANWENDUNGEN.

Reisebericht von Dr.-Ing. W. Franke, Dresden.

Die amerikanischen Löhne, die etwa die vierfache Höhe der in Deutschland üblichen besitzen, zwingen die Bauunternehmer in den Vereinigten Staaten, auch bei kleineren Bauarbeiten sich maschineller Hilfsmittel zu bedienen, da sonst eine Wirtschaftlichkeit des Betriebes nicht erzielt werden kann. In bevorzugtem Maße gilt dies auch von ganz gleichförmigen Erdarbeiten, zu denen das Ausheben von Gräben zu rechnen ist, und so ist begreiflich, daß im Maschinenbestand der mit diesen Arbeiten beauftragten Baufirmen verschiedene Geräte zur maschinellen Herstellung von Gräben zu finden sind. In der Regel sind die anzulegenden Gräben von beträchtlicher Länge, so daß die Anwendung von Baggern besonders geboten erscheint, und auf meiner diesjährigen Reise habe ich vielfach auf dem Lande derartige Bagger bei der Arbeit beobachten können, während andrerseits Hacke und Schaufel nur gelegentliche Hilfsdienste verrichten. Die Gräben sind zur Aufnahme von Wasser- oder Gasrohren oder schließlich für die Verlegung von elektrischen Kabeln und ähnliche Zwecke bestimmt. Bei den amerikanischen Grabenbaggern lassen sich nun zwei verschiedene Gattungen unterscheiden, und zwar je nachdem, ob der Bagger mit einem einzigen Löffel oder mit einer Eimerkette arbeitet. Es besteht hier etwa der gleiche Unterschied wie bei uns zwischen Löffelbagger und Eimerkettenbagger.

1. Grabenbagger mit Löffel.

Die Mehrzahl der amerikanischen Löffelbagger sind durch eine mitgelieferte Zusatzausrüstung in der Weise umstellbar,

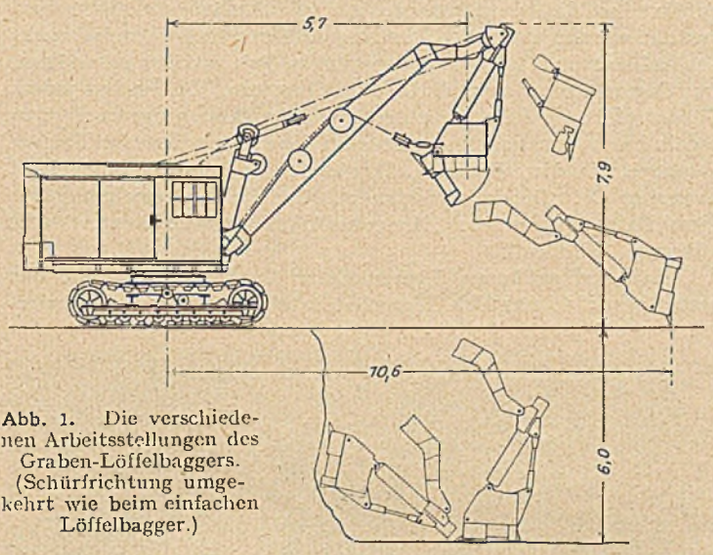

Abb. 1. Die verschiedenen Arbeitsstellungen des Graben-Löffelbaggers. (Schürfrichtung umgekehrt wie beim einfachen Löffelbagger.)

daß sie zum Ziehen von Gräben oder Bodenvertiefungen Verwendung finden können.

Gemäß Abb. 1 schneidet der besonders ausgebildete Löffel von oben herab bzw. nach dem Führer zu, also in umgekehrter

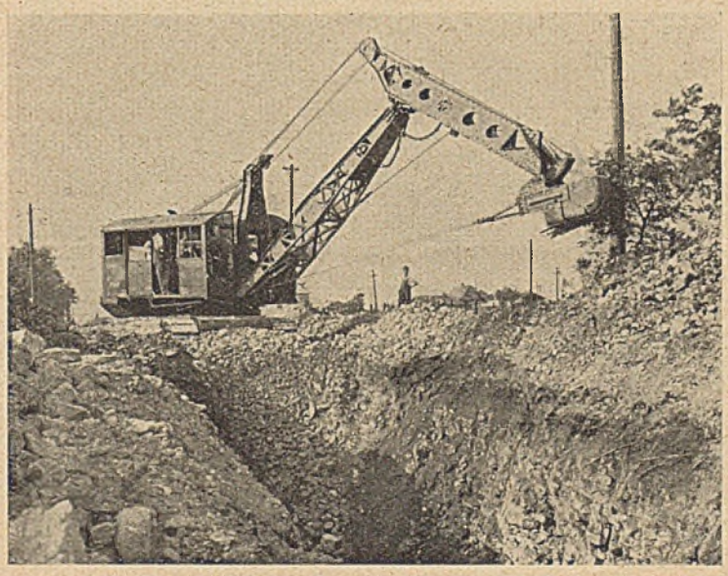

Abb. 3. Grabenbagger in Sonderbauart für harten Boden. (Page Engineering Co.)

Richtung wie beim gewöhnlichen Löffelbagger. Die amerikanische Bezeichnung hierfür wird von den Firmen verschieden gewählt, und zwar „Ditcher", „Back hoe" oder „Trench pull shovel". Am bekanntesten sind wohl die Fabrikate von Northwest, Thew, Harnischfeger, Byers und Insley, letztere beiden stellen nur kleine und leichte Typen her (ohne Schutzhaus).

Durch das Einsetzen von Löffeln verschiedener Breite kann eine vorgeschriebene Grabenbreite eingehalten werden — etwa von 0,5 bis 1,5 m —, die Tiefe der Gräben kann bis zu 4 m betragen. Nachdem sich der Löffel während des Grabvorganges angefüllt hat, wird der Ausleger hochgewippt und ausgeschwenkt und schließlich die Entleerung des Löffels seitlich vom Graben herbeigeführt. Die Handhabung der einzelnen Förderbewegungen geschieht in ähnlicher Weise wie beim einfachen Löffelbagger, jedoch ist es meist für den Baggerführer nicht ganz einfach, einen gleichmäßigen Schnitt zu erzielen, da er kaum in der Lage ist, von seinem Arbeitsplatze bis auf die Grabensohle herabzusehen (Abb. 2). Ich habe daher wiederholt beobachtet, daß noch ein weiterer Bedienungsmann tätig war, der die Arbeitsweise des Löffels vom Grabenrande aus verfolgte und sich mit dem Baggerführer verständigte, um eine ordnungsgemäße Anfüllung des Löffels zu erreichen.

Abb. 2. Grabenbagger und Rohrverlegungskran im Betriebe. (Thew und Byers.)

Um auch bei sehr hartem oder steinigem Boden noch mit diesem Grabenbagger erfolgreich arbeiten zu können, haben einige Firmen besonders kräftige Bauarten des Auslegers und Schwinghebels herausgebracht, die auch dann noch betriebsfähig bleiben. Diese in Abb. 3 gezeigte Sonderbauart besitzt weitgehende Verwandtschaft mit dem ebenfalls viel angewendeten Eimerseilbagger. An Stelle der sonst als Fortbewegungsmittel allgemein verbreiteten Raupen hat man auch versucht, bei sehr weichem Boden eine andere Lösung für die Druckübertragung zu finden. So hat die Page Engineering Co eine Baggertype (Abb. 4) entwickelt, die eine Art Schreitbewegung auf drei Füßen ausführt. Die Übertragung des Baggergewichtes erfolgt bei der Bewegung abwechselnd durch die Füße oder durch die untere Plattform, welche sich auf den Boden aufsetzt, während der Oberwagen durch mechanischen Antrieb in einer

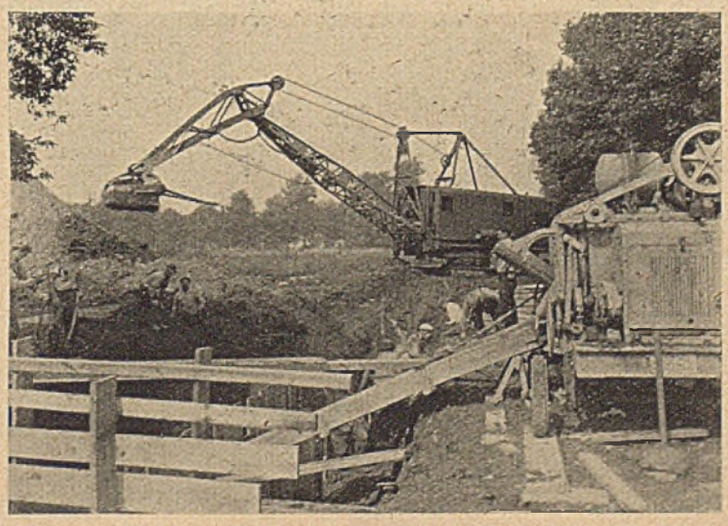

Abb. 4. Grabenbagger auf drei Füßen mit Schreitbewegung. (Page Engineering Co.)

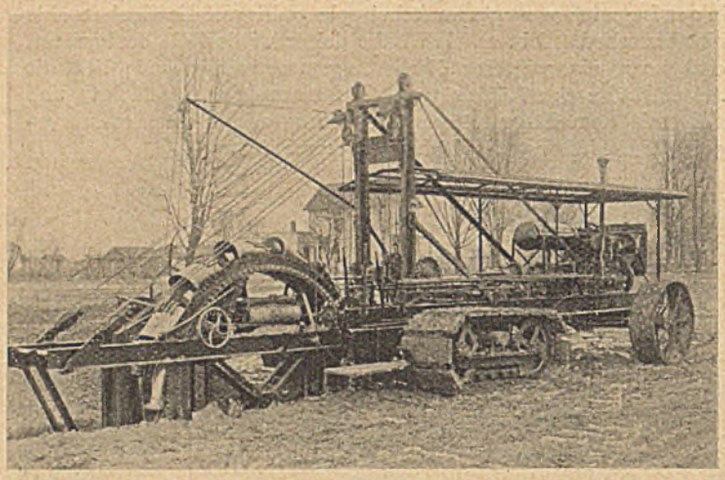

Abb. 5. Grabenbagger mit kreisförmiger Eimerleiter auf Rädern und Raupen (Buckeye).

Gleitführung nach vorwärts bewegt wird. Bei Ausführung von Kurven wird einfach das Schwenkwerk in Tätigkeit gesetzt und die Füße setzen sich dann in die gewünschte Fahrrichtung, was gegenüber den Raupenfahrzeugen eine erhebliche konstruktive Vereinfachung bedeutet. Auch die Firma Monighan hat seit längerer Zeit einen Eimerseilbagger auf den Markt gebracht, der sich in ähnlicher eigenartiger Weise auf zwei Schuhen, die durch ein Kurbelgetriebe versetzt werden, fortbewegt.

2. Grabenbagger mit Eimerketten.

Zum Unterschied von den mit Löffeln ausgestatteten amerikanischen Grabenbaggern (Abschnitt 1) arbeiten die mit Eimerkette versehenen Grabenbagger, die auch in Deutschland vereinzelt anzutreffen sind, vollständig kontinuierlich und eignen sich vorzugsweise zum Ziehen sehr ausgedehnter, gleichmäßiger Gräben. Die Regelung des Löffelvorschubes, die beim Grabenlöffelbagger der Geschicklichkeit des Baggerführers mehr oder weniger überlassen ist, wird hier durch den selbsttätigen mechanischen Vorschub der Maschine ersetzt, der je nach Bodenart und den übrigen Verhältnissen eingestellt werden kann. Diese Art von Grabenbaggern gehört zu den in Deutschland so verbreiteten Eimerkettenbaggern, es sind aber durchgängig verhältnismäßig leichte Baumaschinen, die in bequemer Weise auf niedrigen Unterwagen („Trailer") von einer Baustelle zur nächsten befördert werden können. — Durch den allmählich stattfindenden, zwangläufig gesteuerten Vorschub der Eimerkette wird ein dauerndes Abschürfen der Erdmassen herbeigeführt, so daß ganz genaue und gleichmäßige Gräben hergestellt werden können. Der Baggerführer hat hier eine mehr kontrollierende Tätigkeit des gesamten Triebwerkes auszuüben, im Gegensatz zu den Grabenlöffelbaggern, wo er bei jedem Förderspiele die Steuerung der einzelnen Bewegungen selbst zu regeln hat. Am bekanntesten sind die Erzeugnisse der Firmen Buckeye, Austin, Parsons, Harnischfeger und der Cleveland Trencher Co. Die in Amerika gebräuchliche Bezeichnung für diese Baggertypen ist: „Trencher", „Trench-Excavator" und seltener „Ditcher".

Bei den größeren Typen dieser Grabenbagger ruht das Hauptgewicht, nämlich Eimerleiter mit Aufhängung, Förderband und dazugehörige Triebwerksteile, auf zwei kurzen Raupenbändern, während unterhalb der Antriebskraftmaschine zwei einfache breite Laufräder angeordnet sind (Abb. 5). Vorzugsweise bei den kleineren Modellen wird die Eimerleiter ringförmig (Abb. 5) ausgebildet. Eine weitere Sonderausführung ist durch die in senkrechter Richtung bewegliche — einem Becherwerk ähnliche — Schürfvorrichtung (Abb. 6) gekennzeichnet, welche dem „Schürfelevator" von Buckeye eigentümlich ist. Auch die Barber-Greene Co hat diese Maschine entwickelt, es lassen sich damit auch Löcher mit allseitig senkrechten Wänden (zum Einsetzen von Telefonmasten u. dgl.) herstellen, was bei den übrigen Baggertypen nicht möglich ist. Eine weitere interessante Ausführungsart, die besonders für sehr breite Gräben (bis über 3 m Breite) zweckmäßig Anwendung findet, ist diejenige mit seitlich der Eimerleiter arbeitenden Messerwellen. Auch Bagger mit zwei Wellen auf jeder Seite (Abb. 7)

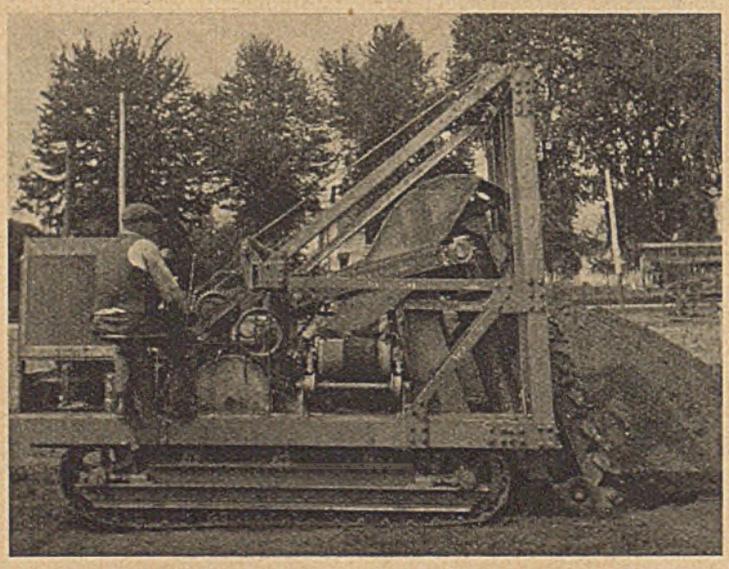

Abb. 6. Schürfelevator zum Ausheben von Löchern mit allseitig senkrechten Wänden (Buckeye und Barber Greene).

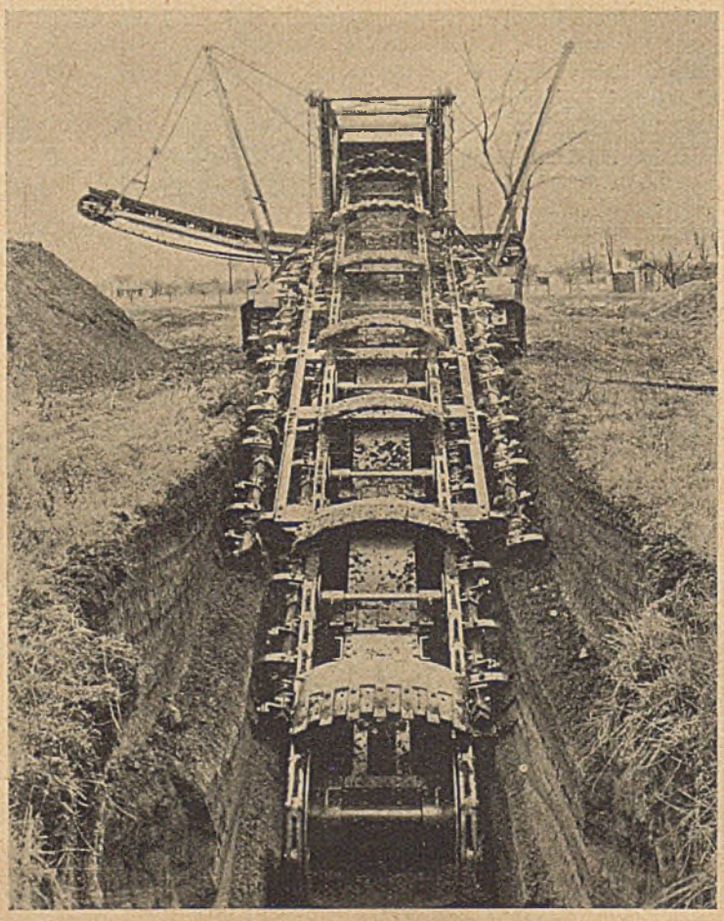

Abb. 7. Eimerleiter mit doppelten Messerwellen des Grabenbaggers von Buckeye.

sind wiederholt in Betrieb gesetzt worden. Die aus Sonderstahl hergestellten Messer dienen als Vorschneider und das von der Grabenwand gelöste Erdreich wird den Bechern zugeworfen, die es dann hochfördern und aufs Querband übergeben (Abb. 8).

Eine andere Möglichkeit, breite Gräben herzustellen, wird mit den mit doppelter Eimerkette ausgestatteten Grabenbaggern von Austin geschaffen. Ferner liefern einige Firmen Ansatzmesser als Zusatzausrüstung mit, die seitlich an den Eimern zu befestigen sind, damit die Grabenbreite nach vorgeschriebenem Maße erzielt werden kann. — Für Gräben von trapezförmigem Querschnitt sind auch Bagger mit Schaufelrädern gebaut worden, welche das gewünschte Profil mit einem einzigen Schnitte erzeugen können.

Vielfach sind die Raupenglieder der Grabenbagger mit Eichenholzklötzen armiert, damit ein ruhigeres Fahren auf der

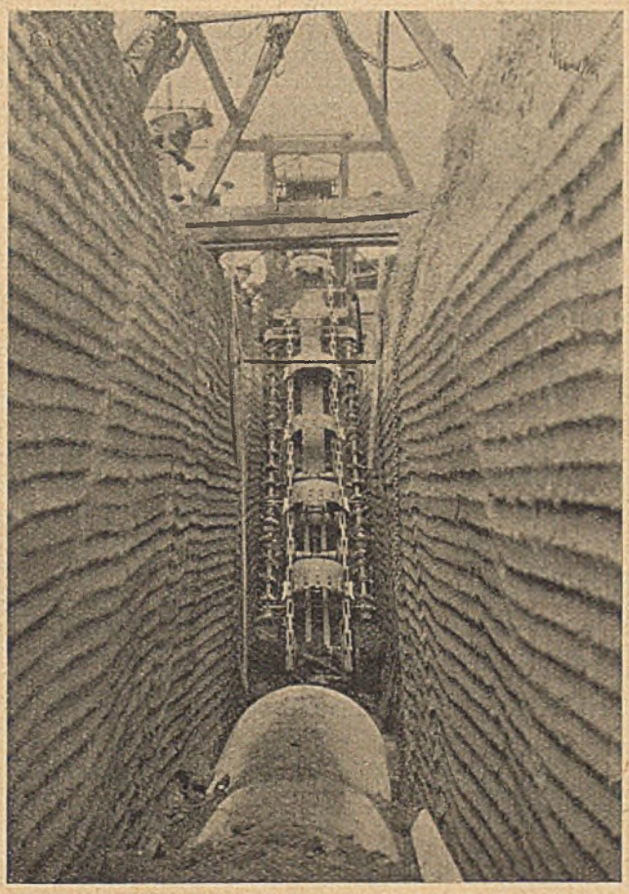

Abb. 8. Arbeitsweise des Buckeye-Grabenbaggers mit einfachen Messerwellen.

Straße und eine Schonung der Straßendecke ermöglicht wird. Auch ist damit Gewichtsverminderung gegenüber den Raupen aus Stahlguß verbunden. Im allgemeinen wählt man bei den Grabenbaggern mit Eimerleiter die Bodendrücke ziemlich niedrig und läßt nur etwa 0,5 bis 0,6 kg/cm² zu.

Sämtliche Bagger sind mit einem Querförderband (0,5 bis 1 m breit) versehen, welches bei fast allen Bauarten seitlich herausziehbar ist und das Baggergut längs der einen Seite des Grabens aufwirft. Zuweilen kommt es bei den Bauarbeiten vor, daß dicht neben dem Graben Telephon- oder Lichtmaste stehen, die das Durchfahrtsprofil der Maschine beengen. In diesem Falle kann das Band vorübergehend zurückgezogen und auf die entgegengesetzte Seite umgestellt werden: bei kleineren Baggern ist außerdem der Führersitz abnehmbar (Abb. 6). Auch sind neuerdings von der Cleveland Trencher Co kleine Grabenbagger mit schwenkbaren Bändern ausgeführt worden.

Zum Zuschütten der von den Grabenbaggern — sowohl

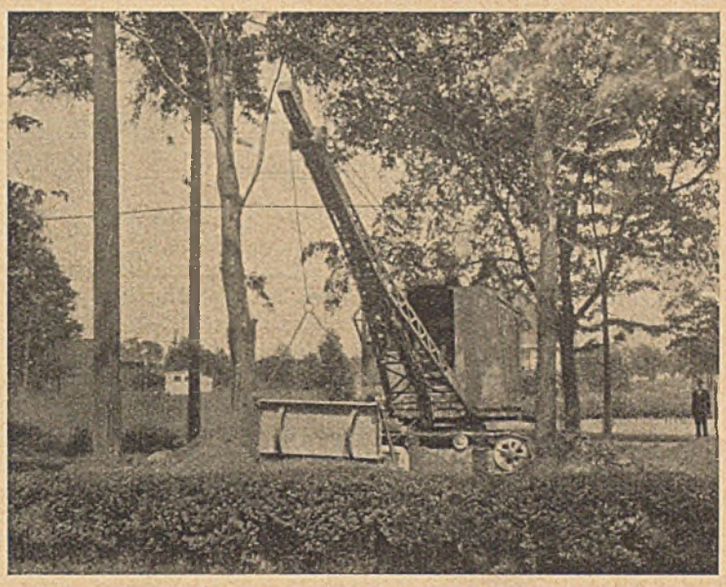

Abb. 9. Zufüller beim Einebnen der Gräben.

mit Löffel als auch mit Eimerkette — gezogenen Gräben hat sich in den Vereinigten Staaten der „Zufüller" („Backfiller" oder „Pushfiller") als eine sehr verbreitete leichte Sondermaschine (Abb. 9) herausgebildet, die in ähnlicher Weise wie der Eimerseilbagger arbeitet und mit einem flachen Schürfgerät das Abtragen der aufgeworfenen Erdmassen und das Zufüllen der Gräben nach Einlegung der Rohre oder Kabel ausführt. Meist folgt der Zufüller mit etwa der gleichen Arbeitsgeschwindigkeit in einiger Entfernung hinter dem Grabenbagger her. Auch zum Heben von Baustoffen, in erster Linie auch zum Einlegen von Rohrstücken (Abb. 10), kann der Zufüller herangezogen werden, falls kein besonderer Raupenkran hierfür zur Verfügung steht.

Aus den in der Einleitung erwähnten Gründen dürfte bei uns in Deutschland eine derartige Verbreitung der Grabenbagger wie in den Vereinigten Staaten nicht zu erwarten sein. Andererseits ließe sich bei Ausführung umfangreicher und gleichförmiger Grabenarbeiten die Verwendung dieser praktischen Baumaschinen in Erwägung ziehen und von Fall zu Fall durch Vergleichsrechnung nachweisen, daß auch bei uns eine Wirtschaftlichkeit gegenüber Handarbeit erzielbar ist.

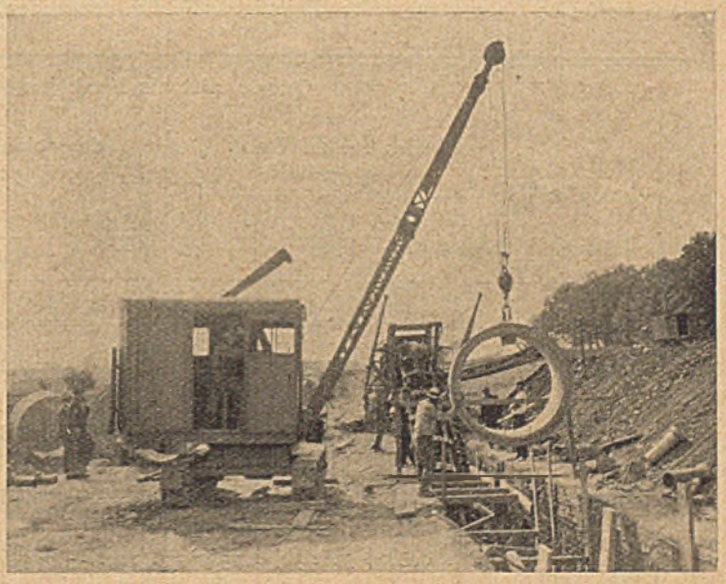

Abb. 10. Rohrverlegungskran und Grabenbagger (Buckeye).

GRAPHISCHER PROFILMASSTAB ZUR ERMITTLUNG DER QUERPROFILFLÄCHEN VON ERDKÖRPERN EINES VERKEHRSWEGES AUS DEM LÄNGSSCHNITT.

Von Professor Dr.-Ing. O. Ammann an der Technischen Hochschule Karlsruhe.

Am Schlusse seines Aufsatzes „Die Anwendungsgrenzen der Göringschen Profilmaßstäbe" im Bauingenieur Nr. 30 vom 27. Juli 1928 hat mein früherer Assistent, Dr.-Ing. Kraus, einen neuen Profilmaßstab vorgeführt, den ich für meine Übungen in Erd- und Straßenbau ausgearbeitet habe und der in diesen Übungen seit einigen Jahren mit gutem Erfolg benützt wird. Er eignet sich, wie Kraus in seinem Aufsatz angibt, zur genaueren Ermittlung der Erdmassen bei geneigtem Gelände, als das mit den Göringschen Profilmaßstäben möglich

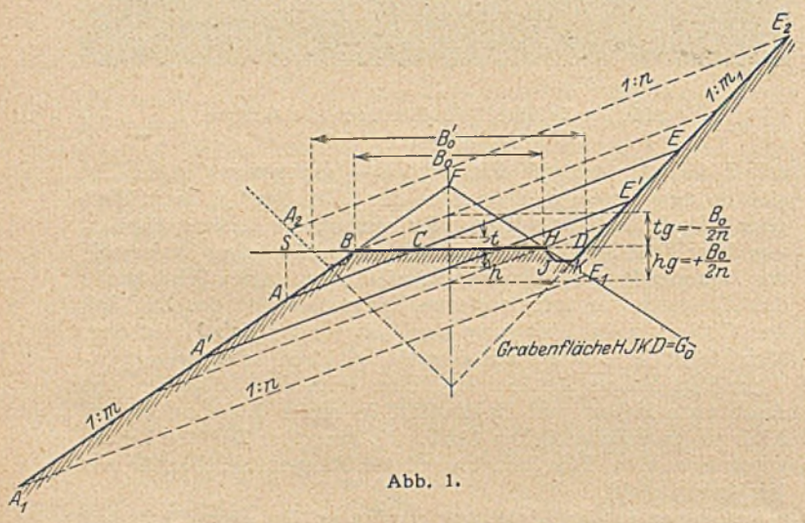

Abb. 1.

ist. Ich möchte daher nachstehend etwas näher auf seine Grundlagen und seine Konstruktion eingehen. Es soll an dieser Stelle vorausgeschickt werden, daß man in Anbetracht der großen Reihe von Fehlerquellen, die der Massenermittlung aus Plänen und der Feststellung ihrer günstigen Verteilungsweise anhaften, dabei zwar nicht allzu ängstlich zu sein braucht. Eine übertriebene Genauigkeit anzustreben, die zu derjenigen der benützten Unterlagen in keinem richtigen Verhältnis steht, wäre verfehlt; aber man sollte diejenigen Fehler vermeiden, die sich ohne wesentlichen Mehraufwand an Zeit und Mühe ausschließen lassen.

Mit dem Göringschen Profilmaßstab für geneigtes Gelände lassen sich aus dem Längenprofil die Querprofilflächen bei reinen Auftrags- und Abtragsprofilen für erste Voranschläge genau genug ermitteln, für alle gemischten Profile (Anschnittsprofile) sind die mit seiner Hilfe ermittelten Querprofilflächen aber unrichtig.

Es ist schon eine Reihe graphischer Methoden veröffentlicht worden, die auch die Anschnittsprofilflächen mehr oder weniger genau zu ermitteln gestatten[1]. Diese Methoden haben aber, teilweise wohl deshalb, weil sie in der Handhabung nicht genügend einfach sind, wenig Eingang gefunden.

Im folgenden wird ein Verfahren gezeigt, das bei großer Einfachheit und Übersichtlichkeit in der Anwendung sehr genaue Resultate liefert.

Vorausgesetzt wird, daß die Böschungsflächen beiderseits des Erdkörpers einheitlich geneigt sind. Die Tangente des Neigungswinkels sei $1 : m$ bei Aufträgen, $1 : m_1$ bei Einschnitten. Das Gelände sei zur Horizontalen einheitlich unter einem Winkel geneigt, dessen Tangente $1 : n$ ist. Bezeichnet man die Höhe des Planums über dem Gelände in der Achse des Verkehrsweges mit $+ y$, die Tiefe unter dem Gelände mit $- y$, so ergibt sich nach Göring mit den Bezeichnungen der Abb. 1 für ein reines Dammprofil die Querschnittsfläche zu

$$F_d = \frac{n^2 m}{n^2 - m^2} \left(\frac{B_0}{2m} + y \right)^2 - \frac{B_0^2}{4m}, \tag{1}$$

für ein reines Einschnittsprofil:

$$F_e = \frac{n^2 m_1}{n^2 - m_1^2} \left(\frac{B_0'}{2m_1} - y \right)^2 - \frac{B_0'^2}{4m_1} + 2G_0. \tag{2}$$

Diese Formeln verlieren ihre Gültigkeit, sobald die Absolutwerte von y unter das Maß $\frac{B_0}{2n}$ sinken. Dann schneidet

[1] Vgl. z. B. v. Glasser, „Die graphischen Verfahren zur Ermittlung der Querschnittsflächen, der Grunderwerbs- und Böschungsbreiten von Bahn- und Straßenkörpern". Dissertation, Berlin 1913; insbesondere auch das dort beigegebene Literaturverzeichnis.

n	$\frac{n^2 m}{n^2 - m^2}$	$\frac{n^2 m_1}{n^2 - m_1^2}$	Querschnitt als Funktion von y: des reinen Dammprofiles $\frac{n^2 m}{n^2 - m^2}\left[\frac{B_0}{2m} + y\right]^2 - \frac{B_0^2}{4m}$	Querschnitt als Funktion von y: des reinen Einschnittprofiles $\frac{n^2 m_1^2}{n^2 - m_1^2}\left[\frac{B_0'}{2m_1} - y\right] - \frac{B_0'^2}{4m_1} + 2G_0$	Querschnitt als Funktion von y: für die Dammflächen des Anschnittsprofiles $\frac{\left(\frac{B_0}{2} + ny\right)^2}{2(n - m)}$	Querschnitt als Funktion von y: für die Einschnittsflächen des Anschnittsprofiles $\frac{\left(\frac{B_0'}{2} - ny\right)^2}{2(n - m_1)} + G_0$
1	2	3	4	5	6	7
10	1,535	1,010	$0{,}09 + 5{,}12\,y + 1{,}53\,y^2$	$0{,}62 - 7{,}26\,y + 1{,}01\,y^2$	$0{,}37 + 2{,}94\,y + 5{,}89\,y^2$	$0{,}96 - 4{,}00\,y + 5{,}56\,y^2$
7	1,571	1,021	$0{,}20 + 5{,}24\,y + 1{,}57\,y^2$	$0{,}75 - 7{,}35\,y + 1{,}02\,y^2$	$0{,}57 + 3{,}18\,y + 4{,}45\,y^2$	$1{,}32 - 4{,}20\,y + 4{,}08\,y^2$
5	1,649	1,041	$0{,}41 + 5{,}50\,y + 1{,}65\,y^2$	$1{,}01 - 7{,}50\,y + 1{,}04\,y^2$	$0{,}89 + 3{,}57\,y + 3{,}57\,y^2$	$1{,}86 - 4{,}44\,y + 3{,}125\,y^2$
4	1,745	1,066	$0{,}68 + 5{,}82\,y + 1{,}75\,y^2$	$1{,}33 - 7{,}67\,y + 1{,}07\,y^2$	$1{,}25 + 4{,}00\,y + 3{,}20\,y^2$	$2{,}40 - 4{,}80\,y + 2{,}67\,y^2$
3	2,000	1,125	$1{,}38 + 6{,}67\,y + 2{,}00\,y^2$	$2{,}10 - 8{,}10\,y + 1{,}125\,y^2$	$2{,}085 + 5{,}00\,y + 3{,}00\,y^2$	$3{,}48 - 5{,}40\,y + 2{,}25\,y^2$

die Geländelinie AE das Planum, und es entstehen die Anschnittsprofilflächen $\triangle$ ABC und ($\triangle$ CDE + G_0).

Die Fläche des $\triangle$ ABC läßt sich ausdrücken durch:

$$\frac{BC \cdot AS}{2}.$$

Hierin ist:

$$BC = \frac{B_0}{2} + n\,y.$$

AS findet sich durch Elimination von SB aus den beiden Gleichungen:

$$\frac{1}{m} = \frac{AS}{SB}; \qquad \frac{1}{n} = \frac{AS}{SB + \left(\frac{B_0}{2} + n\,y\right)}$$

zu

$$AS = \frac{\frac{B_0}{2} + n\,y}{n - m}.$$

Folglich wird die Dammfläche des Anschnittsprofils:

$$\triangle ABC = \frac{\left(\frac{B_0}{2} + n\,y\right)^2}{2\,(n - m)}; \tag{3}$$

entsprechend erhält man für die Einschnittsfläche:

$$\triangle CDE + G_0 = \frac{\left(\frac{B_0'}{2} - n\,y\right)^2}{2\,(n - m_1)} + G_0. \tag{4}$$

Die Formeln (3) und (4) gelten zwischen den Grenzen $0 < |t| < t_g$ und $0 < |h| < h_g$.

Bei einem reinen Auftragsprofil ist der Flächeninhalt des bergseitigen Grabens variabel mit der Geländeneigung. Die Querschnittsfläche G_n läßt sich angeben, indem man in Gl. (4) für $y = h_g = \frac{B_0}{2\,n}$ einsetzt. Damit findet man:

$$G_n = \frac{\left(\frac{B_0'}{2} - \frac{B_0}{2}\right)^2}{2\,(n - m_1)} + G_0. \tag{5}$$

Für die Grabenfläche G_0 hat man:

$$G_0 = b\,\tau + m_1\,\tau^2, \tag{6}$$

wenn die Sohlenbreite mit b und die Grabentiefe mit τ bezeichnet wird.

Bezeichnet man die Querschnittsflächen mit x, so hat man in (1) bis (4) Gleichungen zwischen x und y, die für konstante Werte n, m, m_1, B_0, B_0' und G_0 sämtlich die Form haben:

$$x = \alpha + \beta\,y + \gamma\,y^2. \tag{7}$$

Das ist die Gleichung einer gewöhnlichen Parabel. Ihre Scheitelgleichung lautet:

$$2\,p\,\xi = \eta^2 \tag{8}$$

und bezieht sich auf ein Koordinatensystem, dessen Anfangspunktlage bezüglich des alten Systems sich nach den Gleichungen:

$$y - \eta = -\frac{\beta}{2\,\gamma}; \tag{9}$$

$$x - \xi = \alpha - \frac{\beta^2}{4\,\gamma} \tag{10}$$

berechnen läßt.

In einfacher Weise findet man auch den Halbparameter p aus

$$p = \frac{1}{2\gamma}. \tag{11}$$

Von der Richtigkeit dieser Transformation überzeugt man sich leicht durch Einsetzen der Werte für η, ξ und p in die Scheitelgleichung. Man hat dann:

$$\frac{1}{\gamma}\left[x + \frac{\beta^2}{4\gamma} - \alpha\right] = y^2 + \frac{\beta}{\gamma}\,y + \frac{\beta^2}{4\,\gamma^2}$$

und nach Multiplikation beider Seiten mit γ:

$$x = \alpha + \beta\,y + \gamma\,y^2,$$

also die Gleichung, von der man ausgegangen ist.

Da der Halbparameter aus Gl. (11) bekannt ist, läßt sich nun jede der Parabeln rein geometrisch in das x-y-Koordinatensystem einzeichnen. Es kommt nur darauf an, die Gleichung auf die Form (7) zu bringen und die Parallelverschiebung des Koordinatensystems nach den Gl. (9) und (10) festzulegen. Die Koordinaten der Parabeln im ursprünglichen Koordinatensystem stellen dann die durch die Ausgangsgleichungen dargestellten Zusammenhänge zwischen Ordinate im Längenprofil und den Querschnittsflächen dar. Sämtliche Parabeln für die Querschnittsflächen reiner Dammprofile einerseits und reiner Einschnittsprofile anderseits haben nun unabhängig von n gemeinsame Scheitelpunkte, so daß hierfür nur zwei Transformationen durchzuführen sind. Dies ergibt sich durch Berechnung der Ausdrücke für

$$y - \eta = -\frac{\beta}{2\,\gamma} \quad \text{und} \quad x - \xi = \alpha - \frac{\beta^2}{4\,\gamma}$$

nach den Gl. (1) und (2). Man findet für Gl. (1):

$$\alpha = \frac{B_0^2}{4\,m}\left[\frac{n^2}{n^2 - m^2} - 1\right] = \frac{B_0^2\,m}{4\,[n^2 - m^2]};$$

$$\beta = B_0\,\frac{n^2}{n^2 - m^2};$$

$$\gamma = \frac{n^2\,m}{n^2 - m^2}.$$

Grenze der Gültigkeit des Ausdrucks nach Spalte 4 Spalte 5 y_{min}, y_{max} $= \left\{\pm\frac{B_0}{2\,n}\right\}$	$\frac{1}{2p}$ zahlenmäßig p in cm entsprechend dem Maßstab für ξ: 1 m² = 0,4 cm, η: 1 m = 3 cm für die Parabel nach Spalte 4	5	6	7	$y - \eta$ für die Parabel nach Spalte 4: $-\frac{B_0}{2\,m}$	5: $+\frac{B_0'}{2\,m_1}$	6: $-\frac{B_0}{2\,n}$	7: $+\frac{B_0'}{2\,n}$	$x - \xi$ für die Parabel nach Spalte 4: $-\frac{B_0^2}{4\,m}$	5: $2\,G_0 - \frac{B_0'^2}{4\,m_1}$	6: 0	7: $+G_0$	Bergseitiger Graben beim Dammprofil $G_n = \frac{\left(\frac{B_0'}{2} - \frac{B_0}{2}\right)^2}{2\,(n - m_1)} + G_0$
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
± 0,250	1,535 / 3,67	1,010 / 5,57	5,89 / 0,95	5,56 / 1,01	− 1,667	+ 3,600	− 0,250	+ 0,360	− 4,17	− 12,48	0,00	+ 0,24	0,31
± 0,357	1,571 / 3,58	1,021 / 5,51	4,45 / 1,26	4,08 / 1,38	„	„	− 0,357	+ 0,514	„	„	„	„	0,34
± 0,500	1,649 / 3,41	1,041 / 5,40	3,57 / 1,58	3,125 / 1,81	„	„	− 0,500	+ 0,720	„	„	„	„	0,39
± 0,625	1,745 / 3,22	1,066 / 5,27	3,20 / 1,76	2,67 / 2,11	„	„	− 0,625	+ 0,900	„	„	„	„	0,44
± 0,833	2,000 / 2,81	1,125 / 5,00	3,00 / 1,88	2,25 / 2,51	„	„	− 0,833	+ 1,200	„	„	„	„	0,54

Also für

$$-\frac{\beta}{2\gamma} = -\frac{B_0}{2m} \quad \text{und für} \quad \alpha - \frac{\beta^2}{4\gamma} = -\frac{B_0^2}{4m};$$

entsprechend erhält man nach Gl. (2):

$$-\frac{\beta}{2\gamma} = -\frac{B_0'}{2m_1} \quad \text{und für} \quad \alpha - \frac{\beta^2}{4\gamma} = 2G_0 - \frac{B_0'^2}{4m_1}.$$

Weiterhin wird der Ausdruck für $x - \xi$ der Parabeln für die Dammflächen der Anschnittsprofile stets o, da hierfür:

$$\alpha = \frac{B_0^2}{8(n-m)};$$

$$\beta = \frac{B_0 n}{2(n-m)};$$

$$\gamma = \frac{n^2}{2(n-m)};$$

und demnach:

$$\alpha - \frac{\beta^2}{4\gamma} = 0$$

wird.

Für die Einschnittsflächen der Anschnittsprofile wird:

$$x - \xi = \alpha - \frac{\beta^2}{4\gamma} = G_0,$$

also konstant, so daß auch für die gemischten Profile lediglich die $(y - \eta)$-Werte für wechselndes n zu rechnen sind, und zwar für die Dammparabeln nach den einfachen Gleichungen:

$$y - \eta = -\frac{B_0}{2n};$$

für die Einschnittsparabeln nach der Gleichung:

$$y - \eta = \frac{B_0'}{2n}.$$

Die Parameter 2 p sind für die reinen Damm- und Einschnittsparabeln einfach die reziproken Werte der beispielsweise in einer Tabelle von Foersters Taschenbuch für Bauingenieure angegebenen Werte für

$$\frac{n^2 m}{n^2 - m^2} \quad \text{bzw.} \quad \frac{n^2 m_1}{n^2 - m_1^2};$$

für die Dammfläche eines Anschnittsprofils hat man für den Halbparameter:

$$p = \frac{n-m}{n^2};$$

und entsprechend für dessen Einschnittsfläche:

$$p = \frac{n-m_1}{n^2}.$$

Für die Aufzeichnung ist noch der Maßstab für p entsprechend den für y, η und x, ξ gewählten Maßstäben zu berechnen. Wählt man als Höhenmaßstab für die y-Einheit 1 m = ν cm, für die Flächeneinheit 1 m² = μ cm, so hat man als Maßstab für die Einheit von $p = \frac{\eta^2}{2\xi}$:

$$\frac{\nu^2\,\text{cm}^2}{2\mu\,\text{cm}} = \frac{\nu^2}{2\mu}\,\text{cm}.$$

Die Konstruktion des Profilmaßstabes ist, sobald man sich diese Zusammenhänge klargemacht hat, in einfachster Weise und kürzester Zeit durchzuführen.

In Abb. 2 sind die nach der beigegebenen Tabelle berechneten Transformationen für n = 3 durchgeführt und die Parabeln für den angegebenen Querschnitt mit Hilfe der Brennpunkte Fd_3, Fe_3, Fd_3' und Fe_3', sowie der Leitgeraden Ld_3, Le_3, Ld_3' und Le_3' konstruiert.

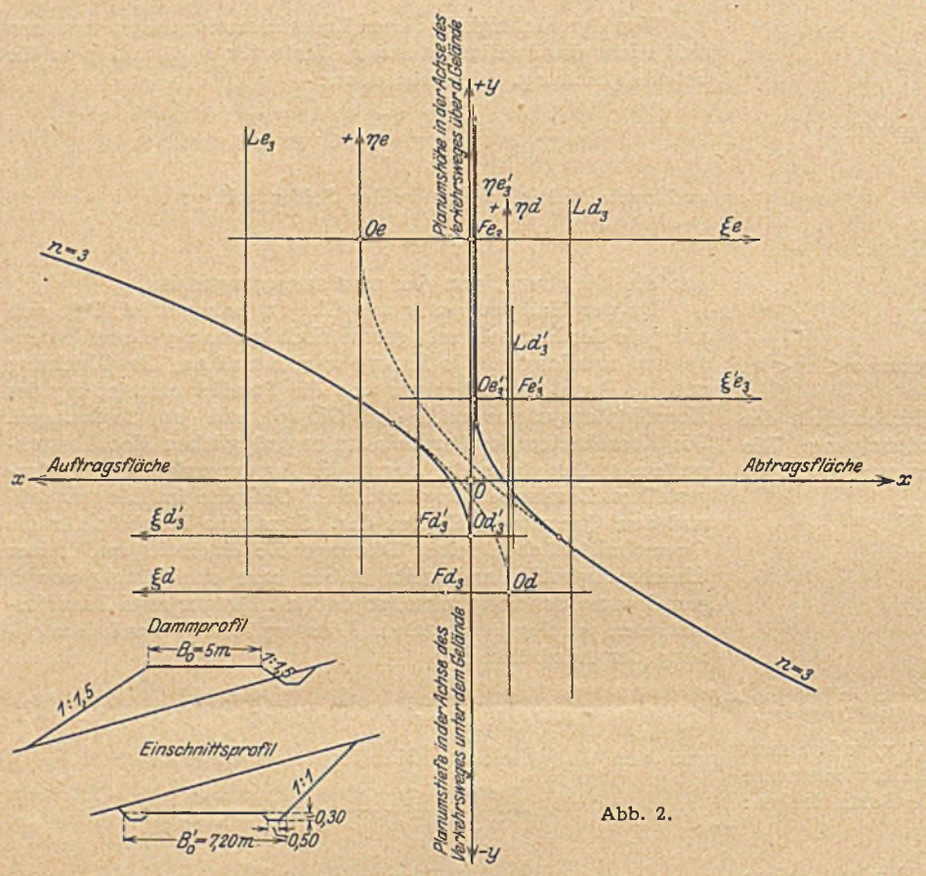

Abb. 2.

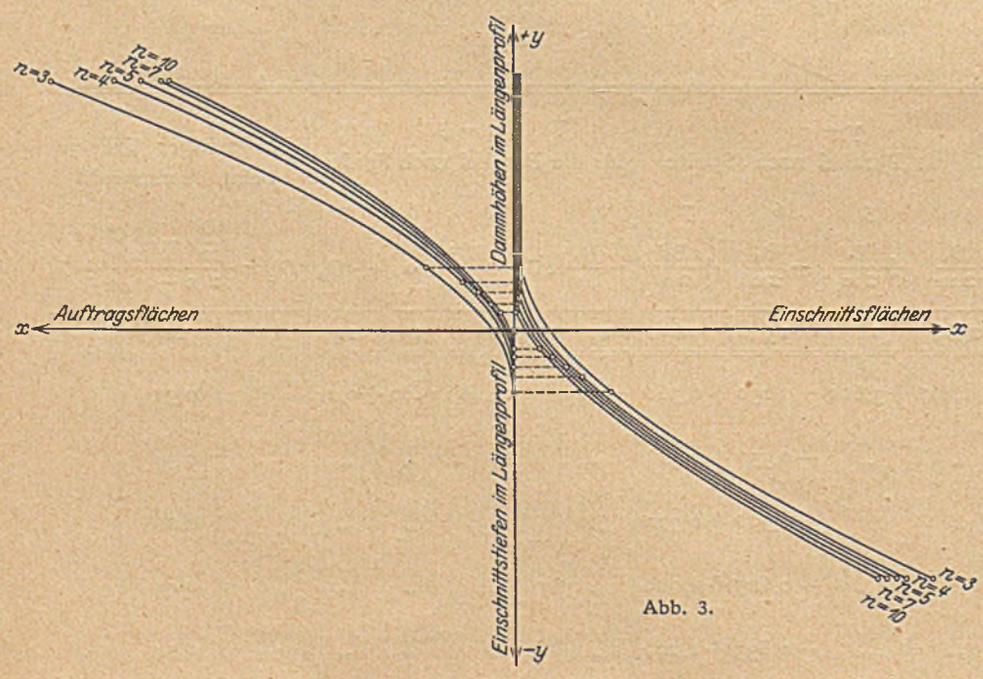

Abb. 3.

Gegenüber einem x-y-Koordinatensystem mit dem Nullpunkt O sind zunächst die für sämtliche Damm- und Einschnittsparabeln der reinen Profile gültigen Transformationen vorgenommen[2]. Hierbei gelangt der Nullpunkt des Koordinatensystems, auf dem unabhängig von der Geländeneigung sämtliche Scheitelpunkte der Einschnittsparabeln liegen, nach O_e, der Nullpunkt des Koordinatensystems, auf dem gleichfalls unabhängig von der Geländeneigung sämtliche Scheitelpunkte der Dammparabeln liegen, nach O_d. Die eingetragenen Parabeln gelten für n = 3 zur Ermittlung der Flächen von den Grenztiefen bzw. Grenzhöhen ab. Unterhalb dieser Ordinaten y_{max} bzw. y_{min} sind die Parabeln durch gestrichelte Linien dargestellt.

Weiterhin sind durch Transformationen die Nullpunkte der Anschnittsparabeln für n = 3 in den Lagen $O_e'3$ und $O_d'3$ bestimmt. Die in diesen Systemen eingetragenen Parabeln gelten vom Schnittpunkt mit den Parabeln der reinen Einschnitts- bzw. Dammflächen in ihrem Verlauf gegen den Scheitel zu, und zwar die Parabel der Anschnitts-Dammfläche für n = 3 bis zum Scheitel selbst, die Parabel der Anschnitts-Abtragsfläche bis zum Schnitt mit der im Abstande der Grabenprofilfläche G_n für n = 3 gezogenen Parallele zur y-Achse (vgl. Spalte 21 der Tabelle).

Für die Berechnung der Transformationen und die Zusammenstellung der Parameter empfiehlt es sich sehr, eine Tabelle etwa nach vorliegendem Muster anzulegen, da sie den Vorteil großer Übersichtlichkeit bietet.

Abb. 3 zeigt den gebrauchsfertigen Profilmaßstab für die Neigungen mit n = 10, 7, 5, 4 und 3.

Mit Hilfe dieses Maßstabes sind die reinen und gemischten Profile mit gleicher Genauigkeit auswertbar. Besonders hervorzuheben ist die für den Handhabenden wichtige Übersichtlichkeit. Er leistet besonders gute Dienste, wenn der Verkehrsweg in der Hauptsache gemischte Profile zeigt, d. h. dann, wenn die Trasse gut dem Gelände angepaßt werden konnte, wie dies bei Straßen mit kleineren Krümmungshalbmessern und nicht zu schwierigem Gelände zu sein pflegt. Handelt es sich dagegen lediglich um die Bestimmung reiner Damm- und Einschnittsprofile, so bietet diese Darstellungsweise natürlich keine Vorteile gegenüber der Göringschen.

[2] Zu beachten ist, daß die positive Richtung der x-Achse für die Dammflächen vom Nullpunkt aus nach links, die positive Richtung der x-Achse für die Einschnittsflächen vom Nullpunkt aus nach rechts aufgetragen ist. Es handelt sich daher eigentlich um zwei Koordinatensysteme, deren y-Achsen nach Lage und Richtung, deren x-Achsen aber nur der Lage nach in der Weise zusammenfallen, daß sich die positive x-Achse des einen mit der negativen Achse des anderen Systems deckt.

VERSUCHE MIT STAHLBEWEHRTEN BETONBALKEN.

AUSGEFÜHRT IN DER TECHN. VERSUCHSANSTALT DER TECHN. HOCHSCHULE WIEN.

Von Professor Dr.-Ing. R. Saliger.

I. Versuchsprogramm.

Der Zweck der im Rahmen der Arbeiten des österreichischen Eisenbetonausschusses geplanten Versuche ist in erster Linie die Erforschung des Zugwiderstandes von Eiseneinlagen verschiedener Festigkeiten und weiter des Verbundes zwischen Eisen und Beton von gewöhnlicher und hoher Festigkeit.

Zu diesem Zweck wurden fünf verschiedene Stahlfestigkeiten in Aussicht genommen, und zwar R. E. St. 37, St. 48 und St. 80 sowie verwundene R. E. (Isteg-Bewehrung) mit St. 37 und St. 48. Bei einem Teil der Balken wurde Beton mit gewöhnlichem Portlandzement, bei den übrigen Balken Beton mit frühhochfestem Portlandzement verwendet. Die Bewehrungsstärken schwanken von 0,5 bis 1,7%, um den ganzen Bereich der praktisch gewöhnlich vorkommenden Bewehrungsstärken zu umfassen. Es gelangten 36 Hauptversuchsbalken mit den später beschriebenen Abmessungen zur Herstellung, von welchen 28 den üblichen Biegeversuchen bis zum Bruch und acht Balken Dauerversuchen unterzogen wurden.

Alle 36 Hauptversuchsbalken sind 2,7 m lang, haben 2,4 m Stützweite und plattenbalkenförmigen Querschnitt. Die Breite der Platte beträgt 38, die Rippenbreite 16 cm. Die Plattendicke ist 10, die Balkenhöhe 32 cm. Am Übergang von Platte und Rippe sind Schrägen mit 3 cm Höhe und Breite vorhanden. Die Längsbewehrung bestand bei 12 Balken aus 3 R. E. 16 mm, bei 2 Balken aus 9 R. E. 9 mm, bei 12 Balken aus 6 R. E. 16 mm, bei 4 Balken aus 3 verwundenen Isteg-Eisen von 16 mm und bei 6 Balken aus 9 R. E. 16 mm Dicke. Die Bewehrungsanteile betrugen rund 0,5, 1,1 und 1,7%. Von den Längseisen sind in allen Fällen $^2/_3$ unter 45° schräg nach aufwärts in den Enddritteln der Balken abgebogen und mit Rundhaken im Beton verankert. Im Bereich der äußeren Balkendrittel sind Bügel aus R. E. von 10 mm in 80 mm Abstand eingelegt. Die Belastung der Hauptversuchsbalken erfolgte durch zwei Einzellasten in den Drittelpunkten der Spannweite. Die Einzelheiten des Versuchsprogramms und die statischen Werte der Eisenbetonbalken sind aus den Tafeln I, II und IIa ersichtlich.

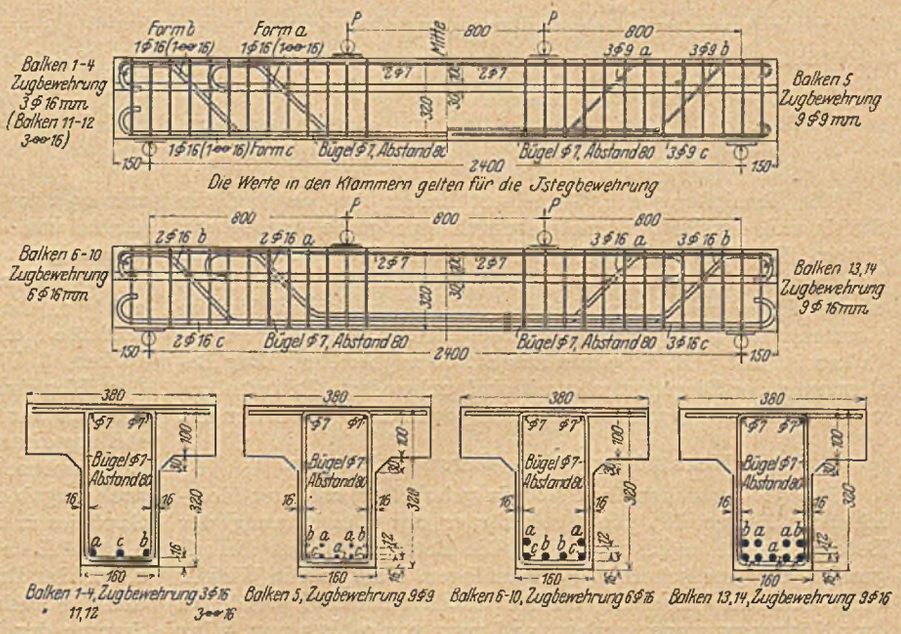

Abb. 1. Die Hauptversuchsbalken.

Tafel I. Versuchsprogramm.

Balken Nr.	Zug-bewehrung	Stahlgüte-Anzahl der Balken mit					Ungefähre Betongüte Anzahl der Balken mit		Biege-versuche	Dauer-versuche	Zahl der Balken
		St. 37	St. 48	St. 80	Isteg St. 37	Isteg St. 48	150 kg/cm²	300 kg/cm²			
1 a, b	3 Ø 16	2	—	—	—	—	2	—	2	—	2
2 a, b, c, d	3 Ø 16	—	4	—	—	—	4	—	2	2	4
3 a, b, c, d	3 Ø 16	—	4	—	—	—	—	4	2	2	4
4 a, b	3 Ø 16	—	—	2	—	—	—	2	2	—	2
5 a, b	9 Ø 9	—	—	2	—	—	—	2	2	—	2
6 a, b	6 Ø 16	2	—	—	—	—	2	—	2	—	2
7 a, b	6 Ø 16	2	—	—	—	—	—	2	2	—	2
8 a, b	6 Ø 16	—	2	—	—	—	2	—	2	—	2
9 a, b, c, d	6 Ø 16	—	4	—	—	—	—	4	2	2	4
10 a, b	6 Ø 16	—	—	2	—	—	—	2	2	—	2
11 a, b	3 ⊖⊖ 16	—	—	—	2	—	—	2	2	—	2
12 a, b	3 ⊖⊖ 16	—	—	—	—	2	—	2	2	—	2
13 a, b	9 Ø 16	2	—	—	—	—	—	2	2	—	2
14 a, b, c, d	9 Ø 16	—	4	—	—	—	—	4	2	2	4
Summen		8	18	6	2	2	10	26	28	8	36

Tafel II. Statische Werte der Hauptversuchsbalken.

Balken Nr.	Zugbewehrung	Querschn. der Zugeisen	μ %	b	b	d_p	h	x	z	$\beta = \frac{\sigma_e}{\sigma_b}$	σ_b P in kg	σ_e P in kg	τ_0 P in kg
1—4	3 Ø 16	6,03	0,53	16	38	10	29,60	9,75	26,35	30,7	0,0164 P — 2,76	0,503 P — 85	$\frac{P}{420}$ — 0,57
5	9 Ø 9	5,72	0,52	16	38	10	29,02	9,35	25,90	31,0	0,0174 P — 2,94	0,540 P — 91,4	$\frac{P}{415}$ — 0,58
6—10	6 Ø 16	12,06	1,10	16	38	10	28,66	12,6	24,75	19,1	0,014 P — 2,37	0,2675 P — 45,2	$\frac{P}{396}$ — 0,61
11, 12	3 ⊖⊖ 16	12,06	1,10	16	38	10	28,66	12,6	24,75	19,1	0,014 P — 2,37	0,2675 P — 45,2	$\frac{P}{396}$ — 0,61
13, 14	9 Ø 16	18,09	1,68	16	38	10	28,36	14,7	24,25	14,0	0,013 P — 2,21	0,1825 P — 30,8	$\frac{P}{388}$ — 0,62

Tafel IIa. Statische Werte der bewehrten Probebalken.

Balken Nr.	Bewehrungseisen	F_e	b	h	μ %	x	σ_b P in kg	σ_e P in kg	$\beta = \frac{\sigma_e}{\sigma_b}$	z	τ_0 P in kg
Reihe A	2 Ø 12 St. 37	2,26	7	8,00	4,05	5,20	0,654 P + 6,82	5,27 P + 55	8	6,30	$\frac{P}{44,1}$ + 0,36
Reihe B, C, D	3 Ø 9 St. 80	1,91	7	8,15	3,35	5,07	0,654 P + 6,82	6,1 P + 63,5	9,3	6,46	$\frac{P}{45,1}$ + 0,35

Die Ermittlung der Güteeigenschaften des verwendeten Stahls und des Betons erfolgte durch eine große Anzahl von Proben. Die Betonfestigkeit ist fest gestellt an Würfeln von 20 cm Kantenlänge, an stark bewehrten Probebalken mit 70 mm Breite, 86 mm Höhe und 2,2 m Länge, gemäß den österreichischen Normen mit 2 R. E. 12 mm Dicke bewehrt. Ein Teil der Probebalken ist mit 3 R. E. 9 mm aus St. 80 zugbewehrt. Zur Bestimmung der Biegezugfestigkeit sind unbewehrte Betonbalken von 50 mm Breite, 70 mm Höhe und 500 mm Länge verwendet.

II. Herstellung der Versuchskörper.

Die 36 Versuchsbalken sind in gehobelter kräftiger Holzschalung hergestellt, die Probekörper zur Bestimmung der Betonfestigkeit in Eisenformen. Die Betonierung hat die allgemeine Baugesellschaft A. Porr auf ihrem Werkplatz in Wien X vorgenommen. Das angelieferte Sandkiesmaterial wurde in drei Körnungsgruppen zerlegt, und zwar von 0 bis 3 mm, 3 bis 10 mm und 10 bis 25 mm. Auf Grund von Vorversuchen erfolgte die Mischung dieser drei Körnungen im Verhältnis von 1 Raumteil Feinsand, 1,8 Raumteile Mittelsand und 1 Raumteil Grobsand. Eine Mische hatte aus 26,3 l Feinsand, 47,4 l Mittelsand und 26,3 l Grobsand zu bestehen, deren Einzelsumme 100 l ausmachte. Die lose eingefüllte Mischung ergab 89 l und fest eingerüttelt 80 l Inhalt. Die Zementbeigabe war mit 29,2 kg für jede Mische bemessen, der Wasserzusatz auf Grund von Vorversuchen mit 15 l festgestellt, der je nach dem Feuchtigkeitsgehalt um geringe Maße schwankte.

Die Herstellung der Versuchskörper sollte in vier Reihen erfolgen, die laut der Tafel III auszuteilen waren. Danach umfaßte die Reihe A tatsächlich 10 Hauptversuchsbalken, 8 Würfel, 6 bewehrte Probebalken zur Bestimmung der Biegedruckfestigkeit und 10 unbewehrte kurze Betonprismen zur Bestimmung der Biegezugfestigkeit. Zur Herstellung dieser Körper wurden 26 Mischungen in der obgenannten Zusammensetzung mit je 15 l Wasser verbraucht. Die Setzprobe ergab 20 bis 21 cm. Der gesamte Aufwand betrug 2,6 m³ Sandkies in den Einzelmengen und 760 kg Zement und ergab 2,17 m³ Beton. Sonach waren in der Reihe A für 1 m³ Beton 1,2 m³ Sandkies erforderlich. 1 m³ Beton enthält 350 kg Zement und die Ausbeute als Verhältnis der erzielten Betonmenge zur Summe der Rauminhalte aus dem Zement und Sandkies ergibt sich mit 0,67.

In der Reihe B wurde der Wasserzusatz auf 14,8 l verringert, wobei sich die Setzprobe mit 17 bis 19 cm ergab. Die Herstellung erfolgte in 35 Mischen von der oben genannten Zusammensetzung und umfaßte 13 Hauptversuchsbalken, 9 Würfel, 6 Biegedruck- und 12 Biegezugbalken. Der Aufwand betrug 3,5 m³ Sandkies und 1020 kg Zement, die 2,79 m³ Beton ergaben

Für 1 m³ Beton waren 1,25 m³ Sandkies und 365 kg Zement verarbeitet worden. Die Ausbeute berechnet sich bei der Reihe B mit 0,65.

Bei der Reihe C ist der Wasserzusatz von 14,8 l beibehalten und ergab eine Setzprobe von 18 bis 19 cm. Mit 33 Mischen wurden 13 Hauptversuchsbalken, 9 Würfel, 6 bewehrte Biegedruckbalken und 12 Biegezugbalken hergestellt. Der Aufwand betrug 3,3 m³ Sandkies und 960 kg Zement, aus denen sich 2,79 m³ Beton ergaben. 1 m³ Beton erforderte 1,18 m³ Sandkies und 347 kg Zement. Die Ausbeute berechnet sich zu 0,68.

Tafel III. Herstellungsfolge der Balken und Probekörper

Herstellungsreihe	A 20. April	B 11. April	C 16. April	D 25. April 1928
Art des verwendeten Zementes	Gewöhnlicher Portlandzement	frühhochfester Portlandzement	frühhochfester Portlandzement	Lafarge-Zement
Bezeichnung der Balken	1 a, b 2 a, b, c, d 6 a, b 8 a, b	3 a, b, c 4 a, b 5 a, b 7 a, b 9 a, b 12 a, b	3 d 9 c, d 10 a, b 11 a, b 13 a, b 14 a, b, c, d	—
Anzahl der Balken	10	13	13	—
gleichzeitig hergestellte Probekörper	min 6 Würfel 20 cm A 1—6 min 6 Önormbalken A 1—6 min 6 σ_{bz}-Balken A 1—6	min 6 Würfel 20 cm B 1—6 min 6 σ_{bd}-Balken B 1—6 min 6 σ_{bz}-Balken B 1—6	min 6 Würfel 20 cm C 1—6 min 6 σ_{bd}-Balken C 1—6 min 6 σ_{bz}-Balken C 1—6	min 9 Würfel D 1—9 min 9 σ_{bd}-Balken D 1—9 min 9 σ_{bz}-Balken D 1—9
	Zu prüfen sind je 3 Stück zu gleicher Zeit mit den Biegeversuchen und je 3 Stück nach Abschluß der Dauerversuche			Zu prüfen je 3 Stück nach 3 Tagen, 8 Tagen, 28 Tagen

Die Reihe A ist mit gewöhnlichem Portlandzement, die Reihen B und C sind mit frühhochfestem Portlandzement betoniert. In der Reihe D wurden Probekörper aus Lafarge-Zement hergestellt, und zwar 9 Würfel, 9 bewehrte Biegedruckbalken und 9 unbewehrte Biegezugbalken. In jeder Mische waren 16,9 l Wasser notwendig, die bei der Setzprobe 20,5 bis 21 cm gaben. Die Hauptversuchsbalken, die Würfel, die bewehrten und unbewehrten Probebalken der Reihen A, B und C sind in 2 bis 3 Tagen nach der Herstellung entschalt, die Balken der Reihe D nach einem Tage.

III. Durchführung der Versuche.

Nach der Entschalung wurden sämtliche Hauptversuchsbalken und die anderen Probekörper in die technische Versuchsanstalt der Technischen Hochschule geführt und sind dort zur Erprobung gelangt. 28 Hauptversuchsbalken wurden dem einfachen Biegeversuch, 8 Versuchsbalken Dauerbelastungen unterzogen. Die letzteren Versuche sind noch im Gang und es wird darüber später berichtet werden. Bei den Biegeversuchen wurden festgestellt: Die Formänderungen (Durchbiegung in der Mitte, Dehnung an der Zugseite und Stauchungen an der Druckseite, letztere an zwei Stellen), weiter die Rißbildungen und die Höchstlasten.

Gleichzeitig mit den Hauptversuchsbalken sind eine entsprechende Anzahl von Probewürfeln, von bewehrten Betonbalken und von unbewehrten Betonprismen zur Feststellung der Betongüte untersucht worden. Schon bei den Vorversuchen zur Feststellung der Betonfestigkeit an 12 bewehrten Oenormbalken hat sich die Tatsache ergeben, daß der aus frühhochfestem Zement hergestellte Beton keine wesentlich höheren Festigkeiten ergibt, als der Beton aus gewöhnlichem Portlandzement. Es wurde daher getrachtet, die verschiedene Festigkeit des Betons gemäß dem Versuchsprogramm durch die Zeitdauer der Erhärtung zu erreichen. Hieraus erklären sich einerseits die Reihenfolge in den Herstellungszeiten und anderseits das Alter der Versuchskörper bei der Erprobung.

Die Betongüte ist aus der Tafel IV zu entnehmen. In der Herstellungsreihe A betrug das Alter 12 bis 13 Tage und die mittlere Würfelfestigkeit 235 kg/cm². In der Reihe B waren die Erhärtungszeiten 23 und 28 bis 29 Tage. Die erzielte Würfelfestigkeit war 248 bzw. 284 kg/cm² im Mittel. In der Herstellungsreihe C betrug das Alter bei der Prüfung 17 bis 18 und 24 bis 25 Tage. Die Würfelfestigkeiten ergaben sich zu 278 bzw. 318 kg/cm². Aus den gleichzeitig hergestellten bewehrten Probebalken ergaben sich die Biegedruckfestigkeiten des Betons 1,35 bis 1,46 mal größer, als die Würfelfestigkeiten waren. Die Biegezugfestigkeit der bewehrten Betonprismen betrug in den Reihen A, B und C 37 bis 52 kg/cm². Das Verhältnis der Biegedruckfestigkeit zur Biegezugfestigkeit war 8,4 bis 10,2. Das Verhältnis der Würfelfestigkeit zur Biegezugfestigkeit 6,2 bis 7,6 (Tafel IV).

Tafel IV. Betongüte.

Herstellungsreihe	Hauptbalken Nr.	Alter in Tagen	Mittlere Betonfestigkeit kg/cm²			Verhältnisse			Beton aus
			Bewehrte Balken Biegedruck σ_b	Würfel σ_w	Unbewehrte Balken Biegezug σ_{bz}	$\frac{\sigma_b}{\sigma_w}$	$\frac{\sigma_b}{\sigma_{bz}}$	$\frac{\sigma_w}{\sigma_{bz}}$	
A 20. April 1928	1 a b, 2 a b, 6 a b, 8 a b	12—13	316	235	38	1,35	8,4	6,3	Portlandzement
B 11. April 1928	7 a b	23	—	248	37	—	—	6,7	frühhochfester Portlandzement
	3 a b, 4 a b, 5 a b, 9 a b, 12 a b	28—29	416	284	41	1,46	10,2	6,9	
C 16. April 1928	11 a b, 13 a b	17—18	—	278	37	—	—	7,6	
	10 a b, 14 a b	24—25	433	318	52	1,36	8,4	6,2	
D 25. April 1928	—	3 7 28	384 424 485	412 476 538	39 41 40	0,93 0,89 0,90	9,8 10,3 12,1	10,5 11,6 13,5	Lafarge-Zement

Tafel V. Eisengüte.

Bezeichnung des Stahls	Balken Nr.	Rundeisen Dicke mm	Streckspannung kg/mm²		Zugfestigkeit kg/mm²		Bruchdehnung %	Einschnürung %
			einzeln	im Mittel	einzeln	im Mittel		
St. 37	1, 6, 7, 13	16	26,7—28,9	28,1	39,8—42,3	41,2	28,7—36,8	65—68
St. 48	2, 3, 8, 9, 14	16	31,5—34,7	33,6	54,7—57,3	55,8	22,6—26,0	57—59
St. 80	5	9	46,6—48,3	47,7	74,8—85,3	78,9	14,5—17,8	45—48
St. 80	4, 10	16	46,2—48,2	46,8	77,6—86,1	83,5	12,7—16,0	31—41
Isteg St. 37	11	2,16	35,2—35,8	35,5	41,3—41,7	41,5	15,5—15,7	65

Die in der Reihe D hergestellten Würfel, die bewehrten und unbewehrten Probebalken aus Lafarge-Schmelzzement zeigten in mancher Beziehung ein Bild, das von den Probekörpern aus Portlandzement und frühhochfestem Portlandzement abweicht. Die Würfelfestigkeit nach 3, 7 und 28 Tagen betrug 412, 476 und 538 kg/cm². Die Biegezugfestigkeit ergab sich kleiner als jene bei Portlandzement und die Biegedruckfestigkeit (aus den bewehrten Probebalken) zeigt auffallenderweise geringere Werte als die Würfelfestigkeit. In der vorliegenden Versuchsreihe erwiesen sich demnach die bewehrten Probebalken als nicht brauchbar für die Bestimmung der Betongüte. Das Verhältnis der Würfelfestigkeit zur Biegezugfestigkeit ist wesentlich größer als bei den Probekörpern aus Portlandzement und frühhochfestem Portlandzement. Weitergehende Schlüsse lassen sich in Anbetracht der verhältnismäßig geringen Anzahl von Untersuchungen nicht ziehen.

Von den als Zugbewehrung benutzten Rundeisen St. 37, St. 48, St. 80 und Isteg-Eisen sind untersucht die Streckgrenze, die Zugfestigkeit, die Bruchdehnung und die Einschnürung. Die für die Tragkraft in erster Linie wichtige Streckspannung ergab sich bei St. 37 mit 28,1 kg/mm², bei St. 48 mit 33,6, bei St. 80 46,8 (bei 9 mm Durchmesser 47,7) kg/mm² im Mittel. Die Zusammenstellung ist aus der Tafel V ersichtlich.

Die Anrißspannungen sind in der Tafel VI zusammengestellt, die bezüglichen Spannungen im Eisen und Beton nach Zustand II mit Ausschluß der Betonzugzone berechnet. Die Anrißspannungen ergeben sich verschieden und sind bei den schwachen Bewehrungen höher als bei den starken Bewehrungsanteilen. Dies ist zweifellos die Folge der verhältnismäßig stärkeren Mitwirkung der Betonzugzone bei den schwachen Bewehrungen. Innerhalb derselben Bewehrungsgruppen, z. B. Balken Nr. 1 bis 5, sind die Schwankungen in den Anrißspannungen gering, so daß eine vollständig sichere Abhängigkeit der Anrißspannungen von der Eisengüte und der Betonfestigkeit nicht herausgelesen werden kann, dies umsomehr, als die Beobachtung der ersten Risse, wenn auch sorgfältig

Tafel VI. Beobachtete Anrißspannungen.

Bewehrungsstärke	Balken Nr.	Eisenspannung σ_e einzeln im Mittel	Eisenspannung σ_e im Gesamtmittel	Betonpressung σ_b	Stahlgüte	Betonwürfelfestigkeit kg cm²
rd. 0,5%	1 a b	920	1080	30,0	St. 37	235
	2 a b	1020		33,4	St. 48	235
	3 a b	1170		38,2	St. 48	284
	4 a b	1120		36,5	St. 80	284
	5 a b	1190		38,6	St. 80	284
rd. 1,1%	6 a b	970	930	50,8	St. 37	235
	7 a b	780		40,9	St. 37	248
	8 a b	970		50,8	St. 48	235
	9 a b	840		43,8	St. 48	284
	10 a b	1080		56,3	St. 80	318
	11 a b	860	850	45,1	Isteg St. 37	278
	12 a b	840		43,8	Isteg St. 48	284
rd. 1,7%	13 a b	800	800	57,5	St. 37	278
	14 a b	790		56,2	St. 48	318

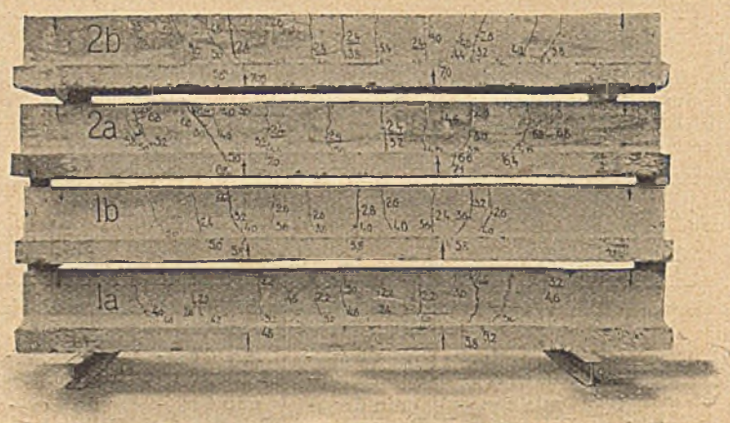

Abb. 2. Bruchbilder.

durchgeführt, nicht vollständig sicher ist. Immerhin zeigen die Versuchsergebnisse bei den schwach bewehrten Balken, daß die Anrißspannung bei Bewehrungen mit St. 80 etwas höher liegen als bei Bewehrungen mit St. 48 und bei diesen etwas

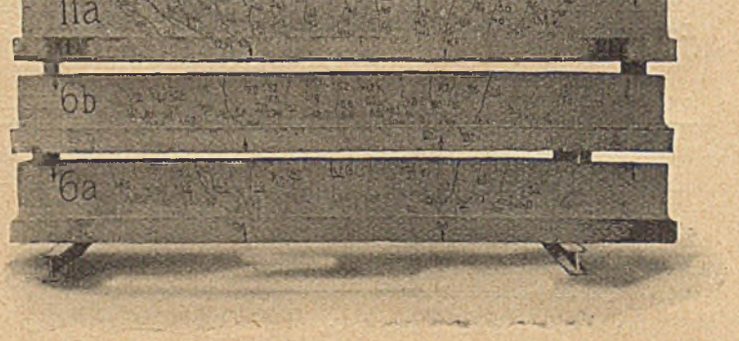

Abb. 3. Bruchbilder.

höher als bei der Bewehrung mit St. 37. Das Gleiche gilt hinsichtlich der Betongüte; je größer die Betongüte, desto höher liegt die Anrißspannung. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der mittelstarken Bewehrung. Bei St. 80 ergab sich eine Anrißspannung von 1080, bei St. 48 eine mittlere Anrißspannung von 905 und bei St. 37 eine mittlere Anrißspannung von 875 kg/cm² im Mittel für das Eisen. Die Isteg-Bewehrung zeigte etwas niedrigere Anrißspannung als die Bewehrung durch grade Eisen. Bei den starken Bewehrungen ergab St. 37 und St. 48 keinen

Unterschied in den Anrißspannungen. Die äußersten Grenzen der beobachteten Anrißspannung im Eisen schwankten von 780 kg/cm² bei St. 37 bis 1190 bei St. 80.

Die Durchbiegungen der Balken haben sich im wesentlichen als von der Bewehrungsstärke abhängig erwiesen und nahezu unabhängig von der Güte der Bewehrungseisen. Über diese und die gemessenen Dehnungen und Stauchungen wird an anderer Stelle berichtet werden.

Die beim Versuch an 28 Hauptversuchsbalken erreichten Höchstlasten sind in der Tafel VII zusammengestellt. Da die Höchstlast, sofern Schubwiderstand, Verbund und Betongüte ausreichen, von der Streckgrenze der Zugbewehrung abhängt, so sind diese in der Zahlenzusammenstellung eingetragen. Aus ihr ergibt sich folgendes: die Tragkraft ist mit Ausnahme der

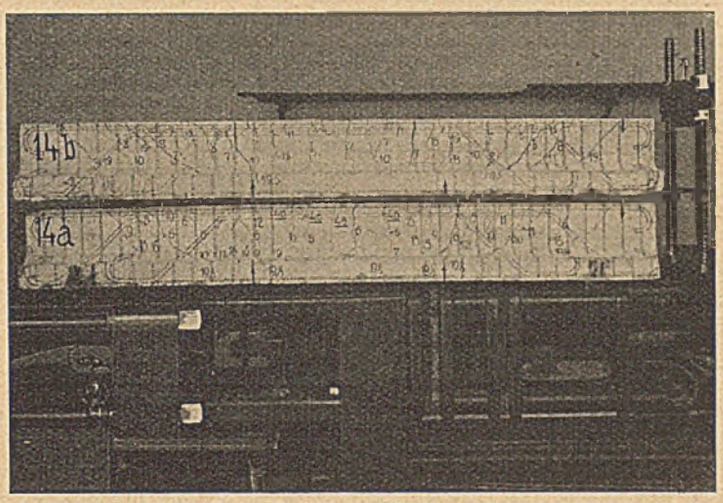

Abb. 4. Bruchbilder.

Balken 4 und 10 in allen Fällen vom Zugwiderstand der Eisenbewehrung, das ist von der Streckspannung, abhängig. Die rechnungsmäßige höchste Eisenspannung überschreitet mehr oder weniger die Streckspannung, gleichgültig, ob es sich um Bewehrung mit St. 37, St. 48, St. 80 oder um Isteg-Bewehrung handelt. Die Versuche haben den Beweis erbracht, daß innerhalb des Prüfbereiches auch bei der Verwendung hochwertigen Stahls als Bewehrung von Eisenbetonbalken die Streckgrenze ebenso voll ausgenützt werden kann wie bei der Bewehrung mit weichem Flußeisen St. 37. Bei den Balken 4a und 10a, b mit St. 80 Bewehrung ist die höchste Eisenspannung etwas hinter der Streckspannung zurückgeblieben, und zwar deshalb, weil der Verbund den hohen Eisenbeanspruchungen nicht vollständig gewachsen war. Der Balken 5 mit St. 80 Bewehrung hat die volle Ausnutzung der Streckspannung erwiesen (das Verhältnis der Eisenspannung zur Streckspannung beträgt 1,08). Dies Ergebnis konnte deshalb erzielt werden, weil die Balken mit 9 mm starken Stahleinlagen bewehrt waren, deren Verbundwirkung eine weit bessere als bei den 16 mm dicken Eisen der Balken 4 und 10 ist.

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse.

a) Die Güte des verwendeten Bewehrungsstahls beeinflußt nicht nennenswert die Durchbiegung und Rißbildung bei gleicher Eisenbeanspruchung. Die Versuche haben eine kleine Verzögerung der Rißbildung erwiesen, wenn hochwertigerer Stahl oder hochwertigerer Beton verwendet wird.

b) Für die Tragkraft, so weit diese vom Zugwiderstand der Stahlbewehrung abhängt, ist stets die Streckspannung in derselben Weise maßgebend wie bei St. 37.

c) Die Ansprüche an den Verbund sind um so größer, je höher die Eisenspannungen sind. Große Betonfestigkeit vermehrt unter sonst gleichen Umständen die Verbundwirkung und erhöht die Tragkraft, wenn diese vom Verbund abhängt.

d) Bei Annahme des gleichen Tragsicherheitsgrades für mit hochwertigem Stahl bewehrte Balken wie für St. 37 können die zulässigen Beanspruchungen im Verhältnis der höheren Streckspannung vermehrt werden, wenn die größeren Ansprüche an Schubwiderstand und Verbund berücksichtigt werden. Bei Zulassung höherer Bauspannungen ist mit stärkerer Ausschaltung der Betonzugzone zu rechnen.

Tafel VII. Höchstlasten.

Balken Nr.		Stempellast P t	Bewehrung %	Stahlgüte	Mittlere Streckspannung kg/cm²	Mittlere Höchstspannungen kg/cm² σ_e	σ_b	τ_o	Bruch durch Überwindung
1	a	6,0	rd. 0,5%	St. 37	2810	2880	95,5	13,5	Streckgrenze
	b	5,8							
2	a	7,1	,,	St. 48	3360	3540	116	16,5	,,
	b	7,05							
3	a	7,4	,,	,,	3360	3760	124	17,5	,,
	b	7,4							
4	a	8,7	,,	St. 80	4680	4450	155	21,8	Verbund
	b	9,5				4870			Streckgrenze
5	a	9,6	,,	,,	4770	5140	166	22,9	,,
	b	9,8							
6	a	10,6	rd. 1,1%	St. 37	2810	2820	151	26,3	,,
	b	10,6							
7	a	10,6	,,	,,	2810	2850	150	26,6	,,
	b	10,8							
8	a	13,0	,,	St. 48	3360	3510	184	32,8	,,
	b	13,5							
9	a	13,6	,,	,,	3360	3640	191	34,0	,,
	b	13,7							
10	a	16,4	,,	St. 80	4680	4420	232	41,4	Verbund
	b	16,7							
11	a	13,8	,,	Isteg St. 37	3550	3640	191	34,0	Streckgrenze
	b	13,6							
12	a	13,6	,,	Isteg St. 48	—	3610	190	33,8	,,
	b	14,0							
13	a	15,5	rd. 1,7%	St. 37	2810	2820	200	39,6	,,
	b	15,6							
14	a	19,8	,,	St. 48	3360	3570	253	50,3	,,
	b	19,5							

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Zuschrift zu dem Aufsatz: Neuere Druckluftgründungen unter Verwendung von Eisenbeton-Schwimmcaissons.

In Heft 49 dieser Zeitschrift macht Herr Oberingenieur Dischinger Mitteilungen über in letzter Zeit ausgeführte größere Druckluftgründungen, bei denen die Caissons infolge ihrer zunehmenden Größen schwimmend an Ort und Stelle gebracht und dort zwischen Führungsgerüsten verankert und frei ohne Spindelführung abgesenkt wurden. Er rühmt diesem von der bisher meist angewendeten Absenkung von festen Gerüsten mittels Spindeln abweichenden Verfahren die Vorzüge der Billigkeit durch Fortfall der Aufhängegerüste, der Abkürzung der Bauzeit und der größeren Sicherheit nach. Es mag Fälle geben, bei denen diese Vorzüge zutreffen und in denen man daher eine solche Lösung zu wählen berechtigt ist, z. B. auf sehr tiefem Wasser oder unter Brücken, wo Gerüste unausführbar sind. Für die Beurteilung im Einzelfall wird man sich dabei auch auf die an anderen Stellen gemachten Erfahrungen stützen.

Um die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Bauarten zu beurteilen, hat man nur nötig, die Kosten der von Herrn Dischinger angezogenen Bauten mit den von meiner Firma Beuchelt & Co. angebotenen Preisen zu vergleichen, und man sieht dann sofort, daß von einer Verbilligung der Ausführung durch Schwimmcaissons keine Rede sein kann. Es ist in der Tat auch nicht zu verstehen, daß die Anmietung eines Trockendocks, die Einrichtung desselben mit einer Betonmaschine, Betoniergerüsten, Baubuden, das Zuwassersetzen des fertigen Caissons, das Abschleppen desselben auf meistens sehr langen Strecken und Einfahren und Verankern des Caissons zwischen vorher hergestellten Führungsgerüsten billiger kommen sollte als die Herstellung eines einfachen Pfeileraufhängegerüstes. In Gartz a/O. wurde der Vorschlag meiner Firma der Ausführung zugrunde gelegt. Derselbe war um 8000 Mark billiger als der Vorschlag mit Schwimmcaissons.

Was nun die Abkürzung der Bauzeit anbelangt, so hat man für die von Dischinger angezogenen Pfeilerbauten für die Ostoder bei Stettin einen vorzüglichen Vergleich mit den von meiner Firma zu gleicher Zeit ausgeführten Pfeilern in der Westoder bei Stettin. Die Bauzeit war für beide Baustellen dieselbe, und enthielten die Pfeiler ungefähr die gleichen Massen. Der Auftrag wurde uns Herbst 1925 zu ungefähr derselben Zeit erteilt, der Bau unserer Pfeiler war Ende Oktober 1926 programmäßig beendet, wogegen diejenigen von Dyckerhoff & Widmann erst zu Weihnachten fertiggestellt waren.

Bezüglich der Sicherheit darf man aber wohl nach den von Herrn Dischinger selbst gemachten Angaben doch einige Zweifel hegen. Bei der Rheinbrücke Duisburg—Hochfeld hebt Verfasser selbst die Schwierigkeiten des Einschwimmens in das Führungsgerüst wegen der ungleichmäßigen Strömungen auf beiden Seiten des Gerüstes hervor. Der Caisson wurde mittelst der Dampfer in das Gerüst hineingedrückt. Man muß sich dabei vergegenwärtigen, daß es sich um große Massen und infolgedessen trotz geringer Geschwindigkeit um eine große lebendige Kraft handelt. Es besteht somit die Gefahr, daß entweder das Führungsgerüst verdrückt wird, oder, wenn dieses stark genug ist, der Caisson Beanspruchungen erfährt, denen er nicht gewachsen ist, und die darum besonders gefährlich sind, weil die auftretenden Belastungsfälle sich der rechnerischen Überlegung entziehen. — Risse sind dann leicht die Folge — oder daß man den Caisson nicht genau an die Stelle bringt, wo er hin soll. Wesentliche Schwierigkeiten bereitete nach Dischingers Angabe auch die Beseitigung des Steinwurfes und alter Pfähle. Es ist einleuchtend, daß solche Hindernisse beim Absenken eine große Gefahr bilden können, wenn der Senkkasten an ihnen — also in einzelnen Punkten — mit seinem vollen Gewicht zum Aufsitzen kommt, weil dadurch unvorhergesehene Belastungsfälle eintreten. Bei einer Absenkung von Gerüst mittelst Spindeln besteht diese Gefahr nicht. Der Senkkasten hängt sicher im Gerüst, bis alle Hindernisse unter der Schneide beseitigt und die Absenkung ungehindert erfolgen kann.

Bei der Ausführung an der Ostoder ergaben sich Schwierigkeiten beim Ausschwimmen des Caissons, der sich verhängte. Es ist aus der Beschreibung nicht recht ersichtlich, welcher Art die Behinderung war; ein zwischengeklemmtes Brett könnte meines Erachtens bei den beim Ausschwimmen zur Wirkung gelangenden Massenkräften keinen besonderen Widerstand leisten. Ein Verklemmen des Kastens birgt aber auch die Gefahr ungleichmäßiger Beanspruchung und damit des Auftretens von Rissen in sich, und wenn hier die Sache gut abgelaufen ist, so zeigt der Vorfall doch, daß mit dem Schwimmcaisson gewisse Gefahren verbunden sind. Ein erheblicher Nachteil des Einschwimmens, der übrigens auch bei der Ostoder eintrat, ist die Schwierigkeit, den Senkkasten genau in die richtige Lage zubringen. Bei der Ostoder hatte man übrigens den Vergleich mit einer Absenkung mittelst Spindeln, die von meiner Firma an der Westoder ausgeführt wurde. Die Pfeilergrundflächen waren gleich groß. Die Absenkung mittelst Spindeln erfolgte genau an der vorgeschriebenen Stelle ohne jeden Zwischenfall.

Wenig ermutigend sind meines Erachtens die Erfahrungen, die mit diesem Verfahren bei der Rheinbrücke Düsseldorf—Neuß gemacht sind. Bemerkenswert sind auch hier wieder die Schwierigkeiten beim Einschwimmen infolge der Strömungsgeschwindigkeit. Schwierigkeiten, die unter gleichen Verhältnissen bei Absenkungen meiner Firma mittelst Spindeln nie beobachtet wurden. Die Unterspülung und das dadurch bedingte Freisetzen des Caissons war außerordentlich gefährlich, wie Herr Dischinger selbst bekundet. Man muß sich wundern, daß nicht schon hier Risse aufgetreten oder der Caisson gar zu Bruch gegangen ist, denn für solche Belastungsfälle war der Caisson nicht berechnet. Ein eingehängter Caisson wäre gesichert gewesen. Auch bei den später auftretenden Hindernissen, die dann schließlich sogar zu starken Beschädigungen und Rissebildungen des Caissons führten, hätte eine Aufhängung die nötige Sicherheit dagegen geboten. Den Beweis dafür sehe ich in der Tatsache, daß die Absenkung der großen Strompfeiler der Rheinbrücke bei Wesel, die durch meine Firma mittelst Spindeln ausgeführt wurde, ganz glatt ohne irgendwelchen Unfall verlief. Auch dabei wurde allerdings, genau wie von Dischinger beschrieben, eine Kolkbildung und ein Einspülen des Bodens in den Senkkasten beobachtet. Der Senkkasten war aber aufgehängt und ein Ausfüllen des Kolks durch Sandsäcke usw. wurde nicht nötig.

Wenn in den mitgeteilten Fällen die gestellte Aufgabe trotz der mancherlei Schwierigkeiten schließlich doch noch glücklich gelöst wurde, so ist das ein Beweis für die Tüchtigkeit der bauleitenden Ingenieure, die selbst der schwierigsten Situation gewachsen waren, aber nicht für die Zuverlässigkeit und Sicherheit des angewandten Verfahrens. Die Erfahrungen meiner Firma Beuchelt & Co., die nach dem Aufhängeverfahren rund 100 Pfeiler ohne jeden Unfall und Schwierigkeiten abgesenkt hat, sprechen eine deutliche Sprache. Das Einschwimmen wird daher zweckmäßig nur auf die Fälle beschränkt bleiben, wo gewichtige Gründe dafür sprechen, und hierbei ist immer noch zu berücksichtigen, daß der Schwimm-Caisson tiefes Wasser an der Baustelle verlangt und von den Wasserständen sehr abhängig ist.

Natürlich müssen auch beim Absenken mittelst Spindeln gewisse Voraussetzungen erfüllt sein. Daß die Gerüste tragfähig seien und nicht nachgeben dürfen, ist selbstverständlich, aber auch ohne Schwierigkeiten zu erreichen und schließlich doch nur abhängig von der Verwendung einer genügenden Anzahl Pfähle. Das gleichmäßige Tragen sämtlicher Spindeln im Anfangsstadium, also während des Betonierens des Senkkastens, ist ohne weiteres zu erreichen. Um diesen Zustand auch während des Absenkens aufrechtzuerhalten, bedarf es allerdings eines völlig gleichmäßigen Abspindelns. Dafür sind besondere Einrichtungen nötig. Bei unserer Firma wird das gleichmäßige Absenken dadurch gewährleistet, daß sämtliche Spindeln gekuppelt und damit der Absenkvorgang zwangläufig kontrolliert wird.

Aber selbst, wenn die eine oder andere Spindel stärker entlastet werden sollte, so bedeutet das immer noch eine geringere Gefahr für den Senkkasten, als wenn ganz unvorhergesehene Belastungsfälle auftreten, wie sie beim nicht eingehängten Kasten vorkommen können. Bei Entlastung einer Spindel würden zuerst die betreffenden Gerüstträger selbsttätig einen gewissen Ausgleich schaffen und dann der Abstand der Aufhängungspunkte sich vergrößern. Dieser Belastungsfall kann bei der Berechnung des Senkkastens berücksichtigt werden.

Herr Dischinger läßt die Gelegenheit nicht ungenutzt vorüber gehen, ohne den eisernen Caisson über Gebühr zu tadeln, und den Eisenbeton-Caisson zu loben. Völlig aus Eisen mit Blechwänden hergestellte Caissons sind heute selten und wohl nur dort in Aussicht genommen, wo man infolge agressiven Wassers den Beton mit diesem nicht in unmittelbare Berührung kommen lassen will.

Meistens hat man nur zu unterscheiden Beton-Caissons mit Rundeiseneinlagen oder mit einem steifen Eisengerippe aus Stab- und Formeisen. In beiden Fällen wird das Eisen mit Beton 1 : 5—1 : 6 völlig einbetoniert und es befindet sich darnach ständig unter Wasser. Wenn in Beton eingebettetes Rundeisen vor dem Rosten geschützt ist, so ist nicht einzusehen, warum nicht auch bei Stab- und Formeisen dies der Fall sein sollte. Die Ansicht, daß das Formeisengerippe eines Senkkastens mit der Zeit rostet, ist daher unverständlich, und man sollte, ohne Beweise dafür zu bringen, solche Ansichten nicht aussprechen.

Hansen.

WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Arbeitsmarktlage im Reich nach den Berichten der Landesarbeitsämter. Berichtswoche vom 28. Januar bis 2. Februar 1929.

Das Abgleiten des Beschäftigungsgrades kam in der Berichtswoche noch nicht zum Stillstand; erneuter scharfer Frost und starke Schneefälle behinderten die Außenarbeiten immer mehr. Obgleich also in den Saisonberufen die Arbeitslosigkeit noch weiter anstieg, setzte sich dennoch in einigen Arbeitsamtsbezirken (so in Hamburg, Kiel und Lübeck, in Stettin, den Arbeitsamtsbezirken des westfälischen Industsiegebietes) eine leichte Aufwärtsbewegung durch. Ob es sich nur um eine schwache Augenblicksbesserung handelt, oder um eine Reaktionserscheinung nach den schweren Arbeitskämpfen in der Metallindustrie oder ob sich vielleicht ein gewisser Umschwung ankündigt, muß dahingestellt bleiben. Auffallend und auf eine ungünstige Entwicklung deutend ist allerdings ein verhältnismäßig starkes Ansteigen der Hauptunterstützungsempfänger in Südwestdeutschland.

Aus einzelnen Berufsgruppen ist folgendes hervorzuheben:

In der Landwirtschaft war die Nachfrage infolge der winterlichen Witterung noch verhältnismäßig still, in Süddeutschland allerdings schon lebhafter. Knechte und vor allem Melkmädchen, Deputatfamilien mit Hofgängern und Aushilfskräfte zum Dreschen wurden verlangt. In Niedersachsen wurden die ersten städtischen Jugendlichen in die Landwirtschaft überführt.

Im Ruhrkohlenbergbau hat sich die Lage nur unwesentlich verändert; die zwischenbezirkliche Vermittlung von Kohlenhauern in das Wurmrevier wurde fortgesetzt. Die Zahl der eingelegten Feierschichten betrug arbeitstäglich 7875 gegen 7230 in der Vorwoche; die Zunahme dürfte hauptsächlich auf die Transportstockung zurückzuführen sein, die durch das Zufrieren der Wasserwege eintrat. — In den anderen Bergbaubezirken hielt sich der hohe Beschäftigungsstand; doch wurden neue Kräfte nur in geringem Umfange eingestellt; reger war die Vermittlungstätigkeit für den Zwickauer Steinkohlenbergbau.

In der Industrie der Steine und Erden schränkten Frostwetter und Schneeverwehungen die Beschäftigung weiter ein; in einigen wenigen Steinbrüchen wurde die Arbeit wieder aufgenommen.

In der Metallwirtschaft trat zwar in Sachsen, Mitteldeutschland, Niedersachsen, Rheinland und Schlesien noch eine Abschwächung des Beschäftigungsgrades ein, doch war sie regelmäßig geringer als in den Vorwochen; in den anderen Bezirken vermehrten sich die Anzeichen einer Festigung der Lage; Einstellung in der Elektro-, Fahrzeug- (auch Kinderwagen-), Werkzeugmaschinen- und Werftindustrie trugen zur Entlastung des Marktes bei. In Brandenburg war die Vermittlung weiblicher, in Westfalen die der jugendlichen Kräfte lebhaft.

Die Entwicklung des Arbeitsmarktes im Spinnstoffgewerbe war nicht einheitlich. In Sachsen und Mitteldeutschland litt sie unter den Arbeitskämpfen; nur stellenweise (z. B. Chemnitzer Strumpfindustrie, Leipziger Kammgarnspinnerei) konnte sich die saisonübliche Belebung durchsetzen. In Brandenburg, besonders in der Tuch-, Sack- und Planindustrie, war diese am deutlichsten spürbar. In anderen Bezirken trat eher noch ein Nachlassen des Beschäftigungsgrades ein.

Die Papierindustrie behielt ihren günstigen Arbeitsmarkt. — Im Vervielfältigungsgewerbe belebte sich die Nachfrage in Brandenburg und Ostpreußen.

Sehr gedrückt blieb die Lage im Holz- und Schnitzstoffgewerbe. Sägewerke wurden noch vielfach stillgelegt; die Abfuhr des Holzes stockte. Die Arbeitslosigkeit der Bau- und Möbeltischler stieg noch an.

Im Bekleidungsgewerbe schritt die saisonmäßige Belebung auffallend langsam fort. Wohl war die Vermittlungstätigkeit für die Konfektion in Brandenburg, Mitteldeutschland, Pommern und Schlesien lebhaft, aber auch in diesen Bezirken schwächer als im Vorjahr. Im übrigen war die Lage noch sehr gedrückt, besonders die Maßbranche gab weitere Kräfte frei.

In der Lederindustrie kam die rückläufige Bewegung in der Mehrzahl der Bezirke zum Stillstand; doch waren die Vermittlungsmöglichkeiten im allgemeinen noch gering, in Sachsen etwas günstiger. Die Gummiindustrie blieb aufnahmefähig.

Im Baugewerbe nahm in einigen Bezirken infolge des strengen Frostes die Arbeitslosigkeit noch zu. Die Vermittlungen für Innenarbeiten hielten sich in engen Grenzen.

Der Zugang an arbeitslosen Baufach- und Hilfsarbeitern hat — abgesehen von Mitteldeutschland — weiter abgenommen. Eine weitere Verschlechterung der Arbeitsmarktlage verzeichnen außer Mitteldeutschland u. a. Niedersachsen, das Rheinland, Brandenburg und Bayern.

Stellenweise konnten in geringer Zahl Maler, Maurer, Bautischler usw. für Arbeiten beim Innenausbau vermittelt werden; vielfach ließen sich aber auch diese Arbeiten infolge des strengen Frostes nicht durchführen. In der Nordmark hatten die Innenarbeiten, die der etwas leichtere Frost ermöglichte, in den größeren Städten eine leichte Abnahme der Zahl der arbeitslosen Baufacharbeiter, u. a. besonders der Gipser, zur Folge.

Welche Darlehnszinsen waren zulässig? Nach einem Gutachten der Industrie- und Handelskammer Berlin waren im kaufmännischen Verkehr für Darlehen höchstens die folgenden Zinssätze angemessen:

3% monatlich von September bis Dezember 1924,
2% monatlich für das Jahr 1925,
2% monatlich von Januar bis Februar 1926,
$1^2/_3$% monatlich von März bis Juni 1926,
$1^1/_4$% monatlich von Juli 1926 bis Ende 1927.

Rechtsprechung.

Zur Wirksamkeit von Massenkündigungen durch Aushang. (Urteil des Reichsarbeitsgerichts vom 28. März 1928 — RAG 102 / 29.)

In § 32 der für den Fabrikbetrieb des L. erlassenen Arbeitsordnung war nachstehendes bestimmt: „Bekanntmachungen der Firma an die Arbeiter erfolgen rechtswirksam durch Anschlag an den hierfür vorgesehenen zugängigen Stellen. Es kann sich niemand darauf berufen, einen Anschlag nicht gelesen zu haben." Auf Grund eines Aussperrungsbeschlusses des Arbeitgeberverbandes ließ die Firma L. am 2. Juli 1927, einem Samstag, eine Erklärung aushängen, durch die allen Arbeitern zum 9. Juli 1927 gekündigt wurde. An jenem Nachmittag waren zu der am 1. und 2. Juli 1927 infolge der Inventuraufnahme eingelegten Ersatzschicht, zu der den Arbeitern das Erscheinen freigestellt war, von der 600 Mann betragenden Belegschaft nur etwa 150 Mann erschienen. Der zu diesen gehörende Arbeiter R. hatte, da er nachmittags nicht mehr in die Fabrik kam, den Anschlag nicht gelesen, das Kündigungsschreiben der Firma L. erhielt er erst am 4. Juli 1927. Er verlangt daher von der Firma L. im Wege der Klage seinen Lohn für die Zeit vom 9. bis 16. Juli 1927. Die Firma L. weigert die Zahlung, da die Kündigung gemäß § 32 der Arbeitsordnung bereits am 2. Juli 1927 durch Aushang wirksam erfolgt ist.

Das Reichsarbeitsgericht ist der Auffassung, daß das Landesarbeitsgericht, welches die Kündigung vom 2. Juli 1927 gegenüber dem R. für unwirksam erachtet, den § 32 der Arbeitsordnung zu eng ausgelegt hat. Gemäß § 130 BGB. wird die einem Abwesenden gegenüber abzugebende Willenserklärung in dem Zeitpunkt wirksam, in dem sie dem andern zugeht, wobei einer Vereinbarung der Beteiligten Raum gelassen wird, unter welchen Umständen das Erfordernis des Zugehens als erfüllt gelten soll. § 32 der Arbeitsordnung regelt diese Umstände. Grundsätzlich ist die verspätet zugegangene Willenserklärung als rechtzeitige zu behandeln, wenn deren Absender alles, was in seiner Macht stand, getan hat, um das rechtzeitige Zugehen zu bewirken, der Empfänger jedoch arglistig oder auch nur fahrlässig diesen Erfolg verhindert hat. § 32 der Arbeitsordnung ist demnach so zu verstehen, daß die Kundgebung rechtsgeschäftlicher Willenserklärungen der Arbeitgeberin an die Arbeiter und deren Bekanntmachung an den hierfür vorgesehenen Stellen der Fabrik als erfolgt anzusehen ist, wenn es den Arbeitern bei Betätigung der von ihnen dem Arbeitgeber innerhalb des Arbeitsverhältnisses geschuldeten Sorgfalt möglich ist, von den Erklärungen Kenntnis zu nehmen. Daher werden die Bekanntmachungen gegenüber dem einzelnen Arbeiter mit dem Tag des Aushangs nicht nur dann wirksam, wenn er an ihm in der Fabrik tätig oder tätig zu sein verpflichtet ist, sondern auch dann, wenn er an dem Tage zwar entschuldbar der Fabrik fern bleiben, sich aber nicht ohne Verletzung seiner Sorgfaltspflicht der Kenntnisnahme vom Inhalt des Aushanges in eigener Person oder durch einen zuverlässigen Dritten entschlagen kann. Erfährt er daher glaubhafterweise durch einen andern von dem Vorhandensein eines Aushangs, unterläßt er es aber, obgleich es der Inhalt der Mitteilung gebietet, obschon es ohne sonderliche Mühe ihm möglich ist, sich unverzüglich selbst oder durch einen Dritten mit der Erklärung bekannt zu machen, so gilt diese ihm in dem Zeitpunkt als zugegangen, in dem er sich mit ihr vertraut machen konnte.

Die Provision für Vermittelung eines Bauauftrages, deren Zahlung in bestimmten Raten nach Fertigstellung bestimmter Bauabschnitte erfolgen sollte, ist selbst dann in voller Höhe geschuldet, wenn der Bau begonnen, aber nicht vollständig ausgeführt wurde. (Urteil des Kammergerichts vom 19. September 1928 — 24 U 10 295/27.)

Der Architekt P. hatte dem Makler L. für die Vermittelung eines Bauauftrages eine Provision versprochen. Vereinbarungsgemäß war die Provision in bestimmten Raten nach Fertigstellung bestimmter Bauabschnitte zu zahlen. Der Bau wurde auch begonnen, aber nicht vollständig ausgeführt. L. hat durch Klage von P. gleichwohl die volle Provision verlangt.

Das Kammergericht hat dem L. die volle Provision zugesprochen. Die Vereinbarung über die Zahlung der Provision in Raten enthält nur eine Zeitbestimmung über die Fälligkeit der einzelnen Raten. Sie bedeutet nicht eine Bedingung, bei deren Eintritt erst die Raten verdient sein sollen. Die Provision ist bereits mit Abschluß des Bauauftrages verdient, nur die Zahlung ist hinausgeschoben. Wird der Bauauftrag nicht vollständig ausgeführt, so ist die Provision nach Ablauf einer angemessenen Frist, wie sie etwa dem Sinn der Vereinbarung entsprechen würde, in voller Höhe fällig.

Der Tarifvertrag für das Baugewerbe kann auch für Arbeiter gelten, welche von einem städtischen Tiefbauamt mit Straßenarbeiten beschäftigt werden. (Urteil des Reichsarbeitsgerichts vom 6. Juni 1928 — RAG 96/27.)

Unter die Geltung des für allgemein verbindlich erklärten Reichstarifvertrages für das Baugewerbe fallen gemäß der Verbindlichkeitserklärung alle gewerblichen Arbeiter im Bau-, Maurer-, Zimmerer-, Beton-, Eisenbeton- und Tiefbaugewerbe. Im Sinne dieser Bestimmung sind Arbeiter in einem dieser Gewerbe nicht nur diejenigen Arbeiter, die in einem gewerblichen, d. h. auf Gewinnerzielung gerichteten Unternehmen dieser Art beschäftigt sind, sondern die Arbeiter aller Unternehmungen, welche Arbeiten, mit denen sich das Bau-, Maurer-, Zimmerer- usw. Gewerbe befaßt, zum Gegenstand und Mittelpunkt ihrer betrieblichen Tätigkeit machen. Daher gehören zu solchen Arbeitern auch die im Bereich des Tiefbauamts einer Gemeindeverwaltung beschäftigten Arbeiter, falls der im Tiefbauamt zusammengefaßte Betrieb als ein, wenn auch nicht auf Erwerb gerichtetes, Tiefbauunternehmen angesehen werden kann, dadurch seiner Art nach zu dem Berufskreise des Tiefbaugewerbes gehört.

PATENTBERICHT.

Wegen der Vorbemerkung (Erläuterung der nachstehenden Angaben) s. Heft 1 vom 6. Januar 1928, S. 18.

Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 1 vom 3. Januar 1929.

Kl. 4 c, Gr. 35. W 78 463. Frederick Henry Wagner, Baltimore; Vertr.: Dr. Martin Offenbacher, Nürnberg, Kaulbachpl. 9. Dichtung für die Scheibe von trockenen Gasbehältern. 10. II. 28. V. St. Amerika 3. XI. 27.

Kl. 19 a, Gr. 20. P 51 881. Vereinigte Stahlwerke Akt.-Ges., Düsseldorf. Rillenschienenkrümmungsgleis mit auswechselbarer Zwangsschiene; Zus. z. Pat. 464 676. 12. XII. 25.

Kl. 19 a, Gr. 31. Sch 86 169. Heinrich Schroer, Bochum, Feldsieperstr. 78. Fahrbare Schienenschleifmaschine mit einer das Gleis überspannenden waagerechten Einstellspindel für die waagerechte Verschiebung des senkrecht einstellbaren Schleifsteinträgers. 17. IV. 28.

Kl. 19 d, Gr. 3. M 92 171. Egon Magyar, Wien; Vertr.: Pat.-Anwälte E. Herse, Kassel-Wilhelmshöhe, u. Dipl.-Ing. H. Hillecke, Berlin SW 61. Unter Eisenbahnbrücken angehängte Schutzdecke aus einzelnen mit einer Abflußrinne ausgerüsteten Tafeln. 23. XI. 25. Österreich 29. XI. 24.

Kl. 20 a, Gr. 12. M 100 122. Maschinenbau-Actien-Gesellschaft vorm. Beck & Henkel, Kassel. Schrägaufzug für Hängebahnfahrzeuge. 15. VI. 27.

Kl. 20 g, Gr. 3. L 70 589. Walter Loth, Annen i. W., Untere Rüdinghauser Str. 2. Transportable Schiebebühne für Förderwagen. 24. XII. 27.

Kl. 20 i, Gr. 5. H 117 344. E. Hesse G. m. b. H., Berlin-Rosenthal. Stellvorrichtung für Straßenbahnweichen mit Federzungen. 16. VII. 28.

Kl. 20 i, Gr. 24. M 102 872. Hugo Kurt Müller, Leipzig, Magazingasse 11. Vorrichtung zur Verhütung von Unglücksfällen bei Straßenbahnen; Zus. z. Pat. 451 121. 5. I. 28.

Kl. 20 i, Gr. 25. G 72 759. Erich Gädgens, Hamburg 23, Wandsbeker Chaussee 303. Anzeigevorrichtung für Eisenbahnzüge auf Bahnsteigen mit beiderseits vorhandenem Gleis. 8. III. 28.

Kl. 37 a, Gr. 4. L 69 558. Paul Liese, Berlin-Tempelhof, Dreibundstraße 44. Verfahren zur Herstellung einer Glaswand aus zweiteiligen Glashohlsteinen. 2. V. 27.

Kl. 38 c, Gr. 1. O 16 973. Eduard Odau, Schöpfurth b. Eberswalde, Sperrholzplatte. 7. XII. 27.

Kl. 38 a, Gr. 2. A 47 564. Paul Anger, Kiel, Beseler Allee 59 a. Verfahren zur Konservierung und Vergütung von Holz. 19. IV. 26.

Kl. 54 h, Gr. 5. H 113 706. C. H. Georg Haase, Altenburg i. Thür., Steinweg 13. Verfahren zur Herstellung lackierter und vergoldeter Betonbuchstaben. 31. X. 27.

Kl. 80 a, Gr. 7. V 22 095. Peter Voglsamer, München, Eschinger Straße 14. Vorrichtung zur Herstellung von Mischungen fester Stoffe mit Flüssigkeiten, insbes. Beton- bzw. Mörtelmischungen mit regelbarer Flüssigkeitsmenge. 1. II. 27.

Kl. 80 b, Gr. 3. C 39 908. „Kolloidchemie" Studiengesellschaft m. b. H., Hamburg, Danielstr. 103, Johannes Carpzow, Börnsen b. Hamburg-Bergedorf, Martin March, Robert Lenzmann, Hamburg, Bergstr. 28, u. Hermann Sanders, London; Vertr.: Dr. Chr. Deichler, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verfahren zur Herstellung von Zementen, Baustoffen, Putz- und Anstrichmassen aus Schlick o. dgl. 28. V. 27.

Kl. 80 b, Gr. 3. J 32 243. I. G. Farbenindustrie Akt.-Ges., Frankfurt a. M. Verfahren zur gleichzeitigen Herstellung von Phosphor oder Phosphorsäure und latent-hydraulischen Bindemitteln. 21. IX. 27.

Kl. 81 e, Gr. 5. C 40 825. Christoph & Unmack Akt.-Ges., Niesky, O.-L. Einrichtung insbes. zum Fördern der im Tiefbau vor Ort gewonnenen Kohlen. 21. XII. 27.

Kl. 81 e, Gr. 126. L 64 455. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck. Fahrbarer Absetzer. 11. XI. 25.

Kl. 81 e, Gr. 126. M 99 670. Maschinenfabrik Buckau R. Wolf Akt.-Ges., Magdeburg. Absetzer. 12. V. 27.

Kl. 81 e, Gr. 127. L 62 036. Mitteldeutsche Stahlwerke Akt.-Ges., Berlin W 8, Wilhelmstr. 71. Abraumförderbrücke mit Zwischenförderern zwischen Bagger und Hauptförderband. 23. XII. 24.

Kl. 84 b, Gr. 2. F 64 513. Fabrik für Brückenbau und Eisenkonstruktion Beuchelt & Co., Grünberg i. Schl. Selbstsperrende Lagerung der Antriebswelle eines Schiffshebewerkes mit ausgewuchtetem Trog. 27. IX. 27.

Kl. 84 d, Gr. 2. J 28 511. Ilse Bergbau-Akt.-Ges., Grube Ilse N.-L. Verstellbare Schurre für Eimerkettenbagger mit Knickleiter. 10. VII. 26.

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Drang und Zwang. Eine höhere Festigkeitslehre für Ingenieure von Dr. Dr.-Ing. Aug. Föppl und Dr. Ludwig Föppl. 2. Bd., 2. Aufl. München-Berlin 1928. Verlag von R. Oldenburg.

Wohl kein Ziel technischer Wissenschaft ist ernster verfolgt worden als die Beherrschung des Werkstoffs, sei es durch die versuchstechnische Erforschung der physikalischen Eigenschaften, sei es durch die theoretische Beschreibung der Festigkeit eines Bauteils in Gestalt seines Formänderungs- und Spannungszustandes. Der Drang nach Wirtschaftlichkeit im Bauen und die Forderung entsprechender Zuverlässigkeit in der Beurteilung der Festigkeit haben dem Werke der bekannten Münchener Gelehrten zu dem schnellen Absatz verholfen, so daß heute auch von dem zweiten Bande die neue Auflage vorliegt. Sie enthält als ersten Abschnitt mit der Untersuchung der Schalen ein für das Bauen der Gegenwart außergewöhnlich zeitgemäßes Gebiet. Ihr schließt sich ein ausführlicher Abschnitt über die Drehfestigkeit der Stäbe an, der neben der strengen Behandlung technisch wichtiger Probleme auch Näherungslösungen bietet. Hier ist die stets mit Torsion verbundene Biegung unsymmetrischer Querschnitte außerhalb der Hauptachsen von besonderem Interesse. Der folgende Abschnitt behandelt Umdrehungskörper. Obwohl die hier behandelten Spannungszustände als Theorie der Schrumpfverbindungen zunächst auf eine Anwendung im Maschinenbau hinweisen, bieten sie auch Anregungen zur strengen Beurteilung der in den Eiseneinlagen armierter Betonkonstruktionen auftretenden Spannungen und zur Behandlung der Baugrundpressung. Der Abschnitt über die Härte des Werkstoffs enthält im wesentlichen die Theorie von Hertz. Ihm folgen Kapitel über Eigen-, Wärme- und Nachspannungen. Von besonderem Interesse sind die Lösungen von Stabilitätsproblemen, unter denen namentlich die ausführlichen Darlegungen über Kipperscheinungen besonderes Interesse beanspruchen. Das Werk bietet in allen Teilen eine Fülle von Anregungen. Ziel des Verfassers ist die Erziehung des Ingenieurs zu einer vertieften Anschauung über die Spannungszustände wichtiger Baukörper, welche deren Festigkeit beschreiben. Sie wird sich stets in deren Formgebung auswirken. Damit gewinnt das Buch ebensoviel technisches als wissenschaftliches Interesse. Es ist klar geschrieben, betont das technische Problem, die naturwissenschaftliche Erkenntnis als die Voraussetzung des technischen Erfolges und hält damit in jeder Beziehung das, was die Verfasser ihm als Geleitwort geben, eine höhere Festigkeitslehre für Ingenieure zu bieten. Beyer.

Bauten der Gemeinschaft aus deutscher Gegenwart — Wohnungsbauten und Siedlungen aus deutscher Gegenwart — Die blauen Bücher. Von Walter Müller-Wulckow — Karl Robert Langewiesche. Verlag Koenigstein im Taunus und Leipzig.

Beide Bücher sind ausgesprochene Bilderbücher, in denen Bauten in ihrem äußeren Aufbau gezeigt werden und nur spärliche Grundrisse zu finden sind. Der Verfasser scheint sich hauptsächlich an die Laienwelt zu wenden und gibt in beiden Vorworten seinen Ansichten Raum, daß die Stilelemente sich gewandelt haben und die neue Zeit von der Verlogenheit der Vorkriegszeit sich abgewendet hat. Die moderne

Bauweise wird stark hervorgehoben und mit vielen Beispielen illustriert. Bekannte Namen: Bruno Taub, Gropius, Bartning, Peter Behrens, Tessenow, Poelzig, auch Schumacher, doch nicht mit seinen besten Werken. Vielleicht gilt er schon für überflügelt.

Vieles, dem man sich anschließen kann, manches auch, daß es Einem schwer wird, zuzustimmen.

Die Auslese ist natürlich keine objektive, sondern verfolgt den Zweck, die Moderne als „die große Tat" auszurufen und die Weissenhofsiedlung als die Wohnform aufzustellen, die das deutsche Volk von heute will.

Die heutige Zeit hat das Schlagwort von der Sachlichkeit geprägt und ihre Führer wiederholen es immer wieder, doch muß man schließlich stutzig werden, wenn der Grundriß einer Villa aus 7 gleich großen sechseckigen Räumen besteht, wie Wilhelm Ulrich in Halle sie errichtet hat, gleichsam wie Bienenwaben. Es gleicht doch so stark an Formalismus, daß man geneigt wird, dem Schlagwort der Sachlichkeit nicht zu glauben.

Bei einem solchen Bilderbuche wird der Laie natürlich nur die Äußerlichkeiten wahrnehmen und sich sagen, das oder jenes Haus würde ihm gefallen. Es schien mir besser, wenn dem Laien die Möglichkeit gegeben würde, sich zu fragen, ob er gern in einem solchen Haus wohnen möchte, ob er darin seine Möbel aufstellen und die Wirtschaft sich glatt abwickeln könnte, wie sie die deutsche Hausfrau braucht. Ein bekannter englischer Architekt aus den 90er Jahren äußerte seinen Hauptgrundsatz folgendermaßen: Houses are to live in, not to leck at.

Aus den vielen Abbildungen erkennt man aber sicher, daß wir in einer gärenden Zeit leben, in einer Entwickelung, die vielleicht auch vieles Gute in sich birgt, die aber nicht letztes Ziel ist. Das Ziel, dem diese Kulturentwicklung zustrebt, ist uns unbekannt. Was sich rentabel erweisen wird, das wird sich halten. Was aber die wirtschaftliche Rentabilität nicht in sich trägt, wird vom deutschen Volk unbewußt, aber auch ganz rücksichtslos abgelehnt werden. Die Zeit ist unerbittlich.

Professor Alphons Schneegans, Dresden.

Die Begriffserklärung von Portlandzement. Von Dr. G. Haegermann. Sonderabdruck aus Zement 1927, Heft 34. Zementverlag G. m. b. H., Charlottenburg 1927.

In dieser Schrift weist der Verfasser darauf hin, daß eine wissenschaftlich genaue Begriffserklärung von Portlandzement enthalten muß: Angaben über die chemische Konstitution der einzelnen Gemengteile und Grenzwerte für ihre Mengenverhältnisse sowie über die bezeichnenden Eigenschaften. Eine solche scharfe Begriffserklärung kann aber heute vom Standpunkte des Wissenschaftlers noch nicht gegeben werden. Die Praxis muß sich zur Zeit noch mit dem durch die Normen festgelegten Begriffe begnügen, einmal durch Festlegung des „Mineralgefüges", zum anderen durch die Mindestforderungen für die Eigenschaften des Portlandzementes. Wegen der Einzelheiten der in Frage gezogenen Konstitutionsverhältnisse sei auf die wertvolle Schrift selbst verwiesen.

M. Foerster.

Großhaus und Citybildung. 4. Sonderheft der Stadtbaukunst alter und neuer Zeit. Pontos-Verlag, Berlin SW 19.

In dem vorliegenden Heft gibt die Freie Deutsche Akademie des Städtebaues eine Sammlung von Vorträgen heraus, in denen das sehr zeitgemäße, vielfach umstrittene Problem des neuzeitlichen Städtebaues behandelt wird, inwieweit die in Amerika durchgeführte Errichtung von Hochhäusern für die deutsche Stadtgestaltung in Betracht kommen kann. Ausgehend von den amerikanischen Ergebnissen des Hochhausbaues, erwägen die Vorträge die Frage von der technischen, verkehrspolitischen und ästhetischen Seite. In seinem Vorwort warnt zunächst Cornelius Gurlitt, diese „zeitgemäße" Erfindung der Technik ohne eingehende Prüfung ihres Wertes für deutsche Verhältnisse zu übernehmen. Auf Grund der Entwicklung der amerikanischen Verhältnisse bietet Rank, Hamburg, in dem einleitenden Vortrag eine Einführung in das Gesamtproblem, ob das Hochhaus ein Faktor der Citybildung sein soll. Schmidt, Essen, führt diese Betrachtungen weiter mit Erörterungen über die Anordnung der Hochhäuser im Stadtbild und ihre praktische Verwendbarkeit für deutsche Verhältnisse.

Die Beobachtungen des Verkehrslebens in einer Wolkenkratzercity zeigen deutlich den engen Zusammenhang zwischen der Steigerung der Bebauungshöhe und der Zusammendrängung des Verkehrs und dem nötigen Ausmaß der Verkehrsanlagen. Um die Frage zu klären, wie hoch die City aus städtebaulichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten gebaut werden soll, ob sie in die Breite oder in die Höhe entwickelt werden soll, stellt Leo, Hamburg, sehr lehrreiche Untersuchungen an. Seinen eingehenden Rechnungen legt er verschiedene Formen idealer Großstädte mit zwei und vier Millionen Bewohnern zugrunde. Er zeigt damit den Weg, wie man nach sorgfältigen Untersuchungen vom ingenieurtechnischen Standpunkte aus die im Einzelfall zweckmäßigste Bauhöhe feststellen kann, und ob es sich verlohnt, den Gedanken einer wirtschaftlich und verkehrstechnisch tragbaren höheren Bebauung zu verfolgen. Die Verkehrsnöte nordamerikanischer Großstädte geben Heisterbergk, Krefeld, Anlaß zu Erörterungen über die Gestaltung des Gesamtverkehrs der Großstädte. Die Zusammendrängung des Berufsverkehrs innerhalb der Geschäftsstadt wird eingehend an zahlreichen Beispielen gezeigt, um hieraus Bedingungen aufzustellen, die bei der Anlage von Hochhäusern in Deutschland zur Vermeidung von Verkehrsstauungen beachtet werden müssen.

Schließlich rechnet Distel, Hamburg, auf Grund beigelegter Formeln und Tabellen die Wirtschaftlichkeit der Hochhäuser nach. Seine umfangreichen Erörterungen führen zu dem Ergebnis, daß zur Zeit der Anreiz zum Bau von Geschäftshochhäusern nicht sehr groß sein kann.

A. Söllner.

Unfallverhütung durch das Bild. Verzeichnis der von der Unfallverhütungsbild-Gesellschaft m. b. H., Berlin W 9, im Auftrage des Bundes der Deutschen Berufsgenossenschaften herausgegebenen Unfall-Verhütungsbilder. Nachtrag zur 4. Ausgabe, Bild 195—282.

Auch die Fortsetzung der bereits in Nr. 2, Jahrgang 1928 besprochenen Hauptveröffentlichung ist gleich wertvoll wie diese. In außerordentlich deutlichen Bildern wird auf die Gefahren hingewiesen, welche durch Unvorsichtigkeit oder falsche Handhabung von Maschinen, Apparaten usw. bedingt sind. Die Bilder beziehen sich auf fast alle Gebiete der technischen Arbeit und werden, an richtiger Stelle angebracht, fraglos von bester Wirkung sein.

Dr. M. Foerster.

Handbuch der physikalischen und technischen Mechanik. Band V, Lieferung 2. Von F. Auerbach und W. Hort. Mit 101 Abb. i. Text. u. 1 Tafel. Joh. Ambr. Barth, Leipzig 1928. Preis RM 19.20.

Das Heft bringt zuerst eine für Heiz- und Feuerungstechnik sehr beachtliche Darstellung J. Schmekels über Wärmeübertragung an bewegte Flüssigkeiten und Gase, und dann in seinem Hauptteile die Theorie des Schiffs (F. Horn). Es wendet sich also ganz vorzugsweise an den Ingenieur. Soweit ich urteilen kann, ist auch hier Vollständigkeit nicht nur erstrebt, sondern erreicht. Die bescheidenen Kapitelüberschriften decken den reichen Inhalt gerade hier natürlich nur wenig. Und auch hinsichtlich der Bezeichnung „Theorie" möge erinnert sein, daß es sich um eine vorzügliche Darstellung der experimentellen Forschung und ihrer Ergebnisse und im Anschluß daran um theoretische Darstellung handelt. Nicht nur in den großen Belangen, sondern auch in ganz speziellen Einzelfragen gibt diese Arbeit, die auch das Modellversuchswesen erörtert, vollkommene Unterrichtung, so daß auch der dem Gegenstand fernerstehende — etwa gerade der Theoretiker — sie mit vollster Förderung benutzen wird.

Gravelius.

Eisenbahn-Verkehrsordnung. Gültig vom 1. Okt. 1928 ab. Im Reichsverkehrsministerium durchgesehene Ausgabe. Berlin 1928. Verlag von Julius Springer. Preis RM 3.60

Die Eisenbahnverkehrsordnung vom 23. XII. 1908 ist durch die vorliegende ersetzt worden. Der Verlag hat es sich angelegen sein lassen, diese Verordnung in mustergültiger Aufmachung erscheinen zu lassen. Das unentbehrliche Nachschlagebuch im Verkehr mit der Reichsbahngesellschaft dürfte einer weiten Verbreitung gewiß sein.

W. Müller, Dresden.

Bahnhofsanlagen. Von Geh. Baurat Dr.-Ing. H. Wegele, Prof. a. d. Techn. Hochschule Darmstadt. I. Allgemeine Anordnung; Entwicklung der Gleisanlagen. Mit 92 Abbildungen und einer Tafel. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin/Leipzig 1928. Sammlung Göschen. Band 989. Preis geb. RM 1,50.

Mit großem Fleiß nach dem neuesten Stande der Wissenschaft systematisch zusammengestellt, wird in dem vorliegenden Bändchen die allgemeine Anordnung und die Entwicklung der Gleisanlage der Bahnhöfe behandelt. Nach einleitenden Ausführungen über die Grundlagen des Verkehrs und Betriebs, sowie über die Gliederung und Lage der Bahnhöfe werden die Anlagen für den Personen- und Güterverkehr ausführlich beschrieben. Es folgen dann eine systematische Entwicklung der Bahnhofsformen, Erörterungen über deren Zweckmäßigkeit an Hand zahlreicher Skizzen sowie eine eingehende Behandlung der Abstell-, Verschiebe- und Lokomotivbahnhöfe. Ein Abschnitt über Rücksichten auf den elektrischen Betrieb beschließt das Werkchen, das wegen seiner knappen, aber klaren Darstellungsweise jedem Eisenbahnfachmann ein willkommenes Rüstzeug für das Entwerfen der Bahnhofsanlagen sein wird. Diesen und vor allem den Studierenden kann es daher bestens empfohlen werden.

Prof. W. Müller, Dresden.

Fridtjof Nansen. Betrogenes Volk. Eine Studienreise durch Georgien und Armenien als Oberkommissar des Völkerbundes. 349 Seiten mit 45 Abbildungen und 3 Karten. Geheftet RM 14.—, in Leinen RM 16.—. Verlag: F. A. Brockhaus, Leipzig.

Als Oberkommissar des Völkerbundes wurde Nansen nach Georgien und Armenien gesandt, um die Unterbringung der armenischen Flüchtlinge in ihrer Heimat zu studieren. Das zum Teil durch hervorragende Bauten ausgezeichnete Land mit seiner grausam behandelten Bevölkerung schildert sein vorliegendes Werk in eindringlicher Art, vielfach schwere Vorwürfe gegen die Unterdrücker des armenischen

Landes erhebend. Neben der reinen Reiseschilderung und den gewonnenen Eindrücken kommt dem Werk ebenfalls eine erhöhte Bedeutung zu, weil es bedeutsame Vorschläge enthält zur Wiedergutmachung des begangenen Unrechtes. Ihre Verwirklichung könnte die Möglichkeit bilden, das schwer bedrückte Land einer neuen Entwicklung zuzuführen und namentlich seinen vielen Flüchtlingen eine bessere Zukunft zu bereiten. Was das armenische Volk gelitten hat, geben im besonderen die beiden letzten Kapitel wieder, in denen Nansen eine kurze Übersicht über die Geschichte des armenischen Volkes gibt.

Neben Land und Leuten sind auch z. T. recht bedeutsame Bauten wiedergegeben, namentlich Kirchenbauten; ausführlicher noch wird auf die Fragen der Bewässerung des Landes, die alten Anlagen und die neuen Planungen, von deren Durchführung eine Wiederbelebung des Landes abhängig ist, eingegangen. Hier sind besonders auch die Vorschläge der Studienkommission, verbunden mit einer Kritik der bisher geplanten Wasserwirtschaft, erwähnenswert und zwar um so mehr, als auch die wirtschaftliche und finanzielle Möglichkeit untersucht und als gegeben nachgewiesen wird. Auf die hier geplanten ausgedehnten Anlagen die deutsche Ingenieurwelt und ihre Tatkraft hinzuweisen, dürfte nicht unangebracht sein.

Die Ausstattung des Werkes ist eine glänzende, dabei der Preis in Anbetracht des hier Gebotenen recht gering. Dr. M. Foerster.

DEUTSCHER BETON-VEREIN (E. V.)

Vorträge bei der 32. Hauptversammlung am 7., 8. und 9. März 1929 in Berlin.

Am Donnerstag, den 7. März, 14,00 Uhr, im Beethovensaal der „Philharmonie", Eingang Köthener Str. 32.

1. 14^{30}—15^{00}: „Arbeiten am Kraftwerk Niederwartha". Professor Dr.-Ing. Beyer, Dresden.
2. 15^{10}—16^{50}: „Der Bau der neuen Elektrizitätswerke der Compania Hispano Americana des Elektricidad und der Compania Italo Argentina de Electricidad und der zugehörigen Hafenanlagen im Neuen Hafen von Buenos-Aires." Dr.-Ing. Arndt, Buenos-Aires.

Am Freitag, den 8. März, 9 Uhr vormittags, im Beethovensaal der „Philharmonie", Eingang Köthener Straße 32.

3. 9^{15}—10^{00}: „Großmarkthalle Leipzig". Oberingenieur Dischinger der Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G., Wiesbaden-Biebrich.
4. 10^{10}—10^{55}: „Der Beton als Formbildner". Architekt Hanns Hopp, Königsberg.
5. 11^{05}—11^{50}: „Die Senkkastengründungen der neuen Rheinbrücken bei Düsseldorf, Köln und Duisburg." Reichsbahnoberrat Dr.-Ing. Tils, Köln.
6. 12^{00}—12^{45}: „Instandsetzung und Verlängerung des Trockendocks VI der Deutschen Werke Kiel A.-G.". Dipl.-Ing. Siegfried Kiehne, Kiel.
7. 13^{30}—15^{00}: „Über den Hafenbau in Helgoland". Hafenbaudirektor Eckhardt, Wilhelmshaven.
8. 15^{10}—16^{10}: „Ergebnisse der Mischmaschinenversuche." Prof. Dr.-Ing. Garbotz, Berlin, und Prof. Graf, Stuttgart.

Am Sonnabend, den 9. März, 9^{30} Uhr vormittags, im Beethovensaal der „Philharmonie", Eingang Köthener Straße 32.

9. 9^{45}—10^{35}: „Hochwertiger Beton unter Berücksichtigung der Darstellung im Vierstoffparallelogramm." Oberbaurat Dr. Spindel, Innsbruck.
10. 10^{45}—11^{05}: „Untersuchungen über die Zugfestigkeit von Zementmörtel und Beton". Dr.-Ing. Olsen, München.
11. 11^{15}—11^{55}: „Leichtbeton als Baustoff und hochwertiger Isolierstoff." Dipl.-Ing. Luft, München.
12. 11^{55}—12^{15}: „Leichtbeton als Baustoff". Regierungsbaumeister Ernst Fraenkel, Berlin.
13. 14^{30}—15^{15}: „Einleitung und Erläuterung zur Vorführung des Films vom Bau der Brücke von Plougastel." Oberbaurat Dr.-Ing. von Emperger, Wien.
14. 15^{30}—16^{00}: „Mitteilungen und Besprechung etwa gestellter Fragen."

MITTEILUNGEN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR BAUINGENIEURWESEN.

Geschäftsstelle: BERLIN NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27 (Ingenieurhaus).
Fernsprecher: Zentrum 15207. — Postscheckkonto: Berlin Nr. 100329.

Der Neubau der Großgarage der Wertheim-Grundstücks-G. m. b. H., Berlin, Schiffbauerdamm 28.

Am Freitag, den 23. November 1929, besichtigte die Ortsgruppe Brandenburg der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen den Neubau der Großgarage der Wertheim-Grundstücks-G. m. b. H.

Die Garage ist zweigeschossig und als reiner Eisenbau ausgeführt. Das Obergeschoß hat 3500 m² und das Kellergeschoß einschließlich Hofkeller 5300 m² Grundfläche. Das Dach ist mit 10 cm starken Bimsbetondielen eingedeckt. Die Decke des Hofkellers besteht aus einer 15 cm starken Eisenbetonplatte. Die sekundären Unterzüge des Kellergeschosses und die Dachbinder haben eine Spannweite von 20,63 m und sind an den Auflagern mittels im Obergurt angeordnete Zuglaschen teilweise eingespannt. Die Dachbinder sind vollwandig ausgeführt. Um den Zugang zur Garage zu ermöglichen, mußte ein Durchbruch von Gebäuden vorgenommen werden. Nach dem Kellergeschoß führt eine absteigende und nach dem Obergeschoß eine aufsteigende Rampe.

Die geringe Tragfähigkeit des Baugrundes bedingte, die Stützen auf durchlaufende Fundamentträger zu setzen, unter welche zur besseren Druckverteilung breite Eisenbetonplatten angeordnet wurden. Die Bodenpressung beträgt 0,9 kg/cm² und wurde durch eine Probebelastung des Baugrundes als zulässig ermittelt.

Welcher Beruf wird nach der Reifeprüfung ergriffen?

Noch im Laufe dieses Monats findet an den höheren Schulen die Reifeprüfung statt. Die Entscheidung über den zu ergreifenden Beruf muß, soweit sie nicht schon getroffen ist, bald gefällt werden. Hierbei wird der Ratgeber für die Berufswahl „Die Ausbildung für den Beruf des akademischen Bauingenieurs" als Wegweiser sehr willkommen sein. Der Ratgeber ist dazu angetan, den Schülern und Abiturienten den Ernst der Wahl des Bauingenieurberufes vor Augen zu führen. Auch diejenigen, die sich von vornherein nach bestandener Reifeprüfung dem Bauingenieurwesen zuwenden wollen, werden es begrüßen, sich an Hand dieses Ratgebers über den Ausbildungsgang und die Eigenart des Berufes unterrichten zu können. Das kleine Heftchen ist durch die Geschäftsstelle der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, zum Preise von 60 Pf. zu beziehen.

Vorankündigung.

Auf der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse wird die Baumesse eine besondere Rolle spielen. Die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen hat zusammen mit dem Institut für Baumaschinenwesen die Leitung der von Herrn Prof. Dr. Garbotz zusammengestellten Vorträge übernommen.

Die Vorträge werden am 10. März vormittags stattfinden. (Nähere Angaben folgen noch.)

Die Themata der Vorträge:

Prof. Dr. Garbotz, Berlin: „Betonmischen auf der Grundlage der Ergebnisse der neuesten Mischmaschinenuntersuchungen".

Prof. Graf, Stuttgart: „Der Einfluß des Messens und Wägens der Zuschlagstoffe sowie des Wassers auf die Eigenschaften des Betons".

Baurat Dr.-Ing. Agatz, Bremerhaven: „Die modernen Methoden zur Verarbeitung des Betons".

Mitgliedbeitrag 1929.

Der diesjährige Mitgliedbeitrag für die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen ist seit Januar 1929 fällig. Wir bitten unsere Mitglieder um baldige Überweisung auf unser Postscheckkonto Berlin Nr. 100329. Der Beitrag beträgt RM 10.—, für Mitglieder, die gleichzeitig dem VdI angehören RM 7.50 und für Junioren (Studierende) RM 4.—.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Geheimrat Dr.-Ing. E. h. M. Foerster, Dresden. — Verlag von Julius Springer in Berlin W.
Druck von H. S. Hermann G. m. b. H., Berlin SW 19, Beuthstraße 8.