Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht

Band: 2 (1936)

Artikel: Generalreferat

Autor: Camus, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-2856

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

VI

Generalreferat

Rapport Général.

General Report.

F. Campus,
Professeur à l'Université de Liége, Directeur du Laboratoire d'essais du Génie Civil.

Die Anwendung von Beton und Eisenbeton im Wasserbau umfaßt ein derartig weites Gebiet, daß ein kurzgefaßter Generalbericht unmöglich auch nur annähernd erschöpfend sein kann.

Es erschien mir daher zweckmäßig, eine allgemeine Darstellung nicht erst zu versuchen und mich an das Arbeitsprogramm des Kongresses zu halten, indem ich mich in der Hauptsache darauf beschränke, eine kurze Zusammenfassung der verschiedenen Einzelberichte zu geben, die in dem Vorbericht enthalten sind. Ich werde mir dabei erlauben, um meinerseits auch etwas zur Diskussion beizutragen, gelegentlich einige persönliche Meinungen zu äußern, wobei ich mich freue, im allgemeinen feststellen zu können, daß ich mich in aufrichtiger Übereinstimmung mit den hervorragenden Berichterstattern befinde. Ich möchte nicht annehmen, daß dies die Auswirkung der besonderen Beziehungen ist, die ich, nachdem sie gelegentlich früherer Kongresse einmal angeknüpft wurden, die Ehre habe, mit der Mehrzahl von ihnen zu unterhalten. Die aufmerksame Durchsicht der sechs von ihnen verfaßten Referate hat mich in augenscheinlicherer Weise in der Auffassung, der ich bereits auf früheren Kongressen Ausdruck gegeben hatte, bestärkt, daß die Technik in den verschiedenen Ländern, zum mindesten in den europäischen Ländern, eine tief gegründete Einheit darstellt. Ich möchte glauben, daß dies die Folge der großen Anzahl internationaler Kongresse ist, und dies genügt, um die über diese Kongresse vielfach geäußerte Kritik zu widerlegen, und genügt gleichfalls, um die Anschauung zu bestärken, daß die regelmäßige Wiederholung dieser Zusammenkünfte beibehalten werden sollte, selbst wenn das Interesse an ihnen weniger stark in Erscheinung tritt. Beim Studium der Berichte, über die ich zusammenfassend berichten will, habe ich das Empfinden gehabt, daß das Fehlen direkt Aufsehen erregender Ergebnisse in der Bescheidenheit ihrer Verfasser begründet ist. Dies Fehlen wird vorteilhaft durch die tiefschürfende, wohl begründete, mit Meisterschaft gehandhabte und zuweilen direkt an Raffinement grenzende Art der Behandlung dieser Arbeiten ausgeglichen, und es zeigt sich, daß sehr vieles von großem Interesse in ihnen enthalten ist.

Es ist natürlich, daß die Staumauern unter den Wasserbauten, für die der Eisenbeton verwendet wird, die vorherrschende Stellung einnehmen, teils wegen

ihrer Wichtigkeit, teils wegen der mit ihrer Ausführung verbundenen Schwierigkeiten und Verantwortung. *A. Ludin* hat unter dem Titel „Beton im deutschen Talsperrenbau" einen Bericht verfaßt, dessen Vollkommenheit für alle diejenigen selbstverständlich ist, die seine Abhandlung „Die Wasserkräfte" kennen, ohne andere Arbeiten erwähnen zu wollen. Seit 1922 sind zehn Gewichtsmauern in Beton erbaut oder begonnen worden, von denen drei die Höhe von 60 Metern erreichen bzw. überschreiten. Eine einzige Staumauer von mäßiger Höhe mit Gewölbereihen ist in Eisenbeton konstruiert worden. Mehrere Staudämme aus Erdschüttung mit Steinverkleidung haben Dichtungskerne aus Beton erhalten, von denen die Sorpe-Talsperre das höchste der europäischen Bauwerke dieser Art ist (62 m Stauhöhe). Die Beschreibung der Gewichtsstaumauern, die Einzelheiten der Ausführung, die Betriebserfahrungen und die Beobachtungen des Berichterstatters bezüglich ihrer Entwicklung, geben die allgemeine Entwicklungsrichtung der europäischen Technik wieder. Man kann diese wie folgt kennzeichnen:

a) Verwendung von weichem, halbflüssigem, sehr plastischem, jedoch nicht gestampftem Beton, statt Gußbeton;

b) Entwicklung des Kornaufbaues im Sinne einer Vermehrung des Größtkorns der Steinmaterialien, einer Verminderung des Sandgehalts und einer unstetigen Kornabstufung;

c) Vergrößerung des Zementgehalts, Beimischung hydraulischer Stoffe (Traß, gemahlene Hochofenschlacke) oder die Verwendung von Spezialzementen zu dem Zwecke, die Widerstandsfähigkeit gegen die aggresive Wirkung der Wässer und der atmosphärischen Einflüsse (auf die offenliegenden Außenschichten) zu erhöhen, einer größeren Dichtung, einer geringeren Wärmeentwicklung, vermindertem Schwinden usw.;

d) Verzicht von Bruchsteinverkleidungen und selbst von Verputzen oder irgendwelchen Schutzschichten. Indessen hat die deutsche Technik nach dem Bericht noch keine endgültige Wahl zwischen der Verwendung eines durchweg gleichmäßigen Betons und der Verwendung von Außenschichten aus zementreicheren und sorgfältiger behandeltem Beton getroffen. Die allgemeine Tendenz, die in der Mehrzahl der Länder dahin geht, zu magere Mischungen nicht mehr zu verwenden (siehe Bericht *Coyne*), wobei der Beton der Außenschichten vielfach einer besonderen Behandlung unterzogen wird (z. B. Vibration), dürfte vielleicht einen Ausweg aus diesem Zwiespalt darstellen;

e) Ausbildung von Schwindfugen und von Entwässerungen unter den Deckschichten und in der Sohle;

f) Mechanisierung und moderne Organisation der Baustellen zum Zwecke der Beschleunigung des Arbeitsfortschrittes, die soweit geht, Betonkühlung während der Ausführung vorzusehen, wie diese bereits in Amerika angewendet wurde.

Als besondere Bemerkung möchte ich folgendes hervorheben:

a) Die Zweckmäßigkeit, dem Auftrieb Rechnung zu tragen, die bereits seit langem in Deutschland durch Druckmessungen in den Sohlen von Bauwerken, durch Sickermessungen usw. erwiesen wurde.

b) Das Entstehen von Schwindrissen in den unteren Teilen der Agger-, der Bleiloch- und der Schluchsee-Talsperre, wo die in verhältnismäßig kleinen

Abständen angeordneten Schwindfugen nicht bis auf die Sohle des Bauwerkes fortgesetzt wurden. Die Bauwerke hatten im Grundriß eine schwach gekrümmte Form, wie die Mehrzahl der deutschen Talsperren, bis auf die Zillierbachsperre. Ich finde darin eine erneute Bestätigung der von mir vertretenen Anschauung, daß die den Gewichtsstaumauern oft gegebene Krümmung für die dickeren Teile keineswegs alle die Vorteile bietet, die ihnen oft ohne stichhaltige Begründung zugeschrieben werden. Diese Krümmung gestattet keineswegs, alle die Vorsichtsmaßregeln außer Acht zu lassen, die diese Art von Bauwerken verlangt. Andererseits zeigt die Tatsache, daß die Risse in der Agger-Talsperre sich von der Sohle des Bauwerkes nur bis etwa zur halben Höhe ausgebildet haben (Vorbericht S. 1221, Fig. 8), daß die Krümmung für die weniger dicken Teile günstig wirken kann.

c) Die Verwendung von Gesteinsmehl zur Magerung des Zements ist als ungünstig erkannt, im Gegensatz zu der Beimengung von puzzolanischen Bestandteilen wie der altbekannte Traß oder hydraulischer Stoffe, wie gemahlene Schlacken. Die Beimengung dieser Stoffe ist bei der neuesten im Bau befindlichen Talsperre in Hohenwarthe (Thüringen) vorgesehen. Ich hatte bereits auf dem Internationalen Kongreß für Materialprüfung 1931 die Gelegenheit, auf die Vorteile derartiger Beimischungen hinzuweisen, welche ich für Gründungen in aggresiven Wässern angewendet hatte. Indessen habe ich seit dieser Zeit dieses Verfahren aufgegeben, da inzwischen die Herstellung von Hüttenzementen in Belgien in Gang gekommen ist, in denen sich bereits diese Mischung von Portlandzement und Schlacken vorfindet. Im übrigen scheint sich in Deutschland die Verwendung von Spezialzementen wie Traßzement und Hüttenzement auszubreiten. Dabei muß auf die allgemeine Entwicklung hingewiesen werden, durch Steigerung der Mahlfeinheit die Erhärtung dieser Zemente zu beschleunigen und die Verarbeitbarkeit und die Dichte der Betone zu steigern.

d) Die Mischungsverhältnisse werden neuerdings (Sorpe-Talsperre) in Gewichtsverhältnissen ausgedrückt und nicht mehr, wie im allgemeinen in Deutschland üblich, in Raumteilen. Als alter Anhänger dieses Verfahrens im Hinblick auf die Gleichmäßigkeit des Betons nehme ich an, daß diese Umstellung auch in Deutschland als praktischer Fortschritt angesehen wird.

Coyne, Chefingenieur der „Ponts et Chaussées" in Paris, Leiter der Arbeiten bei der Talsperre von Marèges in Frankreich, der größten Gewölbetalsperre Europas (90 m Höhe und 247 m Kronenlänge) benennt seinen Bericht bescheiden „Über die Verwendung von Beton beim Bau massiver Staumauern". In Wirklichkeit stellt diese Arbeit einen Generalbericht dar, wie ich wünschen möchte, ihn erstatten zu können. Man wird begreifen, daß es schwierig ist, hierüber zusammenfassend zu berichten. Es sind bemerkenswerte Ausführungen eines Praktikers, der auf seinem Gebiete zweifellos als Meister anzusprechen ist. Indem sich *Coyne* darauf beschränkt, den Beton als Baustoff für Staumauern zu behandeln, erläutert er dessen Gebrauch wie ein Bildhauer den Gebrauch des Tones. Er erklärt und gibt Regeln, von denen einige, nach dem vorhergehenden Bericht, auch mit den Erfahrungen in Deutschland übereinzustimmen scheinen.

Verwendung von weichem Beton (nicht flüssig); wichtiger Einfluß der Verarbeitbarkeit auf die reibungslose Ausführung; genügend fette Mischung mit Rücksicht auf die Dauerhaftigkeit; Spezialzemente, die wenig Wärme entwickeln und widerstandsfähig gegen Wässer sind; Rütteln, besonders auf der Wasserseite, als Ergänzungsmaßnahme beim sorgfältigen Einbau des weichen Betons; günstige Körnung, in gewissen Fällen Ausfallkörnungen; künstliche Kühlung. Dies alles sind die gegenwärtigen Hauptrichtlinien, die *Coyne* vorschlägt. Die Zusammensetzung des Betons nach Gewichtsteilen befürwortet er gleichfalls. Für meinen bescheidenen Teil kann ich seine Beobachtungen über die Gefahr der Arbeitsfugen nur unterstreichen und möchte gleichfalls auf die unbedingte Sorgfalt hinweisen, die für ein dichtes Schließen dieser Fugen erforderlich ist. Seine Ratschläge über die Baukontrolle, die an Proben vorgenommen werden sollen, die dem Bauwerk entnommen sind (auf dem Internationalen Kongreß für Materialprüfungen 1931 in Zürich habe ich mich bereits hierfür ausgesprochen) und die Kontrolle der Dichte des frischen Betons, ebenso wie die Kontrolle der Festigkeit des abgebundenen Mörtels in Beton (nach *Bolomey*) müssen hervorgehoben werden.

Gleichfalls ist auf seine tiefschürfenden auf großer Erfahrung beruhenden Bemerkungen hinzuweisen über die Gefahr von Längsrissen, über die Zusammenhänge von Wasserdichtigkeit und der Ablagerungen, besonders biologischer Art, über die Schädigung von Beton ebenso wie über seine bedeutende Widerstandsfähigkeit gegenüber Erosion, wenn er dicht hergestellt wird. Trotzdem er überzeugter Anhänger der Gewölbestaumauern ist, behandelt *Coyne* in dieser Arbeit die Frage der Form der Talsperren nicht, jedoch weist er beiläufig auf einen Nachteil der Gewichtsstaumauern hin, nämlich den Angriff des Betons durch Witterungseinflüsse, die durch die mageren üblicherweise verwendeten Betonmischungen bei nichtbewehrten Staumauern begünstigt wird.

Zd. Bažant von der tschechischen Technischen Hochschule Prag hat einen hervorragenden Bericht über „Entwicklung der Berechnung von Bogenstaumauern" geliefert. Der Gesichtspunkt der Anwendung des Betons herrscht bei diesem Bericht nicht vor, obgleich er auch behandelt wird, da bei der Planung und Berechnung von Bogenstaumauern den Bedingungen der Verarbeitung des Betons, den mechanischen und physikalischen Eigenschaften des Baustoffs wie z. B. Schwinden, geringe Zugfestigkeit, Notwendigkeit örtlicher Bewehrungen, Schwindfugen und dergl. Rechnung getragen werden muß. Nachdem der Berichterstatter festgestellt hat, daß die neuzeitlichen Bogenstaumauern ihren Ursprung in Europa haben, und ihre Vorzüge und ihre Überlegenheit über die Gewichtsstaumauern in einer Weise erläutert hat, der auch der vorhergehende Berichterstatter *Coyne* zustimmen wird, zergliedert er die fortschreitende Entwicklung der Berechnungsverfahren wie folgt:

a) das Gewölbe wird als durch unabhängige Bögen zusammengesetzt betrachtet, die allein den Wasserdruck aufnehmen;

b) zu der vorhergehenden Wirkung gesellt sich die Balkenwirkung durch das Gewicht der lotrechten Mauerelemente, die als im Fundament eingespannt betrachtet werden;

c) das Gewölbe ist eine elastische Schale.

Die letzte Auffassung, die theoretisch am genauesten ist, ist nicht aus dem Stadium der Differenzialgleichungen herausgekommen und ist nach Ansicht des Berichterstatters unbrauchbar. Die beiden vorhergehenden enthalten sehr verschiedenartige Möglichkeiten von den einfachsten [für a), die Theorie dünnwandiger Zylinderschalen] bis zu den kompliziertesten [für b), das „Trial-Load"-Verfahren der Amerikaner]. Alle sind in der Theorie ungenau und stellen Annäherungsverfahren dar. Der Berichterstatter beschränkt sich mit Recht darauf, diese schwierige Entwicklung klar in allen Einzelheiten darzustellen. *Coyne* wird mir erlauben, hierbei auf seine Meinung über diese Theorien und auf das unterschiedliche von ihm verwendete Verfahren hinzuweisen, welches sich dem Verfahren a) nähert, aber bei dem er die tragenden Gewölbe nicht als unabhängig, sondern als isostatische Flächen betrachtet, welche das allgemeine Verhalten von geneigten Gewölben zeigen und zugleich als Gewölbe wie als Strebepfeiler gegenüber dem Wasserdruck wirken.

Dieses noch unveröffentlichte Verfahren ist, wie *Bažant* unbekannt sein dürfte, bei der Ausführung der großen Staumauer Marèges verwendet worden. Ich hoffe, daß diese Indiskretion Herrn *Coyne* veranlassen wird, demnächst darüber zu berichten.

Einer der Hauptmitarbeiter von Herrn *Coyne*, Herr *Mary*, Ingenieur der „Ponts et Chaussées" in Paris, hat einen Bericht geliefert, der sowohl durch seinen Gegenstand als auch durch seinen dokumentarischen Wert von außerordentlichem Interesse ist. Er benennt sich „Die Umschnürung der Druckleitungen des Wasserwerkes in Marèges". Er hat damit eines der interessantesten Kapitel über das Bauwerk von Marèges geschrieben, bei dem der Beton mit bewundernswertem Geschick verwendet worden ist. Es hat sich im wesentlichen darum gehandelt, bewehrte Druckrohre von 4,40 m innerem Durchmesser auszuführen, die einem inneren Wasserdruck von 102,50 m Wassersäule (10,25 at) Widerstand leisten mußten, wobei die Wandstärke nicht größer werden durfte als 40 cm. Die Ausführung mußte selbstverständlich betriebssicher und völlig wasserdicht sein. Die Lösung bestand darin, das Betonrohr mit Kabeln zu umschnüren, welche eine umlaufende unter Vorspannung gesetzte Bewehrung bilden. Der Gedanke der Vorspannungen ist nicht neu, jedoch aber die Anwendung auf eine unter der Erde ausgeführten Druckleitung. Die Kühnheit der Ausführung ist so groß, daß Vorversuche notwendig waren. Diese haben die Vorteile der Lösung bestätigt und das Verfahren der Ausführung entwickeln geholfen. Die in Längsabständen von 50 cm angeordneten Kabel haben nach dem Betonieren der Leitung eine Vorspannung von 135 t erhalten. Dies wurde dadurch erzielt, daß man die Kabelumschnürung mittels zweier gegenüberliegender Pressen, die sich auf eine Verankerung in der Betonwandung des Rohres abstützten, ausdehnte. Wenn die Kabel gespannt sind, werden die Aussparungen, die zur Vornahme der Spannung der Kabel offengelassen werden, mit Mörtel aus Schmelzzement gefüllt. Die Rohre enthalten außerdem nur noch geringe örtliche Bewehrungen (s. Vorbericht, Fig. 10, S. 1240). Messungen der inneren Spannungen, die mittels tönender Saiten von *Coyne* vorgenommen wurden, haben den Erfolg der Konstruktion bewiesen. Der Bericht beschreibt alle Phasen der Planung und der Ausführung, ebenso wie die erzielten Ergebnisse mit der Gewissenhaftigkeit, welche die Person seines Verfassers kennzeichnet, und welche ihm die Dankbarkeit aller seiner Leser sichern wird.

Wenn man den Bericht *Krall* und *Straub* über „Neue Trockendocks in den Häfen von Genua und Neapel" liest, verläßt man das Gebiet der Talsperren und verwandter Konstruktionen und wendet sich anderen großen Bauwerken zu, die dem Ingenieur Schwierigkeiten anderer Art bieten, die sich aus der Ausführung in großer Tiefe unter Wasser ergeben. Italien, das als Land großer Staumauern bekannt ist, ist gleichfalls ein Land, das die Natur zu einem Meister in der Ausführung von Seebauten gemacht hat. Die beschriebenen und durch die Verfasser erläuterten Bauwerke sind bemerkenswerte neuzeitliche Beispiele, welche ihren Erbauern durch die Sorgfalt der Planung, die Genauigkeit der Berechnung und die Sicherheit der Ausführung alle Ehre machen. Die beiden Trockendocks sind in ihren Querabmessungen gleich: 40 m Breite, 14 m Sohlentiefe unter mittlerem Wasserstand, 9 m Stärke der Längsmauern, wobei die Länge in Genua rd. 280 m und in Neapel rd. 350 m beträgt. Wenn auch die äußeren Umrisse gleich sind, unterscheiden sie sich wesentlich in ihrem Entwurf, da in Genua auf Fels, in Neapel jedoch auf losem Boden gegründet wurde. Die in beiden Fällen zu lösenden Probleme waren also nicht durch die Verwendung von Beton bestimmt, sondern durch die Art des Untergrundes, welcher nach der Auffassung *Coyne* gleichfalls die Ausführung großer Talsperren im wesentlichen beeinflußt. Die Verwendung von Beton, der sich leicht allen Entwurfsformen des Ingenieurs anpaßt, hat zusammen mit einer außerordentlichen Sorgfalt der Konstruktion vollkommene Lösungen ergeben. Der Bericht *Krall* und *Straub* ist ein bemerkenswertes Beispiel dafür, daß es notwendig ist, die Berechnungsweise und die Art der Ausführung einander anzupassen. Für die beiden fraglichen Trockendocks waren die Beanspruchungen während der verschiedenen Bauzustände bemerkenswert, für letztere ausschlaggebend und zum mindesten von der gleichen Wichtigkeit wie die Beanspruchungen des fertigen Bauwerkes im Betrieb. Die Erkenntnis dieses Grundsatzes bildet einen schönen Konstruktionsfortschritt, und die Verfasser beschreiben eines der besten Anwendungsbeispiele. Die Erläuterung der Grundsätze, welche in einer knappen, aber sehr klaren Weise vorgenommen, ist leider für eine kurze Berichterstattung wenig geeignet und müßte notwendigerweise zu lang werden. Bei dem Trockendock von Genua, welches mit Druckluft auf Felsboden gegründet, ist das statische unbestimmte Hauptproblem durch eine sehr geniale Art der Ausführung gelöst. Die Längsmauern sind zuerst mittels Eisenbeton-Caissons, die durch Druckluft versenkt wurden, gegründet, ebenso wie die Stirnwand. Die so gebildete Umfassung ist durch ein Schwimmtor geschlossen und für das Betonieren der Schleusensohle ausgepumpt worden. Diese Umfassung mußte während dieses Stadiums einem Wasserdruck von etwa 20 m widerstehen, welcher größer ist als der, den sie später im Gebrauch auszuhalten hat. Um eine Ausführung ohne kostspielige bleibende Verstärkungen zu ermöglichen, wurde eine vorübergehende konstruktive Anordnung vorgesehen, wobei die Längsmauern wie Staumauern aus mehrfachen Bögen wirken, die sich auf Strebepfeilern abstützen, die wiederum durch Druckstreben gegeneinander ausgesteift sind. Das hierbei auftretende statische Problem, das ähnlich dem bei Bogenstaumauern ist, wobei einige zusätzliche Schwierigkeiten auftreten, wurde auf originelle und sehr geschickte Art von Prof. *Krall* gelöst (s. Vorbericht S. 1194, 1195, Fig. 5 und 6). Es ist festzustellen, daß die Verformungen des Bodens im gleichen Maße berücksichtigt sind wie die

Verformungen aller Teile des Bauwerkes. Der Rechnungsgang wird klar erläutert. Nach der Ausführung der Sohle sind die provisorischen Widerlager beseitigt worden. Bei dem Trockendock von Neapel, welches auf einem losen Untergrund ruht, war das Problem anders und bezieht sich auf den Endzustand des Bauwerkes. Die Seitenmauern und der Boden sind gesondert mit Caissons ausgeführt, die durch zwei fahrbare Kranbrücken von 68 m Spannweite versetzt wurden, welche sich auf zwei Eisenbetonbrücken parallel zu den Randmauern bewegten. Nach dem unabhängigen Setzen der Mauern und des Bodens sind die Fugen mittels Taucherglocken gedichtet. Das zu lösende statische Problem war das der Beanspruchung der Konstruktion nach dem Schließen der Fugen, wobei die Verformbarkeit des Untergrundes berücksichtigt werden mußte. Dieses Problem ist bekannt und kann durch die üblichen Verfahren der Festigkeitslehre gelöst werden, wie sie z. B. in einer kürzlichen Veröffentlichung eines meiner Schüler beschrieben sind.[1] *Krall* erläutert die Grundsätze eines sehr interessanten Verfahrens, welche sich auf der Anwendung der Elastizitätsellipsen von *W. Ritter* aufbaut. Die sichere Anwendung bei der Ausführung des Trockendocks in Neapel ist durch Beobachtungen an dem Trockendock „Principe di Piemonte" in Venedig in normalem Betrieb ermöglicht worden, wodurch die Bodenkonstante bzw. die Bettungsziffer des Bodens bestimmt wurde. Selten wird man zu einem solchen Zweck einen Versuch in so großem Maßstab und mit so guten Erfolgen durchgeführt haben. Die Ausführung war dem Entwurf, der bisher erläutert wurde, würdig. Bemerkenswert ist: Die Verwendung eines plastischen Betons mit 300 kg/m^3 Puzzolanzement, um der aggressiven Wirkung des Meerwassers zu begegnen; die ausschließliche Verwendung von Beton für die Caissons der Luftdruckgründung, bei Tiefen von mehr als 23 m; die Konstruktion eines besonderen Hilfstrockendocks aus Eisenbeton für den Bau der Caissons in Genua; die Hilfsbrücken aus Eisenbeton in Neapel. Kurz, der Bericht *Krall* und *Straub* ist ein in die Augen springender Beweis für die umfassenden Möglichkeiten, die die Anwendung von Beton und Eisenbeton für Wasser- und Seebauten bieten. Er ist ein lehrreiches Beispiel dafür, daß der Ingenieur durch Verbindung von wissenschaftlicher Berechnung, versuchsmäßiger Prüfung und erfahrener Bauausführung die größten Schwierigkeiten überwindet.

Ich habe mir für den Schluß — last but not least — den Bericht *W. H. Glanville* und *G. Grime* über „Das Verhalten von Eisenbetonpfählen während des Rammens" vorbehalten, weil dieser ein Gebiet behandelt, das nicht ausschließlich mit Wasserbauten in Verbindung steht, obwohl Eisenbetonpfähle häufige und geschätzte Hilfsmittel bei Wasserbauten sind. Die von den Verfassern behandelte Frage steht also nicht in unmittelbarer Beziehung zu dieser Art von Bauausführungen. Die Arbeit ist von großem Interesse, sowohl durch den behandelten Gegenstand und die sich ergebenden praktischen Folgerungen, als auch durch die wissenschaftliche Meisterschaft, mit der sie durchgeführt ist, welche eine Eigenschaft sowohl von Herrn *Glanville*, der durch seine Arbeiten über das Kriechen des Betons bekannt, wie auch der „Building Research Station" ist, zu dessen Leitern er gehört.

---

[1] *F. Szeps:* Etude des constructions reposant sur un sol élastique, Revue universelle des mines mars 1936.

Der Bericht stellt eine, im übrigen sehr ins einzelne gehende, Zusammenfassung der seit mehreren Jahren bereits von diesem Institut durchgeführten Forschungsarbeiten über das Verhalten von Eisenbetonpfählen unter der Einwirkung des Rammens dar. Er unterscheidet sich nur von einem ausführlicheren Bericht, auf den die Verfasser verweisen („Journal of the Institution of Civil Engineers", Dez. 1935) durch das Fortlassen der mathematischen Behandlung der Frage der Fortpflanzung der Stoßwelle in den Pfählen. Teilberichte sind bereits in englischen Zeitschriften und in den Jahresberichten der „Building Research Station" erschienen. Ein amtlicher Bericht wird noch erscheinen. Die Untersuchung ist theoretisch auf Grundlage gewisser Hypothesen aufgebaut, die mit der Erfahrung in guter Übereinstimmung stehen, und alsdann versuchsmäßig zunächst auf der Versuchsstation und dann auf der Baustelle weiter erfolgt. Man muß besonders auf die Verwendung eines äußerst empfindlichen dynamischen Tensometers hinweisen, welcher zur Aufzeichnung der Schwingungen einen piezoelektrischen Quarz enthält und ferner, auf einen besonderen Beschleunigungsmesser zur Messung der Höchstspannungen am Kopf der Pfähle während des Rammens. Die Praktiker wissen, welche Schwierigkeiten unter gewissen Umständen das Rammen von Eisenbetonpfählen bieten kann, worauf ich noch vor kurzem hingewiesen habe („Annales des Travaux Publics de Belgique", Febr. 1935). Die Untersuchung *Glanville* und *Grime* stellt eine neue Erkenntnis über den Umfang der mechanischen Vorgänge dar, die sich in den Pfählen unter Einwirkung des Stoßes des Bären abspielen und über die Höhe der plötzlich auftretenden Spannungen. Die genauen theoretischen und versuchsmäßigen Untersuchungen, die zu gleichen Ergebnissen führen, klären eine Menge von Einzelheiten, worüber bis jetzt noch nichts erschienen sein dürfte. Praktisch wird eine alte Regel bestätigt, nämlich die Überlegenheit von schweren Bären und die Notwendigkeit, eine gewisse Fallhöhe nicht zu überschreiten. Etwas anderes nicht weniger Wichtiges erscheint neu. Wenn man die plötzlich auftretende Höchstspannung in dem Pfahl begrenzen will, um seinen Bestand beim Rammen zu sichern, und wenn man eine möglichst große Eindringungstiefe erreichen will, muß man den Pfahlkopf mit einem Stoßdämpfer versehen, der so elastisch wie möglich ist, und die Energie nicht mehr aufzehrt, als im allgemeinen bei den betrachteten Rammungen zulässig ist. Das wesentlich praktische Ergebnis bezieht sich also auf die Rammstoßdämpfer (elastische Rammhauben). Vom Standpunkt der Wissenschaft aus ist die Veränderung und die Verteilung der dynamischen Spannungen von großem Interesse, die ihren Größtwert meistens am Kopf erreichen und unabhängig von der Art des Bodens sind, manchmal jedoch an der Pfahlspitze am größten werden, wenn sehr heftige und nachhaltige Schläge ausgeübt werden. Es werden gleichfalls Regeln für die Zusammensetzung des Betons und die Anordnung der Bewehrung angegeben. Sie entsprechen der guten Praxis, jedoch ist es sicher, daß viele Bauunternehmer Grund haben, darüber nachzudenken, ebenso wie über die Ratschläge, über Vorsichtsmaßregeln, die beim Rammen zu berücksichtigen sind. Die Festigkeit des Betons der Pfähle im Zeitpunkt des Rammens soll auf keinen Fall geringer sein als 350—500 kg/cm^2. Die dem Bericht in englischen Maßeinheiten angefügten Anlagen dienen dazu, rasch die günstigsten Bedingungen für das Rammen vorliegender Pfähle festzustellen. Sie scheinen jedoch nicht

ohne weiteres auf die auf dem Festland vorhandenen Bedingungen übertragbar zu sein.

Zum Schluß dieses Generalberichts darf ich der großen Freude Ausdruck geben, die ich beim Lesen der bemerkenswerten Berichte empfunden habe, über die ich die Ehre hatte, zu berichten, nicht nur wegen ihrer Vollkommenheit und ihres interessanten Inhalts, sondern noch mehr weil ich darin die Bestätigung meiner Hoffnungen gefunden habe, die ich in früheren Generalberichten bezüglich des unaufhaltsamen Fortschreitens der Anwendung von Eisenbeton ausgesprochen habe, besonders auf einem Konstruktionsgebiet, welches eines der schwierigsten der Ingenieurkunst darstellt. Diese Entwicklung ist bei weitem noch nicht abgeschlossen, jedoch kann man an der Zukunft der Anwendung von Eisenbeton keinerlei Zweifel mehr hegen. Sie ist derartig vielgestaltig, daß sich dauernd neue wichtige Probleme ergeben, denen gegenüber alte doktrinäre Fragen eine verminderte Bedeutung erhalten und ohne Einfluß auf die Entwicklung der Technik sind.