

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87/88 (1926)
Heft: 22

Artikel: Hochwertige Zemente
Autor: Petry, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-41007>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

INHALT: Hochwertige Zemente. — Ueber das schiffahrtstechnische Problem Strassburg-Basel. — Drahtlose Bildschnelltelegraphie und Fernsehen. — Neuer Typ eines behaglichen Reihen-Kleinhauses. — Schweizer. Verein von Dampfkessel-Besitzern. Schweizer. Verband für die Materialprüfungen der Technik und Eidgen. Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. — Miscellanea: Einzelachsantrieb mit Doppelvorgelege

für elektrische Lokomotiven. Automobilverkehr und Strassenausbildung. Ausstellung „Das Bayerische Handwerk“, München 1927. Modernisierung der Preussischen Hochbauverwaltung. Der „Tunnel du Rove“ im Schiffahrtskanal Marseille-Rhone. — Konkurrenzen: Bürgerheim Olten. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Studierender der E. T. H. S. T. S.

Band 88.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 22

Hochwertige Zemente.¹⁾

Von Dr. Ing. W. PETRY, Oberkassel (Siegkreis).

Hochwertige Zemente sind vor allem dadurch gekennzeichnet, dass sie eine verhältnismässig rasche Anfangserhärtung haben. Man unterscheidet hochwertige Portland-Zemente und Tonerde- oder Schmelz-Zemente.

Beim hochwertigen Portlandzement ist, ebenso wie beim normalen Portlandzement, das Verhältnis des Kalkes zu den hydraulischen Bestandteilen (der hydraulische Modul) etwa 2 : 1, und das Verhältnis von Kieselsäure zu Tonerde etwa 3 : 1; beim Tonerdezement dagegen ist der hydraulische Modul etwa 0,67 : 1 und das Verhältnis von Kieselsäure zu Tonerde etwa 0,25 : 1. Der Beginn des Abbindens ist bei den beiden Zementarten nicht sehr verschieden, dagegen ist die Bindezeit beim Tonerdezement meist geringer als beim hochwertigen Portlandzement; auch erreicht der Tonerdezement seine hohe Festigkeit in der Regel noch rascher als die hochwertigen Portlandzemente, dafür ist aber die Festigkeitszunahme nachher verhältnismässig geringer.

Die typische Erhärtungskurve hochwertiger Portlandzemente zeigt Abbildung 1. Sie stammt aus Versuchen, die der Deutsche Beton-Verein im Jahre 1926 mit 16 hochwertigen Portlandzementen ausgeführt hat. Bei den Normenprüfungen wurde dabei der Wasserzusatz den deutschen Bestimmungen entsprechend einheitlich zu 8 % der Gewichtsteile des trockenen Gemenges gewählt. Die in Abbildung 1 gezeichneten Linien sind Umhüllende und eine Mittelkurve aller Druckfestigkeitsergebnisse von Mörtel aus

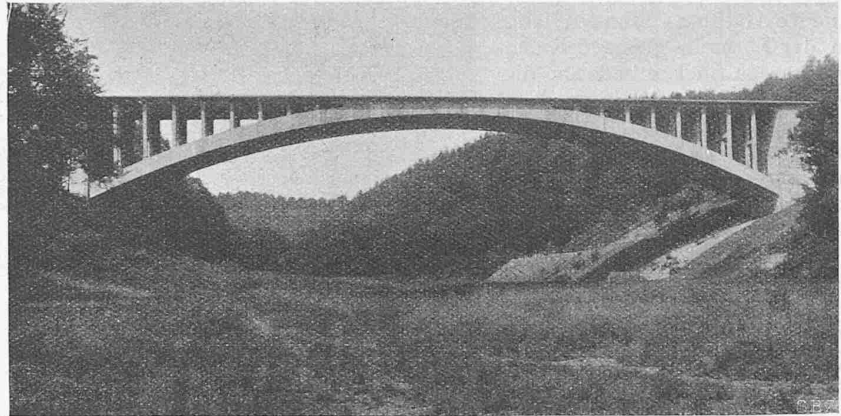


Abb. 4. Strassenbrücke im Wahnbachtal bei Siegburg. 70 m weit, Pfeil 1 : 8,65.

1 Zement + 3 Normensand + 8 % Wasser. Abbildung 2 gibt die entsprechenden Linien der Normenzugfestigkeiten. Die Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton vom September 1925 setzen folgende Mindestnormenfestigkeiten für hochwertige Zemente fest: nach 3 Tagen (1 Tag in feuchter Luft, 2 Tage unter Wasser) Druckfestigkeit 250 kg/cm², Zugfestigkeit 25 kg/cm², nach 28 Tagen (1 Tag in feuchter Luft, 6 Tage unter Wasser, 21 Tage an der Luft) Druckfestigkeit 450 kg/cm², Zugfestigkeit 35 kg/cm².

Nach dem Ergebnis unserer Versuche könnte man folgende Mindestfestigkeiten vorschreiben:

- nach 3 Tagen: Druckfestigkeit 250 kg/cm²,
Zugfestigkeit 25 kg/cm²,
- nach 28 Tagen: Druckfestigkeit 500 kg/cm²,
Zugfestigkeit 45 kg/cm².

¹⁾ Nach dem Vortrag, gehalten auf dem Internationalen Kongress für Brücken- und Hochbau am 21. September 1926 in Zürich.

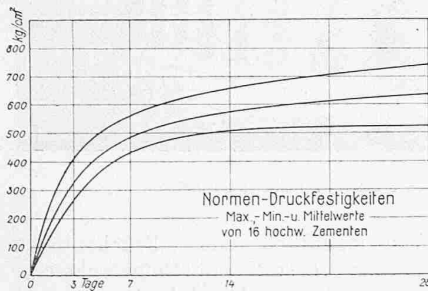


Abb. 1. Erhärtungskurven.

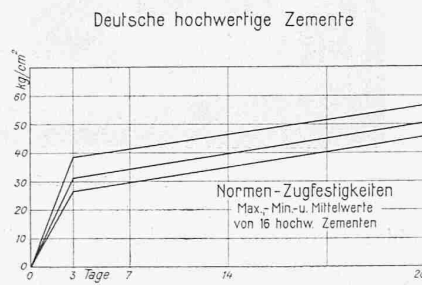


Abb. 2. Normen-Zugfestigkeiten.

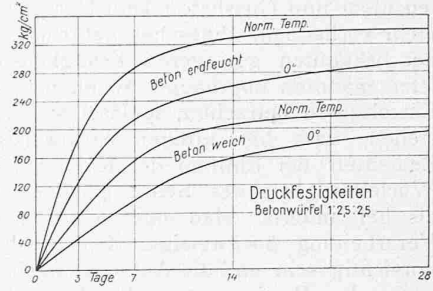


Abb. 3. Beton-Erhärtungskurven.

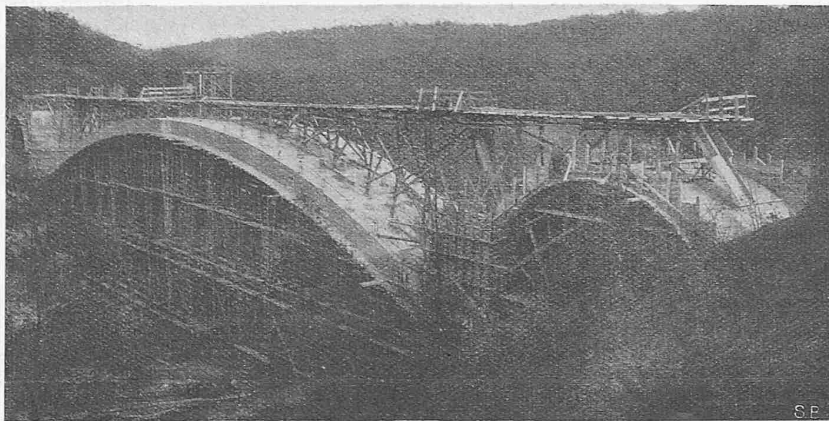


Abb. 5. Die Wahnbachtalbrücke während der Betonierung.

Besonders die Erhöhung der Zugfestigkeit nach 28 Tagen von 35 auf 45 kg/cm² erscheint für die Praxis des Eisenbetonbaues bedeutungsvoll.

Mit den 16 hochwertigen Zementen wurden nun gleichzeitig Betonversuche ausgeführt. Der Beton bestand aus 1 Raumteil Zement, 2 1/2 Raumteilen Rheinsand bis 5 mm und 2 1/2 Raumteilen Rheinkies von 5 bis 20 mm. Sand und Kies wurden vor der Verarbeitung vollkommen getrocknet und sodann erdfeuchte Betonwürfel mit 9 1/2 % Wasser, und flüssige Betonwürfel mit 15 1/2 % Wasser in Würfelformen von 20 cm Kantenlänge hergestellt, und zwar in Holzformen, die innen an zwei gegenüberliegenden Seiten mit 1 cm

dicken, vollkommen ebenen Eisenplatten ausgekleidet waren. Diese beiden Flächen dienten beim nachfolgenden Versuch als Druckflächen. Die Hälfte der Würfel erhärtete im geschlossenen Raum an der Luft von 14 bis 20°C , die andere Hälfte 24 Stunden lang in der Form im gleichen Raum mit nassen Säcken bedeckt, die übrige Zeit bis zum Versuch in einem Raum von annähernd 0°C . Die so gewonnenen Erhärtungskurven des Beton aus einem hochwertigen Zement zeigt Abbildung 3.

Im Gesamtdurchschnitt betrug die Würfel Festigkeit des erdfeucht angemachten Beton nach 3 und 28 Tagen 53 bis 56 % der Normenfestigkeit des verwendeten Zementes im entsprechenden Alter, die Würfel Festigkeit des flüssig angemachten Beton nach 3 Tagen 23 %, nach 28 Tagen 35 % der Normenfestigkeit des Zementes. Entsprechend den Erhärtungskurven in Abbildung 3 war im Gesamtdurchschnitt die Würfel Festigkeit des erdfeucht angemachten Beton bei Erhärtung an der Luft von 0° im Alter von 3 Tagen 67 % der Würfel Festigkeit des Beton bei Erhärtung an der warmen Luft, im Alter von 28 Tagen 89 %. Beim flüssigen Beton waren die entsprechenden Zahlen 59 % und 87 %. Man erkennt, dass die Kälte in der ersten Zeit der Erhärtung von besonders grosser Einwirkung war, und zwar bei flüssig verarbeitetem Beton noch mehr als bei erdfeucht angemachtem. Im Alter von 28 Tagen waren die Unterschiede erheblich geringer, auch war dann zwischen erdfeuchtem und Gussbeton kein Unterschied mehr vorhanden, abgesehen natürlich von der bekannten geringeren Festigkeit des letztgenannten überhaupt. Wenn man die Einzelzahlen betrachtet, so lässt sich feststellen, dass bei einigen hochwertigen Zementen der Einfluss der Kälte auf die Würfel Festigkeit des Beton geringer war als bei andern. Man muss also bei der Verarbeitung hochwertiger Zemente bei kühler Witterung vorsichtig sein und die Ausschaltungsfristen verlängern, wie es in den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton vom September 1925 vorgeschrieben ist.

Schwindmessungen verschiedener Forscher an hochwertigen Zementen haben ergeben, dass etwa nach 3 bis 4 Wochen das Schwinden im wesentlichen als erledigt betrachtet werden kann, und dass das Grösstmass der Schwindung nach 6 bis 8 Wochen erreicht war, bald also, als bei gewöhnlichem Portlandzement. Dabei wird noch zu berücksichtigen sein, dass bei Verwendung hochwertiger Zemente unter Umständen eine Magerung des Beton gegenüber solchem aus gewöhnlichem Portlandzement und damit eine weitere Verminderung des Schwindens möglich ist. Dies kann zum Beispiel für den Betonstrassenbau bedeutungsvoll sein.

Die rasche Anfangserhärtung der hochwertigen Zemente bedingt eine stärkere Wärmeentwicklung als bei gewöhnlichen Zementen. Diese Wärmeentwicklung kommt hauptsächlich bei grösseren Baukörpern und bei fetteren Mischungsverhältnissen in Frage. Untersuchungen auf diesem Gebiete hat im Jahre 1925 die Firma Hüser & Cie.,



Abb. 6. Innere Erhardtbrücke beim Deutschen Museum in München.

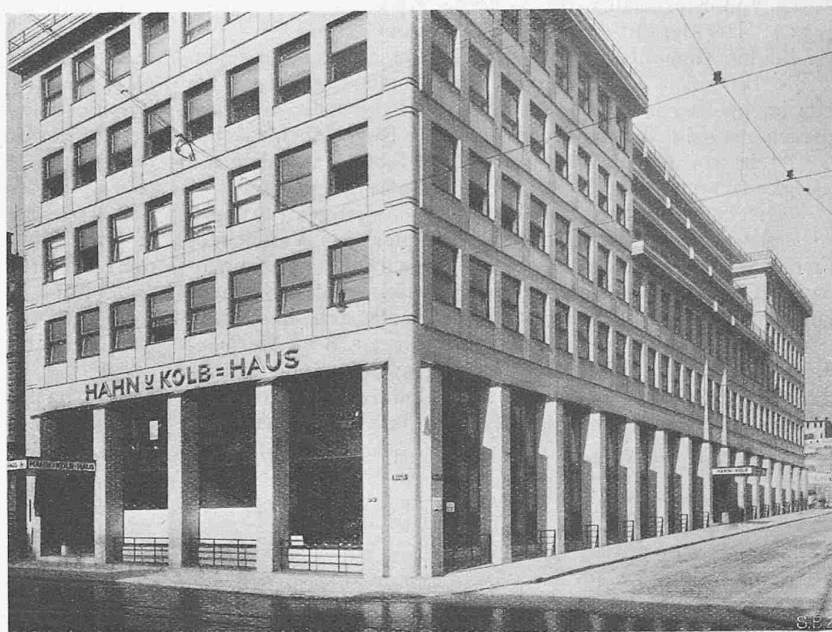


Abb. 12. Geschäftshaus in Stuttgart, unverputzter Eisenbeton-Skelettbau.

Oberkassel (Siegkreis) gelegentlich eines Brückenbaues durchgeführt. Es wurden dort grosse Eisenbetongelenksteine verwendet, und an einem zu diesem Zweck besonders hergestellten Stein wurden Temperaturmessungen vorgenommen. Die höchste Temperatur an drei Stellen im Innern des Körpers war nach 20 Stunden erreicht und blieb dann während etwa 10 Stunden konstant. Sie war, bei etwa 20° Tagestemperatur, im Innern etwa 60° und nahm nach den Seiten hin ab; dabei ergaben sich Unterschiede von etwa 20° . Diese Temperaturunterschiede geben zu Bedenken Anlass, und es war von Wert zu wissen, wie der Körper im Innern aussah, ob und wie sich die Abkühlungsvorgänge äusserten und ob die Eiseneinlagen vom Beton satt umschlossen waren. Es wurde deshalb ein Quader gesprengt. Dabei zeigte sich, dass der Beton ein glattes Gefüge von den Aussenflächen bis zum Kern aufwies. Spannungsrisse oder Klüfte auch feinsten Art waren weder im Innern noch an den Kanten zu beobachten. Die Eiseneinlagen waren sämtlich fest von Beton umschlossen.

Die Brücke, bei der diese Gelenksteine verwendet wurden, liegt im Wahnbachtal im Zuge der Kreisstrasse Siegburg-Much (Abbildung 4). Der Hauptbogen ist ein Drei-

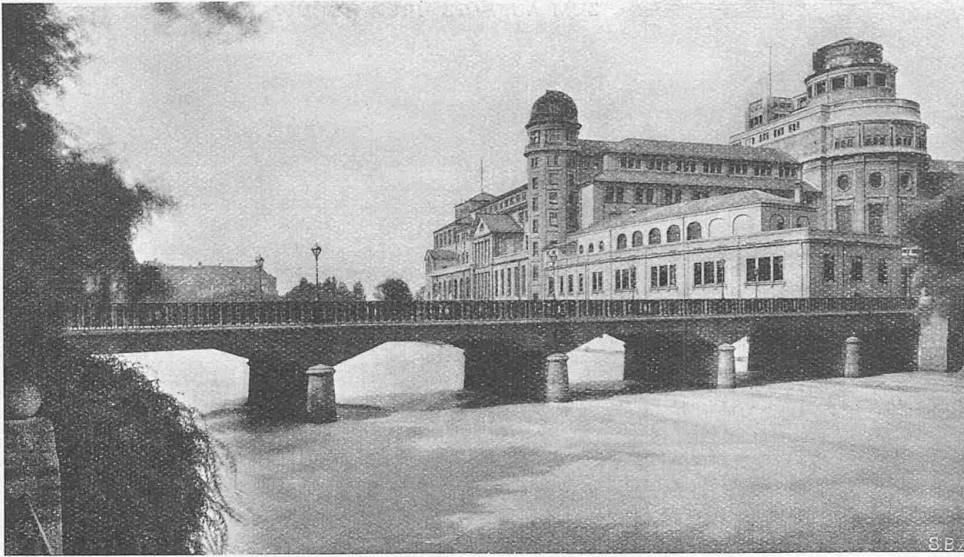


Abb. 7. Aussenere Erhardtbrücke beim Deutschen Museum in München.

zerlegt. Die Eisenbetonbalken ruhen auf Eisenbetonwälzgelcken mit Kupferblechabdeckung. Die Bauzeit für die beiden, von der Bauunternehmung Rudolf Wolle (Leipzig) ausgeführten Brücken, war kurz bemessen, sie betrug nur vier Monate. Daher wurde hochwertiger Zement verwendet, und die Brücken, für die die Bauarbeiten Ende November 1924 in Angriff genommen wurden, Anfang Mai 1925 bei der Eröffnung des Deutschen Museums dem Verkehr übergeben.

Abbildung 8 (S. 296) stellt die Betonierung eines Eisenbetonsenkkastrns beim Bau der Friedrich Ebert-Brücke in Mannheim dar, ausgeführt von Grün & Bilfinger, A.-G. (Mannheim). Beide Brückenpfeiler sind auf Eisenbetonsenkkastrn mit Druckluft gegründet worden.

Besonderer Verhältnisse wegen musste die Gründung des ersten Pfeilers bereits acht Wochen nach Auftragserteilung beendet sein. Dies war nur möglich durch Verwendung hochwertigen Zementes; acht Tage nach dem Betonieren war die erforderliche Festigkeit erreicht, sodass mit dem Absenken begonnen werden konnte. Die Eisenbeton-Senkkastrn, sowie auch die Aufbauten sind in Gussbeton hergestellt.

Abbildung 9 (S. 296) zeigt einen ähnlichen Senkkastrn für die Gründung der Oderbrücke Stettin, die z. Zt. durch die Firma Dyckerhoff & Widmann, A.-G. (Biebrich) für die Reichsbahndirektion Stettin ausgeführt wird. Es handelt sich um zwei Eisenbeton-Schwimmkastrn von je $31,40 \times 10,00$ m; die Absenktiefe ist 7,50 m im Wasser, 10,40 m im Boden.

Nun noch einige Beispiele aus dem Hochbau. Bei der Gründung des Hochbaues Ullstein in Berlin-Tempelhof durch die Beton- und Monierbau A.-G. (Berlin), wurde im

vorigen Jahre hochwertiger Zement für die Herstellung von etwa 20 000 m Eisenbetonpfählen verwendet. Die Pfähle wurden durchschnittlich nach 8 bis 10 tägiger Erhärtung gerammt. Abbildung 10 (Seite 296) vermittelt einen Begriff vom Bau der Eisenbetonkuppel für die Grossgarage der Kohलगrosshandlung Hubert Einmal in der Kongressstrasse in Aachen, ausgeführt von der Firma Wayss & Freytag, A.-G. (Niederlassung Düsseldorf), nach den Entwürfen der Architekten Prof. Theodor Veil und Otto Naubardt (Aachen). Die Rippen der neuneckigen Kuppel wurden sofort beim Baubeginn auf einem Arbeitsplatz vor dem Bauwerk hergestellt und mit Hilfe eines Montagegerüstrs in fertigem Zustand versetzt. Auf diese Weise und durch die Verwendung hochwertigen Zementes konnte der Bau wesentlich beschleunigt werden. Zu der Zeit der Fertigstellung der Widerlager waren auch die Rippen soweit erhärtet, dass sie versetzt werden konnten.

Abbildung 11 (Seite 297) zeigt die Dywidag-Halle auf der „Gesolei“ (Düsseldorf 1926), ein Schalengewölbe, erbaut nach dem neuartigen System Zeiss-Dyckerhoff & Widmann. Bei einer Grundfläche von 40×35 m sind nur zwei Innensäulen vorhanden, die Spannweite beträgt 12 m,

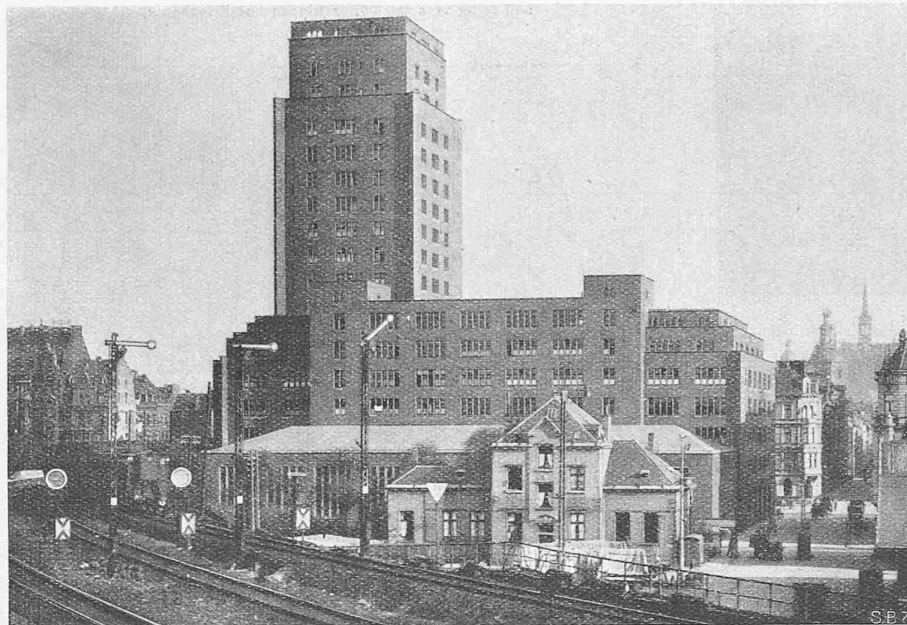


Abb. 14. Hochhaus Hansahof in Köln, 18 Geschosse, 65 m hoch, Bauzeit 5 Monate.

gelenkbogen von 70 m Spannweite mit einer Pfeilhöhe von 7,90 m, also einem Pfeilverhältnis von $1 : 8,65$. Er wurde ohne Eiseneinlagen rein in Stampfbeton ausgeführt. Für die Eisenbetongelenksteine wurde mit Rücksicht auf die erforderliche grosse Festigkeit dieser Steine hochwertiger Zement verwendet. Auf einen Teil hochwertigen Zementes kamen zwei Teile Basaltspült von 10 bis 20 mm und ein Teil Wahnbachsand. Die Würfelfestigkeit des Beton war nach 24 Stunden etwa 280 kg/cm^2 , nach 28 Tagen mehr als 600 kg/cm^2 . Abb. 5 zeigt die Brücke in der Rüstung.

In Deutschland ist hochwertiger Zement in den letzten Jahren viel verwendet worden. Die Erfahrungen, die man damit gemacht hat, sind im allgemeinen recht gut. Es seien im folgenden einige Beispiele neuzeitlicher, deutscher Betonbauten mit hochwertigem Zement gezeigt.

Abbildung 6 stellt die innere Erhardtbrücke über die Isar beim Deutschen Museum in München dar, einen durchlaufenden Träger auf vier Stützen, 48 m lang. In Abbildung 7 ist ein Bild der äusseren Erhardtbrücke von der Zeppelinstrasse aus widergegeben. Die Brückenlänge beträgt 70 m; durch Einschaltung einer Trennungsfuge ist sie in zwei durchlaufende Träger auf drei bzw. vier Stützen

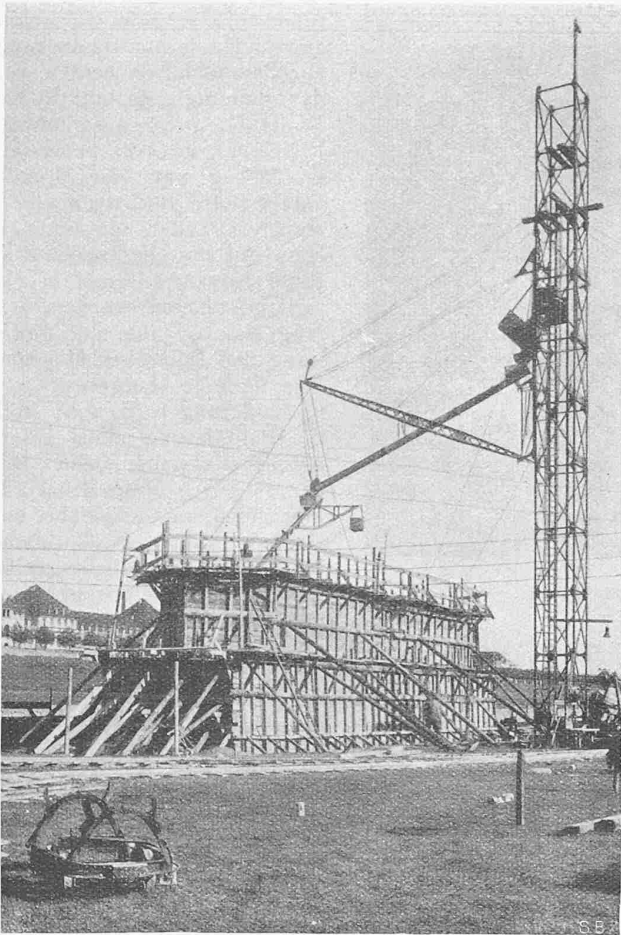


Abb. 8. Giessen eines Eisenbeton-Senkkastens für die Pfeilergründung der Friedr. Ebertbrücke in Mannheim. Beginn der Absenkung acht Tage nach beendeter Betonierung.

die Stützenentfernung 23 m, Zugbänder fehlen; die Schale ist mit hochwertigem Zement torkretiert und nur 5,5 cm dick. Die Halle konnte in 42 Arbeitstagen hergestellt werden.

Abbildung 12 stellt das Geschäftshaus der Werkzeugmaschinenfabrik Hahn & Kolb in der Königstrasse in Stuttgart dar, ausgeführt im Jahre 1925 von der Firma Karl Kübler A.-G. (Stuttgart). Alle Decken und Säulen wurden mit hochwertigem Zement betoniert, was den Baufortschritt ausserordentlich beschleunigte. Auch im Aeusseren wurde der Bau ohne jede Verkleidung als Eisenbeton-Skelettbau durchgeführt und dabei für die später abgestockte Aussenfläche nach vielen Musterfarbversuchen hochwertiger Portlandzement, Kalksteinschotter und Rheinkies-sand verwendet.

Abbildung 13 (Seite 297) gibt uns ein Beispiel aus dem Industriebau, eine Koksseparation für die Gewerkschaft „Sachsen“ in Hamm, beschleunigt ausgeführt im Winter 1925/26 von der Firma Heinrich Butzer (Dortmund). Hochwertiger Zement wurde deshalb verwendet, weil nur sehr kurze Baufristen zur Verfügung standen, die eingehalten werden konnten. Das Gebäude ist 27 m lang, 18,40 m breit und 28,30 m hoch. Der Bau rechts ist ein Feinkohlensilo mit einem Inhalt von 3 500 t; bei diesem Bau wurde normaler Eisen-Portlandzement verwendet.

In Abbildung 14 (Seite 295) sehen wir das Hochhaus Hansahof in Köln, ausgeführt 1924 von der Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G. (Biebrich), nach dem Entwurf des Architekten J. Koerfer in Köln. Es ist ein 18 geschossiges Bureaugebäude mit Saalanbau. Die grösste Höhe ist 65 m, die Bauzeit betrug fünf Monate. Für den zehngeschossigen Turmbau mit einer freien Höhe von 35 m wurde hochwertiger Zement verwendet, um die durch einen acht-

ZUM AUFSATZ ÜBER HOCHWERTIGE ZEMENTE.

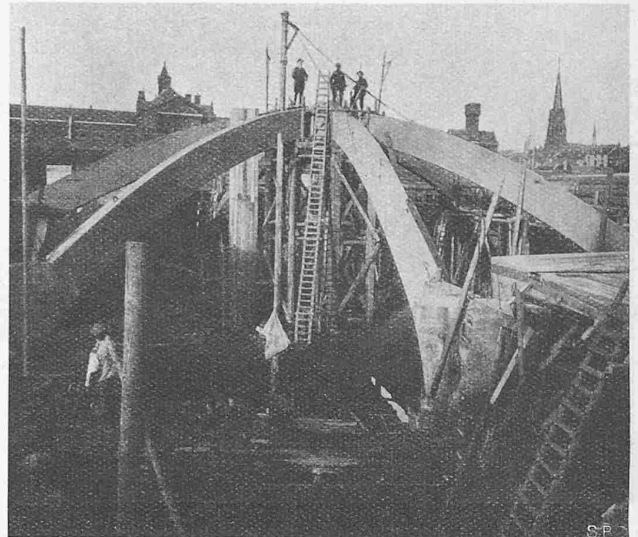


Abb. 10. Kuppelhalle in Aachen, mit neun am Boden erstellten und fertig versetzten Einzelrippen aus Eisenbeton.

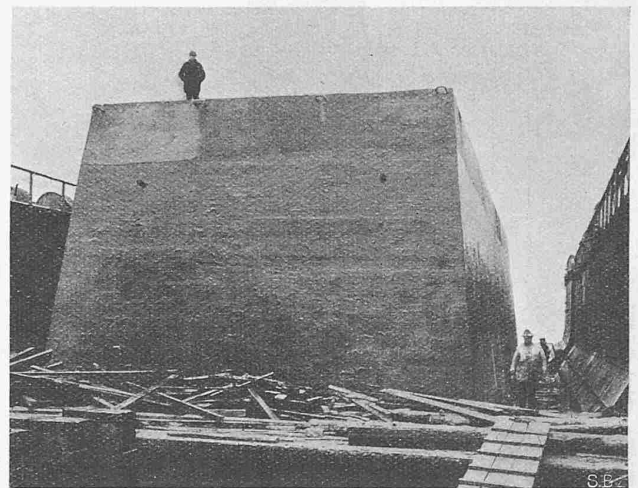


Abb. 9. Eisenbeton-Senkkasten für die Oderbrücke Stettin.

wöchigen Streik verlorene Arbeitszeit wieder einzuholen; in jeder Woche konnten zwei Turmgeschosse ausgeführt werden. Der übrige Teil des Bauwerkes wurde mit Hochofenzement hergestellt.

Interessant ist auch die Ausführung der Wasserbau-Versuchsanstalt Wilhelmshaven aus hochwertigem Zement im Dezember 1925 durch die Firma Paul Kossel & Cie., Bremen. Es musste dort jeden Tag mit Frostgefahr gerechnet werden. An dem Bauwerk hat sich bis jetzt kein Schaden gezeigt.

Zum Schluss noch einige Angaben über die Verwendung hochwertigen Zementes bei den Unterfangungsarbeiten des Mainzer Domes. Durch Absenkung des Grundwasserspiegels infolge der Kanalisierung der Stadt Mainz waren die Holzpfähle unter den Fundamenten abgefaut und der Boden unter den Fundamentsohlen weggesackt, wie es in Abbildung 15 (links) dargestellt ist, sodass die Fundamente auf grosse Strecken vollständig hohl standen und die Standsicherheit nur noch durch Reibung an den seitlichen Fundamentflächen gegeben war. Bei den Unterfangungsarbeiten durfte daher an dem bestehenden Zustand nichts geändert werden. Die Unterfangung und Abstützung auf den etwa 3 m tiefer liegenden, tragfähigen Baugrund geschah durch Einbau einzelner Fundamentalsätze im unterirdischen Stollenbetrieb, wobei in der Mitte ein längslau-

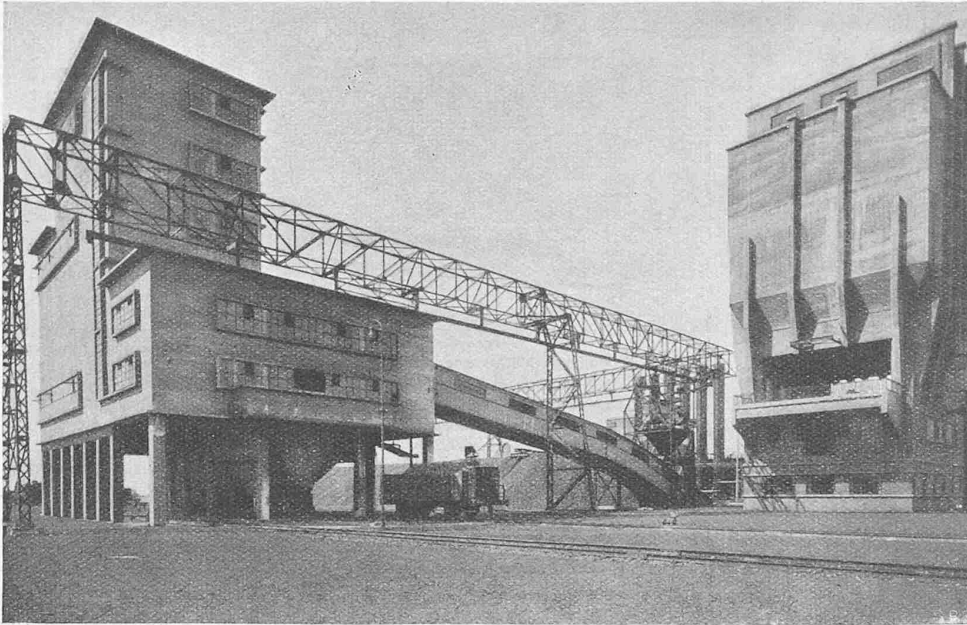


Abb. 13. Koksseparation der Gewerkschaft „Sachsen“ in Hamm (Gebäudehöhe 28,3 m). — Rechts Feinkohlensilo.

mauerwerk waren für die Fertigstellung eines Satzes durchschnittlich zwei bis drei Wochen erforderlich.

In dem knappen zur Verfügung stehenden Raum konnte ich natürlich nur wenige Beispiele der Verwendung hochwertigen Zementes zeigen. Was ich vorführe, soll dartun, dass wir in Deutschland im hochwertigen Zement einen guten Baustoff haben, dessen Verwendung zu Beton theoretisch erforscht und praktisch erprobt wird und auch in Zukunft mancherlei Vorteile zu bieten verspricht.

Die Frage der hochwertigen Zemente ist in Deutschland gleich nach dem Kriege in der Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins 1919 in Nürnberg durch den Vortrag von Oberbaurat Spindel angeschnitten worden. Seine Ausführungen fanden damals zum

Teil heftigen Widerspruch, auch von wissenschaftlicher Seite.

Auf Veranlassung des Deutschen Beton-Vereins nahm sich dann der Deutsche Ausschuss für Eisenbeton der Frage an, und es setzte sich besonders Prof. Dr.-Ing. W. Gehler für die Herstellung hochwertiger Zemente ein. Er führte auch die Versuche des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton mit hochwertigen Zementen durch und berichtete darüber in der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Portland-Zement-Fabrikanten im Frühjahr 1924 in Berlin. Gleichzeitig beschäftigten sich andere deutsche Forscher mit der Untersuchung der hochwertigen Zemente. Ich nenne nur die Arbeiten von Prof. Rühl, Prof. Otzen, Prof. Dr.-Ing. Probst, Dr.-Ing. Hummel u. a.; die deutsche Zementindustrie ist bestrebt, ihre Fabrikate dauernd zu verbessern.

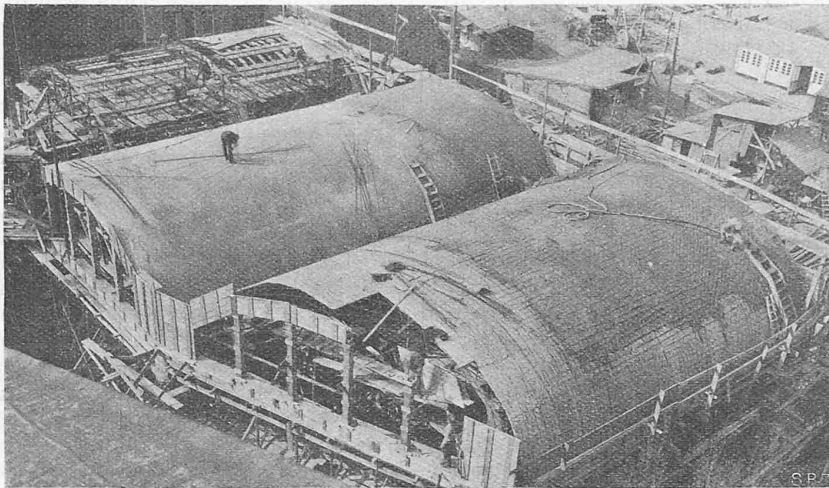


Abb. 11. Schalengewölbe System Zeiss-Dyckerhoff & Widmann, 5,5 cm stark („Gesolei“ 1926).

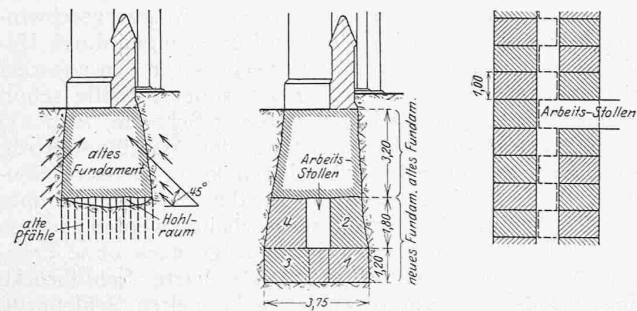


Abb. 15. Fundament-Unterfangung am Mainzer Dom. — 1 : 250.

Ueber das schiffahrtstechnische Problem Strassburg-Basel.

Von Schiffbau-Ingenieur JULIUS OTT, S. I. A., Direktor der S. S. G., Basel.

(Schluss von Seite 287.)

Fahrtergebnisse.

Die engen Grenzen der Fahrmöglichkeit im jetzigen unregulierten Fahrwasser lassen bei Leichterungen und Zusammenstellen der Schleppzüge in Strassburg selten eine Belastung des in Frage kommenden Dampfers erzielen, die der Maschinenleistung und den Wasserverhältnissen der ganzen Reisedauer genau entspricht und die verschiedene Grösse der einzelnen Kähne ebenfalls berücksichtigt. Die Leistungsfähigkeit eines Dampfers, d. h. seine Transportleistung, drückt sich aus in dem Produkt aus Zugkraft (Tonnen pro PS) und Fahrgeschwindigkeit (km in der Stunde), und hängt von folgenden Einflüssen ab:

1. Vom Schleppwiderstand der Kähne und dem Verhältnis: Nutzladung zu Kahngewicht plus Ladung.
2. Von der Stromgeschwindigkeit, abhängig vom Pegelstand und davon, ob fallendes oder steigendes Wasser vorherrscht.
3. Vom Verhältnis der jeweiligen Wassertiefen zum Tiefgang der Schiffe. Starke Zunahme der Bodenreibung und Bodenwirbel.

fender Arbeitsgang ausgespart wurde, durch den die Fortführung der Unterfangung vor sich ging.

Infolge der Verwendung von hochwertigem Portlandzement hatten die einzelnen Fundamentsätze bereits nach zwei Tagen eine solche Tragfähigkeit, dass es möglich war, die Unterfangungsarbeiten ohne Unterbrechung fortzusetzen. An jeder Arbeitsstelle konnte durchschnittlich in drei Tagen ein Satz eingebaut werden. Bei Verwendung normalen Zements wäre etwa viermal so viel Zeit dafür nötig gewesen. Bei ähnlichen Unterfangungsarbeiten in den Jahren 1910 bis 1916 mit gewöhnlichem Beton und Backstein-