

Aus der Schweizerischen Zementindustrie

Autor(en): **Gisiger, Paul / Gygi, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **66 (1948)**

Heft 43

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-56818>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

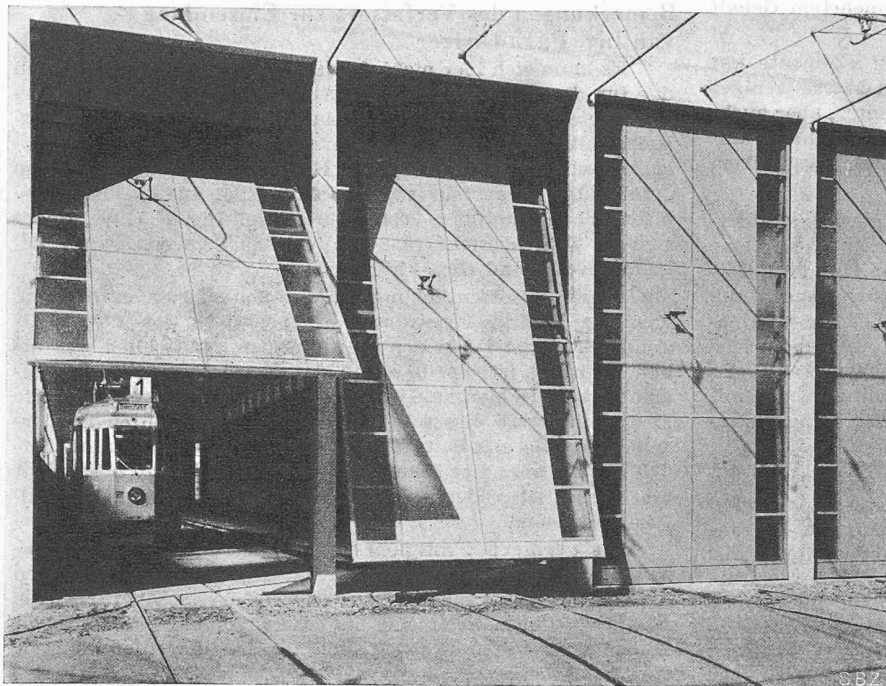


Bild 10. Toranlage von aussen

Phot. F. Schneider, Luzern

Aus der Schweizerischen Zementindustrie

DK 666.94(494)

Die nachstehenden Bemerkungen zum sehr interessanten Aufsatz von Dr. H. Gygi¹⁾ über die schweizerische Zementindustrie beziehen sich ausschliesslich auf den Vergleich zwischen schweizerischem Normenzement und den amerikanischen Zementen Typ II und Typ IV, die für den Gebrauch bei grossen massiven Staumauern entwickelt worden sind. Für diesen Vergleich ist zu beachten, dass in der amerikanischen Entwicklung Typ IV dem Typ II voranging. Der Typ IV (damals und auch jetzt noch vielfach «Low Heat Cement», d. h. Zement mit geringer Abbindewärme, genannt) wurde zum ersten Mal an der Morris-Staumauer in Kalifornien 1932 und fast gleichzeitig an der Hoover-Staumauer angewendet und ist das Ergebnis der dem Bau der Hoover-Staumauer vorausgehenden Studien und Versuche.

Als das Bewässerungsamt der amerikanischen Bundesregierung dem Bau der Hoover-Staumauer näher trat, war man sich klar, dass für den Bauvorgang dieser an Kubatur alles Vorangegangene bei weitem übertreffenden Mauer (2,5 Mio m³, Wäggitäl 0,24 Mio m³) dem Problem der Abführung und Begrenzung der Abbindewärme des Betons ausschlaggebende Bedeutung zukam. Von Anfang an rechnete man mit künstlicher Kühlung des frisch eingebrachten Betons. Es zeigte sich aber, dass mit dieser Massnahme allein der Temperaturanstieg nicht innerhalb der als zulässig erachteten Grenzen hätte gehalten werden können, sondern dass auch ein Zement entwickelt werden musste, dessen chemische Zusammensetzung eine geringere Hydratationswärme als die des normalen Portlandzementes ergibt. Nach langen Versuchen in verschiedenen Laboratorien und Prüfungsanstalten wurde dies durch Begrenzung der C₃A- (Trikalziumaluminat) und C₃S- (Trikalziumsilikat) Komponenten erreicht. Diese Komponenten wurden damals zum ersten Mal in Zementvorschriften erwähnt.

Beim Bau der Hoover-Staumauer zeigte sich jedoch der Nachteil, dass die Verminderung der Abbindewärme (die sowohl in einer absoluten Verminderung der freiwerdenden Kalorien als in einer langsameren, d. h. über einen grösseren Zeitraum ausgedehnten Wärmeabgabe besteht) auch eine Verlangsamung des Abbindens und Erhärtens zur Folge hatte. Dadurch wurde zuweilen und besonders während der kühleren Jahreszeit der Baufortschritt gehemmt. Hauptsächlich aus diesem Grunde wurde dann der Typ II entwickelt, der auch unter dem Namen «Modified Cement», «Moderate Heat Cement» oder «Type B Cement» bekannt ist. Bei diesem Zement sind die Anforderungen hinsichtlich Beschränkung der Ab-

bindewärme weniger weitgehend als beim Typ IV, und deshalb ist der Erhärtungsprozess weniger verlangsamt.

Diese zwei Zementsorten sind in den USA seit 1932 für den Bau grosser Staumauern sozusagen ausschliesslich verwendet worden. Das Bundesbewässerungsamt hat in dieser Zeitspanne die Hoover-, Grand Coulee-, Shasta-, Friant-, Parker- und andere Staumauern von zusammen mehr als 12 Mio m³ Kubatur teilweise mit Zement Typ IV, teilweise mit Zement Typ II erstellt; die Tennessee Valley Authority hat in der selben Zeit etwa 9,5 Mio m³ Beton erzeugt, wovon etwa 600 000 m³ mit Typ IV, alles übrige mit Typ II. Die Begründung für den Gebrauch sowohl des einen als des andern Typs war immer in erster Linie die geringere Wärmeentwicklung; die mit der Begrenzung des C₃A-Gehaltes verbundene erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einwirkungen ist natürlich willkommen, hat aber kaum je den einzigen Grund für den Gebrauch eines dieser Zemente gebildet.

Aus dem oben erwähnten Artikel¹⁾ erhält der Leser den Eindruck, dass:

1. Eine Verminderung der am meisten Hydratationswärme erzeugenden Komponenten C₃A und C₃S notwendigerweise zu einer Verminderung der Festigkeitseigenschaften des betreffenden Zementes führt,
2. eine Verminderung der C₃A- und C₃S-Komponenten, ausserdem eine Verminderung der Frostbeständigkeit zur Folge hat und
3. Zemente mit verringerter Abbindewärme nur in Gegenden mit milden Wintern gebraucht worden sind.

Diese Folgerungen wären jedoch nur zum kleinsten Teil berechtigt. Zu Punkt 1 ist zu sagen, dass die eine hohe Hydratationswärme erzeugenden Komponenten nicht eine hohe Festigkeit an sich, sondern hauptsächlich eine hohe Anfangsfestigkeit ergeben. Es geht aus den Bemerkungen von Dr. Gygi über die Zemente mit verminderter Abbindewärme hervor, dass dort, wo er von «Festigkeit» spricht, immer die Festigkeit im Alter von 28 Tagen gemeint ist. Diese Festigkeit ist allerdings für den Zement Typ IV wesentlich geringer als für Normalzement. Aus zahlreichen amerikanischen Laboratoriums- und Bauplatzversuchen hat sich jedoch ergeben, dass nach etwa 90 Tagen die Festigkeiten für Zement Typ IV annähernd die selben sind wie für Normalzement, d. h. bei den Zementen mit reduzierter Abbindewärme ist die Erhärtung verlangsamt, die Endfestigkeiten sind jedoch ungefähr gleich. Uebrigens geht auch aus Tabelle 7 des erwähnten Aufsatzes hervor, dass für Zement vom Typ II bei sieben Tagen eine kleinere, aber bei 28 Tagen die selbe Festigkeit verlangt wird wie für Normalzement; bei Typ IV wird der anfängliche Vorsprung des Normalzementes erst nach etwa drei Monaten eingeholt. Dass die reduzierte Abbindewärme mit einer langsameren Festigkeitszunahme erkauft werden muss, mag in vielen Fällen, besonders im Hochbau, von Nachteil sein. Bei Staumauern hingegen, wo zwischen der Herstellung der maximal beanspruchten Betonteile und deren endgültiger Belastung gewöhnlich Jahre vergehen, ist die langsame Festigkeitszunahme un wesentlich, die geringere Wärmeentwicklung dagegen von ausschlaggebender Bedeutung.

Mit Bezug auf die Frostbeständigkeit werden nachstehend einige Schlussfolgerungen amerikanischer Prüfstellen zitiert, die für das Bewässerungsamt eingehende Untersuchungen zwecks Aufstellen von Vorschriften über den Zement für die Hoover- (Boulder-) Staumauer gemacht hatten.

1. Materialprüfungslaboratorium der Universität von Kalifornien: «Je höher der Gehalt an C₃A und C₄AF, um so geringer ist die Widerstandsfähigkeit gegenüber Wechsel von Trockenheit/Nässe und Gefrieren/Auftauen.»

2. Laboratorium der «Portland Cement Association»: «Der Widerstand gegen Gefrieren und Auftauen wird bei erhöhtem

1) SBZ 1948, Nr. 33 und 34, S. 453, 465.

Gehalt an C_3A stark vermindert und bei vermehrtem Gehalt von $C_2S + C_3S$ verbessert.»

3. Laboratorium des Bewässerungsamtes: «Zemente mit verminderter Abbindewärme sind in geringem Masse weniger widerstandsfähig gegen Frost als Normalzemente», aber auch: «Zemente mit verminderter Abbindewärme sind in bezug auf den Angriff alkalischer Wässer Normalzementen weit überlegen».

Aus den beiden letzten Zitaten geht ein gewisser Widerspruch hervor. Er beruht wahrscheinlich darauf, dass eine weitgehende Reduktion von C_3S zugunsten von C_2S die Frostbeständigkeit vermindert. Die Reduktion, bzw. Begrenzung der C_3A -Komponente ist aber sowohl im Hinblick auf Wärmeentwicklung als auch auf Frostbeständigkeit und chemische Widerstandsfähigkeit eindeutig günstig und anzustreben. Es ist deshalb nicht angängig, zum vornherein die Zemente mit reduzierter Abbindewärme als weniger frostbeständig zu erklären.

In bezug auf das Standortklima amerikanischer Mauern ist allerdings die Hoover- (Boulder-) Mauer keinen sehr tiefen Temperaturen ausgesetzt (Mittel der Tagesminima für Januar $+4^{\circ}C$). Dagegen ist an der Grand Coulee-Mauer, für welche ebenfalls Zement mit verminderter Abbindewärme gebraucht wurde, das Mittel der Tagesminima im Januar $-10,2^{\circ}C$, was immerhin einem ziemlich harten Winter entspricht. Im Gebiet der Tennessee Valley Authority kommen Wintertemperaturen bis $-25^{\circ}C$ vor. Zemente mit verminderter Abbindewärme sind also in den USA durchaus nicht nur an Orten mit mildem Klima verwendet worden.

Dabei mag daran erinnert werden, dass für die Frostbeständigkeit nicht sowohl das absolute Temperaturminimum, sondern vielmehr die Anzahl der Wechsel zwischen Frost und Auftauen massgebend ist und dass in dieser Hinsicht das amerikanische winterliche Kontinentalklima mit seinen häufigen Wechseln zwischen Kälteperioden und verhältnismässig warmen Perioden grosse Ansprüche an den Beton stellt.

Es besteht die Möglichkeit, dass in der Schweiz in absehbarer Zeit eine oder mehrere grosse Staumauern erstellt werden. Die Kubaturen, die dabei in Frage kommen, bewegen sich zwischen 1 und 6 Mio m^3 für das einzelne Objekt, sind also von der selben Grössenordnung wie diejenigen der grössten amerikanischen Mauern. (Grand Coulee 7,8 Mio m^3 , Shasta 4,6 Mio m^3 , Hoover 2,6 Mio m^3 .) Das bei diesen Dimensionen sich ergebende Problem der Abführung der Abbindewärme, d. h. der Verhütung oder Verminderung der Rissbildung infolge Volumenänderung, wird bei uns in gleicher Weise wie in den USA von massgebender Bedeutung für die Projektierung sowohl als auch für die Bauausführung sein.

Die Bedingungen sind bei uns insofern etwas günstiger, als auf unsern hochgelegenen Baustellen die Zuschlagsstoffe und das Anmachwasser weniger Eigenwärme in den Mischer mitbringen, als dies meistens in den USA der Fall ist. Trotzdem werden besondere Vorkehrungen nicht zu umgehen sein, um die Abbindewärme abzuleiten und ihre Entstehung so weit als möglich einzudämmen. Um sich über die wirtschaftlichste Kombination solcher Massnahmen klar zu werden, dürfen keine der verfügbaren Möglichkeiten ausser acht gelassen werden.

Man kann nicht an der Tatsache vorbeigehen, dass für alle bis jetzt gebauten Staumauern von über 1 Mio m^3 Volumen²⁾ ohne Ausnahme Spezialzemente verwendet wurden. Daher scheint es, dass weder die Ablehnung noch der Gebrauch eines solchen Zementes für eine zukünftige grosse schweizerische Staumauer nicht verantwortet werden könnte, ohne vorherige gründliche Untersuchungen über die Herstellbarkeit, die Eigenschaften und die Wirtschaftlichkeit unter schweizerischen Verhältnissen. Die bisherigen Leistungen der schweizerischen Zementindustrie, die durch den Aufsatz von Dr. H. Gygi in vortrefflicher Weise beleuchtet werden, berechtigen zu der Annahme, dass diese Industrie auch für dieses Problem eine befriedigende Lösung finden wird.

Paul Gisiger, Baden

²⁾ Es sind dies meines Wissens die Staumauern Grand Coulee, Shasta, Hoover, Fontana, Friant, Norfolk, alle in den USA. Das Dneprostroy-Werk in Russland soll auch etwas über 1 Mio m^3 enthalten, kommt aber seines relativ geringen Mauerdurchschnittes halber hier nicht in Betracht.

Bemerkungen des Verfassers zur Einsendung von Ing. P. E. Gisiger

Es kann sich hier nicht darum handeln, die Eigenschaften der für den Talsperrenbau im Ausland entwickelten Sonderzemente erschöpfend zu behandeln. Ich möchte jedoch auf Versuche mit derartigen Sonderzementen hinweisen, die im Versuchsofen der Zementfabrik Holderbank-Wildegg AG. im Jahre 1938 hergestellt worden sind. Eine ausführliche Veröffentlichung hierüber, verfasst von Dipl.-Ing. F. Guye, findet sich im Jahresbericht 1938 des Vereins Schweizerischer Zement-, Kalk- und Gips-Fabrikanten.

Dieser Veröffentlichung ist auf Seite 52 zu entnehmen, dass die Hydrationswärme beispielsweise des Low-Heat-Zementes, Type IV in den USA-Normen, tatsächlich wesentlich niedriger ist als diejenige des Normalzementes der Zementfabrik Holderbank-Wildegg AG. Dagegen erfüllen die Festigkeitswerte dieses in Holderbank hergestellten Sonderzementes, wie aus Seite 48 des erwähnten Berichtes ersichtlich ist, bei normaler Feinheit auch nach 90 Tagen noch nicht die Vorschriften der schweizerischen Normen für Normal-Portlandzement.

Die geringen Festigkeitswerte der für den Talsperrenbau entwickelten Sonderzemente haben nach den Erfahrungen des Verfassers die für den Bau von schweizerischen Talsperren verantwortlichen Ingenieure bis jetzt davon abgehalten, solche Zemente, die in der Schweiz auch hergestellt werden könnten, vorzuschreiben.

Dr. H. Gygi

MITTEILUNGEN

Zürcherische Vereinigung für Heimatschutz. Die grösste Sektion der Schweizerischen Vereinigung für Heimatschutz stattete anlässlich ihrer Jahresversammlung vom 3. Oktober der sehr aktiven Nachbarsektion Schaffhausen einen freundschaftlichen Besuch ab. Die Teilnehmer konnten von den Stadtrundgängen und dem ausgezeichneten Lichtbildervortrag des städtischen Baureferenten Stadtrat E. Schalch viel lernen. Man sah eine Altstadt ohne Lichtreklamen, historische Privathausfassaden ohne störende Schaukästen und neuerdings auch mit besser proportionierten Schaufenstern, einen modernen Kino ohne jede Strassenreklame (nur mit Bildern in der Arkade der restaurierten Hausfront), und man lernte eine städtebauliche Planung und Vorarbeit kennen, die sogar bei den gewaltigen Wiederaufbauarbeiten unmittelbar als Wegleitung dienen konnte (Verlegung von Industrien aus dem Mühlenquartier und Anlage einer Rheinpromenade, Wahrung des charakteristischen Stadtbildes). Bei diesem erstaunlich rasch vollzogenen Wiederaufbau kamen die Grundsätze des gesunden Heimatschutzes dank dem Verständnis von Baubehörden, Hauseigentümern, Architekten und Gewerbe-firmen zu voller Auswertung, obgleich man den Hauseigentümern, die vor allem neuzeitliche, rationelle Gebäude haben wollten, nicht aufdringlich den Heimatschutz predigte, sondern sie nur an die bereits bewährten Richtlinien erinnerte. — Was nun die Verhandlungen des Zürcher Heimatschutzes betrifft, so ging aus dem Jahresbericht des Obmanns, Arch. Richard von Mural, vor allem die stärkende und neue Möglichkeiten schaffende Wirkung der nun hoffentlich jedes Jahr wiederkehrenden, gesamtschweizerischen Taleraktionen hervor. Das «Dorfinventar» des linken Zürichseeufers und des Sihltals wurde in Angriff genommen, ein Bilderarchiv angelegt, die Organisation der Vertrauensmänner durch Heranziehung möglichst vieler Gemeinden weiter ausgebaut. Der Heimatschutz will nicht einfach als eine Instanz zur Subventionierung von Riegelhaus-Renovationen angesehen werden, wie dies allzu häufig vorkommt. Aber er bedauert es, dass unbedingt erhaltenswerte ländliche Bauten (Doppelhaus in Lautikon, Türmlihaus in Hofstetten bei Elgg) trotz seiner grosszügig geplanten Mitwirkung einstweilen wegen der Ungunst der speziellen Verhältnisse nicht erneuert werden können. Eine korrekte Restauration erfuhr der Barockbrunnen auf dem Dorfplatz von Stadel im Zürcher-Unterland.

Neue Container bei den Niederländischen Eisenbahnen. Um die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber dem Strassentransport zu erhöhen, haben die Niederländischen Eisenbahnen 1000 Transportbehälter in drei Ausführungsarten in Dienst gestellt und weitere 1400 in Auftrag gegeben. Die geschlossenen Behälter von 2×3 m Grundfläche und 2 m Höhe bei