Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117 (1999)
Heft: 12

Artikel: Festlegung und Bestimmung des Wasserzementwerts
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79709

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: 14.07.2025

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

turform eine Spannung, wie dies vorgehend bei Corbusier diskutiert wurde.

Giacomettis Auseinandersetzung mit der bildenden Kunst fand hier ihre architektonische Umsetzung. Die Kunst zählt für ihn jedoch sozusagen zum Familienerbe, und von 1953 bis 1965 hat der Architekt Giacometti an zahlreichen Ausstellungen im Kunsthaus Zürich mitgearbeitet und wirkte zeitweise auch als Präsident der Ausstellungskommission der Zürcher Kunstgesellschaft. Ferner war er Mitglied in verschiedenen Fachverbänden und Jurymitglied bei mehreren Wettbewerbskommissionen. Bruno Giacometti lebt heute in Zollikon bei Zürich. Sein Werk harrt einer monographischen Würdigung.

Adresse der Verfasserin:
Irene Hochreutener, lic. phil. I, Kreuzbleichestr. 13, 9000 St. Gallen

Bildquelle

Wohnhaus Dr. Stampa, aus: Werk 1946; Wohnhäuser in Castasegna, aus: Die Kraftwerkbauten im Kanton Graubünden; Restaurant Roxy, aus: Werk 1950; Schweizer Pavillon, aus: Werk 1952

Anmerkungen

[1]Projekte und Wettbewerbserfolge (eine Auswahl): Städtische Wohnkolonie Manegg Zürich (1953/54 mit Robert Winkler); Schulhäuser in Mettmenstetten (1957), Vicosoprano (1957/58), Brusio (1961-63); Institute für Hygiene und Pharmakologie der Universität Zürich (1960), Gesamtausbau der schweizerischen Epilepsie-Klinik in Zürich (1964, 1973); Stadthaus Uster (1965), Bezirksspital Dielsdorf und dazugehöriges Krankenheim (1965, 1982); Bündner Naturmuseum Chur (1977-82)

[2]Zit. in: Architektenlexikon der Schweiz 19./20. Jahrhundert, Hrsg. *Isabelle Rucki, Dorothee Huber*, Basel 1998, S. 468

[3]Ferien- und kleine Wohnhäuser: Wohnhaus Dr. St.-L. bei Chur, Architekt: Bruno Giacometti SWB, Zürich. In: Werk, Heft 6, 1946, S. 200-201

[4]Wohnhäuser. Arzthaus in Uster, Architekt: Bruno Giacometti, Zürich. In: Werk, Heft 4, 1948, S. 105-108

[5]Vgl. dazu: Von Pflanzen und Gärten. Hrsg. Haggenmacher Gartenbau, Winterthur o.J. (1949)

[6]*Alfred Roth:* Zwei Wohnhäuser von Le Corbusier und Pierre Jeanneret. Stuttgart 1927, S. 37 .

[7]*Sigfried Giedion:* Raum, Zeit, Architektur. Zürich 1989 (1941), S. 24

[8]Schweizerische Verkehrsförderung. Schweizerisches Reisebüro in London, Architekt: Alfred Roth BSA, Zürich. In: Werk 1949, Heft 11, S. 352-357

[9]*Conradin Clavuot* und *Jürg Ragettli*: Die Kraftwerkbauten im Kanton Graubünden, Chur 1991, S. 182-187

[10]Für die Bergeller Kraftwerke entstand zudem die Talstation zur Seilbahn des Stausee-Kraftwerks Albigna. Vgl. Schweizer Architekturführer 1920-1990, Bd. 1, Zürch 1992, S. 74

[11]*Robert Obrist, Silva Semadeni, Diego Giovanoli*: Costruir Bauen Costruire 1830-1980, Zürich/Bern 1986, S. 137

[12]ibid. S. 219

[13]Weitere ausgeführte Projekte des Büros Karl Egender in den dreissiger Jahren: Div. Umbauten und Erweiterungen von Schule und Museum für Gestaltung, Ausstellungsstr. 60, Zürich, (1930-33) in Zusammenarbeit mit Adolf Steger; Strandbad, Seestr. 246, Küsnacht (1930) in Zusammenarbeit mit Adolf Steger; Albisriederhaus, Albisriederstr. 330, Zürich (1930-34). Die Mitarbeit von Giacometti, der von 1930-39 bei Egender arbeitete, ist für diese Objekte nicht gesichert. Spätere bedeutende Bauten von Egender sind das Geschäftshaus Sihlgarten, Talacker 41, Zürich (1947-48),

[14]Restaurants, Verkaufsräume, Kinos. Umbau des Restaurants Roxy in Zürich, Architekt Bruno Giacometti SIA, Zürich, in: Werk, Heft 7, 1950, S. 197-199

[15]Die Möblierung besorgte Giedion aus dem Programm der Wohnbedarf AG.

[16]Bauten des kulturellen Lebens. Der Schweizer Pavillon an der Biennale in Venedig, Architekt: Bruno Giacometti BSA, Zürich. In: Werk, Heft 9, 1992, S, 282-285. Weitere Ausstellungsbauten um 1945-1950 sind die Schweizer Pavillons der Länder- und Gewerbeausstellungen in Paris und Mailand. Zur Biennale vgl. *Florens Deuchler*, Kunstbetrieb, Ars Helvetica Bd. II, Disentis 1987, S.171 f.

Begleitkommission SIA 162 «Betonbauten»

Festlegung und Bestimmung des Wasserzementwerts

MG. Der Beitrag zur «Festlegung und Bestimmung des Wasserzementwertes» wurde in unserer Ausgabe 9 vom 5. März 1999, S. 185 f., unvollständig wiedergegeben. Die jetzige Version ist die korrekte und ersetzt die erste Publikation. Für das Versehen entschuldigen wir uns.

Der Wasserzementwert (WZ-Wert) ist eine der wichtigsten betontechnologischen Grössen. Er hat einen massgebenden Einfluss auf praktisch alle Festbetoneigenschaften. Deshalb wird vielfach ein Maximalwert vorgeschrieben. Er ist definiert als:

$$WZ = \frac{W_o}{Z}$$

Der WZ-Wert kann nur am Frischbeton direkt bestimmt werden. Der Wassergehalt (W_o) wird in einem Darrversuch ermittelt (Norm SIA 162/1, Prüfung Nr. 19). Der Zementgehalt (Z) ergibt sich aus einer Ergiebigkeitsprüfung (Norm SIA 162/1, Prüfung Nr. 18) oder es wird dafür die Zementdosierung nach Rezept eingesetzt. Unter dem Begriff «Zement» sind die gemäss Norm SIA 215.002 definierten Zementarten (CEM I, II usw.) zu verstehen, nicht aber neben dem Zement zugegebene Betonzusatzstoffe wie z.B. Flugasche oder Mikrosilica. Zur Frage der Anrechenbarkeit von Betonzusatzstoffen sei auf die Mitteilung der Begleitkommission SIA 162 «Betonbauten» betreffend «Neue Zementnorm - neue Betonbezeichnungen» verwiesen (z.B. SI+A 30/31 vom 22. Juli 1996 oder IAS 10 vom 16. April 1996).

In letzter Zeit sind zunehmend Probleme entstanden, da die vorgeschriebenen, meist tiefen Werte für WZ nur noch knapp oder nicht mehr erreicht werden konnten, weil gleichzeitig hohe Anforderungen an die Verarbeitbarkeit gestellt wurden und die Preise «gedrückt» waren.

Teilweise wurden die Probleme gelöst, indem der gemessene Wassergehalt um die sogenannte «Kernfeuchte» oder um den Wassergehalt in Zusatzmitteln reduziert wurde. Dies wird manchmal damit begründet, dass dieses Wasser nicht wirksam sei und Anforderungen an den «wirksamen» und nicht an den «totalen» WZ-Wert gestellt werden müssten, wie aus Norm SIA 162/1, Ziffer 319 41, hervorgehe: «Bei Leichtbeton ist für die Berechnung des wirksamen Wasserzementwertes die Saugfähigkeit der Zuschlagstoffe zu berücksichtigen.»

In Bezug auf das Wasser in Zusatzmitteln - und Zusatzstoffen z.B. Mikrosilica-Slurry - ist leicht einzusehen, dass die oben beschriebene Korrektur des WZ-Werts nicht zulässig ist. Dieses Wasser un-

terscheidet sich nicht von «normalem» Zugabewasser und ist deshalb vollständig als «wirksam» zu berücksichtigen. Dies ist im Einklang mit den Bestimmungen in der kommenden europäischen Betonnorm prEN 206.

Bezüglich der Kernfeuchte, d.h. des Wassers, das in den Poren der Zuschlagskörner adsorbiert ist, erscheint eine Korrektur des WZ auf den ersten Blick gerechtfertigt. Bei näherer Betrachtung erweist sich diese Art der «Problemlösung» aber aus praktischen Gründen als nicht zweckmässig, wie im Folgenden erläutert wird.

Die Bestimmung des Wassergehalts durch Austrocknen (Prüfung Nr. 19) ist äusserst einfach und liefert - bei der notwendigen Sorgfalt - eindeutige Ergebnisse. Interne Vergleichsversuche an der Empa haben gezeigt, dass der totale Wassergehalt W_o im Beton etwa auf ± 2 bis 4% genau ermittelt werden kann.

Daraus lässt sich ableiten, dass die Wassergehalte, die sich aus zwei verschiedenen Frischbetonkontrollen der gleichen Lieferung ergeben, um 5 bis 15 kg/m³ voneinander abweichen können, was etwa der maximal möglichen «Kernfeuchte» von «normalen» Zuschlagstoffen entspricht. Die Kernfeuchte liegt also im «Normalfall» im Bereich der Messunsicherheit.

In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, dass die Schweizerische Vereinigung Privater Labors für Baustoffprüfung und Forschung (VPL) Empfehlungen für vereinheitlichte Arbeitsanweisung für verschiedene Betonprüfungen erarbeitet hat, so z.B. auch für:

- Bestimmung der Kernfeuchte von Zuschlagsstoffen
- Wassergehalt und Wasser/Zement-Wert im Frischbeton

Hinsichtlich der Bestimmung der Kernfeuchte von Zuschlagsstoffen sei zudem auch auf die prEN 1097-6 «Determination of particle density and water absorption» verwiesen.

Bei porösem Zuschlag - z.B. Blähton, Backsteinabbruch, Betongranulat - kann die Wasseraufnahmefähigkeit wesentlich grösser als die Messunsicherheit bei der Bestimmung des Wassergehalts sein. In ausgedehnten Untersuchungen an der Empa hat sich jedoch gezeigt, dass die tatsächliche Wasseraufnahme der Körner im Frischbeton etwa dem Wert entspricht, der bei Unterwasserlagerung nach einer Minute erreicht wird. Eine «korrekte» Berücksichtigung der Kernfeuchte ist deshalb auch hier nicht möglich, da die Ein-Minuten-Wasseraufnahme aus technischen Gründen nicht direkt gemessen werden kann. Dieser Wert muss aus einer Zeitreihe zurückextrapoliert werden. Zudem müsste im Einzelfall auch bekannt sein, wie gross der Wassergehalt der Körner vor der Zugabe zum Mischer war.

Aus diesen Gründen erachtet es die Arbeitsgruppe SIA 162-4 «Beton» der Begleitkommission SIA 162 als unzulässig, den gemäss Prüfung Nr. 19, Norm SIA 162/1, ermittelten Wassergehalt mit einer «Kernfeuchte» oder dem Wassergehalt in Zusätzen zu korrigieren. Die Definition des WZ-Werts muss aus Gründen der Überprüfbarkeit auf den totalen Wassergehalt W_o der sich aus dem Darrversuch ergibt, bezogen werden und lautet:

$$WZ = \frac{M_B - M_{BT}}{M_B} \cdot \frac{\rho_R}{Z}$$

WZ Wasserzementwert [-]
M_B Masse der Betonprobe [kg]
M_{BT} Masse der vollständig getrockneten Betonprobe [kg]
ρ_R Rohdichte des fertig verdichteten Frischbetons [kg/m³]
Z Zementgehalt gemäss Prüfung Nr. 18, Norm SIA 162/1 [kg/m³]

Das eingangs erwähnte Problem mit dem WZ-Wert entsteht dadurch, dass sowohl an die Steuergrössen (z.B. WZ, Zementgehalt) als auch an die Zielgrössen (z.B. Verarbeitbarkeit, Festigkeit usw.) Anforderungen gestellt werden. Dies führt fast zwangsläufig zu Widersprüchen, da die Beziehungen zwischen den einzelnen Grössen nicht konstant sind, sondern von vielen weiteren Faktoren und Randbedingungen abhängen.

So ist z.B. die Beziehung zwischen WZ und Druckfestigkeit von der Zementfestigkeitsklasse, vom Zementgehalt, von der Kombination Zement - Zuschlag - Zusatz, von der Korngrössenverteilung des Zuschlags, von der Form, Oberflächenrauhigkeit und Kantigkeit der Zuschlagskörner und - in speziellen Fällen wie Betongranulat, Mischabbruch, Leichtzuschlag - von der Wasseraufnahme der Zuschlagskörner abhängig. Alle diese Faktoren sind dem ausschreibenden Ingenieur nicht bekannt, hingegen sollte der Betonproduzent Bescheid wissen. Deshalb ist es nicht sinnvoll, dass der Ingenieur durch eine Vorschrift zur Steuergrösse zumindest teilweise die Verantwortung dafür übernimmt, dass bei Einhaltung dieser Vorschrift die Anforderungen an die Frisch- oder Festbetoneigenschaften (=Zielgrössen) erreicht werden.

Eine Lösung des Problems mit dem WZ-Wert ist demnach nur dadurch zu erreichen, dass der Beton (wie in der prEN 206 vorgesehen) entweder als «Entwurfsbeton» oder als «vorgeschriebener Beton» festgelegt wird (Kasten).

Dass der Hersteller beim «Entwurfsbeton» respektive der Ingenieur beim «vorgeschriebenen Beton» die Saugfähigkeit der Zuschlagstoffe für die Berechnung des wirksamen WZ-Werts berücksichtigen muss, ist selbstverständlich.

Die entsprechende Korrektur ist aber bei den Anforderungen vorzunehmen und nicht bei den Prüfergebnissen, indem der maximal zulässige WZ-Wert um einen entsprechenden Betrag erhöht wird:

- z.B. WZ («wirksam») = 0,48
  WZ (gefordert) ≤ 0,51

Dabei muss gleichzeitig klar festgelegt werden, ob diese Forderung für jeden Einzelwert oder für den Mittelwert gilt. Im ersten Fall muss nämlich die Prüfstreuung von ± 0,02 bis ± 0,03 vom Hersteller berücksichtigt und ein entsprechend tieferer WZ-Wert angestrebt werden, während sie im zweiten Fall vom Besteller (Ingenieur, Bauunternehmen) als «Toleranzband» zu akzeptieren ist. Die folgenden Beispiele erläutern diesen Sachverhalt:

- Anforderung an jeden Einzelwert:
  z.B. WZ (gefordert) ≤ 0,51
  WZ (angestrebt) ≤ 0,48
- Anforderung an den Mittelwert:
  z.B. WZ (gefordert) ≤ 0,51
  WZ (akzeptiert) = 0,48 bis 0,54

prEN 206: 1997, Seite 11

- 3.11 Entwurfsbeton:

Beton, bei dem der Käufer für die Festlegung der geforderten Eigenschaften und zusätzlichen Anforderungen und der Hersteller für die Bereitstellung eines Betons, der den geforderten Eigenschaften und den zusätzlichen Anforderungen entspricht, verantwortlich ist.

- 3.12 Vorgeschriebener Beton:

Beton, bei dem der Käufer für die Festlegung der Zusammensetzung des Betons und der Ausgangsstoffe, die verwendet werden müssen, und bei dem der Hersteller für die Bereitstellung eines Betons mit der festgelegten Zusammensetzung verantwortlich ist.