Heftreihe

DEUTSCHER BETON- UND BAUTECHNIK-VEREIN E.V.

31

Untersuchungen zur Einbaudicke von zementgebundenem Vergussbeton



Bau Kompetenz im Dialog

DEUTSCHER BETON- UND BAUTECHNIK-VEREIN E.V.



Untersuchungen zur Einbaudicke von zementgebundenem Vergussbeton

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.

DBV-Heft 31 „Untersuchungen zur Einbaudicke von zementgebundenem Vergussbeton“
Ausgabe November 2014

© Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin 2014
Redaktion: Dr.-Ing. Björn Siebert

Herausgeber: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.
Kurfürstenstraße 129
10785 Berlin
info@betonverein.de
www.betonverein.de

Verlag: Eigenverlag
Druck: Druckerei Chmielorz GmbH, 65205 Wiesbaden

Titelbild/Quelle: Bilfinger Construction GmbH, Zentrales Labor für Baustofftechnik

Hinweis: Für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte sowie die Anwendbarkeit etwaiger Erkenntnisse und Empfehlungen, die sich aus den Beiträgen ergeben oder ableiten lassen, übernimmt der DBV keinerlei Haftung oder Gewährleistung. Von etwaigen Ansprüchen Dritter ist der DBV freizustellen.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Schrift darf ohne schriftliche Genehmigung des DBV in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

Die Wiedergabe von Markennamen, Handelsbezeichnungen oder sonstigen Kennzeichen in dieser Schrift berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie als solche nicht eigens markiert sind.

Vorwort

In der DAfStb-Richtlinie Herstellung und Verwendung von zementgebundenem Vergussbeton und Vergussmörtel (Ausgabe November 2011) ist die Einbauhöhe auf das 25-fache des Größtkorns begrenzt. Hintergrund für diese Regelung war die Sorge, dass sich durch sehr hohe Temperaturen im Zuge der Hydratation Beeinträchtigungen im Festbeton, insbesondere der Dauerhaftigkeit, ergeben könnten. Einschlägige Untersuchungen hierzu waren bislang jedoch nicht verfügbar.

Aus diesem Anlass wurden im Rahmen des DBV-Forschungsprojekts 293 am Lehrstuhl für Baustofftechnik der Ruhr-Universität Bochum an verschiedenen Vergussbetonen eingehende Laboruntersuchungen u. a. zur Hydratationswärme- und Festigkeitsentwicklung, zum Frostwiderstand sowie zur sekundären Ettringitbildung vorgenommen.

Im Ergebnis zeigen die durchgeführten Untersuchungen, dass auch bei Einbauhöhen von Vergussbeton jenseits der bislang geltenden Begrenzung keine Beeinträchtigung der maßgeblichen Festbetoneigenschaften zu erwarten ist. Vor dem Hintergrund dieser neuen Erkenntnisse ergibt sich der Anlass, den Anwendungsbereich der DAfStb-Richtlinie bzw. deren Einschränkung zur Einbauhöhe zu überarbeiten.

Unser Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rolf Breitenbücher, der an seinem Institut die für die Praxis ungemein hilfreichen Untersuchungen durchgeführt hat.

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V.

Dr.-Ing. Lars Meyer	Dr.-Ing. Björn Siebert
Geschäftsführer	Projektleiter Baustofftechnik

Inhaltsverzeichnis

Autorenverzeichnis III

1 Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung 1

2 Hintergründe 2
2.1 Allgemeines 2
2.2 Anforderungen, Anwendungsbereiche und Einschränkungen für Vergussbetone nach der DAfStb-Richtlinie 2
2.2.1 Grundsätzliche Anforderungen 2
2.2.2 Anwendungsbereiche und Einschränkungen 4
2.3 Erwärmung in Bauteilen infolge der Freisetzung von Hydratationswärme 5
2.3.1 Hydratationswärmeentwicklung 5
2.3.2 Temperaturanstieg in Bauteilen 7
2.4 Innere Wärmebehandlung 8
2.5 Potenzielle Auswirkungen einer hohen Erwärmung während der Hydratation auf die Dauerhaftigkeit von Vergussbetonen in dickeren Schichten 9
2.5.1 Rissbildung 9
2.5.2 Festigkeitseinbußen 10
2.5.3 Sekundäre Ettringitbildung 11

3 Versuchsdurchführung 13
3.1 Basis der Untersuchungen und maßgebliche Ziele 13
3.2 Untersuchte Vergussbetone 13
3.3 Herstellung der Probekörper 14
3.4 Versuchsprogramm 16
3.5 Frischbetonkonsistenz 17
3.6 Temperaturentwicklung während der Hydratation 17
3.7 Druckfestigkeit und Rohdichte 17
3.8 Spaltzugfestigkeit 18
3.9 Frostwiderstand (CIF) 18
3.10 Dehnungsverhalten infolge einer möglichen sekundären Ettringitbildung 18
3.11 Mikroskopische Untersuchung der Rissbildung 19
3.12 Sedimentationsstabilität 19

4 Versuchsergebnisse 20
4.1 Konsistenz 20
4.2 Temperatur 20
4.2.1 Frischbetontemperaturen 20
4.2.2 Temperaturverläufe des Vergussbetons A(1) 21
4.2.3 Temperaturverläufe des Vergussbetons A(2) 23
4.2.4 Temperaturverläufe des Vergussbetons C 26
4.2.5 Zusammenfassung der Ergebnisse 28
4.3 Rohdichte und Druckfestigkeit 30
4.3.1 Rohdichte 30
4.3.2 Druckfestigkeiten in Abhängigkeit vom Prüfalter 31
4.3.3 Druckfestigkeiten in Abhängigkeit von der Höhenlage der Proben 33
4.3.4 Druckfestigkeiten in Abhängigkeit vom Prüfalter und der Höhenlage der Proben 35
4.4 Spaltzugfestigkeit 37

4.5 Bestimmung des Frostwiderstandes (CIF) 39
4.5.1 Wasseraufnahme der Vergussbetone 39
4.5.2 Relativer dynamischer E-Modul des Vergussbetons A(1) 41
4.5.3 Relativer dynamischer E-Modul des Vergussbetons A(2) 44
4.5.4 Relativer dynamischer E-Modul des Vergussbetons C 46
4.5.5 Relativer dynamischer E-Modul in Abhängigkeit von der Probenhöhe 48
4.5.6 Zusammenfassung der Ergebnisse 50
4.5.7 Abwitterung 50
4.6 Dehnungsverhalten bei 8 °C-Unterwasserlagerung (Überprüfung einer möglichen sekundären Ettringitbildung) 51
4.6.1 Bestimmung der potenziellen Dehnungen infolge einer sekundären Ettringitbildung und Massenänderung infolge Wasseraufnahme 51
4.6.2. Untersuchungen unter dem REM und Bestimmung der Elementgehalte mittels EDX-Analyse 63
4.7 Mikroskopische Untersuchungen der Mikrorissbildung 69
4.8 Sedimentationsstabilität 72

5 Zusammenfassung und Folgerungen aus den Untersuchungsergebnissen 74

6 Anhang 77
6.1 Temperaturmessungen 77
6.2 Temperaturkurven 83
6.3 Druckfestigkeiten 85
6.4 Rohdichten zu den Druckfestigkeiten 86
6.5 Spaltzugfestigkeit 87
6.6 Rohdichten zu den Spaltzugfestigkeiten 88
6.7 Wasseraufnahme bei Frostwiderstand 89
6.7.1 Vergussbeton A(1) 89
6.7.2 Vergussbeton A(2) 93
6.7.3 Vergussbeton C 95
6.8 Elementanalysen zu Untersuchungen zum Dehnungsverhalten bei 8°C-Unterwasserlagerung (Überprüfung einer möglichen sekundären Ettringitbildung) 97
6.8.1 Vergussbeton A(1) 97
6.8.2 Vergussbeton A(2) 98
6.8.3 Vergussbeton C 98

Schrifttum 99