

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  
Geschäftsführer

Dr.-Ing. Björn Siebert  
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