

Katarzyna Zdanowicz, Michael Hansen

Chemische Vorspannung von textilbewehrten Sichtbetonbauteilen mit Quellbeton

F 3197

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2020

ISBN 978-3-7388-0470-6

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

Katarzyna Zdanowicz, Michael Hansen

Chemische Vorspannung von textilbewehrten Sichtbetonbauteilen mit Quellbeton

gefördert durch die
Forschungsinitiative Zukunft Bau

Abschlussbericht



November 2019

Projekt:	Chemische Vorspannung von textildbewehrten Sichtbetonbauteilen mit Quellbeton
Projektkoordination	Leibniz Universität Hannover Institut für Massivbau
Projektleitung:	PD Dr.-Ing. habil. Michael Hansen Institut für Massivbau Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover Appelstraße 9a 30167 Hannover
Projektbearbeiter:	Katarzyna Zdanowicz, M.Sc. Institut für Massivbau Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover Appelstraße 9a 30167 Hannover
Projektpartner:	Max Bögl Bauservice GmbH & Co. KG Postfach 11 20 92301 Neumarkt i. d. OPf.
Förderkennzeichen:	SWD-10.08.18.7-16.37
Laufzeit des Projektes:	01.09.2016 – 01.11.2019 (24 Monate)

Förderhinweis

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

(Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-16.37)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.

Zusammenfassung

Das Ziel dieses Forschungsprojekts lag in der Entwicklung von dünnen Fassadenbauteilen in Sichtbetonqualität. Dafür sollte die sogenannte chemische Vorspannung von textilbewehrtem Beton untersucht werden, die durch geeignete Zugabe von Quellmitteln zur Betonrezeptur entsteht.

Dafür wurden Betone mit unterschiedlichen Quellmitteldosierungen und Rezepturen in erster Linie experimentell analysiert. Dabei wurde ihr Quellen und das damit verbundene Vorspannverhalten an Betonprobekörpern mit Betonstahl- und Textilbewehrung untersucht. Insgesamt wurde das Verbundverhalten zwischen Quellbeton und Betonstahl- bzw. Textilbewehrung, das Quellvermögen, das Tragverhalten unter Biegebeanspruchung sowie das Schwind- und Kriechverhalten analysiert.

Zunächst wurden baustofftechnologische Voruntersuchungen durchgeführt, insbesondere hinsichtlich des Quell- und Schwindverhaltens und der daraus resultierenden Beeinflussung der Betondruckfestigkeit. Mit den am besten geeigneten Betonrezepturen wurden anschließend Prüfkörper hergestellt, an denen die Verbundtragwirkung bei Einlage von Textilbewehrung sowie die Traglast textilbewehrter Biegeprüfkörper untersucht wurden. Parallel zu den Versuchen zum Verbund- und Tragverhalten der Prüfkörper mit Textilbewehrung wurden vergleichende Untersuchungen an Prüfkörpern mit Betonstahlbewehrung durchgeführt.

Es konnte gezeigt werden, dass die Zugabe von Quellzusatzmitteln zum Beton tatsächlich zu Dehnungen in der innenliegenden Bewehrung führte und somit eine chemische Vorspannung eingeleitet wurde. Bei Probekörpern aus Quellbeton wurden die bis zur Erstrissbildung aufnehmbaren Beanspruchungen erhöht, ohne die Druckfestigkeit oder weitere Materialeigenschaften des Betons wesentlich zu beeinflussen.

Abstract

The aim of this research project was to develop thin facade elements in architectural concrete quality. For this purpose, the so-called chemical prestressing of textile-reinforced concrete was investigated. Chemical prestressing is introduced by the appropriate addition of expansive admixtures to the concrete mixture.

Initially, concrete with varying amounts of expansive admixture and different compositions were analysed experimentally, considering in particular their prestressing behaviour on concrete specimens with steel or textile reinforcement. Finally, the bond behaviour between expansive concrete and reinforcing steel or textile reinforcement, the expansion rate, the behaviour under flexural load as well as shrinkage and creep behaviour were analysed for the chosen concrete mixtures.

The project was divided into three main parts. Preliminary investigations were carried out with regard to material technology, considering in particular shrinkage and expansion, and the resulting influence on the concrete compressive strength and other mechanical properties. The most suitable concrete formulations then were used to produce test specimens, which were used to investigate the bond behaviour of textile reinforcement in concrete specimens and the load-bearing capacity of textile-reinforced specimens subjected to flexure. Parallel to the investigations of specimens with textile reinforcement, comparative tests were carried out on specimens reinforced with steel rebars.

It was confirmed that the addition of expansive admixtures to the concrete actually led to development of strains in the internal reinforcement and thus a chemical prestressing was initiated. In test specimens made of expansive concrete, the cracking moments were increased without significantly affecting the compressive strength or other material properties of the concrete.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Motivation	9
1.1	Ziel des Forschungsvorhabens.....	9
1.2	Arbeitsplan.....	10
1.3	Was ist eine chemische Vorspannung?	11
2	Baustofftechnologische Voruntersuchungen.....	12
2.1	Quellzusatzmittel	12
2.2	Untersuchte Betonmischungen	12
2.3	Messungen des unbehinderten Schwindens und Quellens	12
2.3.1	Messungen mit dem Setzdehnungsmesser	12
2.3.2	Messungen mit Schwingsaitensensoren	13
2.3.3	Vergleich der beiden Messmethoden	14
2.4	Messung des behinderten Quellens	15
2.5	Druckfestigkeit und Elastizitätsmodul des Betons	17
2.6	Biegezugfestigkeit des Betons	19
2.7	Auswahl der Betonmischungen	21
3	Verbundverhalten von Textilbewehrung und Quellbeton	22
3.1	Baustoffe.....	22
3.1.1	Beton	22
3.1.2	Textilbewehrung.....	22
3.2	Herstellung, Lagerung und Nachbehandlung der Probekörper	22
3.3	Versuchsaufbau und Methodik	25
3.3.1	Lasteinleitung	25
3.3.2	Versuchsdurchführung und Messgrößen.....	25
3.4	Auswertung der experimentellen Untersuchungen.....	27
3.4.1	Auszugskraft-Rissöffnungs-Kurven der Verbundproben.....	27
3.4.2	Verbundspannungs-Schlupf-Beziehung der Verbundproben.....	31
3.5	Zusammenfassung	31
4	Verbundverhalten von Betonstahlbewehrung und Quellbeton	33
4.1	Baustoffe.....	33
4.2	Herstellung und Lagerung der Probekörper	33
4.3	Versuchsdurchführung und Messgrößen	35

4.4	Auswertung der experimentellen Untersuchungen.....	36
5	Biegetragverhalten von Balken mit Betonstahlbewehrung.....	38
5.1	Probekörper und Geometrie.....	38
5.2	Messtechnik und verwendete Sensoren.....	38
5.3	Herstellung und Lagerung der Probekörper.....	39
5.4	Versuchsaufbau und Methodik.....	40
5.4.1	Dehnungsermittlung während des Erhärtungsvorganges.....	40
5.4.2	Balkenbiegeversuche.....	40
5.5	Auswertung der Balkenversuche.....	42
5.5.1	Faseroptische Dehnungsmessungen während der Erhärtung.....	42
5.5.2	Ergebnisse der 4-Punkt-Biegeversuche.....	45
5.6	Zusammenfassung.....	50
6	Biegetragverhalten von Platten mit Textilbewehrung.....	52
6.1	Vorversuche an kleinformatischen Plattenstreifen.....	52
6.1.1	Baustoffe.....	52
6.1.2	Herstellung und Lagerung der Probekörper.....	52
6.1.3	Versuchsaufbau und Methodik.....	53
6.1.4	Auswertung der 4-Punkt Biegeversuche.....	54
6.2	Untersuchungen an großformatigen Fassadenplatten.....	58
6.2.1	Herstellung und Lagerung der Probekörper.....	58
6.2.2	Messtechnik und verwendete Sensoren.....	59
6.2.3	Versuchsdurchführung und Messgrößen.....	60
6.2.4	Auswertung der experimentellen Untersuchungen.....	62
6.3	Zusammenfassung der 4-Punkt Biegeversuche.....	66
7	Untersuchung des Kriechverhaltens von Quellbeton.....	67
7.1	Stand des Wissens.....	67
7.2	Baustoffe und Probekörper.....	68
7.3	Versuchsdurchführung und Messgrößen.....	68
7.4	Auswertung der experimentellen Untersuchungen.....	70
7.4.1	Druckfestigkeit.....	70
7.4.2	Kriechen.....	70
7.5	Zusammenfassung des Kriechverhaltens.....	71

8	Zusammenfassung und Ausblick	73
8.1	Zusammenfassung	73
8.2	Ausblick.....	73
9	Literaturverzeichnis.....	75
10	Veröffentlichungen.....	76
11	Anhang A: Ergebnisse der Biegeversuche an Textilbetonplatten	78
11.1	Ergebnisse aus quasikontinuierlichen Sensoren und Photogrammetrie.....	78
11.1.1	Platte der Serie C00	78
11.1.2	Platte der Serie C15	80
11.1.3	Platte der Serie C20	83
11.2	Kraft-Durchbiegungsdiagramme	86
11.2.1	Platten der Serie C00	86
11.2.2	Platten der Serie C15	86
11.2.3	Platten der Serie C20	87