Merkblätter

DEUTSCHER BETON- UND BAUTECHNIK-VEREIN E.V.

Bautechnik

Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau
Crack Control in Reinforced and Prestressed Concrete Structures

Fassung Mai 2016



Bau Kompetenz im Dialog

DEUTSCHER BETON- UND BAUTECHNIK-VEREIN E.V.

DBV-Merkblatt „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“, Fassung Mai 2016

© Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Berlin 2016
Redaktion: Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos

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: Dr.-Ing. Klaus-R. Goldammer

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.

Inhaltsverzeichnis

Seite

Abstract 5
Vorbemerkung 5
1 Einleitung 6
2 Typische Rissbilder und Rissursachen 7
2.1 Rissarten, Rissmerkmale und Rissursachen 7
2.2 Bauteile und Bauwerksabschnitte mit erhöhter Wahrscheinlichkeit einer Rissbildung 11
3 Kriterien für die Begrenzung der Rissbildung 12
3.1 Bedarfsplanung 12
3.2 Planerische Entwurfsgrundsätze 13
3.3 Tragfähigkeit 15
3.4 Dauerhaftigkeit 15
3.4.1 Stahlbeton 15
3.4.2 Spannbeton 19
3.5 Gebrauchstauglichkeit 21
3.6 Selbstheilung von Rissen 22
4 Maßnahmen zur Begrenzung der Rissbildung 23
4.1 Allgemeines 23
4.2 Betontechnologische Einflussfaktoren 24
4.2.1 Grundsätzliches 24
4.2.2 Zement 25
4.2.3 Betonzusatzstoffe und Betonzusatzmittel 25
4.2.4 Gesteinskörnung 25
4.2.5 Frischbetontemperatur 26
4.2.6 Nachweis der Betondruckfestigkeit nach 56 oder 91 Tagen 26
4.2.7 Bluten 27
4.2.8 Schwinden 27
4.2.9 Leichtbeton 28
4.3 Konstruktive Maßnahmen 28
4.3.1 Grundsätzliches 28
4.3.2 Zwangarme Lagerung 28
4.3.3 Anordnung von Fugen 29
4.4 Maßnahmen bei der Bauausführung 30
4.4.1 Ausführungsbeginn 30
4.4.2 Festlegung des Betons 31
4.4.3 Betonieranweisung, Bewehrungskontrolle 31
4.4.4 Nachbehandlung und Schutz des Betons 32
4.5 Besondere Maßnahmen bei massigen Bauteilen 32
5 Rechnerische Rissbreitenbegrenzung 34
5.1 Einzelrissbildung und abgeschlossenes Rissbild 34
5.2 Früher und später Zwang 35
5.3 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite 37
5.3.1 Allgemeines 37
5.3.2 Bemessungsgleichung allgemein 38

5.3.3 Bemessungsgleichung für dickere Bauteile bei zentrischem Zwang . . . 40
5.3.4 Beiwert k_c zur Berücksichtigung der Spannungsverteilung . . . 40
5.3.5 Beiwert k zur Berücksichtigung der Querschnittsteifigkeit . . . 42
5.3.6 Betonzugzone A_{ct} . . . 43
5.3.7 Wirksame Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}$ . . . 43
5.3.8 Betonstahlspannung σ_s . . . 46
5.3.9 Wirkungsbereich der Bewehrung $A_{c,eff}$ . . . 47
5.3.10 Anrechnung von Spannstahlbewehrung A_p . . . 47
5.4 Begrenzung der Rissbreite durch direkte Berechnung . . . 48
5.5 Kombinierte Last- und Zwangbeanspruchung . . . 50
Anhang A1: Praktische Messung und Auswertung der Rissbreiten . . . 51
Anhang A2: Zuständigkeiten . . . 56
Anhang B: Ermittlung der Bewehrung zur Rissbreitenbegrenzung – Beispiele . . . 58
Stichwortverzeichnis . . . 60
Schrifttum . . . 62

Merkblatt

Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau

Crack Control in Reinforced and Prestressed Concrete Structures

Fassung Mai 2016

Abstract

This Guide to Good Practice describes the fundamentals of cracking in concrete and provides recommendations for effective crack control in reinforced and prestressed concrete structures. These recommendations concern design aspects, concrete technology and execution on site. Specific provisions for crack control are recommended for reinforcement areas, concrete mixes and curing of concrete. This guide includes a checklist for crack control and recommendations for crack measurement and its evaluation.

Vorbemerkung

Mit der bauaufsichtlichen Einführung des Eurocode 2 DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken mit den zugehörigen Nationalen Anhängen für den Hochbau und Brückenbau ([R1], [R2]) in den Jahren 2012 bzw. 2013 wurden das Berechnungsverfahren und die Bewehrungs- und Konstruktionsregeln der abgelösten nationalen Normen DIN 1045-1 für den Hochbau [R3] bzw. des DIN-Fachberichts 102 [R8] für den Brückenbau zur Begrenzung der Rissbreiten im Stahlbeton- und Spannbetonbau annähernd unverändert übernommen.

Ein Arbeitskreis[1)] hat aus diesem Anlass und unter Berücksichtigung der Erfahrungen mit der bisherigen Fassung von 2006 das Merkblatt „Begrenzung der Rissbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau“ überarbeitet.

Im Zuge dieser Überarbeitung wurden die Normen- und Literaturbezüge aktualisiert. Die Themen Entwurfsgrundsätze, Betonbestellung, früher und später

[1)] Arbeitskreis (2016): Dr.-Ing. *Otto Wurzer* (Obmann), WTM Engineers GmbH; Dr.-Ing. *Lars Eckfeldt,* Deutsches Institut für Bautechnik; Prof. Dr.-Ing. *Martin Empelmann,* TU Braunschweig; Prof. Dr.-Ing. *Frank Fingerloos,* Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (DBV); Dipl.-Ing. *Torsten Göpfert,* TPA GmbH; Dipl.-Ing. *Marcus Haug,* Leonhard Weiss GmbH & Co. KG; Dipl.-Ing. *Dagmar Küchlin,* HeidelbergCement AG; Prof. Dr.-Ing. *Reinhard Maurer,* TU Dortmund; Dipl.-Ing. *Andreas Meier,* DBV; Dipl.-Ing. *Oliver Mann,* MPVA Neuwied; Dr.-Ing. *Lutz Pisarsky,* DBV; Dipl.-Ing. *Stefan Rieckmann,* Otto Wulff Bauunternehmung GmbH; Dr.-Ing. *Jürgen Reinhardt,* Bilfinger Bauperformance GmbH; Dr.-Ing. *Dirk Schlicke,* TU Graz; Prof. Dr.-Ing. *Nguyen Viet Tue,* TU Graz; Dipl.-Ing. *Matthias Vetter,* WOLFF & MÜLLER Holding GmbH & Co. KG.

Zwang, Ansatz der wirksamen Betonzugfestigkeit und massige Bauteile wurden um weitergehende oder zusätzliche Erläuterungen ergänzt. Empfehlungen für notwendige Inhalte in der Baubeschreibung und den Ausschreibungsunterlagen wurden aufgenommen.

Das Merkblatt wurde in den DBV-Hauptausschüssen Bautechnik (HAB), Baustofftechnik (HABT) und Bauausführung (HABA) unter Beteiligung von Fachleuten aus Bauaufsicht, ausführenden Unternehmen, Baustoffindustrie, Wissenschaft und Ingenieurbüros beraten und verabschiedet.

Die Fachöffentlichkeit wird gebeten, Erfahrungen mit diesem Merkblatt und Anregungen dem Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E.V., Postfach 11 05 12, 10835 Berlin, info@betonverein.de, mitzuteilen.

1 Einleitung

Stahlbeton und Spannbeton gehören zu den Verbundbaustoffen, bei denen die Trag- und Verformungseigenschaften sowohl durch das Verhalten der einzelnen Werkstoffe – hier Stahl und Beton – als auch durch deren Zusammenwirken bestimmt werden.

Bei Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen führt die im Vergleich zur Druckfestigkeit geringe Zugfestigkeit (Zugbruchdehnung) des Betons dazu, dass in der Zugzone des Verbundquerschnittes Risse entstehen können. Hierdurch erst erhält der Bewehrungsstahl Spannungen aus der aufreißenden Betonzugzone und kann seine Wirkung entfalten. Dieser Zusammenhang bildet die Grundlage für die Bemessung. Im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist eine planmäßige Rissbildung aus sicherheitstheoretischen Gründen zur Vorankündigung eines möglichen Querschnittversagens erwünscht (duktiles Bauteilverhalten). Darüber hinaus ist sie Voraussetzung für die zulässige Umlagerung von Schnittgrößen bei statisch unbestimmten Tragwerken, für die Verfahren nach der Plastizitätstheorie und für die nichtlinearen Verfahren nach Eurocode 2.

Risse sind somit eine typische, die Bauart kennzeichnende Erscheinung. Sie bilden daher im Regelfall die Grundlage für Bauteilentwürfe mit einer Rissbildung aus Last oder Zwang. Beim Entwurf einer rissvermeidenden Bauweise können sie nur unter besonderen Umständen mit hohem Aufwand und nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit vermieden werden.

Weltweite wissenschaftliche Untersuchungen und die Erfahrungen in der Praxis zeigen, dass Risse weder die Gebrauchstauglichkeit noch die Dauerhaftigkeit von Betonbauwerken beeinträchtigen, sofern sie unter Gebrauchslasten ausreichend verteilt und ihre Breite durch Maßnahmen, die auf die Umgebungsbedingungen sowie auf die Art und Funktion des Bauwerks abgestimmt sind, auf unschädliche Werte begrenzt werden (vgl. [370], [400]). Das entwurfsgemäße und planmäßige Schließen oder Abdichten von Rissen führt ebenfalls zu gebrauchstauglichen und dauerhaften Betonbauwerken. Vor diesem Hinter-