

ENTWERFEN UND KONSTRUIEREN STAHLBAU

Matthias Mager

Zur Erfassung der
Rissbreiten an durchlaufenden
Stahlverbundträgern mit
Teil- und Ganzfertigteilen

Heftreihe des Instituts für Bauingenieurwesen
Book Series of the Department of Civil Engineering
Technische Universität Berlin

Herausgeber:

Editors:

Prof. Dr.-Ing. Matthias Barjenbruch

Prof. Dr.-Ing. Karsten Geißler

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Hinkelmann

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Huhnt

Prof. Dr.-Ing. Yuri Petryna

Prof. Dr.-Ing. Frank Rackwitz

Prof. Dr. sc. techn. Mike Schlaich

Prof. Dr.-Ing. Volker Schmid

Prof. Dr.-Ing. Matthias Sundermeier

Prof. Dr.-Ing. Frank U. Vogdt

Shaker Verlag

Aachen 2018

Zur Erfassung der Rissbreiten an durchlaufenden Stahlverbundträgern mit Teil- und Ganzfertigteilen

vorgelegt von
Dipl.-Ing. Matthias Mager
aus Pritzwalk

von der Fakultät VI – Planen Bauen Umwelt
der Technischen Universität Berlin
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften
– Dr.-Ing. –

genehmigte Dissertation

Promotionsausschuss:

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. habil. Y. Petryna

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. K. Geißler

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. W. Kurz

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. S. Heyde

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 01. Februar 2018

Berlin 2018

D 83

Heftreihe des Instituts für Bauingenieurwesen
Book Series of the Department of Civil Engineering
Technische Universität Berlin

Band 24

Matthias Mager

**Zur Erfassung der Rissbreiten an durchlaufenden
Stahlverbundträgern mit Teil- und Ganzfertigteilen**

D 83 (Diss. TU Berlin)

Shaker Verlag
Aachen 2018

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Berlin, Techn. Univ., Diss., 2018

Zur Erfassung der Rissbreiten an durchlaufenden Stahlverbundträgern mit Teil- und Ganzfertigteilen

Dissertationsschrift von Matthias Mager
Fakultät VI – Planen, Bauen, Umwelt
der Technischen Universität Berlin

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. K. Geißler
Prof. Dr.-Ing. W. Kurz
Prof. Dr.-Ing. S. Heyde

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 01.02.2018

Copyright Shaker Verlag 2018

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-5860-4

ISSN 1868-8357

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

für Eki, Lore, Kolja, Wanda

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Riss- und Verformungsverhalten von Fertigteilverbundträgern. Durch die Verwendung von Teil- und Ganzfertigteilen in den Gurten von Stahlverbundträgern lassen sich die bekannten Vorteile der Fertigteilbauweise für den Verbundbau ausnutzen. Das Tragverhalten dieser Bauweisen unterscheidet sich im Gebrauchszustand vor allem aufgrund der Quertugen in wesentlichen Aspekten von dem herkömmlicher Verbundträger und kann mit den bekannten Rechenmodellen für herkömmliche Verbundträger mit reinem Ortbetongurt nicht zutreffend erfasst werden. Im Rahmen dieser Arbeit werden analytische Berechnungsverfahren entwickelt, mit denen das Riss- und Verformungsverhalten von Fertigteilverbundträgern beschrieben werden kann. Der Vergleich mit durchgeführten Bauteilversuchen sowie die Auswertung umfangreicher numerischer Untersuchungen zeigen, dass sich Rissentstehung, Rissentwicklung und Verformungen zutreffend erfassen lassen. Die gefundene Lösung ist konsequent an den bestehenden Berechnungsansätzen orientiert, so dass für die praktische Anwendung eine Bemessung in der aus den technischen Regelwerken bekannten Weise durchgeführt werden kann. Hierfür werden Vorschläge und ergänzende Hinweise zu Konstruktion und Bemessung gemacht.

Abstract

This thesis deals with the crack and deformation behaviour of composite beams using precast concrete slabs. By using partial- and full-depth precast concrete units for the slabs of composite beams, the well-known advantages of precast construction can be used for composite construction as well. Because of the transverse joints between the precast units, the structural behavior of these composite beams under service conditions differs in significant aspects from conventional composite beams and cannot be determined accurately using the established methods of calculation for conventional composite beams with pure cast-in-place concrete slabs. In this thesis analytical methods of calculation are developed, which can be used for describing the crack and deformation behaviour of composite beams using precast concrete slabs. A comparison with completed experiments and the evaluation of comprehensive numerical studies show that both the appearance and development of cracks and the resulting deformations can be determined accurately. The proposed solution is strictly based on established calculation methods, so that in practice a design can be executed using the familiar methods found within technical regulations. For this purpose, suggestions and additional notes for construction and design are made.

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Entwerfen und Konstruieren – Stahlbau des Institutes für Bauingenieurwesen der Technischen Universität Berlin.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. Karsten Geißler für die langjährige Förderung an seinem Lehrstuhl, die Betreuung und Unterstützung dieser Arbeit und die Übernahme des Referates. Bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kurz und Herrn Prof. Dr.-Ing. Stefan Heyde möchte ich mich herzlich für die Übernahme der Korreferate bedanken. Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Juri Petryna danke ich für seine Bereitschaft, den Vorsitz des Promotionsausschusses zu übernehmen und für viele gute Ratschläge.

Meinen Kolleginnen und Kollegen am Fachgebiet Stahlbau danke ich für die schönen gemeinsamen Jahre mit zahllosen interessanten Gesprächen und Diskussionen. Mein spezieller Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. Stefan Heyde für seine Hilfsbereitschaft sowie Frau Prof. Dr.-Ing. Kirsten Pieplow, Frau Dipl.-Ing. Miranda Kahlert und Frau Dr.-Ing. Dima AlShamaa für entscheidende gute Ratschläge am Anfang, in der Mitte und zum Ende meiner wissenschaftlichen Tätigkeit.

Bei meinem geschätzten Kollegen Herrn Dipl.-Ing. Jochen Rodemann möchte ich mich für die gewährten Einblicke in die wunderbare Welt des Verbundbaus sowie für seinen entscheidenden Beitrag zu der Idee hinter dieser Arbeit sehr herzlich bedanken.

Den Herren M. Sc. Andreas Jansen, M. Sc. Marcel Lindner, Dipl.-Ing. Wilfried Walkowiak, Ing. grad. Hilmar Wenke und Dipl.-Ing. Thomas Ziegler danke ich für die gute Zusammenarbeit bei den umfangreichen experimentellen Untersuchungen, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden.

Weiterhin möchte ich mich bei allen Studierenden bedanken, die mit ihren Abschlussarbeiten Anteil an verschiedenen Forschungsprojekten hatten und mir darüber hinaus Einblick in viele interessante Themengebiete gewährt haben. Mein besonderer Dank gilt Herrn M. Sc. Fabian Schneider, Herrn M. Sc. Marcel Lindner und Herrn M. Sc. Felix Hohberg für ihre Unterstützung bei Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der im Rahmen dieser Arbeit erfolgten experimentellen und numerischen Untersuchungen.

Teile dieser Arbeit wurden durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) und den Deutschen Ausschuss für Stahlbau (DAST) unterstützt. Durch die Firma Goldbeck wurden Stahlträger für die Bauteilversuche kostenlos zur Verfügung gestellt. Durch den Arbeitsausschuss Verbundbau im Bauforum Stahl unter Vorsitz von Prof. Kurz wurde das Forschungsprojekt beratend begleitet. Den Genannten sei hierfür gedankt.

Schließlich möchte ich mich bei meiner Familie bedanken. Meinen Eltern wie auch meinen Großeltern verdanke ich das Grundgerüst meines Lebens. Meinen Kindern Erika, Leonore, Kolja und Wanda verdanke ich das durch nichts zu ersetzende Glück, zu allen wichtigen Fragen mindestens eine richtige Antwort finden zu können. Den größten Dank schulde ich meiner Frau Henriette, die durch ihre Kraft und ihre Geduld sowie die stetige Motivation den entscheidenden Beitrag zur Entstehung dieser Arbeit geleistet hat.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	xiv
Tabellenverzeichnis	xvi
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	xxx
1 Einführung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielstellung und Aufbau der Arbeit	2
2 Grundlagen zur Beschreibung der Rissbildung an Verbundträgern	5
2.1 Stahlverbundbauweise	5
2.2 Baustoffe und Materialgesetze	9
2.2.1 Baustahl	9
2.2.2 Betonstahl	10
2.2.3 Beton	11
2.2.4 Verbundmittel	16
2.3 Zeitabhängiges Verhalten des Betons	17
2.3.1 Verformungskomponenten des Betons	17
2.3.2 Kriechen	19
2.3.3 Schwinden	21
2.3.4 Hydratation	23
2.3.5 Relaxation	25
2.4 Verbund zwischen Beton und Bewehrung	25
2.4.1 Allgemeines	25
2.4.2 Verbundgesetze	27
2.4.3 Differentialgleichung des verschieblichen Verbundes	32
2.5 Rissbildung am Stahlbetonquerschnitt	34
2.5.1 Allgemeines	34
2.5.2 Phasen der Rissbildung	36
2.5.3 Geschlossene verbundorientierte Bestimmung der Rissbreiten	41
2.5.4 Empirische Bestimmung der Rissbreiten mit gemittelten Werten	54
2.6 Rissbildung am Verbundträger	58
2.6.1 Allgemeines	58
2.6.2 Verbundorientierte Bestimmung der Rissbreiten	60
2.6.3 Empirische Bestimmung der Rissbreiten	69

3	Stand der Technik	79
3.1	Berechnung von Verbundträgern	79
3.1.1	Allgemeines	79
3.1.2	Kriechen	81
3.1.3	Schwinden	86
3.1.4	Einflüsse aus der Rissbildung im Beton	88
3.1.5	Weitere Einflüsse	90
3.2	Begrenzung der Rissbreiten	92
3.2.1	Allgemeines	92
3.2.2	Begrenzung der Erstrissbreite	96
3.2.3	Rissbreitenbegrenzung im Zustand abgeschlossener Rissbildung	99
3.3	Berücksichtigung von Fertigteilen	106
3.3.1	Allgemeines	106
3.3.2	Herstellung und konstruktive Durchbildung	108
3.3.3	Zwischenfazit	113
4	Rissbreitenberechnung unter Berücksichtigung der Fertigteile	115
4.1	Grundlagen	115
4.2	Verbundträger mit Teilfertigteilen	116
4.2.1	Zustand I/II	116
4.2.2	Kerbwirkung	137
4.2.3	Eigenspannungen	146
4.2.4	Momenten-Krümmungsbeziehungen	158
4.2.5	Anwendungsbeispiel	161
4.3	Verbundträger mit Ganzfertigteilen	164
4.3.1	Sammelrissbildung	164
4.3.2	Eigenspannungen	176
4.3.3	Momenten-Krümmungsbeziehungen	182
4.3.4	Anwendungsbeispiel	184
5	Bauteilversuche an Verbundträgern mit Fertigteilen	187
5.1	Beschreibung	187
5.2	Versuche an Teilfertigteilträgern	189
5.2.1	Belastungsversuche	189
5.2.2	Eigenspannungen	200
5.2.3	Nachrechnung der Versuchsergebnisse	202
5.3	Versuche an Ganzfertigteilträgern	204
5.3.1	Belastungsversuche	204
5.3.2	Eigenspannungen	208
5.3.3	Nachrechnung der Versuchsergebnisse	210
5.4	Versuche an herkömmlichen Verbundträgern	212
6	Systematische Untersuchung der Einflussparameter	213
6.1	Verbundträger mit Teilfertigteilen	213
6.2	Verbundträger mit Ganzfertigteilen	226

7 Grundsätze für Konstruktion und Bemessung	237
7.1 Allgemeine Anforderungen an die Bemessung unter Gebrauchslasten . . .	237
7.2 Verbundträgern mit Teilfertigteilen	238
7.2.1 Berechnung	238
7.2.2 Rissbreitenbegrenzung	239
7.2.3 Verformungen	239
7.2.4 Vorschläge für Bemessung und Konstruktion	239
7.3 Verbundträgern mit Ganzfertigteilen	241
7.3.1 Berechnung	241
7.3.2 Rissbreitenbegrenzung	241
7.3.3 Verformungen	241
7.3.4 Vorschläge für Bemessung und Konstruktion	242
8 Zusammenfassung und Ausblick	243
A Anwendungsbeispiele	247
B Bauteilversuche	253
C Rissbilder	257
D Vergleichsrechnungen	273
E Parameteruntersuchungen	275
Literaturverzeichnis	285

Abbildungsverzeichnis

1.1	Fertigteile in Verbundträgern	2
2.1	Verbundtragwerke	5
2.2	Verbundträger mit positiver Momentenbeanspruchung	6
2.3	Verbundträger mit negativer Momentenbeanspruchung	6
2.4	Verbundträgertypen	7
2.5	Baustahl – wirklichkeitsnah	9
2.6	Baustahl – vereinfacht	9
2.7	Betonstahl – wirklichkeitsnah	10
2.8	Betonstahl – vereinfacht	10
2.9	Modifizierte Arbeitslinie zur Berücksichtigung der Zugversteifung	11
2.10	Beton Druck – wirklichkeitsnah	11
2.11	Beton Druck – vereinfacht	11
2.12	Baustoffkennwerte Beton – Umrechnung nach EC 2	12
2.13	Zeitabhängigkeit der Materialeigenschaften des Festbetons	13
2.14	Beton Zug – wirklichkeitsnah	13
2.15	Beton unter einachsiger Zugbeanspruchung	14
2.16	Zusammenhang Biegezugfestigkeit – zentrische Zugfestigkeit	14
2.17	Zugfestigkeit in biegebeanspruchten Gurten	15
2.18	Tragverhalten von Kopfbolzendübeln	16
2.19	Verformungskomponenten des Betons	17
2.20	Kriechen von Betonen unterschiedlicher Festigkeit	20
2.21	Schwinden von Betonen unterschiedlicher Festigkeit	22
2.22	Phasen der Hydratation	24
2.23	Räumliche Verbundwirkung	26
2.24	Prinzipielle Ausbildung der Verbundwirkung	26
2.25	Verbundbedingungen in Abhängigkeit der Betonierhöhe	27
2.26	Verbundgesetz nach <i>Elgehausen</i>	28
2.27	Umrechnung der Betondruckfestigkeiten	29
2.28	Verbundgesetze für unterschiedliche Verbundbedingungen	30
2.29	Gemittelte Verbundspannungen	31
2.30	Verbundelement mit Gleichgewichtsformulierung und Verformungen	32
2.31	Rissprozesszone nach <i>Hillerborg</i>	35
2.32	Arbeitslinie Stahlbeton mit Rissbildung und Zugversteifung	36
2.33	Modellbildung Arbeitslinie	36
2.34	Unterscheidung Last–Zwang	37
2.35	Phasen der Rissbildung	38
2.36	Spannungen im Bereich des Erstrisses	39

2.37	Zweitriß ohne (Fall A) und mit (Fall B) gegenseitige Beeinflussung . . .	40
2.38	Spannungen bei abgeschlossener Erstrißbildung	40
2.39	Fortschreitende Erstrißbildung ohne gegenseitige Beeinflussung (Fall A) .	44
2.40	Fortschreitende Erstrißbildung mit gegenseitiger Beeinflussung (Fall B) .	45
2.41	Abgeschlossene Erstrißbildung	47
2.42	Zusammenhang Beanspruchung, Betonspannungen und Einleitungslänge	48
2.43	Entwicklung der Betonspannungen am Ende der Einleitungslänge	49
2.44	Berechnungsansätze zur Bestimmung des maximalen Rißabstandes . . .	50
2.45	Streuung der Betonzugfestigkeit bei Erstriß und sukzessiver Rißteilung .	50
2.46	Verteilungsdichte der Rißabstände	51
2.47	Mittlere Rißbreiten in Abhängigkeit des Beanspruchungszustandes . . .	52
2.48	Erstriß mit gemittelten Werten der Dehnungen und Verbundspannungen	54
2.49	Spannungen und Gleichgewichtsformulierung entlang der Einleitungslänge	55
2.50	Dehnungsverläufe für das abgeschlossene Rißbild	57
2.51	Verbundträger – Prinzip	58
2.52	Allgemeine Momenten-Krümmungsbeziehung	59
2.53	Gleichgewicht am ungerissenen Querschnitt	60
2.54	Stahlspannungen bei Erstrißbildung	61
2.55	Beanspruchungszustand infolge Schwindens	61
2.56	Einfluss des Schwindens auf die Gurtnormalkraft	63
2.57	Einfluss der Eigenspannungen auf die Dehnungsverteilung im Betongurt .	64
2.58	Gleichgewicht und Verträglichkeit am gerissenen Querschnitt	65
2.59	Verteilung der Rißabstände	65
2.60	Rißbreiten in Abhängigkeit des Beanspruchungszustandes	67
2.61	Dehnungen in den Bewehrungslagen	67
2.62	Gleichgewicht im elastischen Grenzzustand	68
2.63	Vereinfachte Beziehung zur Bestimmung der Rißbreiten	69
2.64	Umlagerung auf die Bewehrungslagen nach Prinzip der Zugkeildeckung .	70
2.65	Einzelriß mit Berücksichtigung des Schwindens	71
2.66	Einfluss des Dehnungsgradienten auf die Betonnormalkraft	73
2.67	Nichtlinearer Spannungsverlauf bei abgeschlossener Rißbildung	73
2.68	Wirkungsbereich der Bewehrung und effektive Betonfläche	74
2.69	Einleitungslänge	74
2.70	Dehnungsverlauf für das abgeschlossene Rißbild	75
2.71	Abgeschlossenes Rißbild mit Berücksichtigung des Schwindens	76
2.72	Bestimmung der vereinfachten Momenten-Krümmungsbeziehung	77
3.1	Teilschnittgrößenverfahren	80
3.2	Gesamtquerschnittsverfahren	80
3.3	Berücksichtigung des Kriechens	81
3.4	Modell zur Bestimmung der primären Schwindbeanspruchung	86
3.5	Spannungen infolge primären Schwindens am Gesamtquerschnitt	87
3.6	Rißbildung im Beton	88
3.7	Berücksichtigung der Rißbildung für die Schnittgrößenermittlung	89
3.8	Bestimmung der mitwirkenden Breiten	91
3.9	Überschreitungswahrscheinlichkeit der rechnerischen Rißbreite	93

3.10	Verteilung der Rissbreiten	93
3.11	Verteilungsdichte der Rissabstände	94
3.12	Zusammenhang zwischen rechnerischer und sichtbarer Rissbreite	95
3.13	Umlagerung im Rissquerschnitt	97
3.14	Zusammenhang von Stahlspannung, Mindestbewehrung und Erstrissbreite	98
3.15	Teilweise Umlagerung der Rissnormalkraft auf den Stahlträger	98
3.16	Einfluss nichtlinearer Eigenspannungen auf die Rissnormalkraft	98
3.17	Einflussparameter für die Ermittlung der zulässigen Stabdurchmesser	102
3.18	Ermittlung der zulässigen Stababstände	104
3.19	Effektive Zugzone für Verbundträgergurte	104
3.20	Anwendungsformen für Fertigteile in Verbundträgern	108
3.21	Montageablauf für Fertigteilverbundträger	108
3.22	Fugen an Teilfertigteilträgern	109
3.23	Gleichgewicht an der Quertuge	110
3.24	Quertugen von Fertigteilträgern – Ausbildungsvarianten	110
3.25	Fugen an Ganzfertigteilträgern	111
3.26	Anordnung der Verbundmittel	112
3.27	Verbundwirkung im Verbundfugenbereich	112
4.1	Rissbildung an Fertigteilverbundträgern – Einteilung und Übersicht	115
4.2	Risse an biegebeanspruchten Bauteilen	117
4.3	Spannungsverteilung am Rissgrund	117
4.4	Verhältnis zwischen Zugfestigkeit und Steifigkeit	118
4.5	Spannungen an der Verbundfuge infolge Schwindens	118
4.6	Mikroschlupf an der Verbundfuge	119
4.7	Phasen der Erstrissbildung	119
4.8	Gleichgewicht am Verbundträgergurt im ungerissenen Zustand	120
4.9	Wirksamer Querschnitt im Rissquerschnitt Zustand I/II	121
4.10	Umlagerung im Riss im Zustand I/II – Lastpfade	121
4.11	Mitwirkung des Fertigteils in der Risseinflusszone	122
4.12	Spannungssprung im Rissquerschnitt im Zustand I/II	123
4.13	Dehnungsverlauf bei Erstrissbildung im Zustand I/II	124
4.14	Vergleich der Stahlspannungen im Riss – Zustand I/II, Zustand II	124
4.15	Teilfertigteilträger im Zustand I/II – Gleichgewicht und Verträglichkeit	125
4.16	Gleichgewicht und Verträglichkeit mit gemeinsamer Gurtkraft	127
4.17	Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen im Zustand I/II	128
4.18	Dehnungsverlauf bei fortschreitender Erstrissbildung im Zustand I/II	130
4.19	Spannungssprung im Rissquerschnitt im Zustand II/II	131
4.20	Umlagerung im Riss im Zustand II/II – Lastpfade	132
4.21	Approximation des Mitwirkungsfaktors η_{OG-eff}	133
4.22	Stahldehnungen bei Erstriss im Fertigteil	133
4.23	Verlauf der Stahlspannungen im Zustand II/II	134
4.24	Teilfertigteilträger im Zustand II/II – Gleichgewicht und Verträglichkeit	135
4.25	Stahldehnungen bei fortschreitender Erstrissbildung im Zustand II/II	136
4.26	Fugenbereich mit Gleichgewicht und Umlagerung	137
4.27	Spannungen in der Fuge	138

4.28	Resultierender Spannungsgradient und Ort des zugehörigen Initialrisses .	139
4.29	Dehnungsverlauf bei Erstrissbildung an der Fuge	140
4.30	Gleichgewicht und Verträglichkeit am gerissenen Fugenquerschnitt	141
4.31	Umlagerung an der Fuge	143
4.32	Dehnungsverlauf am späten Fugenriss	143
4.33	Mitwirkung des Betons bei frühen Fugenrissen	144
4.34	Schwindmodell K-Bereich	146
4.35	Schwindmodell F-Bereich	147
4.36	Hygroskopisches Modell in der Verbundfuge	148
4.37	Vergleich Trocknungsschwinden an Teil- und Gesamtquerschnitt	149
4.38	Zeitverlauf der Schwindfälle FT*, FT und OB	150
4.39	Einzelriss mit Berücksichtigung des Schwindens	151
4.40	Abgeschlossenes Rissbild mit Berücksichtigung des Schwindens	152
4.41	Beschreibung der Schwindbehinderung durch den Beiwert $\beta_{t,\varepsilon}$	153
4.42	Übergangsformulierung Rissspannung zur Berücksichtigung des Schwindens	157
4.43	Bezugszustand im Übergangsbereich abgeschl. FRB – fortschr. ERB . . .	158
4.44	Qualitativer Verlauf der M- χ -Linie von Teilfertigteilträgern	160
4.45	Typischer Brückenbauquerschnitt mit Teilfertigteilen	161
4.46	Typischer Hochbauquerschnitt mit Teilfertigteilen	161
4.47	Momenten-Krümmungsbeziehung für den Brückenbauquerschnitt TFT .	162
4.48	Momenten-Krümmungsbeziehung für den Hochbauquerschnitt TFT . . .	163
4.49	Rissbreiten für den Brückenbauquerschnitt TFT	163
4.50	Rissbreiten für den Hochbauquerschnitt TFT	163
4.51	Ganzfertigteilgurt mit Trägerbereichen und Risstypen	164
4.52	Bauteilparameter im Übergangsbereich	165
4.53	Stahlspannungen am Sammelriss	166
4.54	Verbundwirkung und Betonmitwirkung am Sammelriss	168
4.55	Rissspannungen bei Sammelriss und Erstriss	169
4.56	Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen an Ganzfertigteilträgern . .	170
4.57	Gleichgewicht und Verträglichkeit am Sammelriss	171
4.58	Dehnungsverlauf im Zustand der abgeschlossenen Sammelrissbildung . .	171
4.59	Stahlspannungen und mittleres Bauteilverhalten im K-Bereich	172
4.60	Gleichgewicht und Verträglichkeit ungerissener Querschnitt im K-Bereich	173
4.61	Stahlspannungen im gerissenen Zustand	175
4.62	Hygroskopisches Modell am Fugenrand	177
4.63	Trocknungsschwinden – Fertigteil- und Ortbeton, global und lokal	178
4.64	Zeitfunktion $f(t)$	178
4.65	Dehnungen mit und ohne Schwinden des Ganzfertigteils vor dem Einbau	182
4.66	Qualitativer Verlauf der M- χ -Linie von Ganzfertigteilträgern	183
4.67	Typischer Brückenbauquerschnitt mit Ganzfertigteilen	184
4.68	Typischer Hochbauquerschnitt mit Ganzfertigteilen	184
4.69	Momenten-Krümmungsbeziehung für den Brückenbauquerschnitt GFT .	185
4.70	Momenten-Krümmungsbeziehung für den Hochbauquerschnitt GFT . . .	186
4.71	Rissbreiten für den Brückenbauquerschnitt GFT	186
4.72	Rissbreiten für den Hochbauquerschnitt GFT	186

5.1	Versuchsprogramm	188
5.2	Messprogramm	189
5.3	Momenten-Krümmungsbeziehung TFT d/3	190
5.4	Momenten-Krümmungsbeziehung TFT d/2	190
5.5	Betonstahldehnungen im K-Bereich TFT d/3	191
5.6	Betonstahldehnungen im K-Bereich TFT d/2	192
5.7	Betonstahldehnungen im F-Bereich TFT d/3	192
5.8	Betonstahldehnungen im F-Bereich TFT d/2	193
5.9	Rissbilder K-Bereich TFT d/3	193
5.10	Rissbilder F-Bereich TFT d/3	194
5.11	Rissbilder K-Bereich TFT d/2	194
5.12	Rissbilder F-Bereich TFT d/2	194
5.13	Rissbreiten aus Beton-DMS TFT d/3	195
5.14	Rissbreiten aus Risslupenmessung TFT d/2	196
5.15	Rissbildungsgrad in Abhängigkeit des Fertigteilgrades	196
5.16	Abgeschlossenes Rissbild und Lage der Querbewehrung	197
5.17	Einfluss des Bewehrungsgrades auf die Rissbildung	198
5.18	Einfluss des Bewehrungsgrades auf die Rissbreiten	198
5.19	Enddurchbiegung unter Einfluss von Lastwiederholungen TFT	199
5.20	Einfluss des Alters der Teilfertigteile	200
5.21	Lage der Messstellen TFT	200
5.22	Dehnungen infolge Hydratation und Schwinden TFT d/3	200
5.23	Dehnungen infolge Hydratation und Schwinden TFT d/2	201
5.24	Temperaturverlauf TFT d/3	201
5.25	Temperaturverlauf TFT d/2	202
5.26	Rechnerische und gemessene M- χ -Beziehung Versuchsträger 2-1	203
5.27	Rechnerische und gemessene Rissbreiten Versuchsträger Charge 2	203
5.28	Momenten-Krümmungsbeziehung GFT d/3	204
5.29	Betonstahldehnungen im K-Bereich GFT	205
5.30	Betonstahldehnungen im F-Bereich GFT	205
5.31	Rissbilder K-Bereich GFT	206
5.32	Rissbilder F-Bereich GFT	206
5.33	Rissbreiten aus Risslupenmessung GFT	207
5.34	Einfluss der Fugengeometrie	207
5.35	Enddurchbiegung unter Einfluss von Lastwiederholungen GFT	208
5.36	Lage der Messstellen GFT	209
5.37	Dehnungen infolge Hydratation und Schwinden F-Bereich GFT	209
5.38	Dehnungen infolge Hydratation und Schwinden K-Bereich GFT	209
5.39	Temperaturverlauf GFT	210
5.40	Rechnerische und gemessene M- χ -Beziehung Versuchsträger 3-1	211
5.41	Rechnerische und gemessene Rissbreiten Versuchsträger Charge 3	211
5.42	Vergleich der M- χ -Beziehung von Ortbeton- und Fertigteilverbundträgern	212
5.43	Vergleich der Rissbilder von Ortbeton- und Fertigteilverbundträgern	212
6.1	Einfluss der Betongüte für Teilfertigteilträger	215
6.2	Einfluss des Verhältnisses der Betongüten für Teilfertigteilträger	216

6.3	Einfluss des Fertigteilgrades für Teilfertigteilträger	217
6.4	Einfluss des Bewehrungsgrades für Teilfertigteilträger	218
6.5	Einfluss des Bewehrungsverhältnisses für Teilfertigteilträger	219
6.6	Einfluss des Dehnungsgradienten für Teilfertigteilträger	220
6.7	Einfluss des Anpassungsfaktors η_{FT-eff} für Teilfertigteilträger	221
6.8	Einfluss des Anpassungsfaktors η_{OG-eff} für Teilfertigteilträger	222
6.9	Einfluss des Schwindgrades für Teilfertigteilträger	223
6.10	Einfluss des Schwindverhältnisses OB/FT für Teilfertigteilträger	224
6.11	Einfluss des Schwindverhältnisses FT/FT* für Teilfertigteilträger	225
6.12	Einfluss der Betongüte für Ganzfertigteilträger	227
6.13	Einfluss des Verhältnisses der Betongüten für Ganzfertigteilträger	228
6.14	Einfluss des Bewehrungsgrades für Ganzfertigteilträger	229
6.15	Einfluss des Bewehrungsverhältnisses für Ganzfertigteilträger	230
6.16	Einfluss des Dehnungsgradienten für Ganzfertigteilträger	231
6.17	Einfluss des Anpassungsfaktors η_{ct} für Ganzfertigteilträger	232
6.18	Einfluss des Schwindgrades für Ganzfertigteilträger	233
6.19	Einfluss des Schwindverhältnisses OB/FT für Ganzfertigteilträger	234
6.20	Einfluss des Schwindverhältnisses FT/FT* für Ganzfertigteilträger	235
7.1	Berechnungsmodell für Teilfertigteilträger – schematische Übersicht	238
7.2	Berechnungsmodell für Ganzfertigteilträger – schematische Übersicht	241
B.1	Fugenbereich Teilfertigteilträger mit Messtechnik	255
B.2	Fugenbereich Ganzfertigteilträger mit Messtechnik	255
B.3	Versuchsträger mit Übersicht der Messstellen	256
B.4	Verbundträgerplatte mit Rissbreiten	256

Tabellenverzeichnis

2.1	Verbundparameter für Verbundgesetze	30
2.2	Stützwerte M , N , κ der vereinfachten Momenten-Krümmungsbeziehung	77
3.1	Zusammenstellung von Kriechbeiwerten	84
3.2	Berücksichtigung nichtlinearer Eigenspannungen	99
3.3	Werte für τ_{sm} , β_t und η_r	101
3.4	Grenzdurchmesser zur Begrenzung der Rissbreiten	103
3.5	Höchstwerte der Stababstände zur Begrenzung der Rissbreiten	105
4.1	Ermittlung der Krümmungen an Teilfertigteilträgern	159
4.2	Ermittlung der Krümmungen an Ganzfertigteilträgern	183
5.1	Versuchsprogramm	188
6.1	Parameterübersicht Brückenbauquerschnitt mit Teilfertigteilen	214
6.2	Parameterübersicht Hochbauquerschnitt mit Teilfertigteilen	214
6.3	Parameterübersicht Brückenbauquerschnitt mit Ganzfertigteilen	226
6.4	Parameterübersicht Hochbauquerschnitt mit Ganzfertigteilen	226
A.1	Kriech- und Schwindwerte	247
A.2	Anwendungsbeispiel TFT Brückenbau – Momente M_i	248
A.3	Anwendungsbeispiel TFT Brückenbau – Krümmungen κ_i	248
A.4	Anwendungsbeispiel TFT Brückenbau – Rissbreiten w_F	248
A.5	Anwendungsbeispiel TFT Brückenbau – Rissbreiten w_K	248
A.6	Anwendungsbeispiel TFT Hochbau – Momente M_i	249
A.7	Anwendungsbeispiel TFT Hochbau – Krümmungen κ_i	249
A.8	Anwendungsbeispiel TFT Hochbau – Rissbreiten w_F	249
A.9	Anwendungsbeispiel TFT Hochbau – Rissbreiten w_K	249
A.10	Anwendungsbeispiel GFT Brückenbau – Momente M_i	250
A.11	Anwendungsbeispiel GFT Brückenbau – Krümmungen κ_i	250
A.12	Anwendungsbeispiel GFT Brückenbau – Rissbreiten w_{SR}	250
A.13	Anwendungsbeispiel GFT Brückenbau – Rissbreiten w_K	250
A.14	Anwendungsbeispiel GFT Hochbau – Momente M_i	251
A.15	Anwendungsbeispiel GFT Hochbau – Krümmungen κ_i	251
A.16	Anwendungsbeispiel GFT Hochbau – Rissbreiten w_{SR}	251
A.17	Anwendungsbeispiel GFT Hochbau – Rissbreiten w_K	251
B.1	Bauablauf	253
B.2	Materialkennwerte	253
B.3	Messprogramm	254

D.1	Vergleichsrechnung Charge 2 – Momente M_i	274
D.2	Vergleichsrechnung Charge 2 – Krümmungen und Rissbreiten	274
D.3	Vergleichsrechnung Charge 3 – Momente M_i	274
D.4	Vergleichsrechnung Charge 3 – Krümmungen und Rissbreiten	274
E.1	Parameterstudie TFT Brückenbau – Momente M_i	276
E.2	Parameterstudie TFT Brückenbau – Krümmungen κ_i	276
E.3	Parameterstudie TFT Brückenbau – Rissbreiten w_F	277
E.4	Parameterstudie TFT Brückenbau – Rissbreiten w_K	277
E.5	Parameterstudie TFT Hochbau – Momente M_i	278
E.6	Parameterstudie TFT Hochbau – Krümmungen κ_i	278
E.7	Parameterstudie TFT Hochbau – Rissbreiten w_F	279
E.8	Parameterstudie TFT Hochbau – Rissbreiten w_K	279
E.9	Parameterstudie GFT Brückenbau – Momente M_i	280
E.10	Parameterstudie GFT Brückenbau – Krümmungen κ_i	280
E.11	Parameterstudie GFT Brückenbau – Rissbreiten w_{SR}	281
E.12	Parameterstudie GFT Brückenbau – Rissbreiten w_K	281
E.13	Parameterstudie GFT Hochbau – Momente M_i	282
E.14	Parameterstudie GFT Hochbau – Krümmungen κ_i	282
E.15	Parameterstudie GFT Hochbau – Rissbreiten w_{SR}	283
E.16	Parameterstudie GFT Hochbau – Rissbreiten w_K	283

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

Abkürzungen

a	.....	Jahre
abgeschl.	..	abgeschlossen
AiF	.....	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
BB	.....	Brückenbau
BG	.....	Betongüte
BgV	.....	Verhältnis der Betongüten
BwGr	.....	Bewehrungsgrad
BwV	.....	Bewehrungsverhältnis
bzw.	.....	beziehungsweise
ca.	.....	circa
d	.....	Tage
d. h.	.....	das heisst
DASt	.....	Deutscher Ausschuss für Stahlbau
DG	.....	Dehnungsgradient
DIN-Fb	...	DIN-Fachbericht
DMS	.....	Dehnmessstreifen
EC 2	.....	Eurocode 2
EC 4	.....	Eurocode 4
ERB	.....	Erstrissbildung
eta-ct	.....	Anpassungsfaktor η_{ct}
F	.....	Fugenbereich, F-Bereich
F-FT	.....	Fugenbereich Fertigteil
F-OB	.....	Fugenbereich Ortbeton
FEM	.....	Finite Elemente Methode
fortschr.	...	fortschreitend
FR	.....	Fugenriss
FRB	.....	Fugenrissbildung
FT	.....	Fertigteil
FT-eff	.....	Anpassungsfaktor η_{FT-eff}
FTGr	.....	Fertigteilgrad
GFT	.....	Ganzfertigteil
ggf.	.....	gegebenenfalls
h	.....	Stunden
HB	.....	Hochbau
HQ	.....	Herstellungsqualität

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

HV	.....	hochfest vorgespannt
i. A.	.....	im Allgemeinen
IWA	.....	Induktiver Wegaufnehmer
K	.....	Kontinuitätsbereich, K-Bereich
li.	.....	links
LS	.....	Laststufe
m. S.	.....	mit Schwinden
MC90	.....	Modelcode 90
NV	.....	Normalverteilung
o.	.....	oben
o. g.	.....	oben genannt
OB	.....	Ortbeton
OG	.....	Obergurt
OG-eff	....	Anpassungsfaktor η_{OG-eff}
QF	.....	Querfuge
re.	.....	rechts
rel.	.....	relevant
s.	.....	siehe
s. g.	.....	so genannt
s. o.	.....	siehe oben
SG	.....	Schwindgrad
SR	.....	Sammelriss
SRB	.....	Sammelrissbildung
St	.....	Steg
SV	.....	Schwindverhältnis
TFT	.....	Teilfertigteil
Tr.	.....	Träger
ts	.....	tension stiffening
TU	.....	Technische Universität
u.	.....	unten
u. a.	.....	unter anderem
u. U.	.....	unter Umständen
UG	.....	Untergurt
Var.	.....	Variante
VFT	.....	Verbundfertigteilträger
vgl.	.....	vergleiche
VQS	.....	Verbundquerschnitt
WA	.....	Wegaufnehmer (potentiometrisch)
WIB	.....	Walzträger in Beton
z. B.	.....	zum Beispiel
[$\cong$]	.....	alternatives Symbol identischer Beschreibung mit Auflistung
[auch]	.....	alternatives Symbol identischer Beschreibung ohne Auflistung
[ebenso]	...	ähnliches Symbol entsprechender Beschreibung ohne Auflistung

Symbole mit großen lateinischen Buchstaben

$A, N, \tilde{A} \dots$	Verbundparameter
$A \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche
$A_a \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche des Baustahlquerschnittes
$A_{a-OG} \dots \dots$	Querschnittsfläche des Stahlträgerobergurtes
$A_c \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche des Betons
$A_{c,0} \dots \dots \dots$	transformierte Betonquerschnittsflächen für Kurzzeitlasten mit $c=c, cs, cp$
$A_{c,S} \dots \dots \dots$	transformierte Betonquerschnittsflächen für Schwinden mit $c=c, cs, cp$
$A_{cp} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche des Fertigteilbetons
$A_{cp,S}^{FT} \dots \dots \dots$	transformierte Betonquerschnittsfläche des TFT für Schwindfall 'FT*'
$A_{cs} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche des Ortbetons
$A_{ct} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche der Betonzugzone
$A_{ct,eff} \dots \dots$	wirksame Betonzugfläche (auch $A_{c,eff}$)
$A_i \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche des ideellen Verbundquerschnittes
$A_{i,0} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche des ideellen Verbundquerschnittes für Kurzzeitlasten
$A_{i,S} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche des ideellen Verbundquerschnittes für Schwinden
$A_{i,S}^F \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche des ideellen VQS für Schwinden im F-Bereich
$A_s \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche der Bewehrung; Mindestbewehrung
$A_{s,0} \dots \dots \dots$	transformierte Betonstahlquerschnittsflächen mit $s=s, sOB, sFT$
$A_{sFT} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche der Bewehrung im Fertigteil
$A_{si} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche der Bewehrungslage mit $i=1, 2, 3$
$A_{sOB} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche der Bewehrung in der Ortbetonergänzung
$A_{sq} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche der Querbewehrung
$A_{st} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche des Gesamtstahlquerschnittes
$A_{st}^{I/II} \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche d. gedachten Gesamtstahlquerschnittes im Zustand I/II
$\tilde{A}_i \dots \dots \dots$	Querschnittsfläche des ideellen Verbundträgergurtes/Teilquerschnittes
$\tilde{A}_{i,0}^I \dots \dots \dots$	ideeller Gurtquerschnitt für Kurzzeitlasten im Zustand I
$\tilde{A}_{i,0}^{I/II} \dots \dots \dots$	ideeller Gurtquerschnitt für Kurzzeitlasten im Zustand I/II
$\tilde{A}_{i,0}^{I/II,FT} \dots \dots$	ideeller Gurtteilquerschnitt (FT) für Kurzzeitlasten im Zustand I/II
$\tilde{A}_{i,0}^{I/II,OB} \dots \dots$	ideeller Gurtteilquerschnitt (OB) im Zustand I/II
$\tilde{A}_{i,0}^{II/II} \dots \dots \dots$	ideeller Gurtquerschnitt im Zustand II/II
$\tilde{A}_{i,0}^{II/II+} \dots \dots \dots$	ideeller Gurtquerschnitt im Zustand II/II unter Berücksichtigung des mitwirkenden Stahlträgerobergurtes
$\tilde{A}_{i,0}^{II} \dots \dots \dots$	ideeller Gurtquerschnitt im Zustand II
$\tilde{A}_{i,0}^{FT} \dots \dots \dots$	ideeller Gurtteilquerschnitt (FT) für Kurzzeitlasten im Zustand I
$\tilde{A}_{i,0}^{FT} \dots \dots \dots$	ideeller Gurtquerschnitt (GFT) für Kurzzeitlasten im Zustand I
$\tilde{A}_{i,0}^{OB} \dots \dots \dots$	ideeller Gurtteilquerschnitt (OB) für Kurzzeitlasten im Zustand I
$\tilde{A}_{i,0}^{sOB} \dots \dots \dots$	ideeller Gurtteilquerschnitt (OB) im Zustand II
$\tilde{A}_{i,0}^{SR} \dots \dots \dots$	ideeller Gurtquerschnitt am SR für Kurzzeitlasten im Zustand I
$\tilde{A}_{i,S}^{FT} \dots \dots \dots$	ideeller Gurtteilquerschnitt (FT) für Schwindfall FT* im Zustand I
$B, H, L \dots \dots$	Breite, Höhe, Länge
$E_a \dots \dots \dots$	Elastizitätsmodul des Baustahls

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

$E_{c,0}$	Elastizitätsmodul des Betons für Kurzzeitlasten
$E_{c,\varphi}/E_{c,v}$..	Elastizitätsmodul des Betons mit Berücksichtigung des Kriechens
E_{c0}	Elastizitätsmodul des Betons als Tangentenmodul
E_{c1}	Elastizitätsmodul des Betons als Sehnenmodul
E_{cm}	Elastizitätsmodul des Betons als Sekantenmodul
E_s	Elastizitätsmodul des Betonstahls
H_τ	Härtegrad der Verbundspannungen
I	Flächenträgheitsmoment
I_1	Flächenträgheitsmoment ideeller VQS mit ungerissenem Betongurt ($\hat{=I}_{i,0}$)
I_2	Flächenträgheitsmoment ideeller VQS mit gerissenem Betongurt ($\hat{=I}_{st}$)
$I_{2,ts}$	Flächenträgheitsmoment ideeller Verbundquerschnitt mit gerissenem Betongurt unter Berücksichtigung der Zugversteifung
I_a	Flächenträgheitsmoment des Baustahlquerschnittes
I_c	Flächenträgheitsmoment des Betonquerschnittes
$I_{c,0}$	transformierte Betonträgheitsmomente für Kurzzeitlasten mit c=c, cs, cp
$I_{c,0/S}^{SR}$	transformierte Betonträgheitsmomente am SR (Kurzzeitlasten/Schwinden)
I_i	Flächenträgheitsmoment des ideellen Verbundquerschnittes
$I_{i,0}$	Flächenträgheitsmoment des ideellen VQS für Kurzzeitlasten
$I_{i,0}^{SR}$	Flächenträgheitsmoment des ideellen VQS für Kurzzeitlasten am SR
$I_{i,S}$	Flächenträgheitsmoment des ideellen VQS für Schwinden
$I_{i,S}^F$	Flächenträgheitsmoment des ideellen VQS für Schwinden im F-Bereich
$I_{i,S}^{SR}$	Flächenträgheitsmoment des ideellen VQS für Schwinden am SR
$I_{j,S}$	transformierte Flächenträgheitsmomente für Schwinden mit j=c, cs, cp
$I_{s,0}$	transformierte Trägheitsmomente der Bewehrung mit s=s, sFT, sOB
I_{sOB}	Flächenträgheitsmoment der Bewehrung in der Ortbetonergänzung
I_{st}	Flächenträgheitsmoment des Gesamtstahlquerschnittes (auch I_{st}^{II})
I_{st}^I	Trägheitsmoment gedachter Gesamtstahlquerschnitt im Zustand I ($\hat{=I}_{i,0}$)
$I_{st}^{I/II}$	Trägheitsmoment gedachter Gesamtstahlquerschnitt im Zustand I/II
$I_{st}^{II/II}$	Trägheitsmoment Gesamtstahlquerschnitt im Zustand II/II (auch I_{st}^{II})
$\tilde{I}_i$	Flächenträgheitsmoment des ideellen Verbundträgergurt/Teilquerschnittes
$\tilde{I}_{i,0}^{I/II}$	ideelles Gurtträgheitsmoment für Kurzzeitlasten im Zustand I/II
$\tilde{I}_{i,0}^{II/II+}$	ideelles Gurtträgheitsmoment im Zustand II/II unter Berücksichtigung des mitwirkenden Stahlträgerobergurt
$\tilde{I}_{i,0}^{OB}$	ideelles Gurtteilträgheitsmoment (OB) für Kurzzeitlasten im Zustand I
$\tilde{I}_{i,0}^{sOB}$	ideelles Gurtteilträgheitsmoment (OB) im Zustand II
L_{cr}	Stützweitenbereich mit Einfluss der Rissbildung auf die Steifigkeit
M	Biegemoment
M_a	Biegemoment des Baustahlquerschnittes
M_c	Biegemoment des Beton(teil)querschnittes mit c=c, cs, cp
$M_{c,r}$	Biegemoment des Beton(teil)querschnittes bei ERB mit c=c, cs, cp
$M_{cp2,r*}$	Biegemoment des Fertigteilbetons bei Erstrissbildung im Teilfertigteil
$M_{cs,r,F}$	Biegemoment der Ortbetonergänzung (TFT) bei ERB an der Fuge
M_j^ε	Teilschnittgrößen (M) infolge Schwindens mit j=c, cs, cp, s, a

M_R	Biegemoment bei Erstrissbildung (im Ortbeton)
$M_R^{(FT)}$	Rissmoment im Bereich der Fertigteile (GFT)
$M_R^{(OB)}$	Rissmoment im Bereich der Ortbetonergänzung (GFT)
M_R^*	Biegemoment bei Erstrissbildung im Teilfertigteil
$M_{R,F}$	Biegemoment bei Erstrissbildung an der Fuge (TFT)
$M_{R,F-FT/OB}$	Biegemoment bei Erstrissbildung im F-Bereich (GFT)
$M_{R,K}$	Biegemoment bei Erstrissbildung im K-Bereich (GFT)
$M_{R,K\sim}$	normierter Beanspruchungszustand für abgeschl. FRB bzw. abgeschl. SRB
$M_{R,SR}$	Biegemoment bei Entstehung des Sammelrisses
M_{Rn}	Biegemoment bei abgeschlossener Erstrissbildung
M_{Rn}^*	Biegemoment bei abgeschlossener Erstrissbildung im Ortbeton
$M_{Rn}^{\sim}$	Biegemoment bei abgeschlossener Erstrissbildung im Ortbeton bei Vernachlässigung der Umordnungen der Gurtbeanspruchung im Zustand I/II
M_s	Biegemoment des Bewehrungsquerschnittes
M_{sh}	Schwindmoment
M_{sh}^{FT}	Schwindmoment für Schwindfall 'FT'
M_{sh}^{OB}	Schwindmoment für Schwindfall 'OB'
M_{sh}^{OB-F}	Schwindmoment für Schwindfall 'OB' an der Fuge von Teilfertigteilträgern
M_{sh}^{SR}	Schwindmoment am Sammelriss
M_y	Biegemoment bei Erreichen der elastischen Grenztragfähigkeit
$M_{y,F/K}$	elastische Grenzmomente im F-/K-Bereich
M^e	fiktives Moment aus der Vorbeanspruchung infolge Schwindens
N	Normalkraft
N_a	Normalkraft des Baustahlquerschnittes
N_c	Normalkraft des Beton(teil)querschnittes mit $c=c$, cs , cp
$N_{c,0}, M_{c,0}$..	Verteilungsgrößen im Beton
$N_{c,\varphi}, M_{c,\varphi}$..	Umlagerungsgrößen im Beton
$N_{c,r}$	Normalkraft des Beton(teil)querschnittes bei ERB mit $c=c$, cs , cp
$N_{cp2,r*}$	Normalkraft des Fertigteilbetons bei Erstrissbildung im Teilfertigteil
$N_{cs,r,F}$	Normalkraft der Ortbetonergänzung (TFT) bei ERB an der Fuge
N_j^e	Teilschnittgrößen (N) infolge Schwindens mit $j=c$, cs , cp , s , a
N_R	Normalkraft des Verbundträgergurtes bei Erstrissbildung (im Ortbeton)
N_R^*	Normalkraft des Verbundträgergurtes bei Erstrissbildung im Teilfertigteil
$N_{R,F}$	Normalkraft des Verbundträgergurtes bei ERB an der Fuge (TFT)
$N_{R,SR}$	Normalkraft des Verbundträgergurtes bei Entstehung des Sammelrisses
N_{Rn}	Normalkraft des Verbundträgergurtes bei abgeschlossener Erstrissbildung
N_{Rn}^*	Normalkraft des Verbundträgergurtes bei abgeschl. ERB im Ortbeton
N_s	Normalkraft des Bewehrungsquerschnittes
N_{si}	Normalkraft des Bewehrungsteilquerschnittes mit $i=1, 2, 3, OB, FT$)
$N_{s,r}$	Normalkraft der Bewehrung bei ERB mit $s=s$, sOB , sFT
N_s	Normalkraft des gerissenen Verbundträgergurtes mit Berücksichtigung der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen ($\hat{=} N_{s2}$)
N_{s1}	Normalkraft des Verbundträgergurtes im Zustand I
N_{s2}	Normalkraft des Verbundträgergurtes im Zustand II (mit ts)

N_{sII}	Gurtnormalkraft am reinen Zustand II-Querschnitt (ohne ts)
$N_s^{I/II}$	Normalkraft des Gurtquerschnittes im Zustand I/II
$N_s^{II/II}$	Normalkraft des Gurtquerschnittes im Zustand II/II
N_s^{FT}	Normalkraft des Gurtteilquerschnittes (FT) im Zustand I/II
N_s^{OB}	Normalkraft des Gurtteilquerschnittes (OB) im Zustand I/II
N_{sh}	Schwindnormalkraft
$N_{sh,c}$	Schwindnormalkraft auf den Betonteilquerschnitt
$N_{sh,i}$	Schwindnormalkraft auf den ideellen Verbundquerschnitt
N_{sh}^{FT*}	Schwindnormalkraft für Schwindfall 'FT*'
N_{sh}^{FT}	Schwindnormalkraft für Schwindfall 'FT'
N_{sh}^{OB}	Schwindnormalkraft für Schwindfall 'OB'
N_{sh}^{SR}	Schwindnormalkraft am Sammelriss
$N_{st,0}, M_{st,0}$	Verteilungsgrößen im Stahl
$N_{st,\varphi}, M_{st,\varphi}$	Umlagerungsgrößen im Stahl
N_y	Gurtnormalkraft bei Erreichen der elastischen Grenztragfähigkeit
ΔN_{a-OG} ..	Änderung des Normalkraftanteils im Stahlträgerobergurt
ΔN_{si}	Umlagerungsschnittgrößen in den Bewehrungslagen i bei Erstrissbildung
ΔN_{ts}	Gurtkraftkomponente infolge der Zugversteifung (ts)
δN	Umlagerungsschnittgröße bei Fugenriss im Zustand II
$\delta N_{cs,r}, \delta M_{cs,r}$	Umlagerungsschnittgrößen bei Fugenriss im Zustand I
RH	Relative Luftfeuchtigkeit
$S_{i,0}$	Statisches Moment des Verbundträgergurttes für Kurzzeitlasten
$S_{i,S}$	Statisches Moment des Verbundträgergurttes für Schwinden
T	Temperatur
U_s	Stabumfang der Bewehrung
V	Variationskoeffizient

Symbole mit kleinen lateinischen Buchstaben

$a_{I/II}$	Substitutionsvariable im Zustand I/II
$a_{II/II}$	Substitutionsvariable im Zustand II/II
a_{II}	Substitutionsvariable im Zustand II
$a_{K,I}$	Substitutionsvariable bei Erstrissbildung im K-Bereich (GFT)
$a_{K,II}$	Substitutionsvariable bei fortschr. Erstrissbildung im K-Bereich (GFT)
a_{SR}	Substitutionsvariable im Zustand abgeschlossener Sammelrissbildung
a_δ	Substitutionsvariable zur Bestimmung von $M_{y,F}$
b, h, l	Breite, Höhe, Länge
c_{nom}	Nennwert der Betondeckung
d	Gurtdicke als Bezugsgröße der Fertigteilstärke
d_s	Stabdurchmesser der Bewehrung
d_s^*	Grenzdurchmesser der Bewehrung
e_M	Exzentrizität der Gurtkraftkomponente N_c
f_c	einachsiale Betondruckfestigkeit
f_{ck}	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit des Betons
$f_{ck,cube}$	charakteristische Würfeldruckfestigkeit (150mm) des Betons

f_{cm}	Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons
f_{ct}	zentrische Betonzugfestigkeit
$f_{ct,0}$	Grundwert der Betonzugfestigkeit
$f_{ct,ad}$	Haftzugfestigkeit des Betons
$f_{ct,eff}$	wirksame Betonzugfestigkeit
$f_{ct,eff}^{FT}$	wirksame Zugfestigkeit des Fertigteilbetons
$f_{ct,eff}^{OB}$	wirksame Zugfestigkeit des Ortbetons
$f_{ct,eff}^{SR}$	wirksame Betonzugfestigkeit am Sammelriss
$f_{ct,fl}$	Biegezugfestigkeit des Betons
$f_{ct,sp}$	Spaltzugfestigkeit des Betons
$f_{ctk;0.05}$	5%-Quantilwert der zentrischen Betonzugfestigkeit
$f_{ctk;0.95}$	95%-Quantilwert der zentrischen Betonzugfestigkeit
f_{ctm}	Mittelwert der zentrischen Betonzugfestigkeit
f_R	bezogene Rippenfläche des profilierten Betonstahls
f_t	Zugfestigkeit des Betonstahls
f_u	Zugfestigkeit des Baustahls
f_y	Streckgrenze des Bau- und Betonstahls
h_0	wirksame Bauteildicke des Betonquerschnittes (Schwinden)
h_c	Höhe des Betonquerschnittes
h_{cp}	Höhe des Fertigteilbetonquerschnittes
h_{cs}	Höhe des Ortbetonquerschnittes
$h_{ct,eff}$	Höhe der wirksamen Betonzugzone (auch $h_{c,eff}$)
h_{eff}	Höhe des mitwirkenden Teilfertigteils
j_{st}	Querschnittsparameter für schlanke/kompakte Verbundträger
k	Plastizitätszahl
k	Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinearer Eigenspannungen
k_{1-4}	Beiwerte zur Ermittlung des maximalen Rissabstandes
k_1, k_2	Substitutionsvariablen zur Bestimmung von $M_{R,F}$
k_c	Querschnittsparameter (Völligkeit der Betonspannungen)
$k_{c,M}$	Völligkeit der Betonspannungen infolge Momenteneinwirkung
$k_{c,M}^*$	Völligkeit mit Bezug auf die obere Bewehrungslage
$k_{c,\varepsilon}$	Völligkeit der Betonspannungen infolge Schwindens
$\tilde{k}_{c,M}^I$	Völligkeit mit Bezug auf die Ortbetonergänzung
k_F	Skalierungsfaktor zur Bestimmung von $M_{R,F}$ (ebenso $k_{F,cs-OK}$, $k_{F,cs-UK}$)
k_s	Beiwert zur Berücksichtigung von Umlagerungen (auch δ)
k_w	Anpassungsfaktor für die Erstrissbreite im Zustand I/II
k_β	Beiwert zur Berücksichtigung der Betonmitwirkung am Sammelriss
k_τ	Beiwert zur Berücksichtigung des Verbundverhaltens am Sammelriss
l_F	Länge des F-Bereiches bei Ganzfertigteilträgern
l_{QF}	Länge der Querfuge (bzw. Breite bei Bezug auf Bauteilachse)
l_t	Einleitungslänge bei Erstrissbildung
l_t^*	Einleitungslänge bei fortschreitender Erstrissbildung
$l_{t,eff}$	wirksame Einleitungslänge
$l_{t,F}$	Einleitungslänge am Fugenriss

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

$l_{t,SR}$	Einleitungslänge am Sammelriss
n_0	Reduktionszahl des Betons für Kurzzeitlasten
$n_{0,OB/FT/SR}$	Reduktionszahlen für Kurzzeitlasten (OB/FT/SR)
$n_{A,L}$	Reduktionszahl für die Betonfläche (Lastart L)
$n_{I,L}$	Reduktionszahl für das Betonträgheitsmoment (Lastart L)
n_S	Reduktionszahl des Betons für Beanspruchungen infolge Schwindens
$n_{S,OB/FT/SR}$	Reduktionszahlen für Schwindlasten (OB/FT/SR)
n_{st}	Reduktionszahl des Betonstahls
n_φ	Reduktionszahl bei Berücksichtigung des Kriechens
s	Stababstand der Bewehrung
$s(x)$	Relativverschiebung zwischen Beton und Bewehrung (ebenso $s'(x)$, $s''(x)$)
s_r	Rissabstand
$s_{r,m}$	mittlerer Rissabstand
$s_{r,max/min}$..	maximaler/minimaler Rissabstand
t	Betonalter, Zeit
t_0	Betonalter bei Belastungsbeginn
t_e	Betonalter bei Belastungsende
$t_{eff,c}$	wirksames Kriechalter des Fertigteilbetons
$t_{eff,s}$	wirksames Schwindalter des Fertigteilbetons
t_{Einbau}	Betonalter (FT) bei Einbau der Ortbetonergänzung
t_s	Betonalter bei Austrocknungsbeginn (Schwinden)
$\Delta t_{eff,c/s}$...	Zeitinkremente zur Bestimmung des wirksamen Kriech-/Schwindalters
u	der Trocknung ausgesetzter Umfang des Querschnitts
$u_{cp/cs}$	Trocknungsumfang des Teilfertigteils/der Ortbetonergänzung
u_{loc}	Trocknungsumfang am Fugenrand von Ganzfertigteilträgern
u_z	Durchbiegung Versuchsträger
v_τ	Völligkeitsbeiwert der Verbundspannungen
w	Rissbreite
$w_{1/2}$	Rissbreiten an den Bewehrungslagen 1 und 2
$w_{95\%}$	95%-Quantilwert der Rissbreiten
$w_{I/II}$	Rissbreite Zustand I/II
$w_{II/II}$	Rissbreite Zustand II/II
w_F	Rissbreite Fuge TFT bei fortschreitender Erstrissbildung
$w_{F,aFRB}$...	Rissbreite Fuge TFT bei abgeschlossener Fugenrissbildung
$w_{F-FT/OB}$..	Rissbreiten im F-Bereich von Ganzfertigteilträgern
w_K	Rissbreite im K-Bereich von Ganzfertigteilträgern
w_k	charakteristische Rissbreite
w_{lim}	Grenzwert der Rissbreite, zulässige Rissbreite
w_m	mittlere Rissbreite
$w_{m,rn}$	mittlere Rissbreite bei abgeschlossener Erstrissbildung
$w_{m,y}$	mittlere Rissbreite bei Erreichen der elastischen Grenztragfähigkeit
$w_{max/min}$..	maximale/minimale Rissbreite
$w_{max,u}$	maximale Rissbreite an der Bauteilunterseite
w_r	Erstrissbreite

$w_{r,I/II}$	Erstrissbreite Zustand I/II
$w_{r,II/II}$	Erstrissbreite Zustand II/II
$w_{r,F}$	Erstrissbreite an der Fuge von Teilfertigteilträgern
$w_{r,F-FT/OB}$	Erstrissbreiten im F-Bereich von Ganzfertigteilträgern
$w_{r,K}$	Erstrissbreite im K-Bereich von Ganzfertigteilträgern
$w_{r,SR}$	Erstrissbreite der Sammelrisse an Ganzfertigteilträgern
w_{rn}	Rissbreite bei abgeschlossener Erstrissbildung
w_s	Rissbreite auf Höhe der Bewehrung
w_{surf}	Rissbreite an der Bauteiloberfläche
w_{SR}	Rissbreite der Sammelrisse an Ganzfertigteilträgern
w_y	Rissbreite bei Erreichen der elastischen Grenztragfähigkeit
x	Ordinate in Bauteilrichtung
$\tilde{x}$	Laufordinate in Bauteilrichtung mit Ursprung im Riss
y, z	Ordinaten im Querschnitt des Bauteils
z_a	Schwerachse des Baustahlquerschnittes
z_c	Schwerachse des Betonquerschnittes
z_{cp}	Schwerachse des Fertigteilbetonquerschnittes
z_{cs}	Schwerachse des Ortbetonquerschnittes
z_i	Schwerachse des ideellen Verbundquerschnittes
$z_{i,0}$	Schwerachse des ideellen Verbundquerschnittes für Kurzzeitlasten
$z_{i,0}^{SR}$	Schwerachse des ideellen VQS für Kurzzeitlasten am Sammelriss
$z_{i,j,L}$	Ordinate von $z_{i,L}$ auf z_j
$z_{i,S}$	Schwerachse des ideellen Verbundquerschnittes für Schwinden
$z_{i,S}^F$	Schwerachse des ideellen VQS für Schwinden im F-Bereich
z_j	Ordinate der Faser j (ebenso z_k)
$z_{j,k}$	Ordinate von z_j auf z_k
z_s	Schwerachsen der Bewehrung mit s=s, sOB, sFT
z_{si}	Schwerachse der Bewehrungslage mit i=1, 2, 3
z_{st}	Schwerachse des Gesamtstahlquerschnittes (auch z_{st}^{II})
z_{st}^I	Schwerachse d. gedachten Gesamtstahlquerschnittes im Zustand I
$z_{st}^{I/II}$	Schwerachse d. gedachten Gesamtstahlquerschnittes im Zustand I/II
$z_{st}^{II/II}$	Schwerachse des Gesamtstahlquerschnittes im Zustand II/II (auch z_{st}^{II})
$\tilde{z}_i$	Schwerachse des ideellen Verbundträgergurtes/Teilquerschnittes
$\tilde{z}_{i,0}^I$	ideelle Gurtschwerachse für Kurzzeitlasten im Zustand I
$\tilde{z}_{i,0}^{I/II}$	ideelle Gurtschwerachse für Kurzzeitlasten im Zustand I/II (auch $z_{s-I/II}$)
$\tilde{z}_{i,0}^{II/II}$	ideelle Gurtschwerachse im Zustand II/II ($\hat{=}\tilde{z}_{i,0}^{II}$, auch $z_{s-II/II}$)
$\tilde{z}_{i,0}^{II/II+}$	ideelle Gurtschwerachse im Zustand II/II unter Berücksichtigung des mitwirkenden Stahlträgerobergurtes
$\tilde{z}_{i,0}^{II}$	ideelle Gurtschwerachse im Zustand II
$\tilde{z}_{i,0}^{FT}$	ideelle Gurtteilschwerachse (FT) für Kurzzeitlasten im Zustand I
$\tilde{z}_{i,0}^{OB}$	ideelle Gurtteilschwerachse (OB) für Kurzzeitlasten im Zustand I
$\tilde{z}_{i,0}^{sOB}$	ideelle Gurtteilschwerachse (OB) für Kurzzeitlasten im Zustand II
$\tilde{z}_{i,S}^{FT}$	ideelle Gurtteilschwerachse (FT) für Schwindfall 'FT*' im Zustand I

Symbole mit griechischen Buchstaben

α, β	Beanspruchungsparameter
α^*, β^*	modifizierte Beanspruchungsparameter (ebenso $\hat{\beta}, \hat{\gamma}, \hat{\beta}^*$)
α_{NM}, α_M ..	Hilfsbeiwerte zur Beschreibung der Kriechbehinderung (ebenso α_N)
α_{st}	Querschnittsparameter zur Transformation von Bau- und Gesamtstahl
α_{st}^I	Querschnittsparameter im Zustand I
$\alpha_{st}^{I/II}$	Querschnittsparameter im Zustand I/II
$\alpha_{st}^{II/II}$	Querschnittsparameter im Zustand II/II ($\hat{=}\alpha_{st}$, auch α_{st}^{II})
$\beta_{as}(t)$	Zeitfunktion des Grundschrindens
$\beta_c(t, t_0)$	Zeitfunktion des Kriechens
$\beta_{ds}(t, t_s)$...	Zeitfunktion des Trocknungsschrindens
$\beta_{E,0}$	Verhältnis d. Beton-E-Moduln bei Belastungsbeginn und nach 28 Tagen
β	Beiwert zur Beschreibung der Betonmitwirkung
$\beta_{I/II}$	mittlere Betonmitwirkung im Zustand I/II
$\beta_{II/II}$	mittlere Betonmitwirkung im Zustand II/II
β_{II}	mittlere Betonmitwirkung im Zustand II
$\beta_{F/K}$	mittlere Betonmitwirkung im F-/K-Bereich
$\beta_{max/min}$..	mittlere Betonmitwirkung bei Erstriss/abgeschlossener ERB
$\beta_{R,K/R,F}$...	mittlere Betonmitwirkung bei Erstriss im F-/K-Bereich
β_{SR}	mittlere Betonmitwirkung für $M = M_{SR}$
β_t	Betonmitwirkung in der Risseinflusszone
$\beta_{t,m}$	Betonmitwirkung im Bauteil (auch β)
$\beta_{t,SR}$	Betonmitwirkung am Sammelriss
$\beta_{t,\varepsilon}$	Beiwert zur Beschreibung der Schrindbehinderung
β_{WN}	Würfelnenndruckfestigkeit (200mm) des Betons
β_{WS}	Würfelseriendruckfestigkeit (200mm) des Betons
δ_c	Verschiebung des Betons
δ_s	Verschiebung des Betonstahls
δ_ε	Verschiebung infolge Schrindens
ε	Dehnung
$\varepsilon_{0,2}$	technische Fließdehnung des Betonstahls
ε_a	Dehnung des Baustahls
ε_c	Dehnung des Betons (auch $\varepsilon_c(t, t_0)$)
ε_{c1}	Dehnung des Betons im Zustand I
$\varepsilon_{c1/2/3}$	Dehnung des Betons bei Erreichen der Druckfestigkeit
$\varepsilon_{ca\infty/cd\infty}$...	Endschrindmaße für Grund-/Trocknungsschrindens
$\varepsilon_{cc}(t, t_0)$...	Kriechdehnung des Betons
$\varepsilon_{cf}(t_f)$	Dehnung des Betons infolge fortschreitender Schädigung
$\varepsilon_{ci}(t_0)$	elastische Dehnung des Betons
ε_{cm}	mittlere Betondehnung
$\varepsilon_{cn}(t)$	lastunabhängige Dehnung des Betons
ε_{cr1}	Dehnung des Betons im Zustand I bei Erstrissbildung
ε_{cs}	freies Schrindmaß des Betons

$\varepsilon_{cs}(t, t_S)$...	Schwinddehnung des Betons
$\varepsilon_{cs,eff}$	reduziertes Schwindmaß des Betons (auch ε_0)
$\varepsilon_{cs,OB}$	freies Schwindmaß der Ortbetonergänzung (ebenso $\varepsilon_{cs,FT}$, $\varepsilon_{cs,FT*}$)
$\varepsilon_{cs,OB,eff}$..	reduziertes Schwindmaß der Ortbetonergänzung (ebenso $\varepsilon_{cs,FT,eff}$, $\varepsilon_{cs,FT*,eff}$)
$\varepsilon_{cs,SR}$	freies Schwindmaß am Sammelriss
$\varepsilon_{cs,SR,eff}$..	reduziertes Schwindmaß am Sammelriss
ε_{cs}^{loc}	lokales Schwindmaß am Fugenrand von Ganzfertigteilträgern
ε_{ct}	Zugdehnung des Betons
ε_{ctu}	rechnerische Zugbruchdehnung des Betons
$\varepsilon_{cT}(t)$	Temperaturdehnung des Betons
$\varepsilon_{cu1/2/3}$	Bruchdehnung des Betons
$\varepsilon_{c\sigma}(t, t_0)$..	lastabhängige Dehnung des Betons
$\varepsilon_{i,k}^j$	Dehnung des Baustoffs i in der Faser j für Zustand k
ε_r	Bruchdehnung des Baustahls (auch A)
ε_{s1}	Dehnung des Betonstahls im Zustand I
$\varepsilon_{s1,SR}$	Dehnung des Betonstahls im Zustand I am Sammelriss
ε_{s2}	Dehnung des Betonstahls im Riss (Zustand II)
$\varepsilon_{s2,I/II}$	Dehnung des Betonstahls im Riss (Zustand I/II)
$\varepsilon_{s2,II/II}$	Dehnung des Betonstahls im Riss (Zustand II/II)
$\varepsilon_{s2,II}$	Dehnung des Betonstahls im Riss (Zustand II)
$\varepsilon_{s2,F}$	Dehnung des Betonstahls im späten Fugenriss (fortschr. ERB)
$\varepsilon_{s2,SR}$	Dehnung des Betonstahls im Sammelriss (Zustand II)
ε_{sII}	Dehnung des Betonstahls am reinen Zustand II-Querschnitt (ohne ts)
ε_{sm}	mittlere Stahldehnung
$\varepsilon_{sm,I/II}$	mittlere Stahldehnung in der ideellen Gurtschwerachse (Zustand I/II)
$\varepsilon_{sm,II/II}$...	mittlere Stahldehnung in der ideellen Gurtschwerachse (Zustand II/II)
ε_{sm}^{FT}	mittlere Stahldehnung in der Schwerachse des Fertigteils
ε_{sm}^{OB}	mittlere Stahldehnung in der Schwerachse des Ortbetons
ε_{sr1}	Dehnung des Betonstahls im Zustand I bei Erstrissbildung
$\varepsilon_{sr1,SR}$	Dehnung des Betonstahls im Zustand I am Sammelriss bei SRB
ε_{sr2}	Dehnung des Betonstahls im Riss bei Erstrissbildung
$\varepsilon_{sr2,I/II}$	Dehnung des Betonstahls im Riss bei Erstrissbildung OB
$\varepsilon_{sr2,II/II}$...	Dehnung des Betonstahls im Riss bei Erstrissbildung TFT
$\varepsilon_{sr2,F}$	Dehnung des Betonstahls im frühen Fugenriss (Erstriss im Zustand I)
$\varepsilon_{sr2,SR}$	Dehnung des Betonstahls im Sammelriss bei Sammelrissbildung
ε_{su}	rechnerische Bruchdehnung des Betonstahls
ε_s	Dehnung des Betonstahls
ε_u	Gleichmaßdehnung des Baustahls (auch A_g)
ε_v	Verfestigungsdehnung des Bau- und Betonstahls
ε_y	Fließdehnung des Baustahls
$\Delta\varepsilon_{s2}$	Dehnungssprung des Betonstahls im Riss bei fortschr. Erstrissbildung
$\Delta\varepsilon_{s2,SR}$	Dehnungssprung des Betonstahls im Sammelriss bei fortschr. SRB
$\Delta\varepsilon_{sr}$	Dehnungssprung des Betonstahls im Riss bei Erstrissbildung
$\Delta\varepsilon_{sr,I/II}$...	Dehnungssprung des Betonstahls im Riss (Zustand I/II)

$\Delta\varepsilon_{sr,II/II}$	..	Dehnungssprung des Betonstahls im Riss (Zustand II/II)
$\Delta\varepsilon_{sr,II}$	....	Dehnungssprung des Betonstahls im späten Fugenriss
$\Delta\varepsilon_{sr,F}$	.....	Dehnungssprung des Betonstahls im frühen Fugenriss
$\Delta\varepsilon_{sr,SR}$	....	Dehnungssprung des Betonstahls im Sammelriss bei Sammelrissbildung
$\delta\varepsilon_{sr1}$	.....	Kerbdehnung des Betonstahls in der Fuge (Zustand I)
$\delta\varepsilon_{sr2}$	.....	Kerbdehnung des Betonstahls in der Fuge (Zustand II)
η	.....	bezogener Rissabstand; ebenso η_{min} , η_m , η_{max}
η_{ct}	.....	Beiwert für die reduzierte Zugfestigkeit am Sammelriss
η_F	.....	Beiwert zur Berücksichtigung der Betonmitwirkung
η_{FT-eff}	...	Beiwert zur Berücksichtigung des mitwirkenden Teilfertigteils
$\eta_{hyg,x}$	.....	Beiwert für die lokale Hygroskopizität (GFT)
$\eta_{hyg,z}$	.....	Beiwert für die lokale Hygroskopizität (TFT)
η_{OG-eff}	...	Beiwert zur Berücksichtigung des mitwirkenden Stahlträgerobergurtes
η_r	.....	Beiwert zur Berücksichtigung des Schwindens
η_ε	.....	Beiwert zur Berücksichtigung der Schwindbehinderung
κ	.....	Krümmung
κ_I	.....	Krümmung im ungerissenen Zustand
κ_{II}	.....	Krümmung im gerissenen Zustand
κ_R	.....	Krümmung beim Erstriss
κ_{Rn}	.....	Krümmung bei abgeschlossener Erstrissbildung
κ_y	.....	Krümmung bei Erreichen der elastischen Grenztragfähigkeit
κ_ε	.....	Krümmung infolge Schwindens
λ	.....	Beiwert zur Berücksichtigung der Biegezugfestigkeit
μ, σ	.....	Mittelwert, Standardabweichung
$\varphi(t, t_0)$	....	Kriechzahl
φ_0	.....	Grundkriechzahl
$\varphi(\infty, t_0)$	...	Endkriechzahl (auch φ_∞)
$\varphi_{bc/dc}(t, t_0)$		Kriechzahlen für Grund-/Trocknungskriechen
$\psi(t, t_0)$	....	Relaxationszahl
ψ_A	.....	Kriechbeiwert zur Transformation der Betonquerschnittsfläche
ψ_I	.....	Kriechbeiwert zur Transformation des Betonträgheitsmomentes
ψ_L	.....	Kriechbeiwert für Beanspruchungsart L (ebenso $\psi_{A,L}$, $\psi_{I,L}$)
ρ	.....	Relaxationskennwert (auch $\rho(t, t_0)$)
ρ_M	.....	Relaxationskennwert für Momentenbeanspruchung
ρ_N	.....	Relaxationskennwert für Normalkraftbeanspruchung
ρ_s	.....	Bewehrungsgrad
$\rho_{s,eff}$	.....	wirksamer Bewehrungsgrad
$\rho_{s,eff}^{OB}$	.....	wirksamer Bewehrungsgrad der Ortbetonergänzung
σ	.....	Normalspannung
σ_{cpr1}	.....	Spannung des Fertigteilbetons im Zustand I bei Erstrissbildung
$\sigma_{cpr2,I/II}$	...	Spannung des Fertigteilbetons im Riss (Erstrissbildung OB)
$\sigma_{cr1,SR}$	....	Spannung des Betons im Zustand I bei SRB mit c=c, cs, cp
$\sigma_{cs1,F}$	.....	Spannung des Ortbetons in der Fuge (TFT) im Zustand I (ebenso $\sigma_{csr1,F}$)
σ_{csr1}	.....	Spannung des Ortbetons im Zustand I bei Erstrissbildung

σ_j^ε	Schwindeigenspannungen für j=c, cs, cp, s, a
$\sigma_j^{\varepsilon-k}$	Schwindeigenspannungen für Schwindfälle k='OB/FT/FT*'
$\sigma_{j,SR}^\varepsilon$	Schwindeigenspannungen am Sammelriss für j=cs, cp, s, a
σ_{s1}	Spannung des Betonstahls im Zustand I
$\sigma_{s1,F}$	Spannung des Betonstahls in der Fuge (TFT) im Zustand I (ebenso $\sigma_{sr1,F}$)
$\sigma_{s1,K}$	Spannung d. Betonstahls K-Bereich (TFT) im Zustand I (ebenso $\sigma_{sr1,K}$)
$\sigma_{s1,K}$	Spannung d. Betonstahls K-Bereich (GFT) im Zustand I (ebenso $\sigma_{sr1,K}$)
σ_{s2}	Spannung des Betonstahls im Riss (Zustand II)
$\sigma_{s2,I/II}$	Spannung des Betonstahls im Riss (Zustand I/II)
$\sigma_{s2,II/II}$...	Spannung des Betonstahls im Riss (Zustand II/II)
$\sigma_{s2,II}$	Spannung des Betonstahls im Riss (Zustand II)
$\sigma_{s2,F}$	Betonstahlspannung im frühen Fugenriss (abgeschl. FRB, fortschr. ERB)
$\sigma_{s2,F,(R,K)}$..	Spannung des Betonstahls im frühen Fugenriss (für $M = M_{R,K}$)
$\sigma_{s2,F}$	Spannung des Betonstahls im späten Fugenriss (fortschr. ERB)
$\sigma_{s2,F,(R,F)}$..	Spannung des Betonstahls im späten Fugenriss (ERB im Zustand I/II)
$\sigma_{s2,F-FT/OB}$	Spannung des Betonstahls im Riss (fortschr. ERB F-Bereich GFT)
$\sigma_{s2,K}$	Spannung des Betonstahls im Riss (fortschr. ERB K-Bereich GFT)
$\sigma_{s2,SR}$	Spannung des Betonstahls im Sammelriss (Zustand II)
$\sigma_{s2,SR,(R)}$..	Spannung des Betonstahls im Sammelriss bei ERB im K-Bereich
σ_{sII}	Spannung des Betonstahls am reinen Zustand II-Querschnitt (ohne ts)
σ_{sm}	mittlere Stahlspannung
$\sigma_{sm,r}$	mittlere Stahlspannung in der Risseinflusszone
$\sigma_{sm}^{I/II}$	mittlere Stahlspannung in der ideellen Gurtschwerachse (Zustand I/II)
$\sigma_{sm}^{II/II}$	mittlere Stahlspannung in der ideellen Gurtschwerachse (Zustand II/II)
$\sigma_{sm,K}$	mittlere Stahlspannung am Erstriss K-Bereich (GFT)
σ_{sr1}	Spannung des Betonstahls im Zustand I bei Erstrissbildung
$\sigma_{sr1,SR}$	Spannung des Betonstahls im Zustand I bei Sammelrissbildung
σ_{sr2}	Spannung des Betonstahls im Riss bei Erstrissbildung
$\sigma_{sr2,I/II}$...	Spannung des Betonstahls im Riss (Erstrissbildung OB)
$\sigma_{sr2,II/II}$...	Spannung des Betonstahls im Riss (Erstrissbildung TFT)
$\sigma_{sr2,F}$	Spannung des Betonstahls im frühen Fugenriss (Erstriss im Zustand I)
$\sigma_{sr2,F}$	Spannung des Betonstahls im Riss (Erstriss F-Bereich GFT)
$\sigma_{sr2,K}$	Spannung des Betonstahls im Riss (Erstriss K-Bereich GFT)
$\sigma_{sr2,SR}$	Spannung des Betonstahls im Sammelriss bei Sammelrissbildung
σ_{srn}	Spannung des Betonstahls im Riss bei abgeschl. ERB
$\sigma_T(t_0)$	Zwangsspannung des Betons infolge behinderter Temperaturdehnung
$\Delta\sigma_{cpr,I/II}$..	Spannungssprung des Fertigteil im Riss (Zustand I/II)
$\Delta\sigma_{s,SR}^\varepsilon$	Spannungssprung des Betonstahls im Sammelriss infolge Schwindens
$\Delta\sigma_{s2}$	Spannungssprung des Betonstahls im Riss bei fortschr. Erstrissbildung
$\Delta\sigma_{s2,II}$	Spannungssprung des Betonstahls im frühen Fugenriss (abgeschl. FRB)
$\Delta\sigma_{s2,II,(R,K)}$	Spannungssprung des Betonstahls im frühen Fugenriss (fortschr. ERB)
$\Delta\sigma_{s2,SR}$...	Spannungssprung des Betonstahls im Sammelriss bei abgeschl. SRB
$\Delta\sigma_{s2,SR,(R)}$	Spannungssprung des Betonstahls im Sammelriss bei fortschr. ERB

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

$\Delta\sigma_{sr}$	Spannungssprung des Betonstahls im Riss bei Erstrissbildung
$\Delta\sigma_{sr,I/II}$..	Spannungssprung des Betonstahls im Riss (Zustand I/II)
$\Delta\sigma_{sr,II/II}$..	Spannungssprung des Betonstahls im Riss (Zustand II/II)
$\Delta\sigma_{sr,II}$	Spannungssprung des Betonstahls im späten FR (ERB im Zustand I/II)
$\Delta\sigma_{sr,F}$	Spannungssprung des Betonstahls im frühen Fugenriss (Erstriss)
$\Delta\sigma_{sr,F-FT/OB}$	Spannungssprung d. Betonstahls im F-Bereich (GFT)
$\Delta\sigma_{sr,K}$	Spannungssprung d. Betonstahls im Erstriss K-Bereich (GFT)
$\Delta\sigma_{sr,SR}$...	Spannungssprung des Betonstahls im Sammelriss bei Sammelrissbildung
$\Delta\sigma_{srn}$	Spannungssprung des Betonstahls im Riss bei abgeschl. Erstrissbildung
$\Delta\sigma_{ts}$	Spannung des Betonstahls infolge der Zugversteifung (ts)
$\Delta\delta\sigma_{sr}$	Spannungssprung aus Kerbspannung des Betonstahls (Erstriss Zustand I)
$\delta\sigma_{cs1}$	Kerbspannung des Ortbetons in der Fuge (Zustand I)
$\delta\sigma_{s2}$	Kerbspannung des Betonstahls in der Fuge (abgeschl. FRB)
$\delta\sigma_{s2,(R,K)}$..	Kerbspannung des Betonstahls in der Fuge (fortschr. ERB)
$\delta\sigma_{sr1}$	Kerbspannung des Betonstahls in der Fuge (früher FR) (ebenso $\delta\sigma_{s1}$)
$\delta\sigma_{sr2}$	Kerbspannung des Betonstahls in der Fuge (später FR) (ebenso $\delta\sigma_{s2}$)
τ	Schubspannung
τ_{max}	Maximalwert der Verbundspannungen
τ_R	Reibungsanteil der Verbundspannungen
$\tau_s(x)$	Verbundspannung
$\tau_{s,r}$	Spitzenwert der Verbundspannungen am Riss
τ_{sm}	mittlere Verbundspannung
τ_{sm}^{FT}	mittlere Verbundspannung im Fertigteilbeton
τ_{sm}^{OB}	mittlere Verbundspannung im Ortbeton
$\tau_{sm,SR}$	mittlere Verbundspannung am Sammelriss
ϑ	Betontemperatur
$\vartheta_{01}, \vartheta_{02}$...	Nullspannungstemperaturen

Indizes

I	Zustand I
I/II	Zustand I/II
II/II	Zustand II/II
$aFRB$	abgeschlossene Fugenrissbildung
$aSRB$	abgeschlossene Sammelrissbildung
$calc$	rechnerisch
$fERB$	fortschreitende Erstrissbildung
$glob$	global
L	Lastindex mit L=P, PT, S, D, 0
loc	lokal
M	Beanspruchung infolge von Momenteneinwirkung
$M + \varepsilon$	Beanspruchung infolge von Momenteneinwirkung und Eigenspannungen
OK, UK ..	Oberkante, Unterkante (von Betonteilquerschnitten)
ε	Beanspruchung infolge von Eigenspannungen