



2023

BetonKalender

Wasserundurchlässiger Beton
Brückenbau



2023

BetonKalender

Wasserundurchlässiger Beton Brückenbau

Herausgegeben von

Prof. Dipl.-Ing. DDr. Dr.-Ing. E.h. Konrad Bergmeister
Wien

Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos
Berlin

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Johann-Dietrich Wörner
Darmstadt

112. Jahrgang

Hinweis des Verlages

Die Recherche zum Beton-Kalender ab
Jahrgang 1980 steht im Internet zur Verfügung
unter www.ernst-und-sohn.de

Titelfoto: Brücke zur San Pellegrino Flagship Factory, San Pellegrino Terme, Italien
Fotograf: sbp/Matteo Dini
Bauherr: Sanpellegrino S.p.A.
Architektur: BIG-Bjarke Ingels Group, New York
Tragwerksplanung: schlaich bergemann partner, sbp,
Stuttgart • Berlin • New York • São Paulo • Shanghai • Paris • Madrid • Los Angeles

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.

© 2023 Ernst & Sohn GmbH, Rotherstraße 21, 10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages 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.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publisher.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch 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.

Umschlaggestaltung: Hans Baltzer, Berlin
Herstellung: pp030 – Produktionsbüro Heike Praetor, Berlin
Satz: le-tex publishing services GmbH, Leipzig

Printed in the Federal Republic of Germany.
Gedruckt auf säurefreiem Papier.

ISSN 0170-4958

Print ISBN 978-3-433-03375-3

ePDF ISBN 978-3-433-61117-3

ePub ISBN 978-3-433-61119-7

oBook ISBN 978-3-433-61118-0

Vorwort

Der Beton-Kalender 2023 behandelt im Teil 1 den Themenschwerpunkt „Wasserundurchlässige Betonbauwerke“, in dem sämtliche Formen der Abdichtung wissenschaftlich und baupraktisch beschrieben sowie verschiedene Konstruktions- und Baumethoden zur Gestaltung abgedichteter Betonbauwerke erörtert werden. Themenschwerpunkt im Teil 2 ist der „Brückenbau“ mit wichtigen Beiträgen für die Ingenieurarbeit und zum Grundlagenwissen für weiterführende Forschung.

Den Auftakt im ersten Teil bilden Erläuterungen und Hinweise zu den Richtlinien für wasserundurchlässige Betonbauwerke, für Österreich erarbeitet durch Fachgruppen der Österreichischen Bautechnik Vereinigung (ÖBV) und geschrieben von Alfred Hüngsberg, Schirin Vanas und Rainer Hausenberger, sowie für Deutschland vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), verfasst von Christoph Alfes, Frank Fingerloos und Claus Flohrer.

Allgemein finden Weiße Wannen für Infrastrukturbauwerke und wasserundurchlässige Gründungsbauwerke sowie im Bereich von Kellergeschossen oder Tiefgaragen Anwendung. Bei wasserundurchlässigen Betonbauwerken kommt es neben der Betontechnologie und der Beherrschung von Trennrissen vor allem auf die Minimierung von Arbeitsfugen und die zweckmäßige Fugenausbildung an. In den Richtlinien werden die Themen der Rissbreiten, der Temperaturgradienten genauso angeschnitten wie die Bauausführung und die Instandsetzungsmaßnahmen.

Im ÖBV-Beitrag wird ein besonderes Bemessungsmodell „Weiße Wanne optimiert“ erläutert, welches die Gebrauchstauglichkeit bei überwiegender Zwangsbeanspruchung durch Rissvermeidung zum Ziel hat. Dieses Bemessungsmodell „Weiße Wanne optimiert“ erfordert spezielle Voruntersuchungen des Betons, deren Ergebnisse der Bemessung zugrunde gelegt werden. Dazu wird auch ein neu entwickelter Betonstandard BS 1 PLUS mit einem höheren Anteil von aufbereiteten, hydraulisch wirksamen Zusatzstoffen – AHWZ vorgestellt, welcher eine deutlich bessere CO₂-Bilanz aufweist. Eine Besonderheit dieser Richtlinie besteht in der Anwendung eines optimierten Verfahrens, bei dem mittels rechnerischen Nachweises der Rissvermeidung signifikante Einsparungen in der Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite infolge von Zwang erzielt werden können.

In der DAfStb-Richtlinie wird u. a. das Trennrissvermeidungskonzept angeführt. Dabei handelt es sich um zahlreiche Vorsorgemaßnahmen, welche eine gute Abstimmung zwischen allen Beteiligten sowie ausreichenden Planungsvorlauf, frühzeitige betontechnische Vorbereitungen und einen koordinierten Bauablauf erfordern. Auf der sicheren Seite liegend muss nachgewiesen werden, dass die charakteristische 5%-Fraktile der Betonzugfestigkeit zu keinem Zeitpunkt durch auftre-

tende, überwiegend zentrische Zugspannungen überschritten wird. Hierfür ist eine planmäßige Vermeidung oder Verminderung von Zwang durch betontechnische, konstruktive und ausführungstechnische Maßnahmen erforderlich.

Für die baupraktische WU-Konstruktion gibt das Kapitel „Fugen und Durchdringungen bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton“ von Rainer Hohmann wertvolle Hinweise. Im zweiten Abschnitt werden die verschiedenen Fugenarten erklärt und im dritten Abschnitt Hinweise zur Planung und Bauausführung von Fugen und deren Abdichtungen gegeben. Die Systeme zur Fugenabdichtung, wie Fugenbänder, beschichtete und unbeschichtete Fugenbleche sowie Kombi-Arbeitsfugenbänder und verpresste Injektions-schlauchsysteme, quellfähige Fugeneinlagen, vollflächig aufgeklebte Fugenabdichtungsbänder, Dichtrohre, Sollrissfugenschienen und Klemmkonstruktionen werden anschaulich mit Zeichnungen dargestellt. Um den Wasserdurchtritt bei Rohrdurchdringungen zu verhindern, sind spezielle Schalungsanker und Dichtungssysteme für Rohr- und Leitungsdurchführungen vorzusehen.

Die „Planung und Anwendung von Frischbetonverbundsystemen bei wasserundurchlässigen Baukonstruktionen aus Beton“ werden von Thomas Freimann und Ulli Heinlein erläutert und wertvolle Hinweise gegeben. FBV-Systeme bestehen in der Regel aus einer dehnfähigen polymeren oder bituminösen Dichtschicht und einer betonseitigen Verbundschicht, welche einen mechanischen oder adhäsiven Verbund zum Frischbeton hin erzeugt. Durch diesen Verbund mit der Betonrandzone entsteht bei fachgerechtem Einbau des Systems und des Betons eine vollflächige Hinterlauf-sicherheit. Selbst bei einer lokalen Beschädigung der Dichtschicht dringt das Wasser nur am Schadensort ein. Die Frischbetonverbundtechnologie sollte grundsätzlich als zusätzliche Maßnahme bei WU-Bauteilen Anwendung finden. FBV-Systeme können horizontal bei Bodenplatten und vertikal bei Wänden angeordnet werden. Die Autoren stellen im zweiten Abschnitt die aktuelle Regelwerkssituation in Deutschland und im dritten Abschnitt die Wirkungsmechanismen der FBV-Systeme dar. Ein wichtiges Thema sind die Funktionsprüfungen des Systems, welche im vierten Abschnitt ausführlich behandelt werden. Spezielle Hinweise zur Planung und zur Bauausführung für die Verarbeitung auf der Baustelle fehlen nicht. Die im Markt befindlichen FBV-Systeme unterscheiden sich in ihren Wirkungsmechanismen und Materialeigenschaften. Daher empfehlen die Autoren eine zusätzliche baubegleitende Kontrolle und vorher geplante qualitätssichernde Maßnahmen.

Jan Wörner und Hans-Werner Nordhues vermitteln aktualisiertes Wissen zum „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“. Im Beitrag werden

zuerst die wesentlichen Inhalte der DAFStb-Richtlinie aus dem Jahre 2011 beschrieben. Wertvoll sind die im dritten Abschnitt ausgearbeiteten Anwendungsthemen, die beispielhaft an einer unbeschattet im Freien auf einer viskosen Gleitschicht liegenden Bodenplatte demonstriert werden. Dabei zeigt sich, dass bei einer nur 18 cm dicken besonnten Betonplatte aus C30/37 aufgrund der Temperaturgradienten keine weiteren Lasten mehr aufgenommen werden können. Die Autoren stellen dann den mehrschichtigen Aufbau mit Tragschicht, Gleitschicht, Dichtschicht vor und geben wichtige Planungs- und baupraktische Hinweise im vierten Abschnitt. Mit Ausführungsbeispielen im fünften Abschnitt wird darauf hingewiesen, dass alle möglichen Leckpfade betrachtet und Leckagen zuverlässig verhindert werden müssen.

Eine „Braune Wanne“ ist eine erdberührte Stahlbetonkonstruktion, bei der an der erdberührten Seite Bentonitmatten aufgebracht werden. Die lastabtragende Funktion übernimmt ausschließlich die Stahlbetonkonstruktion, die abdichtende Funktion wird von den Bentonitmatten in Kombination mit der Stahlbetonkonstruktion übernommen. Zu diesem Thema haben Paul Brünner und Peter Brandweiner die entsprechende ÖBV-Richtlinie von 2019 erläutert und wertvolle baupraktische Erkenntnisse ausgeführt. Die Autoren geben im vierten Abschnitt Hinweise zur Auswahl der Bauweise, nämlich zwischen der Schwarzen, der Braunen und der Weißen Wanne, und erklären anhand von Praxisbeispielen die Anwendbarkeit der Braunen Wanne.

Die „Abdichtungen von Dächern und auf Bodenplatten“ von Matthias Zöller ergänzen die Themenfolge zu den wasserundurchlässigen Betonbauwerken. Aufgrund der zunehmenden Diversifizierung der Anforderungen an Abdichtungen wurde die Normenreihe DIN 18531, DIN 18532-2 und DIN 18533-3 geschaffen, die sich mit den getrennten Aufgabenbereichen beschäftigt. Im zweiten Abschnitt werden spezifisch die Flachdachabdichtungen und die konstruktiven Details herausgearbeitet, während im dritten Abschnitt die Abdichtungen auf Bodenplatten mit den Vorgängen der Flüssigkeitstransporte und Diffusionsvorgänge beschrieben werden. Zusammenfassend wird festgehalten, dass Bodenplatten entweder nach der Abdichtungsnorm abgedichtet oder als wasserundurchlässige Betonkonstruktionen ausgeführt werden.

Gerade die Zwangbeanspruchungen, hervorgerufen während der Erhärtungszeit des Betons, sind in der Ingenieurpraxis ein sehr anspruchsvolles Thema. Zur Verifizierung haben Dirk Schlicke, Nguyen Viet Tue, Christina Krenn und Eva Maria Dorfmann aktuelles Wissen zum verformungsbasierten Bemessen bei der „Beurteilung der Rissgefahr infolge erhärtungsbedingter Zwangbeanspruchung“ erarbeitet und im zweiten Abschnitt die aktuellen Modelle aus der Literatur beschrieben. Aufgrund der sehr geringen Zugbruchdehnung des Betons würden bei vollem Zwang (vollständige Verformungsbehinderung) und rein elas-

tischer Betrachtung bereits bei einer Temperaturdifferenz von 10 °C bis 15 °C Risse auftreten. In der Praxis tritt jedoch aufgrund von Nachgiebigkeiten selten voller Zwang auf und die zwangkraftabbauende Wirkung des Kriechens verzögert die Rissbildung. Trotzdem ist die Ermittlung der Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite infolge einer Zwangbeanspruchung insbesondere bei massigen Bauteilen sehr wichtig. In bestimmten Fällen kann es jedoch zielführend sein, die Rissbildung durch betontechnologische und konstruktive Maßnahmen zu vermeiden. Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung der Methode „Rissvermeidung“ ist jedoch, dass auch die Lastbeanspruchung in der betroffenen Richtung gering ist. Im Beitrag werden experimentelle Untersuchungen und 3D-FE-Simulationen mit speziellen Materialmodellen vorgestellt, welche die Entwicklung der Hydratationswärme sowie der mechanischen Betoneigenschaften und der Kriechverformungen ermöglichen. Die Autoren zeigen ferner die analytische Berechnung zur Bewertung der Rissgefahr anhand eines Beispiels.

Das Thema „Betonstahl und Spannstahl“ von Jörg Moersch und Sven Junge wurde schon im Beton-Kalender 2020 behandelt. Trotzdem ist auch nach weiteren Jahren europäischer Normungsarbeit bis dato keine harmonisierte europäische Bauproduktnorm für Betonstähle und Spannstähle zur Anwendung im Beton verfügbar. In Bezug auf den verzinkten Betonstahl liegt seit April 2020 die prEN 10348 „Stahl für die Bewehrung von Beton – Verzinkte Bewehrungsstahlerzeugnisse“ vor und es soll nach einer Überarbeitung die Norm prEN 10370 „Betonstahl aus rostfreiem Stahl“ genauso wie die Norm über die „verzinkten Bewehrungsstahlerzeugnisse“ in der zweiten Hälfte 2022 in die CEN-Umfrage gehen. Als Nachschlagewerk sind die Tabellen für Betonstahl mit den Verarbeitungs-kennzeichen wichtig und im zweiten Abschnitt wurden die bauaufsichtlich in Deutschland zugelassenen Spannstähle aktualisiert.

Neue Systeme und der aktuelle Status der zugelassenen „Verankerungs- und Bewehrungstechniken“ werden von Thomas Sippel zusammengestellt. Der bereits im Beton-Kalender 2020 erschienene Beitrag wurde wegen der Zunahme von Produkten und der nationalen sowie europäischen Zulassungen erweitert. Die Bemessung von Befestigungen in Beton ist im Teil 4 des Eurocodes 2 (DIN EN 1992-4) geregelt. Im zweiten Abschnitt stellt der Autor spezielle Bewehrungselemente, wie Doppelkopfanke zur Durchstanzbewehrung oder als Querkraftbewehrung mit deren Bemessungsregeln und konstruktiven Auslegungen vor. Die Verbindungselemente mit gewindeförmig ausgebildeten Rippen, mit konischem oder zylindrischem Gewinde an den Stoßenden und mit aufgedrückter oder überzogener Muffe werden im dritten Abschnitt umfassend beschrieben. Auch das Aufkleben von Stahllaschen sowie nachträglich eingemörtelte Bewehrungsstäbe werden behandelt. Im vierten Abschnitt werden die vorgefertigten Bewehrungsanschlüsse mit konstruktiven

Hinweisen für die Bauausführung erläutert. Konstruktive Elemente zur Querkraftübertragung werden im fünften Abschnitt und die Fertigteilverbinder im sechsten Abschnitt beschrieben. Interessant ist die Darstellung der lösbaren Verbindungselemente, welche zukünftig in Bezug auf die Kreislaufwirtschaft sicher zu nehmen werden. Wertvoll sind auch die Zusammenstellungen der technischen Spezifikationen mit den jeweiligen Zulassungsnummern für die vielen Verbindungs- und Verankerungssysteme.

Im zweiten Teil wird ein profunder Überblick über „Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Betonbrücken“ im deutschen öffentlichen Verkehrswegebau von Karlheinz Haveresch, Reinhard Maurer und Eva Stakalies gegeben. Mit Beispielen ergänzt, zeichnet sich dieser Beitrag durch die konzeptiven Darstellungen der verschiedenen Brückengestaltungs- und Konstruktionsmöglichkeiten aus. Auch die Bauverfahren, beginnend mit Traggerüsten, dem Taktschieben, Freivorbauen und die Fertigteilbauweisen werden erwähnt. Den Hauptteil bilden die Ermittlung der Einwirkungen, der Schnittgrößen sowie die Bemessung und Konstruktion nach dem Eurocode 2 und die Bemessung der Ausbauelemente, wie Lager und Fahrbahnübergänge. Die aktuellen Entwicklungen und Beispiele zu Neubau und Bestand von Massivbrücken beschreiben Oliver Fischer, Jan Lingemann, Andreas Jähring und Stephan Sonnabend. Allein in Deutschland gibt es über 130 000 Brückenbauwerke (davon etwa 20% im Bereich der Eisenbahn), von denen die meisten Brücken schon seit Jahrzehnten in Betrieb sind. Daher kommt dem Bauwerkserhalt, der Sanierung bestehender Brücken und dem Ersatzneubau eine besondere Bedeutung zu. Gerade im Brückenbau besteht noch ein Nachholbedarf zum schnelleren Bauen, um die Verkehrsabwicklung weniger zu stören. Im ersten Abschnitt werden der Neubau von großen Straßen- und Eisenbahnbrücken behandelt und, mit vielen Beispielen bereichert, das Tragverhalten bei unterschiedlichen Bauverfahren dargestellt. Brücken mit kleiner bis mittlerer Spannweite folgen im zweiten Abschnitt mit ebenfalls vielen Praxisbeispielen. Auch alternative Brückenkapen aus Halb- und Vollfertigteilen, Brücken aus Carbonbewehrung oder ultrahochfesten Betonen werden angesprochen. Im dritten Abschnitt werden die Massivbrücken im Bestand behandelt und die Nachrechnung sowie die Ertüchtigung dargestellt. Die Schritte beim Rückbau von Großbrücken und die notwendigen Nachweise werden im Detail in Abschnitt 3.3 erläutert. Ein besonderes Kapitel mit wesentlichen Grundlagen und konstruktiven Details bildet der Beitrag über die „Fuß- und Radwegbrücken“ von Daniel Gebreiter, Sebastian Linden, Frank Schächner und Christiane Sander. Die Autoren beschreiben Fuß- und Radwegbrücken als städtebauliche und soziokulturelle Symbole und nähern sich in ihren Betrachtungen einem holistischen Planungsansatz. Dabei werden die Gestaltung und die Wahrnehmung von Fuß- und Radwegbrücken genauso reflektiert wie das Tragwerk und der

Belag, die Übergänge sowie die Beleuchtung. Im sechsten Abschnitt werden der Lebenszyklus, die verschiedenen Baustoffe und deren ökologischer Fußabdruck bis zum modularen Bauen diskutiert. Der umfangreiche siebente Abschnitt widmet sich den technischen und funktionalen Anforderungen und gibt viele wertvolle planerische Hinweise zur Linienführung sowie zum Trag- und Bauwerk.

Mit dem „Schallemissionsmonitoring zur Spanndrahtbruchdetektion“ beschäftigen sich die Autoren Max Käding, Steffen Marx und Gregor Schacht. Die Schallemissionsanalyse zur Detektion von Drahtbrüchen hat sich als Dauerüberwachungsverfahren bereits etabliert. Es sind jedoch umfassende Kenntnisse zur Charakteristik des gesuchten Schadens und des Signalausbreitungsverhaltens im Bauwerk erforderlich. Detailliert wird im Beitrag das Schallemissionsmonitoring für Spanndrähte beschrieben und mit experimentellen Untersuchungen untermauert. Abschnitt 5 ist der Datenverarbeitung gewidmet und im Abschnitt 6 werden die Auswertung und Interpretation sowie die Detektionswahrscheinlichkeit beschrieben. An zwei konkreten Projektbeispielen wird die Anwendung dieser nun international etablierten Methode veranschaulicht.

Dem „Erdbeben- und Schwingungsschutz von Bauwerken“ widmen sich Felix Weber, Frederik Bomholt und Christoph Butenweg. Für den Schutz gegen seismische Einwirkungen werden die Kapazitätsbemessung der Tragwerksstruktur, die Isolation des Bauwerks mittels Basisisolatoren und die Dämpfungserhöhung der Struktur mittels Inter-Story-Dämpfern beschrieben. Neben den mechanischen und dynamischen Grundlagen zum Tragwerkswiderstand und zur Duktilität werden die genormten Auslegungs-Antwortspektren in Abhängigkeit der natürlichen Periode der Bauwerke für bestimmte Baugrunderklassen und Typen von Erdbeben dargestellt. Diese Antwortspektren beschreiben die horizontale spektrale Beschleunigung. Gleitpendellager und Elastomerlager mit Bleikern (Lead Rubber Bearings – LRBs) können die Bauwerke in horizontaler Richtung effizient entkoppeln. Die Modellbildung für die Bemessung einschließlich der Dämpfung wurde wissenschaftlich fundiert erklärt und mit Praxisbeispielen ergänzt. Den Schwingungstilgern wurde ein eigenes Unterkapitel gewidmet. Die wesentlichen Einsatzgebiete von Schwingungstilgern umfassen die Gewährleistung des Schwingungskomforts von Hochhäusern unter Windanregung, die Dämpfungserhöhung von Straßenbrücken gegen ermüdungskritische Biegeschwingungen und die Sicherstellung des geforderten Beschleunigungskomforts bei Fußgängerbrücken. Die Autoren gehen auf die nicht-lineare Dämpfung ein, erläutern konstruktive Aspekte und verdeutlichen das Potenzial von echtzeitgeregelten Schwingungstilgern.

Ein spezielles Thema „Ökologisierung von Normalbeton – Mischungsentwurf, Performanz und Klimaverträglichkeit“, passend zu den aktuellen Herausforderungen im Betonbau, bearbeiten Joachim Juhart, Mar-

kus Krüger, Lukas Briendl und Michael Autischer. Im Beitrag werden Wege zur Dekarbonisierung der Betonbauweise aufgezeigt. Im zweiten Abschnitt werden die Treibhausgasemissionen des Ausgangsstoffe angeführt und im dritten Abschnitt Optimierungsvorschläge für einen klimaverträglichen Beton in Form von deskriptiven als auch performancebasierten Entwürfen vorgestellt. Der vierte Abschnitt widmet sich den Themen Festigkeiten, Dauerhaftigkeit sowie Klimaverträglichkeit und im fünften Abschnitt werden Beispiele aus der Ingenieurpraxis gebracht. Die Autoren schließen mit der Feststellung, dass sich die Global-Warming-Potential-Deklarationen von Betonsorten auch in Kombination mit weiteren Eigenschaften (Konsistenz-, Festigkeits-, Expositionsclassen etc.) gut für die Bewertung der Klimaverträglichkeit und Leistungsfähigkeit eignen.

Das Kapitel Normen und Regelwerke hat wiederum Frank Fingerloos mit großer Fachkenntnis aktualisiert zusammengestellt.

Der Beton-Kalender 2023 mit den Themenschwerpunkten „Wasserundurchlässige Betonbauwerke“ und „Brückenbau“ bietet aktuelles Wissen und stellt ein wissenschaftlich fundiertes Nachschlagewerk für die Ingenieurpraxis und die Forschung dar. Ein erfolgreiches Studieren, Forschen und Konstruieren wünschen die Herausgeber,

Wien,
Berlin,
Darmstadt,
im September 2022

Konrad Bergmeister
Frank Fingerloos
Johann-Dietrich Wörner

Inhaltsübersicht

- I Hinweise und Erläuterungen zur ÖBV-Richtlinie
Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannan (ÖBV) 1
Alfred Hüngsberg, Schirin Vanas, Rainer Hausenberger
- II Hinweise und Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie
Wasserundurchlässige Betonbauwerke (WU-Richtlinie) 25
Christoph Alfes, Frank Fingerloos, Claus Flohrer
- III DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton
(WU-Richtlinie) 89
- IV Fugen und Durchdringungen bei wasserundurchlässigen
Bauwerken aus Beton 107
Rainer Hohmann
- V Planung und Anwendung von Frischbetonverbundsystemen
bei wasserundurchlässigen Baukonstruktionen aus Beton 155
Thomas Freimann, Ulli Heinlein
- VI Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen 185
Johann-Dietrich Wörner, Hans-Werner Nordhues
- VII Hinweise und Erläuterungen zur ÖBV-Richtlinie
Bentonitgeschützte Betonbauwerke – Braune Wannan 207
Paul Brünner, Peter Brantweiner
- VIII Abdichtungen von Dächern und auf Bodenplatten 229
Matthias Zöllner
- IX Beurteilung der Rissgefahr infolge erhärtungsbedingter
Zwangbeanspruchung 253
Dirk Schlicke, Christina Krenn, Eva Maria Dorfmann, Nguyen Viet Tue
- X Betonstahl und Spannstahl 285
Jörg Moersch, Sven Junge
- XI Verankerungs- und Bewehrungstechnik 345
Thomas M. Sippel
- XII Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Betonbrücken 415
Karlheinz Haveresch, Reinhard Maurer, Eva Stakalies
- XIII Massivbrücken 551
Oliver Fischer, Jan Lingemann, Andreas Jähring, Stephan Sonnabend
- XIV Fuß- und Radwegbrücken 647
Daniel Gebreiter, Sebastian Linden, Christiane Sander, Frank Schächner
- XV Schallemissionsmonitoring zur Spanndrahtbruchdetektion 745
Max Käding, Steffen Marx, Gregor Schacht
- XVI Erdbeben- und Schwingungsschutz von Bauwerken 779
Felix Weber, Frederik Bomholt, Christoph Butenweg
- XVII Ökologisierung von Normalbeton 861
Joachim Juhart, Markus Krüger, Lukas Briendl, Michael Autischer
- XVIII Normen und Regelwerke 913
Frank Fingerloos

Inhaltsverzeichnis

Vorwort III

Autor:innenverzeichnis XXIII

I Hinweise und Erläuterungen zur ÖBV-Richtlinie Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen (ÖBV) 1

Alfred Hüngsberg, Schirin Vanas, Rainer Hausenberger

1	Historische Entwicklung der weißen Wannen	3	4.3	Betonausgangsstoffe	14
			4.4	Betonprüfungen	14
2	Wesentliche Inhalte der Richtlinie 2018	4	5	Ausführung und Nachbehandlung	14
2.1	Definition Weiße Wanne	5	5.1	Vor dem Betonieren	14
2.2	Anwendungsbereiche	6	5.2	Betonherstellung und Einbau	16
2.3	Prinzipien Weiße Wanne	6	5.3	Nach dem Betonieren	16
2.4	Klassifizierung	6	5.4	Korrektur und Instandsetzungsmaßnahmen	17
2.5	Wahl der Bauweise	6	6	Forschungsprojekte	18
2.6	Bauwerksfugen	7	6.1	Projekt „Weiße Wanne West“	18
2.6.1	Fugenarten	7	6.1.1	Betontechnologische Laboruntersuchungen	18
2.7	Regelbetonsorten	7	6.1.2	Großversuche	18
2.8	Regelzeichnungen und Ausschreibungsempfehlungen	10	6.1.3	Das Bauvorhaben in Gramatneusiedl	19
3	Entwurfsgrundsätze und Bemessungsmodelle	10	6.1.4	Untersuchungen der beiden Betone nach 4 Jahren Nutzung	19
3.1	Bemessungsphilosophie	10	6.2	Projekt „Untersuchungen zum Korrosionsschutz der Stahlbewehrung von zusatzoptimierten Betonen“	19
3.2	Einwirkungen	10	6.3	Artikel „Grundlagen für den Gleichwertigkeitsnachweis von Konzeptbeton“	19
3.3	Tragsicherheitsnachweis	10	7	Anwendungsbeispiel Flughafentunnel Graz (Koralmbahn)	20
3.4	Gebrauchstauglichkeitsnachweise	11	8	Weitere Regelwerke im Zusammenhang mit Weißen Wannen	20
3.4.1	Allgemeines	11	8.1	Richtlinie „Betone mit reduzierter Frührisseignung“	20
3.4.2	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit bei überwiegender Zwangsbeanspruchung	11	8.2	Richtlinie „Qualitätssicherung für Beton von Ingenieurbauwerken“	23
3.4.2.1	Bemessungsmodell „Weiße Wanne klassisch“	11		Literatur	24
3.4.2.2	Bemessungsmodell „Weiße Wanne optimiert“	11			
3.4.3	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit bei überwiegender Lastbeanspruchung	12			
4	Betontechnologische Voraussetzungen	12			
4.1	Allgemeines	12			
4.2	Die Betonstandards BS 1 und BS 1 PLUS	13			

II Hinweise und Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Betonbauwerke (WU-Richtlinie) 25

Christoph Alfes, Frank Fingerloos, Claus Flohrer

1	Einleitung	29	3.4	WU-Betonkonstruktionen für den Radonschutz	32
2	Anwendungsbereich der WU-Richtlinie	29	4	Aufgaben der Planung	33
3	Wasserundurchlässigkeit als Gebrauchstauglichkeitseigenschaft	30	5	Bedarfsplanung	35
3.1	Begriff Wasserundurchlässigkeit	30	6	Klassen zur Beschreibung der Wasserbeanspruchung – Beanspruchungsklassen	35
3.2	Begrenzung der Wasserdampfdiffusion	30			
3.3	Arbeitsmodell im ungerissenen WU-Betonquerschnitt	31			

7	Klassen zur Beschreibung der Nutzungsanforderungen – Nutzungsklassen	36	11.6	Ansatz der effektiven Betonzugfestigkeit bei spätem Zwang	64
7.1	Allgemeines	36	11.7	Vorspannung	65
7.2	Nutzungsklasse A (NKL-A)	37	11.8	Rechnerische Begrenzung der Rissbreite	65
7.3	Nutzungsklasse B (NKL-B)	38	11.9	Bewehrungsregeln	66
7.4	Gesonderte Nutzungsklasse	40	12	WU-Elementwände	66
8	Entwurf von WU-Betonbauwerken	40	12.1	Allgemeines	66
8.1	Allgemeines	40	12.2	Änderungen in der WU-Richtlinie von 2017	67
8.2	Entwurfsgrundsätze zur Trennrisskontrolle	41	12.3	WU-Fachplanung	67
8.3	Trennrisse	44	12.4	Herstellung	68
8.4	Biegerisse	45	12.5	Transport und Montage	69
8.5	Selbstheilung von Trennrissen	45	12.6	Einbau	70
8.6	Unbewehrte WU-Betonbauteile	48	13	Fugenabdichtungen	70
9	Maßnahmen zur Umsetzung der Entwurfsgrundsätze	48	13.1	Anwendungsregeln	70
9.1	Allgemeines	48	13.2	Allgemeine Hinweise für Fugenabdichtungen	70
9.2	Konstruktive Maßnahmen	49	13.3	Außenliegende Fugenbänder	70
9.2.1	Übersicht	49	13.4	Außenliegende nachträgliche Abdichtungen	71
9.2.2	Reibungsmindernde Maßnahmen	49	13.5	Unbeschichtete Fugenbleche	71
9.2.3	Vermeidung von Festhaltepunkten	50	13.6	Beschichtete Fugenblechsysteme	72
9.2.4	Anordnung von Hydratationsgassen	50	13.7	Innenliegende Fugenbänder	72
9.2.5	Anordnung von Sollrissfugen in Wänden	52	13.8	Sollrissfugen	72
9.2.6	Anordnung von Sollrissfugen in WU-Sohlplatten und WU-Decken	53	13.9	Quellfähige Fugeneinlagen	72
9.2.7	Entkopplung der WU-Betonwand vom Baugrubenverbau	53	13.10	Injektionsschlauchsysteme	73
9.3	Betontechnische Maßnahmen	53	13.11	Kompressionsdichtungen	73
9.3.1	Überblick	53	13.12	Anschluss von neuen an bestehende WU-Betonkonstruktionen	73
9.3.2	Festlegung von Betonrezepturen mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung (ggf. ergänzt durch wärmehaltende Nachbehandlung)	54	14	Bauausführung	74
9.3.3	Niedrige Frischbetontemperatur	54	14.1	Allgemeines	74
9.3.4	Kühlung des Betons	54	14.2	Abstandhalter und Schalungsanker	74
9.4	Ausführungstechnische Maßnahmen	56	14.3	Montage von Doppelwandelementen und Einbau des Kernbetons	74
9.4.1	Überblick	56	14.4	Nachbehandlung und Schutz des Betons	75
9.4.2	Festlegung von Betonierabschnitten	56	14.5	Lagerung, Einbau und ggf. Schutz von Fugenabdichtungen	75
9.4.3	Wahl des Betonierzeitpunkts	57	15	Dichten von Rissen und Instandsetzung von Fehlstellen	75
9.4.4	Frühzeitige Nachbehandlung und Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung	57	15.1	Abdichtung von Trennrissen	75
9.4.5	Wärmehaltende Nachbehandlung	57	15.2	Wasserseitige Dichtmaßnahmen	76
10	Festlegung WU-Beton und Wahl der Bauteilabmessungen	57	15.3	Instandsetzung von Fehlstellen	76
10.1	WU-Beton	57	16	Orientierungshilfe zur Abstimmung der Zuständigkeit bei der Planung und der Ausführung von wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton	76
10.2	Bauteildicke	59	17	Beispiele	77
10.3	Lichte Innenmaße bei WU-Betonwänden	59	17.1	Beispiel: Industrieboden als WHG-Wanne mit EGS-a	77
10.4	Einbauteile, Befestigungen, Abstandhalter, Schalungsanker	60	17.2	Beispiel: befahrene WU-Bodenplatte mit EGS-a	79
11	Bemessung und Bewehrungskonstruktion	62	17.3	Beispiel: befahrene WU-Bodenplatte mit EGS-c	82
11.1	Direkte und indirekte Einwirkungen	62	17.4	Beispiel: WU-Dach mit EGS-c	84
11.2	Temperatur infolge Hydratation	62		Literatur	85
11.3	Schwinden	63			
11.4	Lagerungsbedingungen	63			
11.5	Ansatz der effektiven Betonzugfestigkeit bei frühem Zwang	64			

III DAFStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie) 89

- 1 Anwendungsbereich 92
- 2 Verweisungen 92
- 3 Begriffe 93
- 4 Aufgaben der Planung 94
- 5 Festlegungen 95
 - 5.1 Wasserundurchlässigkeit 95
 - 5.2 Beanspruchungsklassen 95
 - 5.3 Nutzungsklassen 96
- 6 Entwurf 96
 - 6.1 Entwurfsgrundsätze 96
 - 6.2 Maßnahmen zur Umsetzung der Entwurfsgrundsätze 97
- 7 Anforderungen an Beton und Konstruktion 97
 - 7.1 Beton 97
 - 7.2 Bauteildicke 98
 - 7.3 Fugen und Durchdringungen 98
- 8 Berechnung und Bemessung 98
 - 8.1 Einwirkungen 98
 - 8.1.1 Direkte Einwirkungen 98
 - 8.1.2 Indirekte Einwirkungen 98
 - 8.1.3 Chemische und physikalische Einwirkungen 99
 - 8.2 Lagerungsbedingungen 99
 - 8.3 Zwang 99
 - 8.4 Vorspannung 99
 - 8.5 Nachweise 100
 - 8.5.1 Grundsätzliches 100
 - 8.5.2 Nachweise in Abhängigkeit vom Entwurfsgrundsatz 100
 - 8.5.2.1 Nachweis der Wasserundurchlässigkeit bei Biegerissen für alle Entwurfsgrundsätze 100
 - 8.5.2.2 Nachweise für den Entwurfsgrundsatz **a** 100
 - 8.5.2.3 Nachweise für den Entwurfsgrundsatz **b** 100
 - 8.5.2.4 Nachweise für den Entwurfsgrundsatz **c** 101
 - 8.5.3 Nachweise in Abhängigkeit von der Nutzungsklasse 101
 - 8.5.3.1 Nachweise für Nutzungsklasse A 101
 - 8.5.3.2 Nachweise für Nutzungsklasse B 101
- 9 Bewehrungs- und Konstruktionsregeln 101
 - 9.1 Bewehrungsführung 101
 - 9.2 Fugenausbildung, Sollrissquerschnitte 101
- 10 Fugenabdichtungen 102
 - 10.1 Anwendungsregeln 102
 - 10.2 Unbeschichtete Fugenbleche 102
- 11 Ausführung 103
 - 11.1 Allgemeines 103
 - 11.2 Zusätzliche Maßnahmen 103
 - 11.2.1 Abstandhalter, Schalungsanker 103
 - 11.2.2 Herstellung, Anlieferung und Montage von Fertigteilen und Halbfertigteilen und Einbau des Ortbetons 103
 - 11.2.3 Nachbehandlung und Schutz des Betons 104
 - 11.2.4 Lagerung, Einbau und Schutz von Fugenabdichtungen 104
- 12 Dichten von Rissen und Instandsetzung von Fehlstellen 104
 - 12.1 Allgemeines 104
 - 12.2 Wasserseitige Dichtmaßnahmen 104
 - 12.3 Abdichten von Rissen, undichten Fugen und undichtem Betongefüge 104
 - 12.4 Instandsetzung von Fehlstellen 104

IV Fugen und Durchdringungen bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton 107

Rainer Hohmann

- 1 Einleitung 109
- 2 Fugenarten 109
 - 2.1 Bewegungs- oder Dehnfugen 110
 - 2.2 Pressfugen 110
 - 2.3 Arbeitsfugen 111
 - 2.4 Sollrissquerschnitte 111
- 3 Planung und Bauausführung von Fugen und Fugenabdichtungen 113
 - 3.1 Fugenplanung 114
 - 3.2 Planungsgrundsätze für die Abdichtung von Fugen und Durchdringungen 114
- 4 Fugenabdichtungssysteme im Detail 116
 - 4.1 Fugenbänder 116
 - 4.1.1 Fugenbänder – Aufbau, Geometrie und Wirkprinzip 116
 - 4.1.2 Fugenbänder – Typen, Werkstoffe, Fügetechnik und Bezeichnungen 118
 - 4.1.3 Fugenbänder – Werks- und Baustellenstöße 120
 - 4.1.4 Fugenbänder fachgerecht ausgewählt und dimensioniert 120
 - 4.1.4.1 Auswahl der Dehnfugenbänder 120
 - 4.1.4.2 Beispiele für die Auswahl und Dimensionierung von Fugenbändern 123
 - 4.1.4.3 Dimensionierung der Arbeitsfugenbänder 126
 - 4.1.5 Umgang mit Fugenbändern auf der Baustelle 126

4.2	Unbeschichtete Fugenbleche	129	4.11	Sollrissfugenschienen	140
4.2.1	Abmessungen unbeschichteter Fugenbleche	129	4.12	Klemmkonstruktionen	140
4.2.2	Stoßausführung	129	5	Durchdringungen	144
4.2.3	Anschluss unbeschichteter Fugenbleche an Dehnfugenbänder	129	5.1	Rohrdurchführungen	144
4.3	Beschichtete Fugenbleche	129	5.2	Abdichtung der Durchführungen von Ring- und Fundamenterdern	145
4.4	Kombi-Arbeitsfugenbänder KAB	133	5.3	Schalungsspreizen	148
4.5	Arbeitsfugenband Duo-Fix 150 Plus	134	5.4	Abdichtung von Kellerfenstern und Lichtschächten	148
4.6	Arbeitsfugenband AF 15 M	135	6	Besonderheiten bei der Abdichtung von Elementwänden	149
4.7	Verpresste Injektionsschlauchsysteme	136	7	Fazit	153
4.8	Quellfähige Fugeneinlagen	137		Literatur	153
4.9	Streifenförmige vollflächig aufgeklebte Fugenabdichtungsbänder	138			
4.10	Dichtrohre	139			

V Planung und Anwendung von Frischbetonverbundsystemen bei wasserundurchlässigen Baukonstruktionen aus Beton 155

Thomas Freimann, Ulli Heinlein

1	Allgemeines und Begriffe	157	4.3.1	Hinterlaufschutz	166
2	Aktuelle Regelwerksituation in Deutschland	158	4.3.2	Wasserdichtigkeit von Nahtstellen	166
3	Wirkungsmechanismen	159	4.4	Weitergehende Untersuchungen	167
3.1	Stoffeigenschaften	159	5	Hinweise zur Planung	167
3.2	Verbundmechanismen	162	5.1	Allgemeines	167
3.2.1	Klebe-adhäsiver Verbund	162	5.2	Planungsentscheidung für FBVS	168
3.2.2	Bituminöser Verbund	163	5.3	Kriterien für Produktauswahl und Leistungsmerkmale	170
3.2.3	Mechanisch-adhäsiver Verbund	163	5.4	Ausschreibung von FBVS	171
3.3	Fügenähte	163	6	Verarbeitung auf der Baustelle	172
3.4	Wechselwirkung mit der Betonrandzone	165	6.1	Allgemeines	172
4	Eigenschaften und Funktionsprüfungen	165	6.2	Anforderungen an den Untergrund	172
4.1	Allgemeines	165	6.3	Fachgerechte Verlegung	173
4.2	Prüfung allgemeiner Produkteigenschaften	166	6.4	Vermeidung von Verbundstörungen	177
4.3	Prüfung besonderer Produkteigenschaften	166	6.5	Hinweise zu Verarbeitungsgrenzen bei der Verlegung	180
			6.6	Qualitätskontrolle	180
			7	Zusammenfassung	181
				Literatur	183

VI Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen 185

Johann-Dietrich Wörner, Hans-Werner Nordhues

1	Einleitung	187	2.3.4	Nachweis der Druckzonendicke	191
2	DAfStb-Richtlinie Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	187	2.3.5	Nachweis der Rissbreite	191
2.1	Allgemeines	187	3	Anwendung der Richtlinie	192
2.2	Konzept der Richtlinie	187	3.1	Allgemeines	192
2.2.1	Anwendungsbereich	187	3.2	Ermittlung der Schnittgrößen	192
2.2.2	Dichtheit	188	3.2.1	Zwang infolge behinderter Temperaturdehnung	192
2.2.3	Einwirkungen	188	3.2.2	Beanspruchung infolge äußerer Belastung	192
2.3	Nachweise	189	3.2.3	Nachweis des ungerissenen Betons	193
2.3.1	Allgemeines	189	3.2.4	Nachweis der Druckzone	194
2.3.2	Vereinfachter Nachweis	190			
2.3.3	Nachweis ungerissener Bereiche	190			

- 3.3 Risserzeugende Momente mit unterschiedlichen Vorzeichen 195
- 3.4 Primärbarrieren für Jauche-Gülle-Silage(JGS)-Anlagen 196
- 3.5 Hinweise zur Bauausführung 196
- 4 Erfahrungen bei der Planung und Prüfung 196
- 4.1 Allgemeines 196
- 4.2 Anforderungen nach AwSV an die Überprüfung von Anlagen 197
- 4.2.1 Allgemeines 197
- 4.2.2 § 56 Pflichten der bestellten Sachverständigen 197
- 4.2.3 § 46 Überwachungs- und Prüfpflichten des Betreibers 197
- 4.2.4 Überwachung von Fugenkonstruktionen 199
- 4.3 Visuelle Prüfverfahren 199
- 4.4 Mechanische Prüfverfahren 199
- 4.4.1 Überdruckprüfungen 199
- 4.4.2 Unterdruckprüfungen 199
- 4.5 Dichtflächen 200
- 4.6 Rinnen 200
- 4.7 Rückhalteräume 201
- 4.8 Bewegungsfugen 201
- 5 Ausführungsbeispiele 203
- 5.1 Auffangwanne für Transformatorenöl 203
- 5.2 Abfüllanlage in einem Kraftwerk 203
- 6 Zusammenfassung 204
- Literatur 205
- VII Hinweise und Erläuterungen zur ÖBV-Richtlinie Bentonitgeschützte Betonbauwerke – Braune Wannen 207**
Paul Brünner, Peter Brantweiner
- 1 Historische Entwicklung der Braunen Wanne 209
- 2 Stand der Technik 209
- 3 Anwendungsbereich der Braunen Wanne 210
- 3.1 Definition und Wirkungsweise 210
- 3.2 Anwendungsbereich 210
- 3.3 Grenzen des Systems 211
- 4 Wahl der Bauweise 211
- 4.1 Randbedingungen 212
- 4.1.1 Wasserspiegel 212
- 4.1.2 Anforderungen an die Trockenheit 212
- 4.1.3 Geometrische Einflüsse 213
- 4.2 Bauablauf 213
- 4.3 Systemwahl 213
- 4.3.1 Verbundsysteme 213
- 4.3.2 Verbundlose Systeme 213
- 5 Überblick über die wesentlichen Inhalte der ÖBV-Richtlinie Bentonitgeschützte Betonbauwerke – Braune Wannen 214
- 5.1 Planung 214
- 5.1.1 Klassifizierung 214
- 5.1.2 Bemessung 214
- 5.1.2.1 Einwirkungen 214
- 5.1.2.2 Nachweise der Tragsicherheit 214
- 5.1.2.3 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit 214
- 5.1.3 Konstruktion 215
- 5.1.3.1 Konstruktive Anforderungen 215
- 5.1.3.2 Bauwerksfugen 215
- 5.1.3.3 Regeldetails 215
- 5.2 Material 216
- 5.2.1 Beton 216
- 5.2.2 Bentonit und Bentonitbahnen 216
- 5.2.3 Schutzlagen 216
- 5.3 Ausführung 216
- 5.3.1 Verlegen der Bentonitmatten 216
- 5.3.2 Ausschreibungshinweise 218
- 5.4 Korrekturmaßnahmen 218
- 5.4.1 Sanierung von Beschädigungen der Braunen Wanne im Zuge der Bautätigkeit 218
- 5.4.2 Sanierung von nachträglichen Undichtigkeiten 218
- 6 Ergänzende Anmerkungen zur Bemessung 219
- 6.1 Allgemeines 219
- 6.2 Berechnungsbeispiel 219
- 6.2.1 Bemessung lt. EN 1992-1-1 219
- 6.2.2 Bemessung lt. österreichischem Anwendungsdokument ÖNORM B 1992-1-1 220
- 6.2.3 Bemessung lt. deutschem Nationalen Anhang DIN EN 1992-1-1/NA 220
- 6.3 Bemessungsdiagramme 220
- 7 Bewitterung 221
- 8 Beispiele 222
- 8.1 Kaufhaus Kastner & Öhler/Graz – Österreich 222
- 8.2 BG/BRG Keimgasse/Mödling – Österreich 223
- 8.3 Ortsumfahrung Preding – Österreich 225
- Literatur 227

VIII Abdichtungen von Dächern und auf Bodenplatten 229

Matthias Zöller

- | | | | | | |
|---------|--|-----|-------|---|-----|
| 1 | Überblick zu den Abdichtungsnormen | 231 | 2.4 | Hinweise zur Dachentwässerung | 238 |
| 2 | Flachdachabdichtungen | 232 | 2.5 | Hinweise zur Lagesicherung | 239 |
| 2.1 | Anwendungsklassen | 232 | 2.6 | Hinweise zu Anschlüssen | 241 |
| 2.2 | Diskussion um das Gefälle | 232 | 3 | Erdberrührte Bauteile: Abdichtungen auf Bodenplatten | 242 |
| 2.2.1 | Beispiele | 232 | 3.1 | Feuchttransportmechanismen | 242 |
| 2.2.2 | Planungsvorgabe | 232 | 3.1.1 | Flüssigtransport | 242 |
| 2.2.3 | Bedeutung von Gefälle ist relativ | 233 | 3.1.2 | Kapillarität | 242 |
| 2.3 | Relevante Zuverlässigkeitskriterien | 234 | 3.1.3 | Diffusionsvorgänge | 243 |
| 2.3.1 | Problem Unterläufigkeit der Dachabdichtung | 234 | 3.1.4 | Feuchtigkeitsbildung von innen | 244 |
| 2.3.2 | Maßnahmen gegen Folgen der Unterläufigkeit | 234 | 3.2 | Regelwerksanforderung zu Abdichtungen auf Bodenplatten | 245 |
| 2.3.2.1 | Leckortungen | 234 | 3.2.1 | Abdichtungsnormen DIN 18195 und DIN 18533 | 245 |
| 2.3.2.2 | Abschottungen | 235 | 3.2.2 | Wassereinwirkung an Bodenplatten oberhalb des Grundwasserbemessungsstands | 245 |
| 2.3.2.3 | Stationäre Feuchteüberwachung | 235 | 3.2.3 | Nebeneffekte | 246 |
| 2.3.2.4 | Keine Unterläufigkeit durch vollflächige Verklebung | 235 | 3.2.4 | Zusammenfassung und Erläuterungen | 247 |
| 2.3.2.5 | Verbundabdichtungen mit FLK | 237 | 3.3 | WU-Richtlinie | 249 |
| 2.3.2.6 | Wärmeschutz bei vollflächig verklebten Dachaufbauten | 237 | 3.4 | Maßnahmen nach Regelwerken | 249 |
| 2.3.2.7 | Neigung des gesamten Dachquerschnitts | 238 | 3.5 | Fazit | 250 |
| | | | | Literatur | 250 |

IX Beurteilung der Rissgefahr infolge erhärtungsbedingter Zwangbeanspruchung 253

Dirk Schlicke, Christina Krenn, Eva Maria Dorfmann, Nguyen Viet Tue

- | | | | | | |
|-------|---|-----|-------|--|-----|
| 1 | Anwendungsbereich und Abgrenzung zum allgemeinen Tragverhalten von Stahlbeton | 255 | 4 | Veranschaulichungsbeispiel | 263 |
| 2 | Behandlung der Rissgefahr infolge Zwangs in Richtlinien und weiterführender Literatur | 256 | 5 | Quantifizierung der erhärtungsbedingten Zwangbeanspruchung mittels FE-Simulation | 264 |
| 2.1 | Allgemeines | 256 | 5.1 | Allgemeines | 264 |
| 2.1.1 | Rechnerische Verfahren auf Basis von Spannungs- oder Dehnungskriterien | 256 | 5.2 | Anforderungen an das Materialmodell | 264 |
| 2.1.2 | Rechnerische Verfahren versus konstruktive Empfehlungen und Vorgabe von Temperaturgrenzwerten | 257 | 5.3 | Anforderungen an den Aufbau des Finite-Elemente-Modells | 266 |
| 2.2 | DAfStb-Richtlinie – Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton | 257 | 5.4 | Simulation der Temperatur- und Spannungsgeschichte | 267 |
| 2.3 | ÖBV-RiLi – Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wanne | 258 | 6 | Beurteilung der Rissgefahr mittels FE-Simulationen | 272 |
| 2.4 | Internationale Regelungen | 258 | 6.1 | Allgemeiner Rissindex infolge der Betonerhärtung | 272 |
| 2.5 | Weiterführende Literatur | 260 | 6.2 | Einfluss der Eigenspannungen auf die erhärtungsbedingte Rissgefahr | 272 |
| 2.6 | Zusammenfassung der Literaturstudie | 261 | 6.2.1 | Eigene Untersuchungen am nichtlinearen FE-Modell | 273 |
| 3 | Messtechnische Untersuchungen zur Rissgefahr in Bauteilen | 262 | 6.3 | Makrorissindex während der Betonerhärtung | 274 |
| 3.1 | Experimentelle Untersuchungen | 262 | 7 | Beurteilung der Rissgefahr mit analytischen Betrachtungen | 276 |
| 3.1.1 | Reißrahmenversuche TUM und TSTMs | 262 | 7.1 | Allgemeines | 276 |
| 3.2 | Zwangrahmenversuche TU Graz | 263 | 7.2 | Geometrie und adiabatische Temperaturentwicklung des verwendeten Betons | 277 |

- 7.3 Beurteilung der Rissgefahr in der Bodenplatte 277
- 7.3.1 Oberseite 277
- 7.3.2 Unterseite 278
- X Betonstahl und Spannstahl 285**
Jörg Moersch, Sven Junge
- 1 Betonstahl 287
- 1.1 Betonstahl nach europäischer Norm 287
- 1.1.1 Betonstahl nach prEN 10080 287
- 1.1.2 Verzinkter Betonstahl nach prEN 10348 288
- 1.1.3 Betonstahl aus rostfreiem Stahl nach prEN 10370 289
- 1.2 Betonstahl nach DIN 488 289
- 1.2.1 Einführung 289
- 1.2.2 Stahlsorten, Eigenschaften und Kennzeichnung nach DIN 488-1 291
- 1.2.3 Bauaufsichtlich anerkannte Zertifizierungs- und Überwachungsstellen für die Herstellung und Verarbeitung von Betonstahl 294
- 1.2.4 Betonstahl in Stäben nach DIN 488-2 295
- 1.2.5 Arbeitshilfen für Betonstabstahl 296
- 1.2.6 Betonstahl in Ringen nach DIN 488-3 303
- 1.2.7 Betonstahlmatten nach DIN 488-4 304
- 1.2.8 Lieferprogramme für Betonstahlmatten nach DIN 488-4 und bauaufsichtlicher Zulassung 316
- 1.2.9 Anwendungshilfen für Betonstahlmatten 321
- 1.2.10 Gitterträger nach DIN 488-5 326
- 1.2.11 Anwendungshilfen für Gitterträger 329
- 1.2.12 Bewehrungsdraht nach DIN 488-3 329
- 1.3 Ausgewählte Betonstähle nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen; Stand: 10.2021 333
- 7.4 Beurteilung der Rissgefahr in der Wand auf Fundament 279
- 8 Zusammenfassung 280
- Literatur 281
- 1.3.1 Betonstabstahl 333
- 1.3.1.1 B500A mit Sonderrippung 333
- 1.3.1.2 Betonstabstahl B500B und B550B mit Gewinderippen Typ SAS 500 und SAS 550 333
- 1.3.1.3 Hochfester Bewehrungsstahl mit Gewinderippen Typ SAS 670/800 333
- 1.3.2 Betonstahl in Ringen 335
- 1.3.2.1 Betonstahl in Ringen B500A mit Nenndurchmesser 14,0 und 16,0 mm 335
- 1.3.2.2 Betonstahl in Ringen B500B mit Sonderrippung „TWR“ 335
- 1.3.2.3 Betonstahl in Ringen B500B mit Sonderrippung „EMB“ 335
- 1.3.2.4 Betonstahl in Ringen B500B mit Sonderrippung „RPR“ 335
- 1.3.3 Betonstahl mit erhöhtem Korrosionswiderstand 335
- 1.3.3.1 Feuerverzinkte Betonstähle 335
- 1.3.3.2 Nichtrostender Betonrippenstahl 338
- 1.3.4 Nichtmetallische Bewehrung 338
- 2 Spannstähle 340
- 2.1 Stand der europäischen Normung bei Spannstählen 340
- 2.2 Spannstähle mit allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen; Stand: 01.2022 340
- XI Verankerungs- und Bewehrungstechnik 345**
Thomas M. Sippel
- 1 Einleitung 347
- 2 Spezielle Bewehrungselemente 348
- 2.1 Anwendungsbereich 348
- 2.2 Ausführung 349
- 2.3 Bemessung 350
- 2.3.1 Allgemeines 350
- 2.3.2 Einwirkung und Rundschnitte 350
- 2.3.3 Durchstanzwiderstand ohne Durchstanzbewehrung 352
- 2.3.4 Durchstanzwiderstand mit Durchstanzbewehrung 353
- 2.3.5 Anordnung der Doppelkopfancker 356
- 2.3.6 Spezielle Regeln für Elementplatten 357
- 2.4 Doppelkopfancker als Querkraftbewehrung in Platten und Balken 357
- 3 Verbindungselemente 362
- 3.1 Allgemeines 362
- 3.2 Betonstahlverbindungen mit gewindeförmig ausgebildeten Rippen 362
- 3.3 Betonstahlverbindungen mit konischem Gewinde an den Stoßenden 363
- 3.4 Betonstahlverbindungen mit zylindrischem Gewinde an den Stoßenden 364
- 3.5 Betonstahlverbindungen mit übergezogener oder aufgepresster Muffe 366
- 3.6 Ankleben von Stahllaschen 368
- 3.7 Nachträglich eingemörtelte Bewehrungsstäbe 368
- 4 Vorgefertigte Bewehrungsanschlüsse 386
- 4.1 Ausführungen mit Betonstahl 386

4.2 Flexible Rückbiegeanschlüsse 389
 4.3 Elemente mit Wärmedämmung 392
 4.4 Elemente mit Schalldämmung 395
 5 Elemente zur Querkraftübertragung 401
 5.1 Stahlaufleger für II-Platten-Decken 401
 5.2 Querkraftdornsysteme 401

5.3 Einfache Querkraftdorne 404
 6 Fertigteilverbinder 404
 6.1 Biegesteife Verbindungen 404
 6.2 Lösbare Wandverbinder 409
 Literatur 412

XII Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Betonbrücken 415

Karlheinz Haveresch, Reinhard Maurer, Eva Stakalies

1 Anforderungen an Brücken 419
 1.1 Eurocodes und DIN-Fachberichte 419
 1.2 Eurocode 2 und DIN-Handbuch Betonbrücken 420
 1.3 Ergänzendes Regelwerk 422
 2 Brückenentwurf 424
 2.1 Vorentwurf 424
 2.2 Entwurf 430
 2.3 Tragwerksarten 433
 2.3.1 Allgemeines 433
 2.3.2 Balkenbrücken 433
 2.3.3 Bogenbrücken 436
 2.3.4 Sprengwerk und Rahmenbrücken 438
 2.4 Brückenüberbauten 439
 2.4.1 Allgemeines 439
 2.4.2 Massive Platte 440
 2.4.3 Plattenbalken 441
 2.4.4 Kastenquerschnitte 443
 2.5 Unterbauten 445
 2.5.1 Allgemeines 445
 2.5.2 Widerlager 445
 2.5.3 Brückenpfeiler 448
 2.6 Bauverfahren 449
 2.6.1 Allgemeines 449
 2.6.2 Überbauerstellung auf Traggerüst 449
 2.6.3 Taktschiebverfahren 450
 2.6.4 Freivorbauverfahren 451
 2.6.5 Fertigteilbauweise 452
 3 Bemessung und Konstruktion von Betonbrücken nach Eurocode 2 454
 3.1 Allgemeines 454
 3.2 Grundlagen für die Tragwerksplanung 454
 3.2.1 Anforderungen 454
 3.2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen 454
 3.2.3 Basisvariablen 455
 3.2.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten 455
 3.2.5 Versuchsgestützte Bemessung 456
 3.2.6 Zusätzliche Anforderungen an Gründungen 456
 3.2.7 Anforderungen an Befestigungsmittel 457
 3.2.8 Bautechnische Unterlagen 458
 3.3 Baustoffe 458
 3.3.1 Beton 458
 3.3.2 Betonstahl 461
 3.3.3 Spannstahl 462

3.3.4 Komponenten von Spannsystemen 462
 3.4 Dauerhaftigkeit und Betondeckung 464
 3.4.1 Allgemeines 464
 3.4.2 Umgebungsbedingungen, Anforderungen an Beton und Betondeckung 464
 3.5 Ermittlung der Schnittgrößen 465
 3.5.1 Allgemeines 465
 3.5.2 Schnittgrößen infolge Lasten 466
 3.5.3 Schnittgrößen infolge Zwang 466
 3.5.4 Schnittgrößen infolge Vorspannung 469
 3.5.5 Nachweise für Bauteile unter Normalkraft nach Theorie II. Ordnung 471
 3.5.5.1 Imperfektionen 471
 3.5.5.2 Berechnung der Effekte aus Theorie II. Ordnung 472
 3.5.5.3 Behandlung der Rückstell- bzw. Reibungskräfte der Lager 473
 3.5.5.4 Berücksichtigung des Kriechens beim Nachweis nach Theorie II. Ordnung 474
 3.5.5.5 Zum Ansatz des E-Moduls 476
 3.5.6 Modellbildung und Querverteilung 476
 3.6 Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT) 479
 3.6.1 Tragwiderstand bei Biegung mit Normalkraft 479
 3.6.2 Mindestbewehrung für das Ankündigungsverhalten 480
 3.6.3 Tragwiderstand bei Querkraft 482
 3.6.3.1 Bauteile ohne Querkraftbewehrung 482
 3.6.3.2 Bauteile mit Querkraftbewehrung 486
 3.6.3.3 Mindestbewehrung für Querkraft 487
 3.6.4 Tragwiderstand bei Torsion 488
 3.6.5 Stabwerkmodelle 491
 3.6.6 Nachweis gegen Ermüdung 491
 3.6.6.1 Allgemeines 491
 3.6.6.2 Wöhlerlinie Betonstahl 492
 3.6.6.3 Wöhlerlinien Spannstahl 493
 3.6.6.4 Ermittlung der Spannungsschwingbreiten 493
 3.6.6.5 Ermittlung der Spannungen 494
 3.6.6.6 Vereinfachter Nachweis der Dauerfestigkeit 495
 3.6.6.7 Nachweis der schädigungsäquivalenten Schwingbreite $\Delta\sigma_{s, \text{equ}}$ 496
 3.6.6.8 Betriebsfestigkeitsnachweis mit der Schädigungsakkumulation 497
 3.6.6.9 Ermittlung der Lebensdauer 498
 3.6.7 Nachweis gegen Anprall 499

- 3.7 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (SLS) 503
- 3.7.1 Allgemeines und Begrenzung der Spannungen 503
- 3.7.2 Anforderungen für die Rissbreitenbegrenzung 504
- 3.7.3 Begrenzung der Rissbreiten 510
- 3.7.3.1 Allgemeines 510
- 3.7.3.2 Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite 510
- 3.7.3.3 Mindestbewehrung im Bereich von Arbeitsfugen 512
- 3.7.3.4 Begrenzung der Rissbreiten bei abgeschlossenem Rissbild 512
- 3.7.3.5 Dicke Bauteile 512
- 3.7.4 Begrenzung der Schwingungen und dynamische Einflüsse 516
- 3.7.5 Begrenzung der Verformungen 516
- 3.8 Allgemeine Bewehrungs- und Konstruktionsregeln 516
- 3.8.1 Betonstahl 516
- 3.8.2 Spannstahl und Spannlieder 517
- 3.8.2.1 Vorspannung mit sofortigem Verbund 517
- 3.8.2.2 Vorspannung mit nachträglichem Verbund 517
- 3.8.2.3 Verankerung und Kopplung von Spannliedern 517
- 3.8.2.4 Umlenkstellen 517
- 3.8.3 Konstruktionsregeln für Bauteile 517
- 3.8.3.1 Oberflächenbewehrung bei vorgespannten Bauteilen 517
- 3.8.3.2 Stahlbetonwände 518
- 3.8.3.3 Sonderfälle 518
- 3.9 Besonderheiten bei Fertigteiltrüben 519
- 3.10 Bemessung für Bauzustände 522
- 3.11 Ergänzung für Betonbrüben mit externen Spannliedern 522
- 3.11.1 Allgemeines 522
- 3.11.2 Grundsätze für die bauliche Durchbildung 523
- 3.11.3 Überwachung 526
- 3.12 Lager und Fahrbahnübergänge 526
- 3.12.1 Lagerung und Lager 526
- 3.12.2 Fahrbahnübergänge 530
- 4 Innovationen im Betonbrübenbau 530
- 4.1 Einleitung 530
- 4.2 Bauen mit Betonfertigteilen und Hochleistungsbeton 531
- 4.3 Schubkraftübertragung in Fugen (Verbundfugen) 535
- 4.4 Spannlieder in den Stegen von Spannbetonbrüben mit Kastenquerschnitt 536
- 4.5 Anpassung von Regeln für Bemessung und konstruktive Durchbildung 539
- 4.6 Interne Vorspannung ohne Verbund für die Quertragrichtung 541
- 4.7 Mindestbewehrung für Frühen Zwang 543
- 4.8 Bemessung von Fahrbahnplatten ohne Querkraftbewehrung 544
- Literatur 547

XIII Massivbrüben 551

Oliver Fischer, Jan Lingemann, Andreas Jähring, Stephan Sonnabend

- 1 Einleitung, Grundlagen 555
- 2 Neubau von Großbrüben, Talbrüben 556
- 2.1 Straßenbrüben 556
- 2.1.1 Allgemeines 556
- 2.1.2 Herstellung von Massivbrüben im Taktschiebverfahren 556
- 2.1.3 Herstellung von Massivbrüben auf Vorschubrüstung 561
- 2.1.4 Der Regelquerschnitt des Überbaus im Spannungsfeld zwischen ingenieurtechnischen und bauvertraglichen Randbedingungen 562
- 2.1.5 Entwicklung der Querschnittsbreiten von Brüben im Zuge von Bundesautobahnen 563
- 2.1.5.1 Allgemeines 563
- 2.1.5.2 Tragverhalten von ein- und zweizelligen Hohlkästen 563
- 2.1.5.3 Modellierung zweizelliger Überbauten zur Berücksichtigung der Profilverformung 566
- 2.1.5.4 Einfluss der Steifigkeit der Lagerung des mittleren Stegs auf die Schnittgrößen der Längsträger 567
- 2.1.5.5 Tragverhalten von Taktschiebebrüben mit zweiteiligen Hohlkastenquerschnitten im Bauzustand 568
- 2.2 Eisenbahnbrüben 569
- 2.2.1 Spezifik der Eisenbahnbrüben in Massivbauweise 569
- 2.2.1.1 Anforderungen an Eisenbahnbrüben 569
- 2.2.1.2 Bauweisen von Eisenbahnbrüben aus Beton 569
- 2.2.1.3 Bauform und Querschnitt von Eisenbahnbrüben aus Beton 572
- 2.2.1.4 Schlankheit von Eisenbahnbrüben in Massivbauweise 574
- 2.2.1.5 Größe der Vorspannung bei Spannbeton-Eisenbahnbrüben 575
- 2.2.2 Einige Beispiele für verschiedene Typen von Eisenbahnbrüben in Massivbauweise 576
- 2.2.2.1 Saubachtalbrücke und Sulzbachtalbrücke 576
- 2.2.2.2 Massetalbrücke 577
- 2.2.2.3 Eisenbahnüberführung über die B 303 im Zuge der Verbindungskurve Niederfüllbach 579
- 2.2.2.4 Saale-Elster-Talbrücke 579

2.2.3	Längskraftabtrag und Wechselwirkung von Brücke und Gleis	582	4.2.3	Weiterführende Ansätze, objektbezogene Einwirkungsmodelle	617
2.2.3.1	Abtragung der Längskräfte aus Bremsen und Anfahren	582	4.2.4	Ertüchtigung und Verstärkung	618
2.2.3.2	Wechselwirkung von Brücke und Gleis	584	4.3	Rückbau von Großbrücken	620
2.2.4	Eisenbahnbrücken in integraler Bauweise	585	4.3.1	Einleitung, Hintergrund	620
2.2.4.1	Lange Talbrücken in semiintegraler Bauweise	585	4.3.2	Grundlagen für die Planung des Rückbaus großer Massivbrücken	620
2.2.4.2	Scherkondetalbrücke	585	4.3.2.1	Aktuell gültige Regelungen	620
2.2.4.3	Filstalbrücken	588	4.3.2.2	Einwirkungen während des Rückbaus	621
2.2.4.4	Kurze Rahmenbauwerke	593	4.3.2.3	Materialkennwerte für den Nachweis der Rückbauzustände	623
3	Brücken kleinerer/mittlerer Spannweite	594	4.3.2.4	Ermittlung des Tragwiderstands im Rückbauzustand	624
3.1	Allgemeines, aktuelle Entwicklungen	594	4.3.3	Beschreibung des Planungsprozesses zum Rückbau von Großbrücken	625
3.2	Modul- und Segmentbauweisen	595	4.3.4	Häufige statische Problemstellungen beim Rückbau von großen Betonbrücken	626
3.2.1	Vollständig segmentierte Bauweisen	595	4.3.4.1	Abschnittsweiser Rückbau	626
3.2.2	Teilsegmentierte Bauweisen, modulare Konzepte	600	4.3.4.2	Vorlaufendes Entfernen von Teilen des Querschnitts	626
3.2.2.1	Vollständig modularisierte Bauwerke (Überbau, Unterbauten, Gründung)	601	4.3.4.3	Aussteifung des Überbauquerschnitts	627
3.2.2.2	Modulkonzepte mit Ortbetonergänzung/-Fügung	601	4.3.4.4	Verankerung von Spanngliedern über Verbund	627
3.2.2.3	Segmentierte Fahrbahnplatte aus querschnittsbreiten, geschliffenen Vollfertigteilen	602	4.3.4.5	Verstärkungsspannglieder	629
3.2.2.4	Alternative Ansätze für Brückenkappen	603	4.3.4.6	Hilfsunterstützungen und Hilfspfeiler	630
3.3	Anwendung neuer bzw. weiterentwickelter Materialien	604	4.3.4.7	Tragfähigkeit der Widerlager in den Rückbauzuständen	631
3.3.1	Bauweisen mit nichtmetallischen Bewehrungen	604	4.3.5	Rückbauverfahren für Talbrücken	632
3.3.2	Ultrahochfester Beton (UHFB) im Brückenbau	607	4.3.5.1	Allgemeines	632
4	Massivbrücken im Bestand	612	4.3.5.2	Konventioneller Rückbau	633
4.1	Allgemeines, aktuelle Situation	612	4.3.5.3	Rückbau auf bodengestütztem Traggerüst	635
4.2	Nachrechnung, Bewertung und Ertüchtigung von Massivbrücken	615	4.3.5.4	Aushub von Einzelteilen des Überbaus mit Hebegeräten	635
4.2.1	Allgemeines	615	4.3.5.5	Ablassen von großen Teilen des Überbaus	635
4.2.2	Regelwerke, wesentliche rechnerische Defizite	616	4.3.5.6	Rückbau auf Vorschubgerüst	637
			4.3.5.7	Ausschieben	639
			4.3.5.8	Sprengabbruch	639
			4.3.5.9	Sonstige Rückbauverfahren	639
				Literatur	640

XIV Fuß- und Radwegbrücken 647

Daniel Gebreiter, Sebastian Linden, Christiane Sander, Frank Schächner

1	Einleitung	651	3	Der Entwurfsprozess	656
1.1	Inhalt und Beitrag	652	3.1	Narrativ, Akzeptanz und Legitimierung	657
1.2	Literatur	652	3.1.1	Eine umfassende Entwurfsaufgabe	657
1.3	Danksagungen	653	3.1.2	Verfahrensarten	658
2	Die Bedeutung von Fuß- und Radwegbrücken	653	3.2	Methoden des Konzipierens	658
2.1	Der räumliche Kontext	653	4	Die Erfahrung der Brücke	659
2.1.1	Ein unweigerliches Wahrzeichen	653	4.1	Vielschichtige Erfahrung	659
2.1.2	Ein langlebiges Bauwerk	654	4.1.1	Vertrauen	659
2.2	Ein verflochtene Symbol	654	4.1.2	Die Anfahrt	660
2.3	Der diskursive Kontext	656	4.1.3	Die Querung	660

- 4.2 Inklusion 661
- 4.3 Materialität und Detaillierung 662
- 4.4 Das Gelände 663
 - 4.4.1 Anmutung 663
 - 4.4.2 Geländer und Tragwerk 664
 - 4.4.3 Fallschutz 664
 - 4.4.4 Der Handlauf 665
- 4.5 Belag und Übergänge 665
- 4.6 Aufenthaltsqualität und Mobiliar 665
- 5 Brücken bei Nacht – Einklang von Funktion und Emotion 666
 - 5.1 Ausgangspunkt 667
 - 5.2 Annäherung 667
 - 5.2.1 Nah- und Fernwirkung 667
 - 5.2.2 Funktionale oder ästhetisch künstlerische Anforderung 668
 - 5.2.3 „Pflichtenheft“ 668
 - 5.3 Bei Lichte betrachtet 668
 - 5.3.1 Normen 668
 - 5.3.2 Lichttechnische Grundgrößen 669
 - 5.3.3 Wahrnehmung 669
 - 5.3.4 Abstimmung der Lichtniveaus 671
 - 5.3.5 Leuchtmittel, Leuchten und Befestigung 672
 - 5.3.6 Umsetzung 673
 - 5.3.7 Nachhaltigkeit und Umwelt 674
 - 5.4 Zu guter Letzt 675
- 6 Nachhaltigkeit 675
 - 6.1 Ziel 676
 - 6.2 Konsequenz und Möglichkeiten für den planenden Ingenieur 676
 - 6.3 Komponenten der Nachhaltigkeit 677
 - 6.4 Lebenszyklus 678
 - 6.5 Erderwärmungspotenzial und CO₂-Emissionen (Graue Emissionen) 679
 - 6.6 Nachhaltigkeitspotenziale im Fußgängerbrückenbau 679
 - 6.6.1 Welche Rolle spielt Nachhaltigkeit im Brückenbau für Rad- und Fußwegbrücken 679
 - 6.6.2 Reduktion durch Nutzung effizienter Tragsysteme 680
 - 6.6.2.1 Leichtbau 680
 - 6.6.2.2 Optimierung von Spannweiten 680
 - 6.6.2.3 Modulares Bauen 681
 - 6.6.3 Material 681
 - 6.6.3.1 Nachhaltigkeitsansätze im Stahlbetonbau 681
 - 6.6.3.2 Nachhaltigkeitsansätze im Stahlbrückenbau 685
 - 6.6.3.3 Nachhaltigkeitsansätze im Holzbau/ Holzverbundbauweise 686
 - 6.6.4 Erhöhung der Langlebigkeit 687
 - 6.6.5 Umnutzen – Reduce, Re-Use, Recycle 688
 - 6.6.5.1 Umnutzung bestehender Infrastruktur 688
 - 6.6.5.2 Reduce 688
 - 6.6.5.3 Re-Use 689
 - 6.6.5.4 Recycle 690
- 6.6.6 Minimierung von Transportwegen 690
- 6.7 Ökobilanzierung (LCA) 693
 - 6.7.1 Wirkungskategorien und Umweltproduktdeklaration (EPD) 693
 - 6.7.1.1 Wirkungskategorien 693
 - 6.7.1.2 Umweltproduktdeklarationen EPD (Environmental Product Declaration) 693
 - 6.7.1.3 Berechnung, Bewertung und der Vergleich der potenziellen Emissionen von Brückenentwürfen 693
 - 6.7.1.4 Referenzwerte für Fußgängerbrücken 694
 - 6.7.1.5 Vergleichsstudie zur Ökobilanzierung von Überbauten aus Stahl, Beton und Holz-Beton-Verbundquerschnitten 696
 - 6.8 Zertifizierung der Nachhaltigkeit 696
 - 6.9 Nachhaltiges Bauen als Leistung in der Objektplanung 699
- 7 Technik 699
 - 7.1 Entwicklung der Brückentrasse 700
 - 7.1.1 Die Wahl der Trassierung 700
 - 7.1.1.1 Hindernisse durch freizuhaltende Lichtraumprofile 700
 - 7.1.1.2 Anschlusshöhen und örtliche Topografie 701
 - 7.1.1.3 Spannweiten und Gründungsmöglichkeiten 701
 - 7.1.1.4 Polygonale oder gekrümmte Wegeführung 702
 - 7.1.2 Der Höhenverlauf 703
 - 7.1.2.1 Barrierefreie Nutzung 703
 - 7.1.2.2 Nutzung durch Radfahrer 704
 - 7.1.2.3 Besondere Nutzungen 704
 - 7.2 Typologie der Tragwerke 704
 - 7.2.1 Biegebeanspruchte Tragwerke 706
 - 7.2.1.1 Balkenbrücken 706
 - 7.2.1.2 Trogbrücken 707
 - 7.2.1.3 Aufgelöste Balkenbrücken 707
 - 7.2.2 Fachwerkbrücken 708
 - 7.2.3 Druckbeanspruchte Tragwerke 710
 - 7.2.3.1 Klassische Bogenbrücken 711
 - 7.2.3.2 Bogenbrücken mit Zugband 712
 - 7.2.3.3 Besondere Bauformen 713
 - 7.2.4 Zugbeanspruchte Tragwerke 714
 - 7.2.4.1 Spannbandbrücken 714
 - 7.2.4.2 Hängebrücken 717
 - 7.2.4.3 Schrägseilbrücken 720
 - 7.2.4.4 Besondere Bauformen 721
 - 7.2.5 Gekrümmte Brücken 722
 - 7.2.6 Integrale Brücken 723
 - 7.2.7 Leichtbau: Dogma und Verpflichtung 724
 - 7.3 Materialien 724
 - 7.3.1 Natürliche Baustoffe 725
 - 7.3.1.1 Holz 725
 - 7.3.1.2 Naturstein 726
 - 7.3.2 Klassische Baustoffe 726
 - 7.3.2.1 Beton, Stahlbeton, Spannbeton 727
 - 7.3.2.2 Baustahl 727
 - 7.3.2.3 Edelstahl 727

7.3.2.4	Seilstahl	728	7.4.5.2	Anprall aus Straßenverkehr	735
7.3.2.5	Stahlguss	728	7.4.5.3	Anprall aus Schiffsverkehr	735
7.3.2.6	Aluminium	729	7.4.5.4	Anprall aus Eisenbahnfahrzeugen	735
7.3.2.7	Glas	729	7.4.5.5	Anprall aus Treibgut oder Eisdruck	735
7.3.3	„Neue“ Baustoffe	729	7.4.5.6	Ausfall einzelner Tragglieder	736
7.3.3.1	(Ultra-)Hochfester Beton	729	7.4.6	Schnee- oder Eislasten	736
7.3.3.2	R-Beton	730	7.4.7	Bauzustände	736
7.3.3.3	Carbonbeton	730	7.4.8	Beton-Langzeitverhalten	736
7.3.3.4	Hochfeste Fasern	730	7.4.9	Bauwerksverformungen	736
7.4	Anforderungen an die Tragfähigkeit	731	7.5	Einfluss der Bauwerksdynamik	737
7.4.1	Verkehrslasten	731	7.5.1	Fußgängerinduzierte Schwingungen	737
7.4.1.1	Vertikale Verkehrslasten	731	7.5.1.1	Kritische Szenarien	737
7.4.1.2	Horizontale Verkehrslasten	733	7.5.1.2	Berücksichtigung im Planungsprozess	738
7.4.2	Einfluss des Baugrundes	733	7.5.2	Windinduzierte Schwingungen und aeroelastische Instabilitäten	739
7.4.2.1	Baugrundsetzungen	733	7.5.2.1	Kritische Szenarien	739
7.4.2.2	Bodensteifigkeiten	733	7.5.2.2	Berücksichtigung im Planungsprozess	739
7.4.3	Windlasten	733	7.6	Herstellung und Montage	740
7.4.4	Einflüsse aus Temperaturänderungen	734	8	Schlusswort	740
7.4.5	Außergewöhnliche Lasten	735		Literatur	741
7.4.5.1	Unplanmäßige Anwesenheit von Fahrzeugen auf der Brücke	735			
XV	Schallemissionsmonitoring zur Spanndrahtbruchdetektion	745			
	Max Käding, Steffen Marx, Gregor Schacht				
1	Einleitung	747	6.1.1	Trennprozess	762
2	Konzepte für die Bewertung gefährdeter Bauwerke	747	6.1.2	Sensorcharakteristik	762
3	Schallemissionsmonitoring	748	6.1.3	Mechanische und konstruktive Randbedingungen	763
3.1	Verfahrenstechnische Grundlagen	748	6.2	Detektionswahrscheinlichkeit	765
3.2	Energiefreisetzung beim Drahtbruch	749	6.2.1	Drahtbruchmodell und Schwellenwert	765
3.3	Entwicklung und Erfahrung im Brückenbau	750	6.2.2	Dämpfungsmodell	765
3.4	Aktuelle Bewertungsstrategie	752	6.2.3	Detektionswahrscheinlichkeit	766
3.5	Schlussfolgerungen und Untersuchungsschwerpunkte	753	6.3	Klassifizierung	767
4	Experimentelle Untersuchungen	756	7	Projektbeispiele	769
4.1	Drahtbruchsignale	756	7.1	Südringbrücke in Leer	769
4.1.1	Versuchsdurchführung	756	7.1.1	Beschreibung des Bauwerks und Ausgangssituation	769
4.1.2	Roding – Ortbetonbauwerk	758	7.1.2	Monitoringkonzept	769
4.1.3	Stolpe – Fertigteil mit nachträglichem Verbund	758	7.1.3	Installation	770
4.1.4	Witzenhausen – Fertigteil mit sofortigem Verbund	759	7.1.4	Betrieb und Auswertung	770
4.2	Rückprallhammersignale	760	7.2	Eckeseyer Brücke in Hagen	772
4.3	Verkehrssignale	760	7.2.1	Beschreibung des Bauwerks und Ausgangssituation	772
5	Datenaufbereitung	762	7.2.2	Monitoringkonzept	772
6	Auswertung und Ergebnisse	762	7.2.3	Installation	772
6.1	Quellcharakteristik von Drahtbrüchen	762	7.2.4	Betrieb und Auswertung	772
			8	Zusammenfassung und Ausblick	774
				Literatur	775

XVI Erdbeben- und Schwingungsschutz von Bauwerken 779

Felix Weber, Frederik Bomholt, Christoph Butenweg

- 1 Einführung 781
- 2 Erdbebenschutz von Bauwerken 782
 - 2.1 Dissipative Auslegung von Tragwerken 782
 - 2.1.1 Nichtlineares seismisches Verhalten von Bauwerken 782
 - 2.1.2 Kapazitätsbemessung 783
 - 2.1.3 Duktilitätsklassen und Verhaltensbeiwerte 784
 - 2.1.4 Konstruktive Ausbildung 785
 - 2.2 Isolation des Bauwerks 787
 - 2.2.1 Nicht seismische Schwingungsisolierung 787
 - 2.2.2 Erdbebenanregung und Antwortspektrum 789
 - 2.2.3 Auslegung mittels linearer Modalanalyse 790
 - 2.2.4 Auslegung mittels nichtlinearer Zeitbereichsanalyse (Simulation) 794
 - 2.2.5 Kompatible Akzelerogramme gemäß EN 1998-1-1 799
 - 2.2.6 Einfluss von Erdbebenisolatoren auf die Tragwerksbemessung 802
 - 2.2.7 Erdbeben-Isolatoren 804
 - 2.2.8 Bemessung und Konstruktion von Gleitpendellagern 813
 - 2.2.9 Bemessung und Konstruktion von LRBS 816
 - 2.3 Dämpfungserhöhung des Bauwerks 819
 - 2.3.1 Erhöhung der Strukturdämpfung durch Bauwerksdämpfer 819
 - 2.3.2 Auslegung mittels nichtlinearer Zeitbereichsanalyse (Simulation) 821
 - 2.3.3 Inter-Story-Dämpfer 824
 - 2.3.4 Bemessung und Konstruktion 829
 - 2.4 Erdbebenschutz von nichttragenden Bauteilen 832
 - 2.4.1 Problemstellung 832
 - 2.4.2 Technische Komponenten in Tragwerken 832
 - 2.4.3 Rohrleitungssysteme 835
- 3 Schwingungstilger 835
 - 3.1 Beschleunigungsreduktion von Hochhäusern 835
 - 3.1.1 Windanregung bei Hochhäusern 835
 - 3.1.2 Beschleunigungsgrenzwerte 836
 - 3.1.3 Schwingungstilger gegen windinduzierte Beschleunigungen 837
 - 3.1.4 Auslegung mittels nichtlinearer Zeitbereichsanalyse (Simulation) 838
 - 3.1.5 Geregelte Schwingungstilger 842
 - 3.1.6 Raumsparende Ausführungsformen 847
 - 3.2 Dämpfungserhöhung von Straßenbrücken 848
 - 3.2.1 Auslegung für harmonische Anregung und minimale Verschiebung 848
 - 3.2.2 Beispiele von Schwingungstilgern in Straßenbrücken 849
 - 3.3 Beschleunigungsreduktion von Fußgängerbrücken 851
 - 3.3.1 Beschleunigungsgrenzwerte, Verkehrsklassen 851
 - 3.3.2 Gefährdete Fußgängerbrücken 852
 - 3.3.3 Auslegung mittels Simulation (linear) 852
 - 3.3.4 Ausführungsformen 853
 - 3.3.5 Messung der Wirkung des Schwingungstilgers 855
- 4 Zusammenfassung 856
 - Literatur 857

XVII Ökologisierung von Normalbeton 861

Joachim Juhart, Markus Krüger, Lukas Briendl, Michael Autischer

- 1 Einleitung 863
 - 1.1 Reduktionspfade zur Dekarbonisierung der Betonbauweise 863
 - 1.2 Klimaverträglichkeit, Nachhaltigkeit und Ökobilanzierung 865
- 2 Spezifizierung von klimaverträglichem Beton 867
 - 2.1 Festlegung von Beton 867
 - 2.2 Deklaration und Klassifizierung der THG-Emissionen 868
 - 2.2.1 Berechnung des GWP von Betonsorten 868
 - 2.2.2 Deklaration des GWP von typischen Betonsorten (bzw. Betongütern) 869
 - 2.2.3 Internationale Strategien zur Klassifizierung des GWP von Beton 869
 - 2.2.4 Treibhausgasemissionen der Ausgangsstoffe 871
 - 3 Klimaverträglicher Betonentwurf 873
 - 3.1 Ausgangsstoffe 874
 - 3.1.1 Einführung bzw. Überblick 874
 - 3.1.2 Feinstoffe im Beton 875
 - 3.1.2.1 Normzemente und ihre Hauptbestandteile 876
 - 3.1.2.2 Reaktive Stoffe (Zusatzstoffstoffe vom Typ II und weitere reaktive Stoffe) 876
 - 3.1.2.3 Inerte Stoffe (Zusatzstoffe vom Typ I und weitere inerte Stoffe) 877
 - 3.1.2.4 Materialcharakterisierung der Feinstoffe 877
 - 3.1.3 Kompatibilität mit Fließmitteln 880

Autor:innenverzeichnis

Alfes, Christoph, Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium an der RWTH Aachen University, anschließend wissenschaftlicher Mitarbeiter und Gruppenleiter am Institut für Bauforschung der RWTH Aachen (ibac), nach der Promotion Koordinator Betonnormung BTB/DBV/VDZ mit Sitz in Düsseldorf, von 1996–2009 Manager bei Readymix und bei CEMEX in verschiedenen Funktionen, danach Leiter Technik und Normung im Industrieverband der Mauerwerksindustrie, seit 2016 beim Deutschen Ausschuss für Stahlbeton e. V. (DAfStb).

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V.,
Budapester Str. 31, 10787 Berlin

Autischer, Michael, Dipl.-Ing B.Sc.

Bauingenieurstudium an der TU Graz, seit 2020 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Graz, Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA für Festigkeits- und Materialprüfung.

Technische Universität Graz, Inffeldgasse 24,
8010 Graz/Österreich

Bomholt, Frederik, Dipl.-Ing.

2006–2011 Bauingenieurstudium an der Ruhr-Universität Bochum, 2011–2018 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Konstruktiven Ingenieurbau an der Ruhr-Universität Bochum, seit 2018 Konstrukteur und Projektingenieur für Bauwerkschutzsysteme im Technischen Büro der MAURER SE.

MAURER SE, Frankfurter Ring 193,
80807 München

Brantweiner, Peter, Dipl.-Ing.

2011–2018 Bauingenieurstudium TU Graz, seit 2018 Projektleiter im Ingenieurbüro Brünner ZT GmbH.

Brünner ZT GmbH, Stainzergasse 2,
8010 Graz/Österreich

Briendl, Lukas, Dipl.-Ing.

Bauingenieurstudium an der TU Graz, seit 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Graz, Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA für Festigkeits- und Materialprüfung.

Technische Universität Graz, Inffeldgasse 24,
8010 Graz/Österreich

Brünner, Paul, DDipl.-Ing.

1995–2002 Bauingenieurstudium TU Graz, 1995–2002 Studium Wirtschaftsingenieurwesen für das Bauwesen TU Graz, 2002–2011 Projektleiter im Ingenieurbüro Eisner ZT GmbH, 2005 Ziviltechnikerprüfung, 2011 Gründung der Brünner ZT GmbH, seit 2011 geschäftsführender Gesellschafter der Brünner ZT GmbH, seit 2016 Lektorat an der FH Campus Wien, seit 2017 Vorsitzender ÖBV Ausschuss Braune Wannan.

Brünner ZT GmbH, Stainzergasse 2,
8010 Graz/Österreich

Butenweg, Christoph, Prof. Dr.-Ing.

1989–1994 Bauingenieurstudium Ruhr-Universität Bochum, 1994–1999 Mitarbeiter Universität Essen, 1999 Promotion an der Universität Essen, 1999–2000 Berechnungsingenieur „Karvanek-Thierauf“, 2001–2015 Oberingenieur RWTH-Aachen, seit 2006 Geschäftsführender Gesellschafter SDA-engineering GmbH, seit 2016 Professur FH Aachen, seit 2021 Gastprofessor Universität Belgrad, Vorstandsmitglied European Association of Earthquake Engineering (EAEE), Leiter Project Teams 5 und Mitglied der Managementgruppe für Eurocode 8, Obmann Normausschuss NA 005-06-37 AA.

Center for Wind and Earthquake Engineering,
RWTH Aachen University, Mies-van-der-Rohe-Str. 1,
52074 Aachen

Dorfmann, Eva, Dipl.-Ing.

Bauingenieurstudium TU Graz, seit 2017 Universitätsassistentin am Institut für Betonbau der TU Graz.

Institut für Betonbau, Technische Universität Graz,
Lessingstr. 25, 8010 Graz/Österreich

Fingerloos, Frank, Prof. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium Hochschule für Bauwesen Cottbus, dort 1986–1990 wiss. Mitarbeiter und Promotion am Lehrstuhl Flächentragwerke und Stabilitätstheorie, 1990–2000 HOCHTIEF AG, seit 2000 beim Deutschen Beton- und Bautechnik-Verein E. V., seit 2008 öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger, seit 2008 Lehrauftrag und seit 2015 Honorarprofessur an der Technischen Universität Kaiserslautern.

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V.,
Kurfürstenstr. 129, 10785 Berlin

Fischer, Oliver, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing.

Bauingenieurstudium TUM, 1988–1995 wissenschaftlicher Assistent am Institut für Mechanik und Statik sowie für Konstruktiven Ingenieurbau (1995) an der Universität der Bundeswehr München, 1994 Promotion, 1996 Forschungspreis, 1996–2009 Bilfinger Berger AG, verschiedene Fach- und Führungspositionen im In-/Ausland, 1999–2009 Lehrauftrag Massivbrücken TU Darmstadt, seit 2009 Ordinarius für Massivbau, Sprecher der Leitung des MPA BAU und des Laboratoriums für Konstruktiven Ingenieurbau an der TUM, seit 2011 Mitglied des Vorstands des Ingenieurbüros Büchting + Streit AG, seit 2011 Prüfenieur für Baustatik sowie EBA-Prüfer für Massivbau und Tunnelbau.

Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl für Massivbau, Theresienstr. 90, 80333 München
Büchting + Streit AG, Gunzenlehstr. 22–24,
80689 München

Flohner, Claus, Prof. Dipl.-Ing.

Bauingenieurstudium Technische Universität Karlsruhe, 1984–2005 HOCHTIEF AG, 2005–2015 HOCHTIEF Engineering GmbH, seit 1996 Lehrauftrag und von 2005–2015 Honorarprofessur an der FH Kaiserslautern, seit 1996 öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Betontechnologie, Instandsetzung und ZfP, seit 1996 Ingenieurbüro Flohner.

Ingenieurbüro Flohner, Königsberger Straße 8,
61137 Schöneck

Freimann, Thomas, Prof. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium an der Universität Hannover, 1992–1998 wissenschaftlicher Mitarbeiter Uni Hannover, 2001 Promotion am Institut für Baustoffe der Uni Hannover, 1998–2005 Bauberatung Zement und Betonmarketing Nord, seit 2005 TH Nürnberg Georg Simon Ohm, Fakultät Bauingenieurwesen, seit 2014 Dekan der Fakultät.

Technische Hochschule Nürnberg, Fakultät
Bauingenieurwesen, Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg

Gebreiter, Daniel, M. Phil., M. Sc., M. Eng. (Hons)

2001–2005 Studium Architecture and Environmental Design an der University of Nottingham (UK), 2009–2011 Architekturstudium an der Technischen Universität Berlin, 2011–2012 Master of Philosophy in Digital Architectonics an der University of Bath (UK), 2006 Architekt im Praktikum bei UN Studio, Amsterdam (NL), 2007–2009 Architekt bei Wilkinson Eyre Architects, London (UK), seit 2011 Architekt bei schlaich bergemann partner, seit 2020 Conceptual Design Lead.

sbp GmbH, Schwabstr. 43, 70197 Stuttgart

Hausenberger, Rainer, Dipl.-Ing.

1999–2009 Bauingenieurstudium TU Wien, 2005–2006 Bauingenieurstudium TU Prag, 2010–2014 Projektkoordinator/Baumanager im Bereich Neu- und Ausbau, ÖBB-Infrastruktur AG, 2014–2016 Projektleiter Statik und Bauphysik im Ingenieurbüro ZT DI Klaus Frager, 2016–2018 Ausführender Projektleiter im Konstruktiven Ingenieurbau, ÖBB-Infrastruktur AG, seit 2018 Fachexperte Brückenbau und Konstruktiver Ingenieurbau.

ÖBB-Infrastruktur AG, Praterstern 3,
1020 Wien/Österreich

Haveresch, Karl-Heinz, Dr.-Ing.

1982–1987 Studium des Bauingenieurwesens, RWTH Aachen, 1988–1990 Landschaftsverband Westfalen-Lippe, 1990–1994 Wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl und Institut für Massivbau der RWTH Aachen, 1994 Promotion, 1994–2020 in leitender Funktion bei der Straßenbauverwaltung des Landes Nordrhein-Westfalen, seit 2021 Leiter der Abteilung Konstruktiver Ingenieurbau bei der Autobahn GmbH des Bundes, NL Westfalen, Hamm, seit 1999 Obmann des Sachverständigenausschusses „Spannverfahren“ beim DIBt, seit 2005 Obmann des Normenausschusses „Betonbrücken“ beim DIN.

Die Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung
Westfalen, Otto-Krafft-Platz 8, 59065 Hamm

Heinlein, Ulli, M. Eng.

Bauingenieurstudium an der TH Nürnberg; seit 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TH Nürnberg mit dem Ziel der Promotion an der Universität der Bundeswehr München am Institut für Werkstoffe des Bauwesens.

Technische Hochschule Nürnberg, Fakultät
Bauingenieurwesen, Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg

Hohmann, Rainer, Prof. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium an der Universität Essen, 1996–1997 Tätigkeit in einem Ing.-büro für Bauphysik, 1988–1996 wiss. Assistent an der Universität Essen, 1996 Promotion am Lehrstuhl für Bauphysik und Materialwissenschaft der Uni Essen, 1996–2000 Technischer Leiter in der Industrie, seit 2000 Prof. für Bauphysik an der FH Dortmund, Mitglied im Sachverständigenausschuss „Bauwerks- und Dachabdichtung“ des DIBt, Obmann im DIN-Ausschuss der DIN 18197 „Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern“ und der DIN 18541 „Fugenbänder aus thermoplastischen Kunststoffen zur Abdichtung von Fugen in Beton“, Mitglied im DAfStb-Ausschuss „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie) sowie in den DBV-Arbeitskreisen „Injek-

tionsschlauchsysteme und quellfähige Einlagen für Arbeitsfugen“, „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen“ und „Beschichtete Fugenblechsysteme“.

Fachhochschule Dortmund, FB 1, Fachgebiet
Bauphysik, Emil-Figge-Str. 40, 44227 Dortmund

Hüingsberg, Alfred, Dipl.-Ing.

1984–1991 Bauingenieurstudium TU Wien, 1991–1994 Bauleiter Fa. Porr, 1994–2008 Brückenbau Eisenbahn-Hochleistungsstrecken-AG und ÖBB-Infrastruktur AG, 2008–2012 Projektkoordinator im Bereich Neu- und Ausbau, ÖBB-Infrastruktur AG, seit 2012 Leiter Brückenbau und Konstruktiver Ingenieurbau.

ÖBB-Infrastruktur AG, Praterstern 3,
1020 Wien/Österreich

Jähring, Andreas, Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium TUM, 1994–1998 Ingenieurbüro Büchting Streit Feix GbR, 1998–2004 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Massivbau der TUM, 2008 Promotion, seit 2005 Geschäftsführer bzw. Mitglied des Vorstands des Ingenieurbüros Büchting + Streit AG, seit 2012 Prüflingenieur für Baustatik, seit 2015 EBA-Prüfer für Massivbau.

Büchting + Streit AG, Gunzenlehstr. 22–24,
80689 München

Juhart, Joachim, Dipl.-Ing. Dr. techn.

Bauingenieurstudium an der TU Graz, 2000–2004 Statiker und Planer im Ingenieurbüro Erhard Kargel, Linz, 2004–2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der FH Kärnten, 2001 Promotion am Lehrstuhl für Betonbau der Technischen Universität Graz, seit 2011 Senior Scientist am Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA für Festigkeits- und Materialprüfung.

Technische Universität Graz, Inffeldgasse 24,
8010 Graz/Österreich

Junge, Sven, Dipl.-Ing. (FH)

Studium des Bauingenieurwesens mit Vertiefung Konstruktiver Ingenieurbau an der FH Köln, anschließend Erstellung statischer Berechnungen und Konstruktion von Tragwerken im Ingenieurbüro, danach Technischer Leiter in einem Fertigteilwerk, ab 2013 tätig im Institut für Stahlbetonbewehrung e. V., insbesondere in der Normungs- und Gremienarbeit für Hersteller und Weiterverarbeiter, seit 2020 Geschäftsführer des ISB e. V.

Institut für Stahlbetonbewehrung e. V.,
Kaiserswerther Str. 137, 40474 Düsseldorf

Käding, Max, Dipl.-Ing. (SFI/TWE)

2007–2014 Bauingenieurstudium TU Dresden, 2013–2014 Schweißfachingenieur, seit 2014 Projekt-Ingenieur/Projektleiter Fachteam Monitoring Marx Krontal Partner, 2017–2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Massivbau, Leibniz Universität Hannover.

Marx Krontal Partner, Zum Hospitalgraben 2/2a,
99425 Weimar

Krenn, Christina, Dipl.-Ing. B.Sc.

Bauingenieurstudium TU Graz, seit 2019 Universitätsassistentin am Institut für Betonbau der TU Graz.

Institut für Betonbau, Technische Universität Graz,
Lessingstr. 25, 8010 Graz/Österreich

Krüger, Markus, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing.

Studium des Bauingenieurwesens an der TU Dortmund und des Wirtschaftsingenieurwesens an der Fernuniversität Hagen, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkstoffe im Bauwesen der Universität Stuttgart, Promotion 2004; bis 2015 stellv. Abteilungsleiter der Abteilung Zerstörungsfreie Prüfung und Bauwerksmonitoring der MPA Universität Stuttgart, seit 2015 an der TU Graz, Institutsvorstand des Instituts für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA für Festigkeits- und Materialprüfung.

Technische Universität Graz, Inffeldgasse 24,
8010 Graz/Österreich

Linden, Sebastian, Dipl.-Ing.

1994–2002 Studium Bauingenieurwesen an der Universität in Dortmund, Vertiefung im Konstruktiven Ingenieurbau, seit 2002 Ingenieur bei schlaich bergemann partner, Schwerpunkt auf Fußgänger- und Radwegbrücken.

sbp GmbH, Schwabstr. 43, 70197 Stuttgart

Lingemann, Jan, Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium RWTH Aachen, 2001–2005 Ingenieurbüro Hegger + Partner, 2005–2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Massivbau der TUM, 2010 Promotion, seit 2009 Ingenieurbüro Büchting + Streit, seit 2015 Mitglied des Vorstands des Ingenieurbüros Büchting + Streit AG, seit 2018 Prüflingenieur für Baustatik.

Büchting + Streit AG, Gunzenlehstr. 22–24,
80689 München

Marx, Steffen, Univ.-Prof. Dr.-Ing

Bauingenieurstudium HAB Weimar, 1995–1999 wiss. Mitarb. an der Uni Weimar, 1999 Promotion bei der Professur Massivbau, Uni Weimar, 1999–2001 Planungsingenieur im Ingenieurbüro „BGS Ingenieursozietät“, Dresden; 2001–2003 Teamleiter Konstruktiver Ingenieurbau bei DE-Consult GmbH und DB ProjektBau GmbH, 2004–2005 Projektsteuerer, DB ProjektBau GmbH, 2005–2007 Arbeitsgebietsleiter Ingenieur- und Hochbau bei der DB ProjektBau GmbH, 2007–2010, Hon.-Prof. für Mess- und Versuchstechnik, Lehrbeauftragter im Massivbau und Brückenbau, TU Dresden; 2010–2011 University of California San Diego, Visiting Professor, seit 2011 Gründer und Gesellschafter der Firma Marx Krontal Partner, Ingenieurgesellschaft, 2011–2020 W3-Professur Massivbau, Leibniz Universität Hannover, seit 2020 DB Netz AG – Stiftungsprofessur für Ingenieurbau, Institut für Massivbau, TU Dresden.

Technische Universität Dresden,
Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Massivbau,
01062 Dresden

Maurer, Reinhard, Prof. Dr.-Ing.

1979–1984 Studium des Bauingenieurwesens, TH Darmstadt, 1984–1988 König und Heunisch Beratende Ingenieure, Frankfurt/Main, 1988–1992 Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Massivbau, TH Darmstadt, 1992 Promotion, 1992–2001 Philipp Holzmann AG, NL Berlin, Ltr. des Technischen Büros, 2001–2009 Geschäftsführender Gesellschafter der König und Heunisch Planungsgesellschaft mbH, NL Leipzig, Dortmund, 2002 Berufung als Professor für den Lehrstuhl Betonbau an die TU Dortmund, 2003 Anerkennung als Prüflingenieur für Baustatik für die Fachrichtungen Massivbau und Metallbau, seit 2010 Geschäftsführender Gesellschafter der König und Heunisch Planungsgesellschaft mbH, Dortmund (KHP mbH Dortmund), 2011 Anerkennung als Prüfer für bautechnische Nachweise, Sachgebiet Eisenbahnbrückenbau und Konstruktiver Ingenieurbau durch das Eisenbahnbundesamt (EBA).

Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl
Betonbau, August-Schmidt-Str. 8, 44227 Dortmund

Moersch, Jörg, Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium RWTH Aachen, 1992–1998 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Bauforschung an der RWTH Aachen, 1999–2002 Forschungsprojektleiter in der Firma Lafarge in Lyon, 2002–2015 Geschäftsführer des Instituts für Stahlbetonbewehrung in Düsseldorf, 2005 Promotion am Institut für Bauforschung an der RWTH Aachen, seit 2016 Ge-

schaftsführer der Max Aicher Engineering GmbH in Freilassing.

Max Aicher Engineering GmbH, Teisenbergstr. 7,
83395 Freilassing

Nordhues, Hans-Werner, Prof. Dr.-Ing.

Bauingenieurstudium Universität Dortmund, TH Darmstadt, seit 1994 Geschäftsführer Ingenieurbüro wörner nordhues engineering GmbH, seit 2006 Hon.-Prof. am Lehrstuhl für Stahl-, Leicht- und Verbundbau der RU Bochum für Glasbau und Bauen mit Kunststoffen.

wörner nordhues engineering GmbH,
Gräfenhäuser Str. 36, 64293 Darmstadt

Sander, Christiane, Dipl.-Des. (FH)

1981–1984 Schreinerlehre, bis 1988 Handwerksge-
selin auf der Walz, 1988–1992 Studium Industriedesign,
1992–1993 Industriedesignerin, 1993–1999 Assistentin
an der abk in Stuttgart, seit 1999 Industriedesignerin
bei schlaich bergermann partner, 2008 Ausbildung
Lichtplanerin, seit 2009 Lighting Design Lead.

sbp GmbH, Schwabstr. 43, 70197 Stuttgart

Schächner, Frank, Dipl.-Ing.

1993–2002 Studium Bauingenieurwesen an der Uni-
versität Karlsruhe (TH), Fachbereich Konstruktiver
Ingenieurbau, 2002–2007 Ingenieur bei BUNG Inge-
nieure AG, Heidelberg, 2007–2009 Ingenieur bei KuK
Middle East, Dubai (VAE), 2009–2010 selbstständiger
Ingenieur in Dubai (VAE), seit 2010 Ingenieur bei
schlaich bergermann partner, seit 2021 Director.

sbp GmbH, Schwabstr. 43, 70197 Stuttgart

Schacht, Gregor, Dr.-Ing.

2004–2009 Bauingenieurstudium TU Dresden,
2009–2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter und Promo-
tion, Institut für Massivbau, TU Dresden; seit 2014
Projektleiter Marx Krontal Partner, seit 2019 Teamlei-
ter Planung von Ingenieurbauwerken, Marx Krontal
Partner, seit 2014 Lehrbeauftragter Leibniz Universität
Hannover.

Marx Krontal Partner, Werftstr. 17, 30163 Hannover

**Schlicke, Dirk, Assoc. Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Dr. techn.**

Wirtschaftsingenieurstudium Fachrichtung Bauwesen
Universität Leipzig, 2014 Promotion am Lehrstuhl Be-
tonbau der TU Graz, 2014–2018 General secretary
COST Action TU1404, 2015–2020 Assistenzprofessor
am Institut für Betonbau der TU Graz, 2013–2019 di-
verse Auslandsaufenthalte als Gastdozent und Gast-

professor an der NTNU Trondheim, University of Minho, University of Porto und ATP München, 2020 Habilitation an der TU Graz, seit 2021 Associate Professor am Institut für Betonbau der TU Graz.

Institut für Betonbau, Technische Universität Graz, Lessingstr. 25, 8010 Graz/Österreich

Sippel, Thomas M., Dr.-Ing.

Studium des Bauingenieurwesens, 1996 Promotion an der Universität Stuttgart zum Thema „Trag- und Verformungsverhalten von Stahlbetontragwerken unter Betriebsbelastung“, 1995–2004 Auf- und Ausbau des Ingenieurbüros Eligehausen & Sippel – zuletzt als Geschäftsführender Partner, 2004–2009 Leitung Technical Sales Support bei fischer Befestigungssysteme, 2009–2020 Geschäftsführer der European Engineered Construction Systems Association, seit August 2020 bei der Peikko Group als Director Codes & Approvals beschäftigt.

Peikko Group, Büro Venloer Straße 8, 40477 Düsseldorf

Sonnabend, Stephan, Dipl.-Ing.

Bauingenieurstudium an der TU Karlsruhe, 1990 Projektleiter im Großbrückenbau/Köhler + Seitz, seit 1999 geschäftsführender Gesellschafter im Ingenieurbüro Büchting + Streit Beratende Ingenieure VBI GmbH, seit 2010 Mitglied des Vorstands des Ingenieurbüros Büchting + Streit AG.

Büchting + Streit AG, Gunzenlehstr. 22–24, 80689 München

Stakalies, Eva, M. Sc.

2007–2010 Bachelor-Studium des Bauingenieurwesens, TU Dortmund, 2010–2011 Master-Studium des Konstruktiven Ingenieurbaus, TU Dortmund, 2011–2012 Master-Studium des Bauingenieurwesens, California State University, Fullerton (CSUF), USA (Stipendiatin der Fulbright-Kommission), 2012–2014 König und Heunisch Planungsgesellschaft mbH, Dortmund, seit 2014 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl Betonbau der TU Dortmund.

Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl Betonbau, August-Schmidt-Str. 8, 44227 Dortmund

Tue, Nguyen Viet, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.

Bauingenieurstudium TU Darmstadt, 1991 Promotion am Lehrstuhl Massivbau der TU Darmstadt, 1997 Habilitation an der TU Darmstadt, seit 2001 Geschäftsführer der König und Heunisch Planungsgesellschaft mbH Leipzig, 2002–2009 Professor am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie an der Universi-

tät Leipzig, seit 2010 Universitätsprofessor am Institut für Betonbau der TU Graz.

Institut für Betonbau, Technische Universität Graz, Lessingstr. 25, 8010 Graz/Österreich

Vanas, Schirin, B.Sc. (ab Ende 2022 Dipl.-Ing.)

2016–2019 Bauingenieurstudium Bachelor FH Campus Wien, seit 2019 Bauingenieurstudium Master TU Wien, seit 2019 Technikerin im Ingenieurbüro diebauplaner zt GmbH als externe Mitarbeiterin Brückenbau und Konstruktiver Ingenieurbau.

ÖBB-Infrastruktur AG, Praterstern 3, 1020 Wien/Österreich

Weber, Felix, Dr.-Ing.

1991–1996 Maschinenbaustudium an der ETH Zürich, 1996–2001 Doktorand und Assistent an der ETH Zürich mit Promotion 2001 am Institut für Mess- und Regelungstechnik, 2002–2014 Senior Scientist und Projektleiter an der Empa Dübendorf, seit 2015 Entwicklungingenieur bei Maurer Switzerland GmbH (gehörend zur MAURER-Gruppe), Mitglied der Working Group 5 der TC340 für die Weiterentwicklung der EN-Standards EN 15129.

Maurer Switzerland GmbH, Grossplatzstr. 24, 8118 Pfaffhausen/Schweiz

Wörner, Johann-Dietrich, Prof. Dr.-Ing., Dr. h. c. mult.

Bauingenieurstudium TU Berlin, TH Darmstadt, 1979–1990 Ingenieurbüro König und Heunisch, 1985 Promotion, 1990–1995 Prof. für Massivbau TH Darmstadt, 1994 Prüfeningenieur für Baustatik, seit 1994 Ingenieurbüro wörner nordhues engineering GmbH, 1995 Prof. für Statik und Dynamik der Tragwerke, 1995–2007 Präsident der TH/TU Darmstadt, 2007–2015 Vorstandsvorsitzender DLR, 2015–2021 ESA Generaldirektor, seit 2021 Präsident acatech.

wörner nordhues engineering GmbH, Gräfenhäuser Str. 36, 64293 Darmstadt

Zöller, Matthias, Prof. Dipl.-Ing. Architekt

Architekturstudium an der Universität Karlsruhe (TH). Ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden, Honorarprofessor für Bauschadensfragen am Karlsruher Institut für Technologie (Universität Karlsruhe). Tätig am Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik (AIBau gGmbH) und hier Leiter der systematischen Bauschadensforschung sowie Leitung der Aachener Bausachverständigentage. Mitarbeit in Fachgremien, die sich mit Regelwerken der Abdichtungstechniken beschäftigen.

AIBau gGmbH, Pfalzgrafenstr. 31, 67434 Neustadt a. d. Weinstraße

Herausgeber

Prof. Dipl.-Ing. DDr. Dr.-Ing. E. h.
Konrad Bergmeister
Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Konstruktiven Ingenieurbau
Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien/Österreich

Prof. Dr.-Ing. Frank Fingerloos
Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V.
Kurfürstenstraße 129, 10785 Berlin

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Johann-Dietrich Wörner
Technische Universität Darmstadt
Institut für Statik und Konstruktion
Franziska-Braun-Straße 3, 64287 Darmstadt

Verlag

Ernst & Sohn GmbH
Rotherstraße 21, 10245 Berlin
Tel. (030) 47031-200
E-Mail: info@ernst-und-sohn.de
www.ernst-und-sohn.de