

*Infraleichtbeton (engl.: infra lightweight concrete ILC) ist ein Leichtbeton mit einer Trockenrohddichte von unter  $800 \text{ kg/m}^3$  und damit außerhalb des genormten Rohdichtebereichs von DIN EN 1991-1-1/NA und DIN EN 206-1/DIN 1045-2 [1, 2]. Die Rohdichte des Infraleichtbetons liegt unterhalb des genormten Leichtbetons, wovon sich seine Bezeichnung ableitet. Weniger verbreitet sind die Begriffe Isolationsbeton oder Dämmbeton.*

*Genormte Leichtbetone mit einer Rohdichte von  $800 \text{ kg/m}^3$  bis  $2000 \text{ kg/m}^3$  sind im Zement-Merkblatt B 13 Leichtbeton [3] beschrieben. Die Geschichte des Leichtbetons ist so alt wie der Betonbau selbst. Schon die römischen Baumeister im 1. Jahrhundert verwendeten leichte Gesteinskörnungen, um die Rohdichte des Opus Caementitium, dem Vorläufer des heutigen Betons, für den Bau des Pantheons zu verringern. Bis in die 1960er Jahre wurde Leichtbeton vor allem eingesetzt, um das Gewicht von Bauteilen zu reduzieren.*

*Mit steigenden Anforderungen an den Energieverbrauch von Gebäuden gewann die im Vergleich zu Normalbeton niedrigere Wärmeleitfähigkeit von Leichtbeton an Bedeutung. Um die heute für Außenwände beheizter Gebäude geforderten Wärmedämmwerte ohne zusätzliche Wärmedämmung erreichen zu können, musste die Rohdichte des Leichtbetons und damit die Wärmeleitfähigkeit weiter verringert werden. Dies führte zur Entwicklung des Infraleichtbetons.*

## ■ 1 Materialeigenschaften

Die wesentliche Eigenschaft von Infraleichtbeton ist die für Beton sehr niedrige Wärmeleitfähigkeit. Mit Infraleichtbeton kann die tragende und wärmedämmende Gebäudehülle mit nur einem Material, monolithisch realisiert werden. Zusätzliche Putz- und Wärmedämmschichten können entfallen (Bild 1).

Die niedrige Wärmeleitfähigkeit wird durch Verwendung sehr leichter Gesteinskörnungen und dem Eintrag von Luftporen in die Mörtelmatrix erreicht. Je geringer die Rohdichte des Infraleichtbetons ist, umso besser sind die Wärmedämmeigenschaften. Dabei verhalten sich Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit annähernd proportional, d. h. die Verringerung der Rohdichte um 25 % führt zu einer ebenso großen Verringerung der Wärmeleitfähigkeit (Tafel 1).

Die Absenkung der Rohdichte führt auf der anderen Seite zu einer überproportionalen Reduktion der Betondruckfestigkeit und des E-Moduls. Die Herstellung von Infraleichtbeton mit einer Rohdichte  $< 600 \text{ kg/m}^3$  ist möglich [4]. Die Druckfestigkeit des Betons liegt dann in der Größenordnung von 5 MPa.

Durch das sehr poröse Gefüge des Infraleichtbetons ist der Carbonatisierungswiderstand gering, wodurch die Bewehrung durch die Betondeckung allein nicht ausreichend



Bild: Informationszentrum Beton/Guido Erbring

Bild 1: Einfamilienhaus „Haus an der Klinge“ aus Infraleichtbeton in Würzburg

**Tafel 1: Materialeigenschaften von Infraleichtbeton (Größenordnung) [4]<sup>1)</sup>**

Rohdichte $\rho_{tr}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	ILC600 551 ... 600	ILC650 601 ... 650	ILC700 651 ... 700	ILC750 701 ... 750	ILC800 751 ... 800
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,tr}$ [W/m·K]	0,141	0,153	0,166	0,178	0,193
Druckfestigkeit [MPa]	5,3	7,4	9,4	11,3	13,0
Elastizitätsmodul [MPa]	2300	2700	3100	3500	3900

<sup>1)</sup> Die Eigenschaften von Infraleichtbeton sind im Rahmen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bzw. Zustimmung im Einzelfall zu ermitteln

gegen Korrosion geschützt ist. Daher ist nicht korrodierende oder korrosionsgeschützte Bewehrung zu verwenden. Infrage kommen z. B. verzinkte Bewehrung, Edelstahl-, Carbon- oder Glasfaserstabbewehrung.

Infraleichtbeton ist nicht brennbar und kann gemäß den Festlegungen von [5] als nicht brennbar, Baustoffklasse A1, eingestuft werden (Gehalt an organischen Bestandteilen  $\leq 1$  M.-% bzw.  $\leq 1$  Vol.-%).

**■ 2 Zusammensetzung**

Für den Infraleichtbeton werden Gesteinskörnungen für Beton mit einer Kornrohichte < 600 kg/m<sup>3</sup> verwendet. In der Regel kommen Blähton, Bims oder Blähglas zum Einsatz.

Aufgrund der geringen Kornrohichte neigt die leichte Gesteinskörnung zum Aufschwimmen (Kornrohichten < 600 kg/m<sup>3</sup>). Analog zum Normalbeton, bei dem das Absinken der Gesteinskörnung zu verhindern ist, muss beim Infraleichtbeton durch die Optimierung von Sieblinie, Leimgehalt und Viskosität das Aufschwimmen der leichten Gesteinskörnung verhindert werden. Weiterhin ist bei der Abstimmung der Zusammensetzung die Wasseraufnahme der leichten Gesteinskörnung zu berücksichtigen.

Das Tragverhalten des Stoffsystems Gesteinskörnung/Zementstein unterscheidet sich beim Infraleichtbeton von dem des Normalbetons. Während die Festigkeit von Normalbeton im Wesentlichen durch den w/z-Wert, also die Festigkeit des

Zementsteins, bestimmt wird, ist beim Infraleichtbeton die Festigkeit der leichten Gesteinskörnung maßgebend.

**■ 3 Regelwerk**

Infraleichtbeton ist ein konstruktiver Leichtbeton mit einer Rohdichte  $\leq 800$  kg/m<sup>3</sup>. Die Normen für Bemessung und Zusammensetzung von Beton und Stahlbeton [1, 2] gelten für Betone ab einer Rohdichte von 800 kg/m<sup>3</sup>. Bemessung, Herstellung und Verwendung von Infraleichtbeton sind damit normativ nicht geregelt (Bild 3).

Bei sicherheitsrelevanten Bauprodukten und Bauteilen, die nicht geregelt sind oder wesentlich von technischen Regeln abweichen, werden Herstellung und Verwendung in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ)/allgemeinen Bauartgenehmigungen (aBG) oder Zustimmungen im Einzelfall (ZIE)/vorhabenbezogenen Bauartgenehmigungen (vBG) geregelt. Diese sind beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) bzw. der obersten Landesbaubehörde zu beantragen. Produkteigenschaften müssen nachgewiesen werden. Für die Bemessung wird ein Ansatz aus der DIN EN 1520 [11] oder nach Eurocode 2 (DIN EN 1991-1-1) [12] herangezogen.

In nicht tragender oder aussteifender Funktion, z. B. als Verfüllmaterial, kann Infraleichtbeton ohne allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder Zustimmungen im Einzelfall verwendet werden. Hier liegt es im Ermessen der Bauherrschaft und Planer, technische Nachweise zu fordern.



Bild: Informationszentrum Beton, A. Richter

Bild 2: Beispiele für leichte Gesteinskörnungen; Blähglas (links) und Blähton (rechts)

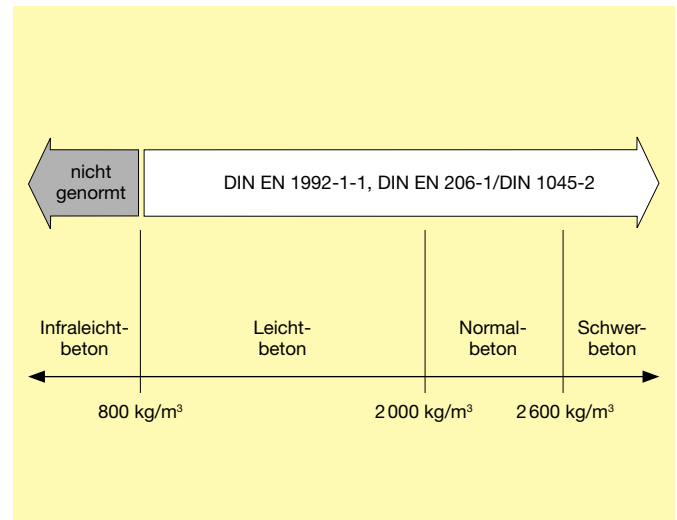


Bild 3: Unterscheidung von Beton nach der Rohdichte; genormter und nicht genormter Bereich der Rohdichte für Beton und Stahlbeton



#### ■ 4 Planen mit Infrleichtbeton

Das wichtigste Argument für die Verwendung von Infrleichtbeton ist seine geringe Wärmeleitfähigkeit. Diese ermöglicht es, Außenwände monolithisch aus Beton herzustellen. Die wärmeschutztechnischen Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) an die Gebäudehülle können mit Infrleichtbeton mit moderaten Wandstärken erfüllt werden. Je nach geforderter Druckfestigkeit beträgt die Wärmeleitfähigkeit zwischen 0,14 W/(m·K) und 0,20 W/(m·K), womit der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) für Wohngebäude von 0,28 W/(m²·K) mit Wandstärken zwischen 50 cm bis 65 cm erreicht wird [6].

Der Lambdawert von Dämmstoffen wird üblicherweise an getrockneten Proben bei 10 °C bestimmt ( $\lambda_{10, tr}$ ). Unter Nutzungsbedingungen stellt sich im Bauteil eine bauübliche Materialfeuchte ein, durch die sich die Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zur getrockneten Probe erhöht. Gemäß DIN EN ISO 10456 ist daher für die Planung ein abgeminderter Lambdawert ( $\lambda_{Bem}$ ) zu verwenden. Alternativ dazu kann der Lambdawert von Infrleichtbeton bei 23 °C und einer sich bei 80 % Luftfeuchte einstellenden Materialfeuchte gemessen werden. Dieser Messwert ( $\lambda_{23/80}$ ) kann direkt zur Bemessung herangezogen werden.

Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Wärmeleitfähigkeit und Druckfestigkeit eignet sich Infrleichtbeton vor allem für mäßig auf Druck beanspruchte Wände. Hier lassen sich mit Infrleichtbeton moderate Wandstärken realisieren.

Normalbeton und Infrleichtbeton sind unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Materialeigenschaften gut kombinierbar. Geschossdecken aus Normalbeton können direkt auf die aufgehenden Wände aus Infrleichtbeton aufgelegt werden.

Infrleichtbeton empfiehlt sich besonders für die Sichtbetonarchitektur. Durch die monolithische Bauweise lassen sich Außenwände, bei denen Beton sowohl innen als auch in der Fassade sichtbar bleiben soll, in einem Arbeitsgang herstellen. Zu beachten ist allerdings, dass sich Infrleichtbeton in Optik und Haptik von Normalbeton unterscheidet. Die Oberfläche von



Bild: Informationszentrum Beton, A. Richter

Bild 4: Beispiel für eine typische Oberflächenstruktur eines Infrleichtbetons

Infrleichtbeton ist in der Regel poren- und strukturreicher und hat dadurch ein lebendigeres Erscheinungsbild (Bild 4).

Zur Begrenzung der Wasseraufnahme wird eine Hydrophobierung der Außenflächen in Kombination mit einem Dachüberstand als zusätzlichem Schutz vor Schlagregenbeanspruchung empfohlen [7].

Im Allgemeinen wird Infrleichtbeton als Transportbeton auf die Baustelle geliefert. Wenn es die Platzverhältnisse auf der Baustelle zulassen, kann die Herstellung alternativ mit mobilen Mischanlagen direkt auf der Baustelle erfolgen. Als nicht genormtes Sonderprodukt ist Infrleichtbeton in Deutschland noch nicht überall flächendeckend lieferbar. Die Verfügbarkeit sollte daher frühzeitig geklärt werden.

Tafel 2: Wärmetechnische Eigenschaften von Infrleichtbeton [4] <sup>1)</sup>

Rohdichte $\rho_r$ [kg/m³]	ILC600	ILC650	ILC700	ILC750	ILC800
	551 ... 600	601 ... 650	651 ... 700	701 ... 750	751 ... 800
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10, tr}$ [W/m·K]	0,141	0,153	0,166	0,178	0,193
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{Bem}$ [W/m·K]	0,160	0,174	0,189	0,202	0,219
Wanddicke	Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert [W/m²·K]				
50 cm	0,30	0,33	0,35	0,38	0,41
55 cm	0,28	0,30	0,32	0,35	0,37
60 cm	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34
65 cm	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32

<sup>1)</sup> Die Eigenschaften von Infrleichtbeton und Bauteilen aus Infrleichtbeton sind im Rahmen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/allgemeinen Bauartgenehmigung bzw. Zustimmung im Einzelfall/vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung zu ermitteln

## ■ 5 Ausführung

Beim Einbau unterscheidet sich Infraleichtbeton nicht grundlegend von Normalbeton. Eingebracht wird der Beton mit Schurre oder dem Krankübel. Dabei ist die Fallhöhe des Betons auf  $\leq 1$  m zu begrenzen. Ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen wird eine Verarbeitungslufttemperatur von  $+5$  °C bis  $+25$  °C empfohlen.

Das Pumpen von Infraleichtbeton ist prinzipiell möglich, allerdings besteht durch den beim Pumpen auftretenden Druck die Gefahr, dass Wasser bzw. Zementleim ins Gefüge der Gesteinskörnung gepresst wird, was eine Veränderung der Konsistenz und der Rohdichte des Frischbetons zur Folge hat.

Durch die geringe Rohdichte ist der auf die Schalung wirkende Betondruck deutlich geringer als bei Normalbeton. Entsprechend geringer sind die Anforderungen an die Aussteifung der Schalung bzw. es sind höhere Betoniergeschwindigkeiten möglich.

Die Konsistenz von Infraleichtbeton wird in der Regel sehr weich bis fließfähig eingestellt, sodass er gut zu verdichten ist. Angemessene Verdichtungsarten sind leichtes Rütteln oder Stochern. Bei zu starkem Verdichten kann es zu Entmischung kommen.

Durch die niedrige Wärmeleitfähigkeit des Infraleichtbetons fließt die bei der Zementhydratation freiwerdende Wärme langsamer ab als bei Normalbeton. Die Betonoberfläche muss daher besonders gut vor zu schneller Abkühlung oder Überhitzung geschützt werden. Andernfalls können Temperaturdifferenzen zwischen Bauteilkern und -oberfläche zu Spannungsrissen führen.

Unabhängig von der Festigkeitsentwicklung des Betons und der Umgebungstemperatur sind längere Nachbehandlungsdauern als in DIN EN 13670/DIN 1045-3 [8] angegeben zu empfehlen. Gute Erfahrungen gibt es beim Ausschalen nach vier bis sechs Tagen [4].

Das Belassen in der Schalung stellt grundsätzlich eine gute Nachbehandlungsart dar. Allerdings kann sich dies nachteilig auf die Farbtongleichmäßigkeit bei Sichtbetonoberflächen auswirken und sollte bei der Herstellung der Sichtbetonprobefläche mit geprüft werden.

## ■ 6 Nachhaltigkeit und Ökobilanz

Die Nachhaltigkeit von Infraleichtbeton ergibt sich aus der Möglichkeit, monolithische Wände ohne zusätzliche Wärmedämm- und Putzschichten herzustellen. Neben der Wärmedämmung übernimmt der Infraleichtbeton wärmespeichernde Funktionen, z. B. beim sommerlichen Wärmeschutz.

Die Ökobilanz eines Betons wird im Wesentlichen durch die Art und Menge des verwendeten Zements bestimmt. Zur Verringerung der Umweltwirkungen ist es sinnvoll, klinkereffiziente Zementen (z. B. CEM II- bzw. CEM III-Zementen bei vergleichbarer technischer Leistungsfähigkeit und regionaler Verfügbarkeit) einzusetzen. Beim Zementgehalt unterscheidet sich Infraleichtbeton nicht wesentlich von Normalbeton. Allerdings tragen die im Infraleichtbeton eingesetzten Gesteinskörnungen Blähglas und Blähton, die in einem thermischen Prozess hergestellt werden, deutlich zum Ergebnis der Ökobilanz bei.

Derzeit existieren für Infraleichtbetone noch keine Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) beim Institut für Bauen und Umwelt [9] oder Ökobilanzdatensätze in der Ökobaudat [10]. Jedoch enthält die Ökobaudat Datensätze für die gängigsten Ausgangsstoffe von Infraleichtbeton. Ist die Zusammensetzung bekannt, lassen sich die Umweltwirkungen für die Herstellung von Infraleichtbeton abschätzen (Tafel 3).

Die Recarbonisierung während der Nutzungsphase (Modul B) – darunter ist die Wiederaufnahme des beim Brennen freigesetzten  $\text{CO}_2$  durch Absorption von  $\text{CO}_2$  aus der Luft durch den Zementstein zu verstehen – trägt zur Verringerung des Global Warming Potentials (GWP) des Infraleichtbetons bei.

Blähton, Blähglas und Bims sind ungiftig und schadstofffrei und sind nach der DIN EN 13055-1 [13] genormte Leichtbaustoffe und mit dem Blauen Engel ausgezeichnet. Lagerstätten von Bims und Ton werden nach Nutzungsende renaturiert und der Bevölkerung für Naherholung zurückgegeben (Bild 5) oder stehen dem Naturschutz zur Verfügung [14]. Des Weiteren besteht Blähglas aus 100 % recyceltem Glas.

**Tafel 3: Treibhausgasemission und Primärenergieverbrauch für die Herstellung (Modul A1-A3) von Zement und verschiedene Gesteinskörnungen**

		Zement <sup>3)</sup>	Gesteinskörnung		
			Sand/Kies	Blähton	Blähglas
<b>je 1 t Material [12]</b>					
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg $\text{CO}_2$ -Äq./t	587	2,85	332	275
Primärenergieinhalt (PEI) <sup>1)</sup>	MJ/t	2410	50	5800	6360
<b>je 1 m<sup>3</sup> Beton<sup>2)</sup></b>					
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg $\text{CO}_2$ -Äq./m <sup>3</sup>	180	5	115	75
Primärenergieinhalt (PEI) <sup>1)</sup>	MJ/m <sup>3</sup>	750	95	2030	1735

<sup>1)</sup> Summe aus „Total erneuerbare Primärenergie“ (PERT) und „Total nicht erneuerbare Primärenergie“ (PENRT)

<sup>2)</sup> Näherungswerte für typische Volumenanteile von Zement und Gesteinskörnung in Beton (10 Vol.-% Zement, 70 Vol.-% Gesteinskörnung)

<sup>3)</sup> Durch den Einsatz klinkereffizienter Zemente (z. B. CEM II- oder CEM III-Zemente) können die Umweltwirkungen deutlich vermindert werden.



Bild 5: Blick in die renaturierte Lias-Grube (Liapor GmbH & Co. KG)

## ■ 7 Recycling

Infraleichtbeton sollte so verbaut werden, dass er sich beim Rückbau möglichst sortenrein entnehmen lässt. Je weniger Fremdbestandteile das Rückbaumaterial enthält, desto einfacher ist der Recyclingprozess bzw. desto hochwertiger sind die Produkte, die daraus hergestellt werden können. Zu vermeidende Störstoffe sind z. B. sulfathaltige Produkte wie Gips.

Für den Rückbau empfiehlt sich das Sägen, da es im Vergleich zu anderen Verfahren zu den geringsten Materialverlusten kommt. Vorgefertigte Elemente aus Infraleichtbeton lassen sich ggf. zerstörungsfrei entnehmen. Von Vorteil ist dabei, wenn die Anschlagpunkte für Transport und Einbau des Elements zugänglich bleiben.

In Brechern wird Infraleichtbeton zu Gesteinskörnung verarbeitet. Diese kann z. B. wieder für die Herstellung von Leichtbeton oder als Trockenschüttung bzw. Ausgleichsschicht verwendet werden.

## ■ 8 Literatur

- [1] DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1 NA: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
- [2] DIN EN 206-1 und DIN 1045-2: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [3] Zement-Merkblatt B 13 Leichtbeton. Hrsg.: Verein Deutscher Zementwerke e. V. (VDZ), Düsseldorf
- [4] Lösch, C.; Rieseberg, P.: Infraleichtbeton. Entwurf | Konstruktion | Bau. Hrsg.: Schlaich, M., Leibinger, R., Stuttgart: Fraunhofer IRB, 2018
- [5] Entscheidung 96/603/EG der Kommission vom 4.10.1996 zur Festlegung eines Verzeichnisses von Produkten, die in die Kategorie A „Kein Beitrag zum Brand“ einzustufen sind. Fassung vom 12.6.2003
- [6] Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze (GEG). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2020 Teil I Nr. 37 vom 13. 8. 2020
- [7] Nagler, F.: Endbericht für das Forschungsvorhaben „Einfach Bauen“, Technische Universität München, Lehrstuhl für Entwerfen und Konstruieren, 2018
- [8] DIN EN 13670: Ausführung von Tragwerken aus Beton; in Verbindung mit DIN 1045-3: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
- [9] Institut Bauen und Umwelt e.V.; <https://ibu-epd.com/>
- [10] Ökobaudat; Deutsches Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), <https://www.oekobaudat.de/>
- [11] DIN EN 1520: Vorgefertigte Bauteile aus haufwerksporrigem Leichtbeton mit statisch anrechenbarer oder nicht anrechenbarer Bewehrung
- [12] Bergmeister, K., Fingerloos, F., Wörner, J.-D.: Beton-Kalender 2021, Schwerpunkte: Fertigteile; Integrale Bauwerke, Ernst & Sohn Verlag 2020-12
- [13] DIN EN 13055-1:2002-08: Leichte Gesteinskörnungen – Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einpressmörtel; Deutsche Fassung EN 13055-1:2002
- [14] Nachhaltigkeitsbericht 2015, Bundesverband Leichtbeton e.V.

## ■ 9 Weiterführende Informationen

In der Beton-web.akademie kann kostenfrei ein Video-Podcast zum Thema „Infraleichtbeton – monolithisch und energieeffizient bauen“ abgerufen werden:

<https://aufzeichnungen.beton-webakademie.de/produkt/infraleichtbeton-monolithisch-und-energieeffizient-bauen/>

Der Planungsatlas Hochbau des Informations-Zentrums Beton enthält u. a. konstruktiv und bauphysikalisch optimierte Details von Bauteilen aus Infraleichtbeton und ermöglicht die Berechnung und Minimierung von Wärmebrücken (Eingabe des Begriffs Infraleichtbeton in die Suchfunktion):

<https://planungsatlas-hochbau.de/waermeschutz>

## Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

### Herausgeber

InformationsZentrum Beton GmbH, Toulouser Allee 71, 40476 Düsseldorf

[www.beton.org](http://www.beton.org)

### Kontakt und Beratung vor Ort

**Büro Berlin**, Kochstraße 6–7, 10969 Berlin, Tel.: 030 3087778-0, [berlin@beton.org](mailto:berlin@beton.org)

**Büro Hannover**, Hannoversche Straße 21, 31319 Sehnde, Tel.: 05132 502099-0, [hannover@beton.org](mailto:hannover@beton.org)

**Büro Beckum**, Neustraße 1, 59269 Beckum, Tel.: 02521 8730-0, [beckum@beton.org](mailto:beckum@beton.org)

**Büro Ostfildern**, Gerhard-Koch-Straße 2+4, 73760 Ostfildern, Tel.: 0711 32732-200, [ostfildern@beton.org](mailto:ostfildern@beton.org)

### Verfasser

Dipl.-Ing. (FH) Albrecht Richter, Dr.-Ing. Thomas Richter, InformationsZentrum Beton GmbH, Dipl.-Ing. Markus Brunner, Berlin