
Faserbeton

Bernhard Wietek

Faserbeton

im Bauwesen

Bernhard Wietek
Sistrans, Österreich

ISBN 978-3-658-07763-1 ISBN 978-3-658-07764-8 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-658-07764-8

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

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2015

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Lektorat: Ralf Harms, Annette Prenzer

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Fachmedien Wiesbaden ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
(www.springer.com)

Vorwort

Im Bauwesen werden die unterschiedlichsten Baustoffe angewendet. Jeder dieser Baustoffe hat seine Eigenschaften, die unterschiedliche Vor- und Nachteile haben. Es liegt nun an den Bauingenieuren, die richtigen Baustoffe für die Anwendung auszusuchen um somit für den Bauherrn eine optimale Lösung seines Bauwerkes zu erreichen. Diese Forderung ist nicht leicht zu erfüllen, da es unzählige Randbedingungen bei einer solchen Entscheidung gibt, die zu berücksichtigen sind.

Im vorliegenden Buch soll auf einen Baustoff aufmerksam gemacht werden, der in den letzten Jahrzehnten in den Hintergrund gerückt wurde, ohne dass seine eigentlichen Vorteile richtig gewürdigt wurden. Faserbeton als Erweiterung des Betons bietet für die Baupraxis erhebliche Vorteile, die ausgehend von den Materialeigenschaften eine sehr hohe Lebensdauer ermöglichen und somit gerade für dauerhafte Bauwerke von großem Vorteil sind.

Faserbeton wirkt mit seinen Materialeigenschaften über den gesamten Querschnitt und bietet somit äußeren Angriffen auch Schutz vor innerer Zerstörung. Es ist ein Baustoff, der seine volle statische Wirkung im ungerissenen Zustand ähnlich den meisten anderen Baustoffen wie Holz, Stahl, Glas u.a. erreicht. Treten Risse auf, so ist dieser Baustoff überlastet und somit auch überfordert, jedoch tritt kein schlagartiger Bruch ein, sondern es besteht noch weiter eine verminderte Tragfähigkeit. Jeder Bauherr hat Anspruch auf einen nicht zerstörten Baustoff als Tragelement in seinem Bauwerk.

Im Buch Stahlfaserbeton wurde ein erster Weg für die Bemessung begangen, der in der Praxis nicht ganz nachvollziehbar war. Daher wurde nun die Berechnung des Faserbetons wesentlich umfangreicher, jedoch besser nachvollziehbar gestaltet und auf sämtliche in der Praxis in Verwendung befindlichen Fasertypen erweitert. Mit diesem Buch soll nun dem Anwender eine Hilfe gegeben werden, den Faserbeton als Baustoff entsprechend seinen Eigenschaften bei einem Bauwerk richtig einzusetzen, um somit dem Bauherrn kostengünstig ein langlebiges Bauwerk zu schaffen.

Ich möchte mich bei allen Bauherrn und Baufirmen für die gute Zusammenarbeit bedanken, die wir auf den unterschiedlichsten Baustellen über all die Jahre hatten, und auch dass wir fast alle Probleme gemeinsam einer vernünftigen Lösung zuführen konnten.

Sistrans bei Innsbruck, im August 2014

Bernhard Wietek

Dank des Autors

Nicht versäumen möchte ich, mich bei jenen zu bedanken, die so viel Vertrauen in mich setzten und mich auf dieses Fachgebiet ansetzten, um eine ingenieurmäßige Lösung zu erarbeiten. Ich habe zwar in den letzten Jahren mit dem Buch STAHLFASERBETON viele interessierte Bauingenieure bewogen, sich mit dieser Materie zu befassen, es ist jedoch von Anfang an immer wieder der Wunsch aufgetaucht, nicht nur über Stahlfasern im Beton sondern über alle gebräuchlichen Faser eine zusammenfassende Darstellung zu bringen.

Ausführende Firmen wie Swietelsky und HTB sowie Felbermayer (FST) und Keller haben auf ihren vielfältigen Baustellen den Einsatz von Faserbeton nicht nur mit Stahlfaser gefordert, sondern auch die Bauherrn haben für Faserbeton großes Interesse gezeigt und dessen Einsatz in etlichen Fällen gewünscht.

Mein Wissen um alle in der Praxis angewendeten Fasern hat die Fa. Rindler GmbH immer sehr unterstützt und immer wieder neue Anwendungen aufgezeigt. Besonders Herr Mag. Alexander Rindler hat mich hier in der Beschreibung der einzelnen Faserarten und deren Eigenschaften tatkräftig unterstützt, wofür ich ihm sehr dankbar bin. Es zeigt sich dabei, dass eine umfassende Beschreibung auch von verschiedener Sicht notwendig ist, damit auch eine möglichst unabhängige Darstellung von Produkten erreicht wird.

In kritischen Diskussionen hat mein Mitarbeiter Herr Dipl.-Ing. Alexander Klotz mir immer wieder geholfen, den technisch nachvollziehbaren Weg zu beschreiten und zusätzlich hat er meine Berechnungen überprüft, damit sich keine Fehler einschleichen. Dafür bin ich ihm dankbar.

Als das Manuskript im Entstehen war, hat der Verlag Springer Vieweg durch seinen Lektor Ralf Harms sein positives Interesse gezeigt, dieses als Fachbuch zu drucken, da es als Ergänzung und Erneuerung des Fachbuches Stahlfaserbeton gedacht ist.

Nun, da das Buch zumindest für einen ersten Druck fertig ist, möchte ich mich bei allen erwähnten Personen herzlich für die Unterstützung und das Vertrauen bedanken.

Ein besonderes Anliegen ist es mir auch, mich bei meiner lieben Frau Jutta zu bedanken, die immer wieder viel Verständnis für die Einsätze von mir in der Freizeit zeigt und auch darauf achtet, dass ich mich nicht übernehme.

Bernhard Wietek

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Geschichtliches	1
1.1.1	Vorwort aus Vitruv – De Architectura 27 v. Chr.	2
1.1.2	Seit wann gibt es Beton?	4
1.1.3	Seit wann gibt es Faserbeton?	5
1.2	Grundgedanken	5
1.2.1	Klassifizierung des Baustoffes	5
1.2.2	Brandverhalten des Baustoffes	7
1.2.3	Bemessung des Baustoffes	8
1.2.4	Forderung an die Normung bzw. auch an die Bauwirtschaft	9
1.3	Normen und Richtlinien	10
1.3.1	Normen	10
1.3.2	Richtlinien	10
2	Definitionen	13
2.1	Begriffe	13
2.2	Zeichen	14
2.3	Einheiten	18
3	Beton	19
3.1	Betonarten	19
3.2	Betonklassen	20
3.3	Zement	21
3.4	Gesteinskörnungen (Zuschlag)	23
3.5	Wasser	25
3.6	Betonzusätze	25
3.6.1	Betonzusatzstoffe	25
3.6.2	Betonzusatzmittel	25
3.7	Betoneigenschaften	26
3.7.1	Betonarten	27
3.7.2	Einwirkungen auf den Beton	27

3.7.3	Konsistenz	30
3.7.4	Kurzbezeichnungen	30
3.7.5	Schwinden	31
3.7.6	Zementsteinbildung	32
3.8	Umweltverträglichkeit	35
4	Fasern	39
4.1	Kunststofffasern	39
4.1.1	Mikrofasern	39
4.1.2	Makrofasern	40
4.2	Stahlfasern	41
4.2.1	Hakenform	43
4.2.2	Wellenform	44
4.2.3	Gestauchte Form	44
4.3	Glasfasern	45
4.3.1	alkaliresistente Fasern	45
4.3.1.1	Integrale Glasfasern	46
4.3.1.2	Wasserdispersible Glasfasern	47
4.3.2	Nicht alkaliresistente Fasern	48
4.4	Naturfasern	48
4.4.1	Pflanzenfasern	48
4.4.2	Tierfasern	48
5	FB-Verarbeitung	51
5.1	Kunststofffaserbeton	51
5.1.1	konstruktive Anwendungen	51
5.1.2	Statisch wirksame Anwendungen	52
5.1.3	Thermisch wirksame Anwendungen	52
5.1.4	Baubiologisch interessante Auswirkungen	53
5.2	Stahlfaserbeton	53
5.2.1	Konstruktive Anwendungen	53
5.2.2	Statisch wirksame Anwendungen	54
5.3	Glasfaserbeton	54
5.3.1	Konstruktive Anwendungen	54
5.3.2	Statisch wirksame Anwendungen	54
6	FB-Eigenschaften	55
6.1	Betoneigenschaften	55

6.2	Fasereigenschaften	61
6.2.1	Kunststofffasern	61
6.2.1.1	Mikrofasern	61
6.2.1.2	Makrofasern	63
6.2.2	Stahlfasern	64
6.2.3	Glasfasern	65
6.3	Abbindevorgang	66
6.4	Verbundwirkung von Fasern	71
6.4.1	Räumliche Verteilung der Fasern im Beton	73
6.4.2	Geometrie der Fasern	75
6.4.3	Form der Fasern	76
6.4.4	Dosierung der Fasern im Beton	78
6.4.5	Material der Fasern	79
6.4.6	Ermittlung der Faserspannung	79
6.5	Versuche zur Materialprüfung	80
6.5.1	Versuchsanordnung	81
6.5.1.1	Einfacher Biegebalken	81
6.5.1.2	Einfacher Biegebalken mit Kerbe	82
6.5.1.3	Standardbiegebalken	85
6.5.2	Versuchsablauf	87
6.5.3	Auswertung der Messdaten	88
7	FB-Bemessung	89
7.1	Bemessungsverfahren	89
7.1.1	Gebrauchslastverfahren	90
7.1.2	Traglastverfahren	91
7.1.3	Bemessung mit Teilsicherheitsfaktoren	91
7.2	Zuverlässigkeitskonzepte	93
7.2.1	Deterministisches Zuverlässigkeitsprinzip	93
7.2.2	Probabilistisches Zuverlässigkeitsprinzip	93
7.2.3	Semiprobabilistisches Zuverlässigkeitsprinzip	94
7.2.4	Nachweis der Tragsicherheit	94
7.2.5	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	95
7.3	Bemessungstheorie	96
7.3.1	Bemessung für Materialwahl – Dosierung	96
7.3.1.1	Biegung	96
7.3.1.2	Biegung mit Längskraft	102

7.3.1.3	Druckstäbe	107
7.3.1.4	Schubnachweis	109
7.3.1.5	Ausbruch eines Auflagers	112
7.3.2	Bemessung für Querschnittswahl – Abmessung	114
7.3.2.1	Biegung	115
7.3.2.2	Biegung mit Längskraft	116
7.3.2.3	Druckstäbe	119
7.3.2.4	Schubnachweis	121
7.3.2.5	Ausbruch eines Auflagers	124
7.4	Bemessungsbeispiele	125
7.4.1	Querschnitt auf Biegung	126
7.4.1.1	Kunststofffaser	126
7.4.1.2	Stahlfaser	133
7.4.1.3	Glasfaser	141
7.4.2	Querschnitt auf Biegung mit Normalkraft	144
7.4.2.1	Kunststofffaser	144
7.4.2.2	Stahlfaser	149
7.4.3	Querschnitt auf Druck (Knicken)	152
7.4.3.1	Kunststofffaser	152
7.4.3.2	Stahlfaser	154
7.4.4	Querschnitt auf Querkraft	156
7.4.4.1	Kunststofffaser	156
7.4.4.2	Stahlfaser	158
7.4.5	Anwendung mit Spritzbeton	160
7.4.5.1	Kunststofffaser	160
7.4.5.2	Stahlfaser	168
7.4.6	Anwendung mit verkehrtem Plattenbalken	172
8	Anwendungen	173
8.1	Bodenplatten	173
8.1.1	Wohnhäuser	173
8.1.2	Industrieböden	174
8.2	Wände	175
8.2.1	Kellerwände	175
8.2.2	Wandscheiben	176
8.3	Decken	178
8.3.1	Wohnhäuser	178

8.3.2	Industriebauten	179
8.4	Träger	180
8.4.1	Unter- und Überzüge	180
8.4.2	Einzelträger	180
8.4.3	Fahrbahnen	181
8.5	Galerien	181
8.5.1	Fuß- und Radwege	181
8.5.2	Straßen	182
8.6	Tunnelauskleidung	183
8.6.1	Stützmaßnahmen	184
8.6.2	Innenauskleidung	185
8.7	Tübbinge	186
8.7.1	Tunnelbau	186
8.7.2	Schachtbau	187
8.8	Fertigteile	187
8.8.1	Rohre	188
8.8.2	Platten und Decken	188
8.8.3	Treppen	189
8.8.4	Stützwände	190
8.9	Baugruben- u. Hangsicherungen	191
8.9.1	Baugruben	191
8.9.2	Hangsicherungen	194
8.9.3	Wandsicherung	195
Anhang		197
Tabellenverzeichnis		199
Abbildungsverzeichnis		201
Literaturverzeichnis		207
Stichwortverzeichnis		211