
Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1

Ulf Hestermann · Ludwig Rongen

Frick/Knöll

Baukonstruktionslehre 1

37., vollständig überarbeitete und
aktualisierte Auflage

Unter Mitarbeit von Axel Bretzke | Karl-Heinz
Dahlem | Werner Friedl | Hagen Hürter |
Andreas Kieser | Benjamin Krick | Oliver Sachse

 Springer Vieweg

Ulf Hestermann
Fachhochschule Erfurt
Erfurt, Deutschland

Ludwig Rongen
Fachhochschule Erfurt
Erfurt, Deutschland

ISBN 978-3-658-42178-6

ISBN 978-3-658-42179-3 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-42179-3>

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 GmbH, ein Teil von Springer Nature 1997, 2001, 2002, 2006, 2010, 2015, 2025

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 allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor*innen und die Herausgeber*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor*innen oder die Herausgeber*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Karina Danulat

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

Vorwort zur 37. Auflage

Im Jahr 1909 erschien beim B. G. Teubner Verlag in Leipzig und Berlin die erste Auflage der Baukonstruktionslehre von Frick & Knöll, als Leitfaden und „Hilfsmittel für den Vortragsunterricht und die Wiederholungen“ im Baukonstruktionsunterricht der Königlichen Preußischen Baugewerkschulen.

Aus diesem Leitfaden wurde im Laufe der Jahrzehnte ein aus zwei Teilen bestehendes, umfassendes Standardwerk zur Baukonstruktion für Architekten und Ingenieure.

Bis heute ist der „Frick-Knöll“ die am weitesten verbreitete Baukonstruktionslehre für Studierende der Architektur und des Bauingenieurwesens und dient auch in der Baupraxis als verlässliches Nachschlagewerk.

Von einer zeitgemäßen Baukonstruktionslehre wird erwartet, dass sie die wichtigsten und die am weitesten verbreiteten Aufgabengebiete des Bauens erfasst, die unterschiedlichen Konstruktionsprinzipien in den Bereichen des Rohbaus, des Innenausbaus und teilweise auch des Technischen Ausbaus berücksichtigt und dabei die sich ständig weiterentwickelnden Herstellungsverfahren aufzeigt.

Dabei müssen die wesentlichen Zusammenhänge zwischen der Konstruktion und den vielen anderen Bereichen innerhalb des gesamten Baugefüges, wie z. B. Standsicherheit, Materialverhalten, Verarbeitung, Wirtschaftlichkeit und Last, but not least auch die Gestaltung eines Bauwerks oder Bauteiles verständlich gemacht werden.

Ziel dieses Standardwerkes ist es außerdem, Grundlagenwissen und -verständnis zu vermitteln und nicht etwa rezeptartig möglichst viele Konstruktionsmöglichkeiten aufzuzeigen. Darüber hinaus soll auch ein umfassender Überblick auf aktuelle Entwicklungstendenzen wie z. B. neue Materialien oder Fertigungsprinzipien und zunehmende Fragestellungen des energiesparenden und umweltverträglichen Bauens gegeben werden.

Der bisherige Erfolg der Frick/Knöll Baukonstruktionslehre dürfte unter anderem darin begründet sein, dass es kein anderes Werk gibt, in dem nicht nur der allgemeine Bereich der Baukonstruktion, sondern auch der raumbildende Innenausbau umfassend und ganzheitlich behandelt wird. Dies betrifft sowohl die traditionellen Techniken als auch den Trockenbau entsprechend seiner ständig zunehmenden Bedeutung als Fertigungsprinzip.

In zunehmendem Maße wird die Frick/Knöll Baukonstruktionslehre auch als Nachschlagewerk in der Baupraxis genutzt. Es ist daher notwendig, das Werk nicht nur technisch auf dem neuesten Stand zu halten, sondern auch

ständig die Entwicklung von Normen und technischen Vorschriften zu beobachten.

Diesen Entwicklungen wurden auch in der aktuellen 37. Auflage weitestgehend Rechnung getragen. Sämtliche Abschnitte wurden kritisch geprüft, aktualisiert und in wesentlichen Teilen neu bearbeitet. Hierbei wurden insbesondere aktuelle Auswirkungen der Gebäudeenergiegesetzgebung berücksichtigt.

In allen Kapiteln wurden die Hinweise auf die wichtigsten Normen und die Normenverzeichnisse sowie die Literaturverzeichnisse aktualisiert. Bei der dramatisch zunehmenden Informationsflut, nicht zuletzt bedingt durch die immer mehr ausufernde europäische Normung, durch Zertifikationen, Güte- und Bauprodukt Richtlinien, muss dem Benutzer jedoch dringend empfohlen werden, die jeweils aktuelle Entwicklung aller Bestimmungen zu beobachten, zumal zwischen Redaktionsschluss und Erscheinen eines Fachbuchs immer eine gewisse Zeit vergeht in der sich wieder Normen, Richtlinien, Verordnungen u. a. den Inhalt des Werkes beeinflussende Faktoren geändert haben können. Der Versuch einer vollständigen Auflistung würde den Rahmen dieses Werkes sprengen.

In Kap. 2, „Normen, Maße und Maßtoleranzen“ wurden die aktuellen Regelungen der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV-TB) und aktuelle Hinweise zu Maßordnungen und Modularen Größen und Planungsrastern eingepflegt.

Kap. 3 „Baugruben und Erdarbeiten“ wurde überarbeitet und die Neuregelungen der Klassifizierungen von Böden und Fels nach DIN 18300 eingearbeitet.

Kap. 5 „Beton- und Stahlbetonarbeiten“ wurde aktualisiert und um die Neudefinitionen von Betonbauqualitätsklassen (BBQ) erweitert. Weiterhin finden Spezialbetone mit erhöhten Wärmedämmeigenschaften Berücksichtigung.

Kap. 6 wurde vollständig überarbeitet, Inhalte geänderter, für das Kap. 6 relevante Normenänderungen eingearbeitet und ein Unterabschnitt „Bauen mit Strohballen“ ergänzt.

Das Kap. 7 „Skelettbau“ wurde aktualisiert.

Kap. 8 „Außenwandbekleidungen“ wurde zu den Themen hinterlüftete Bekleidungen aus Keramik und Beton und hinterlüftete Holzbekleidungen ergänzt und aktualisiert.

In Kap. 9 wurden die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes von 2020 (Novellierung 2023) eingearbeitet.

In Kap. 10 wurden zum Thema „Geschossdecken“ moderne, vorgefertigte Deckenkonstruktionen ergänzt und das Thema „Balkone“ um zeitgemäße Konstruktionen wie u. a. Systembalkone ergänzt.

Die Kap. 11, 12 und 13 wurden völlig neu bearbeitet.

Neben den erforderlichen Aktualisierungen der Kap. 14, 15 und 16 wurde insbesondere Abschn. 17.4 „Abdichtungen“ grundlegend neu bearbeitet.

In Abschn. 17.7, „Brandschutz“ finden neben einer grundlegenden Aktualisierung die Bereiche Brandschutz im Holzbau in den Gebäudeklassen 4 und 5 sowie Fassadenbekleidungen mit brennbaren Baustoffen Berücksichtigung.

Allen, die durch Bereitstellung von Informationen oder ihre Mitarbeit wertvolle Hilfe geleistet haben, danken wir.

Unser besonderer Dank gilt Herrn Prof. Oliver Sachse für die Bearbeitung der Kap. 8 und 9, Herrn Prof. Dr. Werner Friedl für die Neubearbeitung der Kap. 11, 12 und 13, für die Erstellung des Abschn. 6.8.7 und die Neubearbeitung des Kap. 16 Herrn Prof. Dr. Benjamin Krick, Herrn Prof. Axel Bretzke für die Bearbeitung des Abschn. 17.5, den Herren Dr. Karl Heinz Dahlem und Dr. Hagen Hürter für die Bearbeitung des Abschn. 17.6 sowie Herrn Dipl.-Ing. Andreas Kieser für die Überarbeitung des Abschn. 17.7.

Auch verdienen unseren Dank für die zeichnerische und rechnergestützte Bearbeitung der zahlreichen neuen Abbildungen und für Recherche- und organisatorische Arbeiten:

- Frau Henriette Hantel (Cand. Arch)
- Frau Sabine Lammertz (Bauzeichnerin)
- Frau Monika Wynands (Bauzeichnerin)
- Herr M.A. Jan Röckrath (Junior-Architekt)

Auch bei der Bearbeitung der 37. Auflage schätzen wir als nachfolgende Autoren nach wie vor die Qualität und inhaltliche Tiefe der Bearbeitung der ehemaligen Autoren Prof. Dipl.-Ing. Dietrich Neumann † und Prof. Dipl.-Ing. Ulrich Weinbrenner † als Grundlage für unsere Bearbeitung überaus hoch ein. Die Tradition und kontinuierliche Weiterentwicklung des Werkes durch unsere Vorgänger sind für unsere Arbeit auch heute noch Verpflichtung und Maßstab zugleich.

Der Verlag und die Autoren hoffen, dass die weiterentwickelte Neuauflage bei den Lesern Anklang findet und sich beim Studium und in der Baupraxis als brauchbare und zuverlässige Hilfe und Quelle erweist.

Eines unserer wichtigsten Anliegen ist es, alle Nutzerinnen und Nutzer dieses Werkes in höchstem Maße wertzuschätzen.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Erfurt
im Herbst 2024

U. Hestermann
L. Rongen

Verzeichnis der Autoren und Bearbeiter

Die Autoren

Prof. Dipl.-Ing. Ulf Hestermann hat nach seinen Studien an der Fachhochschule Aachen und der RWTH-Aachen 1980 ein bundesweit tätiges Architektur- und Ingenieurbüro gegründet (<https://www.hks-architekten.de>). Tätigkeitsbereiche waren und sind Projekte der technischen Infrastruktur, Bauten für die Verkehrsinfrastruktur, Gewerbe- und Wohnungsbauten, Bauten für das Gesundheitswesen sowie Schul- und Hochschulbauten, Laborbauten u. A. mit den Arbeitsschwerpunkten Prozess- und Kostenoptimierung durch Teilvorfertigung und Systembauweisen in Holz und Beton sowie energieoptimierte Entwurfskonzepte und Bauwerksplanungen. 1991 folgte die Berufung zum Professor für Baukonstruktion, Entwerfen und Gebäudeplanung an die Fachhochschule Erfurt. Weiterhin ist Ulf Hestermann leitend im eigenen Architekturbüro für Projekte im In- und Ausland tätig.

Prof. Dipl.-Ing. Ludwig Rongen studierte nach seiner praktischen Ausbildung zum Technischen Zeichner zuerst Städtebau an der Fachhochschule Aachen und war danach mehrere Jahre als Projektleiter in der Stadt- und Regionalplanung tätig. Sein zweites Studium der Architektur absolvierte er an der RWTH Aachen und gründete danach sein eigenes Architekturbüro, das heute unter dem Namen RoA Rongen Architekten PartG mbH firmiert und das er zusammen mit zwei Büropartnern leitet. 1992 wurde Ludwig Rongen als Professor an die FH Erfurt für Baukonstruktionslehre und Entwerfen berufen. Er hat sich als Architekt insbesondere im Bereich des hochenergieeffizienten Bauens international einen Namen gemacht. Zu diesem Thema hält er als zertifizierter Passivhausplaner und Passivhauszertifizierer regelmäßig Vorträge auch auf internationalen Kongressen inner- und außerhalb Europas. Er ist darüber hinaus in verschiedenen nationalen und internationalen Ausschüssen, die sich mit dem Thema „Energieeffizienz“ beschäftigen (z. T. leitend) tätig. Das Büro RoA Rongen Architekten GmbH hat zusammen mit dem Passivhaus Institut im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt ein Forschungsprojekt Passivhäuser für fünf verschiedene Klimazonen bearbeitet. Seit 2004 hat Ludwig Rongen eine Gastprofessur an der Sichuan Universität inne, 2005 folgte eine zweite Gastprofessur an der South-West Jiaotong Universität, beide in Chengdu (V. R. China). Mit dem Siemens

Center im deutsch-chinesischen Ökopark in Qingdao (V.R. China) hat RoA das größte Plusenergiehaus Asiens und in Harbin (Nordchina) die größte Passivhausfabrik weltweit realisiert.

Weitere mitwirkende Bearbeiter

Prof. Axel Bretzke lehrt seit 2009 Bauphysik an der Hochschule Biberach und ist damit auch für die Themen „Energieeffiziente Gebäude“, „Energiemanagement“, „Energieeinsparung“ und „Erneuerbare Energie in Smart Grids“ zuständig. Als stellvertretender Abteilungsleiter des Energiemanagements der Stadt Frankfurt war er von 2001 bis 2009 auch verantwortlich für die Qualitätssicherung der ersten Passivhaus-Schulgebäude in Deutschland und die städtischen Passivhaus-Beschlüsse sowie für die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen. Für seine weitere Arbeit, unter anderem über wirtschaftliche Beleuchtungsanlagen in Schulen, wurde die Stadt mit dem Green Light Award 2006 der EU ausgezeichnet. Vor seiner Zeit in der Geschäftsführung der Stadtwerke Frankenthal war er in den 90er Jahren als Referent beim Hessischen Ministerium für Umwelt für Energiekonzepte und Stromsparprogramme aber auch für Szenarien für die Entwicklung des deutschen Kraftwerksparks für den Atomausstieg zuständig. Während dieser Zeit und schon vorher als Student der Physik und der Energiewirtschaft hat er freiberuflich erfolgreich Energieberatung für Unternehmen wie Lidl, Commerzbank und die Industrie unterstützt und Energie- und Abfallwirtschaftskonzepte erstellt.

Dr.-Ing. Karl-Heinz Dahlem studierte Bauingenieurwesen an der Universität Kaiserslautern und absolvierte 1992 das Diplom. Danach folgte eine Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Bauphysik/Technische Gebäudeausrüstung/Baulicher Brandschutz der Universität Kaiserslautern. 2000 Promotion mit einem bauphysikalischen Thema. Seit 1994 freiberufliche Tätigkeiten im eigenen Ingenieurbüro in den Bereichen Bauphysik (Wärme, Feuchte, Schall) und Energieberatung. Bei den bearbeiteten Projekten handelt es sich um unterschiedliche Gebäudekategorien (Wohnen, Bürogebäude, Schulen, Sportstätten, ...). Tätig auch als Referent in Weiterbildungen der Kammern und auf Fach-Kongressen. Seit 2001 Lehraufträge in den Fächern „Bauphysik“, „Raumakustik“, „Angewandte Bauphysik“. Weitere Information unter <https://www.bauphysik-dahlem.de>.

Prof. Dr. Werner Friedl ist Architekt und hat sich bereits Ende der 1990er Jahre auf die Hochenergieeffizienzbauweise in Planung, Vergabe und Ausführung spezialisiert. Zum Professor für Baukonstruktion wurde er 2014 berufen. Er lehrt und forscht am Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen der Hochschule Darmstadt. Seit 2007 ist er Herausgeber und Autor von Fachliteratur im Bereich des Gebäudeenergiegesetzes. Im Jahr 2006 erhielt er den Umweltpreis des Landkreises Aichach-Friedberg und 2009 den Zukunftspreis der Stadt Augsburg über gebaute Passivhäuser. Daneben ist er verantwortlicher Sachverständiger für den Wärmeschutz in Bayern (§ 3 AVen), eingetragen als Energieeffizienz-Experte, zertifizierter Passivhausplaner und Referent an verschiedenen Einrichtungen.

Dr.-Ing. Hagen Hürter studierte Bauingenieurwesen an der Technischen Universität Kaiserslautern. Auf das Diplom im Jahr 2012 folgte 2018 die Promotion, ebenfalls im Fachbereich Bauingenieurwesen der TU Kaiserslautern. Seit 2020 ist Dr. Hürter im Ingenieurbüro Dr. Dahlem Bauphysik und Energieberatung u. a. zuständig für die Schallschutzabteilung.

Dipl.-Ing. Andreas Kieser hat nach seinem Architekturstudium an der Fachhochschule Erfurt 2006 zunächst eine Weiterbildung zum Brandschutzbeauftragten gemäß vfdB-Richtlinie absolviert. Parallel zur Planungs- und Projektleitungstätigkeit in einem bundesweit tätigen Architektur- und Ingenieurbüro qualifizierte er sich 2010 zum Fachplaner für vorbeugenden Brandschutz und beschäftigt sich seitdem mit der Erstellung von Brandschutznachweisen und der brandschutztechnischen Objektüberwachung.

Prof. Dr. Benjamin Krick war ab 2008 wissenschaftlicher Mitarbeiter, 2019–2023 Geschäftsführer am Passivhaus Institut Darmstadt und ist seit 2023 Sanierungsmanager der Stadt Riedstadt. Er lehrt als Honorarprofessor an der Hochschule Darmstadt im Bereich Baukonstruktion und Energie-sparendes Bauen. Seine inhaltlichen Schwerpunkte liegen im Bereich der energie- und kosteneffizienten Gebäudehülle sowie in der Bewertung der Energieversorgung von Gebäuden unter Nachhaltigkeitsaspekten. Prof. Krick studierte an der Hochschule Darmstadt und der Universität Kassel, wo er 2008 im Bereich des experimentellen Bauens promovierte. Als Lehrender sowie als Autor zahlreicher Fachartikel und Fachbücher liegt ihm die Verbreitung des Wissens um energieeffizientes, kostengünstiges und nachhaltiges Bauen sehr am Herzen.

Prof. Dipl.-Ing. Oliver Sachse lehrt Entwurf und Baukonstruktionslehre an der FH Erfurt. Nach seinem Studium der Architektur und Stadtplanung an der TU Darmstadt arbeitete er mehrere Jahre projektverantwortlich bzw. als Teil der Geschäftsführung in Büros in Wien und Berlin an Entwurf und Planung von Kultur-, Hotel- und Bürobauten. Von 2009 bis 2014 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Berlin am Fachgebiet Gebäudetechnik und Entwerfen. Er ist Gründungspartner von pfeiffersachse architekten und wurde 2020 an die FH Erfurt berufen.

Inhaltsübersicht

1	Einführung und Grundbegriffe	1
2	Normen, Maße, Maßtoleranzen	21
3	Baugrund und Erdarbeiten	39
4	Gründungen (Fundamente)	63
5	Beton- und Stahlbeton	83
6	Wände	137
7	Skelettbau	267
8	Außenwandbekleidungen	315
9	Fassaden aus Glas	363
10	Geschossdecken und Balkone	403
11	Fußbodenkonstruktionen und Bodenbeläge	461
12	Beheizbare Bodenkonstruktionen: Fußbodenheizungen	671
13	Systemböden Installationssysteme in der Bodenebene	689
14	Leichte Deckenbekleidungen und Unterdecken	717
15	Umsetzbare nicht tragende Trennwände und vorgefertigte Schrankwandsysteme	775
16	Bauen nach Passivhaus-Prinzipien für ein klimafreundliches, nachhaltiges Bauen und Modernisieren	805
17	Bauliche Schutzmaßnahmen	819
18	Anhang: Gesetzliche Einheiten	1045
	Stichwortverzeichnis	1049

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Grundbegriffe	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Lasten und Beanspruchungen	2
1.3	Grundbegriffe der Tragwerkslehre	6
1.4	Tragelemente	8
1.5	Tragwerksysteme	11
1.6	Standsicherheit	14
1.7	Normen	19
	Literatur	20
2	Normen, Maße, Maßtoleranzen	21
2.1	Allgemeines	21
2.2	Normen	21
2.2.1	Deutsche Normung	21
2.2.2	Europäische Normung	23
2.2.3	Internationale Normung	24
2.2.4	Bauprodukte	24
2.3	Maßordnung nach DIN 4172	27
2.4	Toleranzen	31
2.5	Normen	37
	Literatur	38
3	Baugrund und Erdarbeiten	39
3.1	Baugrund	39
3.2	Erdaushub	45
3.3	Baugruben	48
3.3.1	Allgemeines	48
3.3.2	Geböschte Baugruben und Gräben	49
3.3.3	Verbaute Baugruben und Gräben	50
3.4	Arbeitsraum	55
3.5	Wasserhaltung (DIN 18305)	56
3.6	Normen	59
	Literatur	61

4	Gründungen (Fundamente)	63
4.1	Allgemeines	63
4.2	Flach- und Flächengründungen (Fundamente)	65
4.2.1	Allgemeines	65
4.2.2	Streifen- und Einzelfundamente	67
4.2.3	Fundamentplatten (Gründungsplatten)	70
4.3	Tiefgründungen	71
4.4	Ausschachtungen und Gründungen im Bereich bestehender Gebäude	73
4.5	Unterfangen von Fundamenten	76
4.6	Fundamenterde	79
4.7	Normen	80
	Literatur	82
5	Beton- und Stahlbeton	83
5.1	Allgemeines	83
5.1.1	Grundlagen der Betonbauweise	83
5.1.2	Klassifizierung des Betons	84
5.1.3	Überwachungsklassen	90
5.1.4	Festigkeit	91
5.1.5	Rohdichte	92
5.1.6	Besondere Betoneigenschaften	92
5.1.7	Leichtbeton (LC)	93
5.2	Baustoffe	95
5.2.1	Zement	95
5.2.2	Gesteinskörnungen (Betonzuschlag)	98
5.2.3	Zugabewasser	100
5.2.4	Betonstahl und andere Bewehrungen	101
5.2.5	Betonzusatzmittel	103
5.2.6	Betonzusatzstoffe	103
5.3	Allgemeine Bedingungen für die Herstellung von Beton	105
5.3.1	Befördern und Fördern von Beton	105
5.3.2	Verarbeiten des Betons	106
5.3.3	Betonieren bei Frost	108
5.3.4	Betonieren bei heißer Witterung	109
5.4	Schalungen	109
5.4.1	Allgemeines	109
5.4.2	Schalung von Fundamenten und Wänden	111
5.4.3	Schalung von Stützen	117
5.4.4	Schalung von Balken und Decken	118
5.4.5	Ausrüsten und Ausschalen	121
5.5	Betondeckung	121
5.6	Wärmedämmung	123
5.7	Arbeits- und Dehnfugen	123
5.8	Befestigungsvorrichtungen an Betonbauteilen	126
5.9	Oberflächengestaltung (Sichtbeton)	127
5.10	Oberflächenschutz	128
5.11	Betoninstandsetzung	130

5.12	Änderungen an Stahlbetonbauteilen	132
5.13	Normen	133
	Literatur	136

6	Wände	137
6.1	Allgemeines	137
6.2	Mauerwerk aus künstlichen Steinen	138
6.2.1	Allgemeines	138
6.2.2	Baustoffe	153
6.2.3	Ausführung von gemauerten Wänden	163
6.2.4	Maueröffnungen	176
6.2.5	Oberflächenbehandlung von Mauerwerk aus künstlichen Steinen	183
6.2.6	Trockenmauerwerk	185
6.2.7	Vorfertigung und Systembau im Mauerwerksbau	185
6.2.8	Normen	187
6.3	Wände aus natürlichen Steinen	189
6.3.1	Allgemeines	189
6.3.2	Gewinnung und Bearbeitung der natürlichen Bausteine	190
6.3.3	Mauerwerksarten und Steinverbände	191
6.3.4	Ausführung von Werksteinmauerwerk (DIN 18332)	193
6.3.5	Maueröffnungen	196
6.3.6	Normen	197
6.4	Wände aus Beton	198
6.4.1	Allgemeines	198
6.4.2	Einschalige Wände aus Beton	198
6.4.3	Zweischalige Wände aus Beton	199
6.4.4	Mantelbauweisen	199
6.4.5	Normen	201
6.5	Wände aus Lehm	202
6.6	Fachwerkwände	202
6.6.1	Allgemeines	202
6.6.2	Bestandteile des Fachwerks	203
6.6.3	Ausfachung	208
6.6.4	Wärmeschutz	210
6.6.5	Schallschutz	212
6.6.6	Oberflächenbehandlung	213
6.7	Wände im Montagebau	213
6.7.1	Allgemeines	213
6.7.2	Vorgefertigte tragende Wandelemente	216
6.7.3	Vorgefertigte nichttragende Wandelemente	221
6.8	Holzbausysteme	228
6.8.1	Bauen mit Holzmodulen	228
6.8.2	Systemoffene Bauteile	232
6.8.3	Massivholzwände	232
6.8.4	Holztafelbau	232

6.8.5	Holzständerbau	235
6.8.6	Holzrahmenbau	236
6.8.7	Wände mit Strohballendämmung	236
6.9	Normen	241
6.10	Nichttragende innere Trennwände	243
6.10.1	Allgemeines	243
6.10.2	Einschalige nichttragende Trennwände	245
6.10.3	Mehrschalige nichttragende Trennwände – Trockenbau	252
6.10.4	Normen	264
	Literatur	265
7	Skelettbau	267
7.1	Allgemeines	267
7.2	Planung und Maßkoordination	275
7.3	Holzskellettbau	279
7.3.1	Allgemeines	279
7.3.2	Baustoff Holz	279
7.3.3	Brandschutz	279
7.3.4	Bauteilanschlüsse	280
7.3.5	Konstruktionselemente	283
7.3.6	Konstruktionsbeispiele	284
7.3.7	Holzschutz	285
7.4	Stahlskelettbau	285
7.4.1	Allgemeines	285
7.4.2	Baustoffe	286
7.4.3	Korrosionsschutz	288
7.4.4	Brandschutz	293
7.4.5	Verbindungstechnik	294
7.4.6	Konstruktionselemente	296
7.4.7	Ausführungsbeispiel	300
7.5	Stahlbetonskelettbau	301
7.5.1	Allgemeines	301
7.5.2	Brandschutz	302
7.5.3	Baustoff Beton	302
7.5.4	Bauteile	303
7.5.5	Spezialverbindungen für Stahlbetonfertigteile	305
7.5.6	Fugen, Maßtoleranzen	306
7.5.7	Ausführungsbeispiel	306
7.6	Normen	307
	Literatur	312
8	Außenwandbekleidungen	315
8.1	Allgemeines	315
8.2	Baustoffe	320
8.3	Angemörtelte und angemauerte Außenwandbekleidungen	320
8.3.1	Angemörtelte Außenwandbekleidungen	320
8.3.2	Angemauerte Außenwandbekleidungen	323

8.4	Hinterlüftete Außenwandbekleidungen	324
8.4.1	Allgemeines	324
8.4.2	Naturwerksteinbekleidungen	325
8.4.3	Bekleidungen mit Keramik und Beton	331
8.4.4	Faserzementplatten – Bekleidungen	335
8.4.5	Metallbekleidungen	337
8.4.6	Glasbekleidungen	343
8.4.7	Holzbekleidungen	345
8.5	Normen	359
	Literatur	361
9	Fassaden aus Glas	363
9.1	Allgemeines	363
9.2	Unterscheidungskriterien für Glasfassaden	365
9.2.1	Unterscheidung nach Glasarten	366
9.2.2	Unterscheidung nach Glashalterung	367
9.2.3	Unterscheidung nach Fugenausführung (Verglasungsart)	371
9.3	Einschalige Fassaden aus Glas	371
9.3.1	Allgemeines	371
9.3.2	Pfosten-Riegel-Fassaden (PRF)	371
9.3.3	Vorhangfassaden (Elementfassaden)	372
9.4	Mehrschalige Fassaden aus Glas (Doppelfassaden)	377
9.4.1	Allgemeines	377
9.4.2	Geschlossene Systeme, Pufferfassaden	380
9.4.3	Abluftfassaden	380
9.4.4	Zweite-Haut-Fassaden	380
9.4.5	Überdruckfassaden (CCF)	385
9.4.6	Hybride, „polyvalente“ Fassaden	386
9.5	Sonnen- und Blendschutzsysteme	388
9.6	Tageslichtnutzung	392
9.7	Normen	396
	Literatur	400
10	Geschosdecken und Balkone	403
10.1	Allgemeines	403
10.1.1	Standsicherheit	403
10.1.2	Wärmeschutz	405
10.1.3	Schallschutz	407
10.1.4	Brandschutz	407
10.2	Ebene Massivdecken	407
10.2.1	Allgemeines	407
10.2.2	Plattendecken	409
10.2.3	Balkendecken	415
10.2.4	Trapezstahldecken und Stahlblechverbunddecken	419
10.3	Holzbalkendecken	421
10.3.1	Allgemeines	421
10.3.2	Holzbalkenlagen	421
10.3.3	Konstruktive Einzelheiten	423

10.4	Decken aus Brettstapel- oder Dübelholzelementen	430
10.5	Decken aus Holztafelelementen	431
10.6	Gewölbe	432
10.6.1	Tonnengewölbe	433
10.6.2	Preußisches Kappengewölbe	434
10.6.3	Klostergewölbe, Muldengewölbe, Spiegelgewölbe	434
10.6.4	Kreuzgewölbe	434
10.7	Balkone und Loggien	435
10.7.1	Allgemeines	435
10.7.2	Tragende Bauteile	436
10.7.3	Abdichtung	438
10.7.4	Balkonbeläge	441
10.7.5	Entwässerung	445
10.7.6	Geländer	448
10.7.7	Sonderlösungen	452
10.7.8	Systembalkone	454
10.7.9	Pflege und Wartung	456
10.8	Normen	457
	Literatur	459
11	Fußbodenkonstruktionen und Bodenbeläge	461
11.1	Allgemeines	461
11.2	Einteilung und Benennung: Überblick	461
11.3	Fußbodenkonstruktionen	464
11.3.1	Tragschicht und Ebenheitstoleranzen	464
11.3.2	Feuchteschutz von Fußbodenkonstruktionen	464
11.3.3	Schallschutz von Massivdecken und Holzbalkendecken	485
11.3.4	Wärmeschutz und gesetzliche Anforderungen	501
11.3.5	Dämmstoffe für die Wärmedämmung und Trittschalldämmung von Fußbodenkonstruktionen	514
11.3.6	Estricharten und Estrichkonstruktionen	518
11.3.7	Fertigteilestriche Trockenestriche aus Plattenelementen	558
11.4	Fußbodenbeläge	572
11.4.1	Einteilung und Benennung: Überblick	572
11.4.2	Allgemeine Anforderungen	573
11.4.3	Bodenbeläge aus natürlichen Steinen: Naturwerkstein-Fußbodenbeläge	576
11.4.4	Bodenbeläge aus kunstharzgebundenen Bestandteilen: Kunstharzwerkstein	582
11.4.5	Bodenbeläge aus zementgebundenen Bestandteilen: Betonwerkstein- und Terrazzobeläge	583
11.4.6	Bodenbeläge aus bitumengebundenen Bestandteilen: Asphaltplattenbeläge	585

11.4.7	Bodenbeläge aus tongebundenen Bestandteilen: Keramische Fliesen und Platten	586
11.4.8	Bodenbeläge aus Holz und Holzwerkstoffen: Holzfußbodenbeläge	604
11.4.9	Bodenbeläge aus Träger und Schichtstoffplatten: Laminatböden	614
11.4.10	Bodenbeläge aus ein- oder mehrschichtiger Bahnen- oder Plattenware: Elastische Fußbodenbeläge	618
11.4.11	Industrieböden aus Reaktionsharzen: Oberflächenschutzsysteme auf Kunststoffbasis	635
11.4.12	Bodenbeläge aus natürlichen oder synthetischen Fasern: Textile Bodenbeläge	639
11.5	Normen	659
	Literatur	668
12	Beheizbare Bodenkonstruktionen: Fußbodenheizungen	671
12.1	Einteilung und Benennung: Überblick	672
12.2	Warmwasser-Fußbodenheizungen	675
12.2.1	Aufbau und Herstellung beheizbarer Fußbodenkonstruktionen	676
12.2.2	Bodenbeläge auf beheizbaren Fußbodenkonstruktionen	680
12.3	Elektrische Fußbodenheizungen	682
12.4	Normen	685
	Literatur	688
13	Systemböden Installationssysteme in der Bodenebene	689
13.1	Allgemeines	689
13.2	Einteilung und Benennung: Überblick	689
13.3	Unterflurkanalsysteme (estrichgebundene Kanalböden)	690
13.3.1	Estrichbündiger Kanalboden (offenes System)	691
13.3.2	Estrichüberdeckter Kanalboden (geschlossenes System)	692
13.3.3	Allgemeine Anforderungen und technische Daten	693
13.4	Hohlbodensysteme	694
13.4.1	Monolithischer Hohlboden (Foliensystem)	694
13.4.2	Mehrschichtiger Hohlboden (Stützfußsystem)	695
13.4.3	Trockenestrich-Hohlboden (Plattensystem)	697
13.4.4	Allgemeine Anforderungen und technische Daten	697
13.5	Doppelbodensysteme (Element-Hohlboden)	701
13.5.1	Allgemeines	701
13.5.2	Systemkomponenten	702
13.5.3	Doppelbodenplatten	703
13.5.4	Unterkonstruktion	705
13.5.5	Systemergänzende Zubehörteile	706
13.5.6	Allgemeine Anforderungen und technische Daten	707
13.6	Normen	712
	Literatur	715

14	Leichte Deckenbekleidungen und Unterdecken	717
14.1	Allgemeines	717
14.2	Allgemeine Anforderungen	719
14.2.1	Raumgestaltung	719
14.2.2	Schallschutz mit leichten Unterdecken	720
14.2.3	Brandschutz mit leichten Unterdecken	725
14.2.4	Wärmeschutz	729
14.2.5	Geometrische und maßliche Festlegung	730
14.2.6	Integration von Klima-, Lüftungs-, Heizungs- und Beleuchtungstechnik	731
14.3	Tragende Teile der leichten Deckenbekleidungen und Unterdecken	741
14.3.1	Verankerung an den tragenden Bauteilen	742
14.3.2	Abhänger	744
14.3.3	Unterkonstruktionen (UK)	745
14.3.4	Anschlüsse von Trennwänden an abgehängten Unterdecken	746
14.4	Decklagen	748
14.5	Leichte Deckenbekleidungen und Unterdecken: Deckensysteme	748
14.5.1	Einteilung und Benennung: Überblick	748
14.5.2	Fugenlose Deckenbekleidungen und Unterdecken	750
14.5.3	Ebene Deckensysteme	752
14.5.4	Wabendecken	765
14.5.5	Lichtkanaldecken	766
14.6	Normen	768
	Literatur	773
15	Umsetzbare nicht tragende Trennwände und vorgefertigte Schranksysteme	775
15.1	Allgemeines	775
15.2	Einteilung und Benennung	776
15.3	Allgemeine Anforderungen	778
15.3.1	Geometrische und maßliche Festlegungen	778
15.3.2	Mechanische Anforderungen (Standicherheit)	779
15.3.3	Schallschutz von umsetzbaren Trennwänden	780
15.3.4	Brandschutz von umsetzbaren Trennwänden	790
15.3.5	Montagetechnische Anforderungen	793
15.3.6	Elektro- und Sanitärinstallationen in umsetzbaren Trennwänden	794
15.4	Konstruktionstechnische Merkmale umsetzbarer Trennwände	795
15.5	Vorgefertigte Schranksysteme	797
15.5.1	Allgemeines	797
15.5.2	Einteilung und Benennung: Überblick	798
15.5.3	Konstruktionstechnische Merkmale vorgefertigter Schranksysteme	798
15.6	Normen	802
	Literatur	804

16	Bauen nach Passivhaus-Prinzipien für ein klimafreundliches, nachhaltiges Bauen und Modernisieren	805
16.1	Kontext	805
16.2	Die Passivhaus-Prinzipien	806
16.3	Hervorragender Wärmeschutz	807
16.3.1	Wände	807
16.3.2	Dächer und Decken	808
16.3.3	Böden	809
16.4	3-fach verglaste Fenster mit wärmedämmenden Rahmen	810
16.5	Vermeidung von Wärmebrücken	811
16.6	Gute Luftdichtheit	811
16.7	Lüftung mit Wärmerückgewinnung	811
16.8	Kompetente Planung und Ausführung	813
16.9	Qualitätssicherung	813
16.10	Effiziente Gebäudetechnik	813
16.10.1	Heizung und Kühlung	813
16.10.2	Warmwasserbereitung und -verteilung	814
16.10.3	Effiziente Beleuchtung und Geräte	814
16.11	Erzeugung erneuerbarer Energien	815
16.11.1	Wärme vom Dach	815
16.11.2	Strom von Dach und Fassade	815
16.12	Verwendung nachwachsender Baustoffe	815
16.13	Passivhausklassen und Kriterien	816
16.14	Literatur	818
17	Bauliche Schutzmaßnahmen	819
17.1	Allgemeines	819
17.2	Feuchteschutz – Schutz gegen Niederschlagswasser	821
17.3	Feuchteschutz – Dränung (Drainage) nach DIN 4095	828
17.4	Feuchteschutz – Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit, nicht drückendes und drückendes Wasser (DIN 18195 bzw. DIN 18533)	834
17.4.1	Allgemeines	834
17.4.2	Planungsgrundsätze für Abdichtungsmaßnahmen gem. DIN 18533-1	838
17.4.3	Abdichtungsbauarten für die Wassereinwirkungsklassen W1-E bis W4-E gem. DIN 18533-1	839
17.4.4	Abdichtungsstoffe	850
17.4.5	Nachträgliche Abdichtungsmaßnahmen	856
17.4.6	Schutzschichten	857
17.4.7	Verarbeitungshinweise	860
17.4.8	Abdichtungen – Planungs- und Ausführungshinweise	862
17.4.9	Planungshinweise – Abdichtungen gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser – W1-E (DIN 18533-1)	863

17.4.10	Planungshinweise – Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser – W2-E (DIN 18533-1 und 18533-2)	870
17.4.11	Abdichtung aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (WU-Beton) (s. a. Abschn. 5.1.6)	877
17.4.12	Planungshinweise – Von innen ausgeführte Abdichtungen gegen drückendes Wasser	887
17.5	Wärmeschutz konstruktiv	888
17.5.1	Allgemeines	888
17.5.2	Winterlicher Wärmeschutz, Überblick	891
17.5.3	Wärmedurchgangskoeffizient, Wärmedurchgangswiderstand, wirksame Wärmekapazität (Transmission t_r)	903
17.5.4	Sommerlicher Wärmeschutz	910
17.5.5	Wärmedämmstoffe	917
17.5.6	Wasserdampfdiffusion, Temperaturen an Bauteilen, Tauwasserbildung	919
17.5.7	Wärmebrücken	939
17.5.8	Wärmeschutz ist berechenbar	946
17.5.9	Zur weiteren Entwicklung der Energieeffizienz	974
17.6	Schallschutz	977
17.6.1	Allgemeines und physikalische Grundlagen	977
17.6.2	Luftschall, Trittschall, Schalldämmung	979
17.6.3	Schallschutzanforderungen und Normen	989
17.7	Baulicher Brandschutz	994
17.7.1	Allgemeines	994
17.7.2	Begriffe	997
17.7.3	Bauliche Brandschutzmaßnahmen	1002
17.7.4	Brandschutzmaßnahmen für Bauteile	1009
17.8	Schutz vor gesundheitlichen Gefahren	1022
17.8.1	Gefährliche Stoffe	1023
17.8.2	Radioaktivität, Radon	1024
17.8.3	Elektromagnetische Felder	1025
17.8.4	Wasserdampfdurchlässigkeit („Atmungsfähigkeit“) von Bauteilen	1026
17.9	Normen	1028
17.9.1	Normen zu den Abschn. 17.1–17.4 (Feuchteschutz/Abdichtungen)	1028
17.9.2	Normen zu Abschn. 17.5 (Wärmeschutz)	1031
17.9.3	Normen zu Abschn. 17.6 (Schallschutz)	1033
17.9.4	Normen zu Abschn. 17.7 (Baulicher Brandschutz)	1034
17.9.5	Normen zu Abschn. 17.8 (Schutz vor gesundheitlichen Gefahren)	1039
	Literatur	1040

18	Anhang: Gesetzliche Einheiten	1045
	Stichwortverzeichnis	1049