

Michael Stahr (Hrsg.)

Bausanierung

Michael Stahr (Hrsg.)

# Bausanierung

Erkennen und Beheben von Bauschäden

5., erweiterte und aktualisierte Auflage

Mit 547 Abbildungen und 145 Tabellen

Die Autoren:

Friedhelm Hensen (†), Hilmar Kolbmüller,

Michael Stahr, Jürgen Weber, Uwe Wild

PRAXIS



**VIEWEG+**  
**TEUBNER**

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.

1. Auflage 1999
2. Auflage 2002
3. Auflage 2004
4. Auflage 2009
- 5., erweiterte und aktualisierte Auflage 2011

Alle Rechte vorbehalten

© Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2011

Lektorat: Dipl.-Ing. Ralf Harms

Vieweg+Teubner Verlag ist eine Marke von Springer Fachmedien.

Springer Fachmedien ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.

[www.viewegteubner.de](http://www.viewegteubner.de)



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, 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.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg

Satz/Layout: Annette Prenzer

Druck und buchbinderische Verarbeitung: AZ Druck und Datentechnik, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Printed in Germany

ISBN 978-3-8348-1406-7

## Vorwort zur 5. Auflage

Offensichtlich ist das Interesse an der Bausanierung nach wie vor ungebrochen, denn daraus erklärt sich sicher, dass die vorliegende nunmehr 5. Auflage schon zwei Jahre nach der 4. Auflage 2009 erscheinen kann.

Sicher ist die Nachfrage auch auf die äußere Neugestaltung durch den Vieweg+Teubner Verlag zurückzuführen.

Die bisherigen Kapitel wurden in der nunmehr bewährten Struktur beibehalten, aber alle Kapitel wieder aktualisiert, konkretisiert und teilweise illustriert. Neu gefasst wurden die Abschnitte 1. Bauzustandsanalyse, 2. Planungsabläufe; 9. Wände und 11. Decken.

Mit großer Bestürzung mussten wir erfahren, dass unser geschätzter und kompetenter Mitautor, Herr Dipl.-Ing Friedhelm Hensen während der Drucklegung zur 5. Auflage verstorben ist. Seit der 2. Auflage brachte er seine hohen Fachkenntnisse mit der in der Literatur häufig vernachlässigten Thematik des bautechnischen Artenschutzes ein und trug damit wesentlich zur Attraktivität des Werkes bei.

Neben dem Dank an meine Mitautoren gilt besondere Anerkennung bei der Entstehung und Gestaltung der 5. Auflage des Buches dem Verlag und Lektorat Bauwesen, dem Cheflektor Herrn Dipl.-Ing. Ralf Harms und Frau Dipl.-Vw. Annette Prenzer.

Viele Fachkollegen und Institutionen unterstützten unsere Arbeit wiederum durch weiterführende Informationen, die Überlassung von Abbildungen, technischen Unterlagen und konstruktive Hinweise.

In bewährter Weise mögen die interessierten Leser auch die vorliegende 5. Auflage aufnehmen und durch Anregungen die Weiterentwicklung fördern.

Leipzig, im März 2011

*Michael Stahr*

## Vorwort zur 4. Auflage

Innerhalb von weniger als 10 Jahren erscheint die nunmehr 4. Auflage in einem inhaltlich vollständig überarbeiteten Neuaufbau.

Die bisherigen Kapitel sind in der Struktur beibehalten, aber aktualisiert, konkretisiert, illustriert und teilweise neu gefasst (Bauteile in Erdreich, Schornsteine, Holzbau). Gestrafft wurde das Kapitel Dächer. Stark erweitert wurde aufgrund der positiven Resonanz in den bisherigen Auflagen das Kapitel bautechnischer Artenschutz. Neu hinzugekommen sind die Kapitel Metallbauteile, ökologisches Bauen und EnEV.

Ein besonderes Bedürfnis von Herausgeber und Verlag ist es, an dieser Stelle unseres verstorbenen Autors, Herrn StR.-Ing Karl-Heinz Pfestorf zu gedenken, der durch seine fachliche Kompetenz wesentlich zum Gelingen des Buches beigetragen hat.

Mein Dank gilt wiederum den Mitautoren, dem Lektorat Bauwesen des Verlags Vieweg+Teubner und allen Fachkollegen und Institutionen, die unsere Arbeit in Form von Abbildungen, technischen Unterlagen und konstruktiven Hinweisen unterstützt haben. Möge der Leser auch die vorliegende Auflage mit Interesse aufnehmen und durch Anregungen die Weiterentwicklung fördern.

Leipzig, im Januar 2009

*Michael Stahr*

## **Vorwort zur 3. Auflage**

Die vorliegende 3. Auflage wurde aktualisiert und um das Kapitel „Zusammenstellung von Regelwerken DIN – ÖNORM – EC – EN“ erweitert.

Nachdem das Werk durch das Österreichische Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur zur Aufnahme in den Anhang zur Schulbuchliste für die Höheren technischen und gewerblichen Lehranstalten empfohlen wurde, war diese Zusammenstellung der deutschen und österreichischen Regelwerke dringend erforderlich.

Bedanken möchte ich mich bei unseren Lesern, die die 2. Auflage mit großer Resonanz aufgenommen haben, sodass schon nach 2 Jahren die 3. Auflage erscheinen kann.

Mein Dank gilt auch den Autoren, dem Vieweg Verlag, Allen, die unsere Arbeit durch die zur Verfügung gestellten Abbildungen und technischen Unterlagen oder durch konstruktive Anregungen unterstützt haben.

Leipzig, im April 2004

*Michael Stahr*

## **Vorwort zur 2. Auflage**

In der vorliegenden vollständig überarbeiteten 2. Auflage wurde sowohl die Entwicklung der Bausanierung in den nächsten Jahren als auch die zu erwartenden wissenschaftlich-technischen Innovationen insbesondere im Rahmen der europäischen Harmonisierung einbezogen. Alle Kapitel sind komplett überarbeitet, die zeichnerische Qualität verbessert, aktuelle Bilder eingefügt und das neue Normenwerk berücksichtigt. Völlig neu gefasst wurden die Kapitel: Bauzustandsanalyse, Planungsabläufe, Beton- und Stahlbeton, Bauteile im Erdreich, Wände und Fassaden, Decken und Putze. Eine neue Erkenntnis besteht darin, dass 70 bis 90 % der sanierungsbedürftigen Bauwerke über Ansiedlung geschützter, gebäudeabhängiger Tierarten verfügen. Die Aufnahme eines gesonderten Kapitels „Bautechnischer Artenschutz“ war daher ein notwendiges Erfordernis. Danken möchte ich dem Vieweg Verlag, den Autoren, Unternehmen und Privatpersonen für ihre wiederum konstruktive Unterstützung. Möge die 2. Auflage der „Bausanierung“ wieder auf breites Leserinteresse stoßen. Weitere Anregungen werden dankend entgegengenommen.

Leipzig, im Januar 2002

*Michael Stahr*

## Vorwort

Bei der ersten Auflage des Buches ließen sich die Autoren von der Absicht leiten, allen in mittleren Ebenen des Bauwesens Tätigen, wie Meistern, Technikern, Kalkulatoren und Facharbeitern, die vorwiegend mit Sanierungsarbeiten beschäftigt sind, aber auch Lehrern an Bauwerkeschulen, Studenten, Auszubildenden, vor allem aber „Häuslebauern“ ein Nachschlagewerk in die Hand zu geben, welches über die Konstruktion, Bau- und Werkstoffe, vor allem aber über praktische Erfahrungen, Regeln und Lösungsmöglichkeiten in leicht verständlicher Form, Aufschluss zu geben. Praxisbezogene Hinweise über einen zielgerichteten und angemessenen Werkstoffeinsatz sind im Text eingestreut. Unnötige Verluste an baulich erhaltenswerten Gebäuden und vermeidbare Bauschäden entstehen immer noch durch unzureichendes Wissen der Planenden und Ausführenden insbesondere im Zuge von kostspieligen Sanierungsmaßnahmen am alten Baubestand.

Die Darlegungen sind im Rahmen der Möglichkeiten des Buches komplex gehalten, um einer sinnvollen Verbindung zwischen Sanierung und Altbausubstanz und modernen Anforderungen des Neubaugeschehens Rechnung zu tragen. Aus diesem Grund sind besonders solche Bauteile hervorgehoben, welche bei Sanierungsarbeiten alltäglich in Stadt und Land zur Ausführung gelangen, aber auch solchen Bauwerken Aufmerksamkeit geschenkt, die zwar als Neubauten gelten, aber dennoch, vor allem beim Einsatz neu entwickelter Baustoffe oder den immer mehr zur Anwendung gelangenden Kombinationswerkstoffen ständiger „Pflege“ bedürfen.

Für die konstruktive Mitarbeit möchte ich mich beim Vieweg Verlag, den Autoren, sowie den Unternehmungen und Privatpersonen, die mich durch die Zurverfügungstellung von technischen Arbeitsblättern, Prospekten, Folien und Abbildungen unterstützten, bedanken. Besonderer Dank gilt meiner langjährigen Mitarbeiterin, Frau Ing.-Oec. Angelika Krauß, die mit gewohnter Zuverlässigkeit und fachlicher Kompetenz die Fertigstellung des Manuskriptes besorgte. Möge die vorliegende Arbeit sich als willkommenes Hilfsmittel bei Sanierungswilligen und -verpflichteten erweisen.

Leipzig, im Mai 1999

*Michael Stahr*

# Autorenbiografie

## **Friedhelm Hensen**

1977 Lehre als Elektriker für Dieselloks bei der Deutschen Reichsbahn. 1981 Abitur an der Abendschule der VHS Köthen. Studium in der Fachrichtung Technische Kybernetik und Automatisierungstechnik von 1981 bis 1983 an der TH-Leipzig und von 1986 bis 1989 an der TU-Magdeburg – Diplomthema: „Fehlerfrühd Diagnose in automatisierten Systemen“. Von Kindheit an aktiv im praktischen Naturschutz. Ab 1993 selbstständig und Inhaber des Büros für Naturschutz.

Internet: [www.hensen-naturschutz.de](http://www.hensen-naturschutz.de)

E-mail: [info@hensen-naturschutz.de](mailto:info@hensen-naturschutz.de)

## **Dr. Hilmar Kolbmüller**

Abitur 1952, nach der Lehre als Maurer Besuch der Ing.-Schule Glauchau mit Abschluss Bauingenieur. Während der anschließenden Tätigkeit in Baubetrieben Studium an der Hochschule für Bauwesen Leipzig (Dipl.-Ing.1966) und Promotion zum Dr.-Ing. 1977.

Bis 1992 tätig in verschiedenen leitenden Funktionen im Bauwesen in der Altbausanierung.

Danach selbstständiger Architekt und Sachverständiger für Bauschäden der Architektenkammer Sachsens.

## **Dr. Michael Stahr**

Nach Abitur (1964) und Berufsausbildung als Maurer (1965) Studium an der Technischen Universität Dresden, der Hochschule für Bauwesen Leipzig und Promotion an der Thüringischen Hochschule Erfurt, ab 1973 tätig als Leiter für Aus- und Weiterbildung beim Spezialbaukombinat Magdeburg. Ab 1985 wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Institut für Aus- und Weiterbildung Leipzig und Dozent an Fach- und Ing.-Schulen des Bauwesens.

Selbstständig seit 1997 als Lehrer an Privatschulen, Studienleiter an drei deutschen Fernschulen und in Wien. Autor von Fachbüchern, Studienheften und Fachzeitschriftenartikeln.

## **Dipl.-Ing.; Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Weber**

1973–1975 Lehre als Säureschutzfacharbeiter, ab 1980 Studium in der Fachrichtung Hochbau und ab 1985 Studium der Technologie der Bauproduktion in Leipzig, ab 1990 selbstständig, ab 1993 öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger der Handwerkskammer zu Leipzig für Mauerwerk- Beton- u. Stahlbetonbau sowie Holz- u. Bautenschutz, 1994 Mitbegründer der Bürogemeinschaft für Bausachverständige in Leipzig

Internet: [www.svbuero-bau.de](http://www.svbuero-bau.de)

Email: [info@svbuero-bau.de](mailto:info@svbuero-bau.de)

**Uwe Wild**

Von der Handwerkskammer zu Leipzig öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für das Estrichlegerhandwerk, für das Holz- und Bautenschutzgewerbe sowie für das Bautrocknungsgewerbe, Gebäudeenergieberater, geprüfter Sachverständiger für Schimmelpilze in Innenräumen, Autor des Fachbuches „Lexikon Holzschutz“ und Mitautor von „Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung“, Mitarbeit in einem Sachverständigenbüro von 1998 bis 2007 in Leipzig, 2007 Gründung des „Sachverständigenbüro für Baudiagnostik“.

Internet: [www.baudiagnostik-leipzig.de](http://www.baudiagnostik-leipzig.de)

Email: [sv.uwe.wild@online.de](mailto:sv.uwe.wild@online.de)



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Analysieren und Erfassen</b> .....	1
1.1	Einführung .....	1
1.2	Historische Zusammenhänge zwischen Sanierung und Denkmalspflege.....	2
1.3	Bauwerkssanierung .....	3
1.4	Bauzustandsanalyse.....	4
1.4.1	Materieller und immaterieller Gebäudewert.....	5
1.4.2	Gebäudegliederung .....	6
1.4.3	Bestandsdauer von Gebäuden .....	7
1.4.4	Schadenscharakteristika.....	9
1.4.5	Schadensverursacher .....	13
1.4.6	Die Erfassung des Bauzustandes .....	22
1.5	Bildquellenverzeichnis.....	35
<b>2</b>	<b>Sanierungskonzeptionen und Planungsabläufe</b> .....	37
2.1	Sanierungskonzept .....	37
2.1.1	Beteiligte am Sanierungsprozess .....	37
2.1.2	Checkliste für die Sanierungsplanung .....	38
2.1.3	Kostenermittlung .....	40
2.1.4	Übergreifende Sanierungsmaßnahmen .....	42
2.1.5	Beurteilung .....	49
2.2	Planungsabläufe .....	50
2.2.1	Ablauf einer Sanierungsplanung.....	50
2.2.2	Anforderungen der Bauvorschriften .....	52
2.2.3	Planungskriterien – Planungsphasen und Planungsbeteiligte .....	52
2.2.4	Vorentwurf .....	53
2.2.5	Entwurfsplanung.....	55
2.2.6	Genehmigungsplanung .....	65
2.2.7	Ausschreibung und Auftragsvergabe.....	68
2.2.8	Bauantrag und zugehörige bautechnische Nachweise .....	70
2.3	Bauüberwachung.....	75
2.3.1	Bautechnik .....	75
2.3.2	Arbeitsschutz .....	75
2.4	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	76
2.5	Bildquellenverzeichnis.....	76

<b>3</b>	<b>EnEV und Bauen im Bestand</b> .....	77
3.1	Entwicklung der Energieeinsparverordnung (EnEV) .....	77
3.2	Inhalt der Energieeinsparverordnung (EnEV) .....	78
3.3	Vorplanung .....	79
3.3.1	Anforderungen an bestehende Gebäude .....	79
3.3.2	Wärmebrücken .....	82
3.3.3	Vor-Ort-Energieberatung .....	84
3.4	Neue Anforderungen an alte Gebäude .....	84
3.4.1	Anforderungen und Vollzug .....	84
3.4.2	Anforderungen an Wohn- und Nichtwohngebäude .....	85
3.4.3	Energieausweise .....	87
3.5	Energetische Sanierung .....	90
3.5.1	Innendämmung .....	90
3.5.2	Beispiel Mehrfamilienhaus (erbaut ca. 1900) .....	92
3.5.3	Beispiel Ertüchtigung einer Außenwand .....	94
3.6	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	96
3.7	Bildquellenverzeichnis .....	97
<b>4</b>	<b>Natursteinrestaurierung</b> .....	99
4.1	Natursteine als Baustoff .....	100
4.1.1	Gesteinsarten und Einteilung .....	100
4.1.2	Bedeutung des Natursteins im Bauwesen .....	103
4.1.3	Natursteinbearbeitung .....	105
4.1.4	Natursteinmauerwerk .....	107
4.2	Schadensursache – Schadensbilder .....	108
4.2.1	Verwitterungswirksame Faktoren .....	108
4.2.2	Schadensbilder .....	111
4.2.3	Schadensursachen .....	112
4.2.4	Schadensrelevante Gesteinseigenschaften .....	115
4.3	Schadensdokumentation .....	119
4.3.1	Bestandsaufnahme .....	119
4.3.2	Arbeitsbereiche der Bestandserfassung und Bewertung .....	120
4.4	Instandsetzungsmaßnahmen .....	123
4.4.1	Maßnahmenkatalog .....	123
4.4.2	Handwerklicher Steinaustausch .....	127
4.4.3	Steinergänzung mit Restauriermörteln .....	129
4.4.4	Verfugung .....	133
4.4.5	Vermörtelung .....	135
4.5	Reinigung, Imprägnierung, Entsalzung .....	135
4.5.1	Reinigung und Reinigungsverfahren .....	135
4.5.2	Hydrophobierende Imprägnierungen .....	138

4.5.3	Verfestigende Imprägnierungen .....	142
4.5.4	Entsalzung von Naturstein .....	143
4.6	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	145
4.7	Bildquellenverzeichnis .....	148
<b>5</b>	<b>Beton- und Stahlbeton .....</b>	<b>149</b>
5.1	Problemstellung – Abgrenzung .....	149
5.2	Werkstoffeigenschaften des Betons und Stahlbetons .....	150
5.3	Schadensursachen – Schadensbilder – Schadens-bewertungen .....	156
5.3	Schadensursachen .....	156
5.4	Methoden der Schadensuntersuchung .....	167
5.5	Instandsetzungsmaßnahmen .....	173
5.6	Nachträglich bearbeitete Betonflächen .....	178
5.7	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	181
5.8	Bildquellenverzeichnis .....	181
<b>6</b>	<b>Holzkonstruktionen .....</b>	<b>183</b>
6.1	Holz – ein bewährter Baustoff .....	183
6.2	Anwendung im Bauwesen .....	186
6.3	Ursachen der Holzerstörung .....	189
6.3.1	Holzerstörende Pilze .....	189
6.3.2	Holzverfärbende Pilze .....	195
6.3.3	Holzerstörende Insekten .....	196
6.3.4	Witterungseinflüsse .....	202
6.4	Holzfehler .....	203
6.5	Risse im Holz .....	203
6.6	Gefährdungsklassen und Gebrauchsklassen .....	207
6.7	Dauerhaftigkeitsklassen .....	209
6.8	Aufgaben des baulichen und vorbeugenden chemischen Holzschutzes .....	210
6.9	Baulicher und konstruktiver Holzschutz .....	210
6.9.1	Schutz gegen Niederschläge und Spritzwasser .....	211
6.9.2	Schutz gegen Feuchtigkeit aus Erdreich oder angrenzenden Baustoffen .....	214
6.9.3	Schutz gegen Tauwasser/Luftdichtheit .....	214
6.9.4	Feuchteschutz .....	216
6.10	Chemischer Holzschutz .....	220
6.10.1	Holzschutzmittelverteilung .....	222
6.10.2	Einbringverfahren .....	222
6.10.3	Grundsätze .....	223

6.10.4	Ausführung .....	223
6.10.5	Praxisregeln .....	223
6.10.6	Auswahl .....	224
6.10.7	Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Holzschutzmitteln.....	227
6.11	Bekämpfung von holzerstörenden Pilzen und Insekten .....	229
6.11.1	Grundlegendes .....	229
6.11.2	Voraussetzungen für Bekämpfungsmaßnahmen .....	231
6.11.3	Chemische Bekämpfungsmittel .....	232
6.11.4	Maßnahmen zur Bekämpfung von holzerstörenden Organismen .....	233
6.12	Entscheidungskriterien für Holzschutzmaßnahmen .....	236
6.12.1	Schadensfeststellung .....	236
6.12.2	Schadenskatalog (Untersuchungsbericht) .....	237
6.13	Oberflächenbehandlung .....	241
6.14	Verleimung.....	246
6.15	Innenausbau.....	247
6.16	Außenbauteile .....	249
6.17	Entwicklungstendenzen im Holzschutz.....	254
6.18	Überarbeitung der Holzschutznorm .....	255
6.19	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	256
6.20	Weiterführende Literatur .....	259
6.21	Bildquellenverzeichnis .....	260
<b>7</b>	<b>Metallbauteile .....</b>	<b>261</b>
7.1	Begriff – Ursachen – Vorgänge der Korrosion .....	261
7.2	Werkstoffe .....	264
7.3	Sanierung von Metaldächern.....	266
7.3.1	Grundsätze .....	266
7.3.2	Entscheidungsaspekte für Metalldeckungen .....	267
7.3.3	Technisch-wirtschaftlicher Aspekt .....	267
7.3.4	Denkmalpflegerische Aspekte .....	268
7.3.5	Deckung mit historischem Material.....	268
7.3.6	Metallornamentik auf Dächern .....	273
7.4	Sanierung von Fassaden .....	275
7.4.1	Grundsätze .....	275
7.4.2	Platten und Befestigungen .....	277
7.4.3	Fassadensanierung mit Paneelen.....	277
7.5	Sanierung von Fußböden.....	278
7.6	Geländer – Gitter.....	282
7.7	Sanierungsbeispiel Stein – Holz.....	287

7.8	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	290
7.9	Bildquellenverzeichnis .....	290
<b>8</b>	<b>Bauteile im Erdreich .....</b>	<b>291</b>
8.1	Vorbemerkung .....	291
8.2	Fundamente .....	295
8.2.1	Einzelfundamente .....	296
8.2.2	Streifenfundamente .....	297
8.2.3	Balken- und Plattengründung .....	298
8.2.4	Pfeilergründung .....	299
8.2.5	Pfahlgründung .....	299
8.2.6	Brunnen- und Senkkastengründung .....	300
8.2.7	Flankierende Maßnahmen .....	301
8.3	Bodenplatten .....	302
8.3.1	Grundsätzliches .....	302
8.3.2	Thermische Problemstellungen .....	303
8.3.3	Feuchtetechnische Problemstellungen .....	303
8.3.4	Konstruktionsbeispiele .....	304
8.4	Außenwände (erdberührt) .....	306
8.4.1	Grundlagen und Konstruktion .....	306
8.4.2	Bauwerksabdichtung .....	308
8.4.3	Dränanlagen .....	319
8.5	Innenwände .....	321
8.6	Freistehende Mauern .....	321
8.7	Überschüttete Decken- und Gewölbekonstruktionen .....	324
8.8	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	327
8.9	Bildquellenverzeichnis .....	327
<b>9</b>	<b>Wände .....</b>	<b>329</b>
9.1	Bezeichnung .....	329
9.2	Wandfunktionen .....	329
9.3	Wandarten .....	332
9.4	Wandkonstruktionen .....	334
9.4.1	Außenwandkonstruktionen .....	336
9.4.2	Innenwandkonstruktionen .....	347
9.5	Fassaden .....	349
9.6	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	356
9.7	Bildquellenverzeichnis .....	357

<b>10</b>	<b>Dächer</b> .....	359
10.1	Konstruktive Vorbemerkungen .....	359
10.2	Geneigte Dächer (Steildächer) .....	362
10.2.1	Prinzip.....	362
10.2.2	Wärmedämmbaustoffe.....	364
10.2.3	Belüftetes – oder Kaldach.....	366
10.2.4	Unbelüftetes – oder Warmdach .....	368
10.2.5	Aufsparrendämmung (oberhalb der Sparren).....	369
10.2.6	Zwischensparrendämmung .....	371
10.2.7	Dämmung unter dem Sparren .....	372
10.2.8	Spezielle Konstruktionen .....	374
10.2.9	Altbausanierung mit dem Dämmkeil .....	374
10.2.10	Dämmen mit EPS-Elementen .....	378
10.3	Flachdächer .....	383
10.4	Gründächer .....	385
10.5	Dachgeschossausbau .....	388
10.5.1	Dachgeschossdeckendämmung.....	388
10.5.2	Ausgebaute Dachgeschosse .....	389
10.6	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	391
10.7	Bildquellenverzeichnis .....	392
<b>11</b>	<b>Decken</b> .....	393
11.1	Allgemeines.....	393
11.2	Konstruktionsarten der Decken .....	393
11.3	Sanierung von Decken .....	398
11.4	Fußböden.....	401
11.5	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	407
11.6	Bildquellenverzeichnis .....	407
<b>12</b>	<b>Feuerungsanlagen</b> .....	409
12.1	Feuerstätten .....	410
12.1.1	Offene Kamine.....	412
12.1.2	Heizkamine .....	413
12.1.3	Raumheizer .....	414
12.1.4	Grund- und Einsatzöfen .....	415
12.1.5	Specksteinöfen .....	419
12.1.6	Herde .....	421
12.1.7	Backöfen .....	422
12.1.8	Hypokausten .....	422
12.2	Abgasanlagen (Schornsteine).....	423
12.2.1	Einführung .....	424

12.2.2	Schornsteinarten .....	426
12.2.3	Sanierungsverfahren von Schornsteinmauerwerk.....	428
12.2.4	Sanieren von Schornsteinköpfen .....	428
12.2.5	Sanierungssystem bei Schräg-führung von Schornsteinen .....	430
12.2.6	Sanierungsverfahren mit Querschnittsanpassung .....	431
12.2.7	Schornsteine für raumluftunabhängigen Heizbetrieb .....	432
12.2.8	Mehrschalige Keramik-Schornsteinsysteme.....	434
12.2.9	Kunststoffabgasleitungen und Poly-Abgasleitungen aus Polymerwerkstoffen.....	436
12.3	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	437
12.4	Bildquellenverzeichnis.....	437
<b>13</b>	<b>Treppen .....</b>	<b>439</b>
13.1	Aufgaben – Planungsvorschriften – Begriffe.....	439
13.1.1	Aufgaben .....	439
13.1.2	Planungsvorschriften .....	441
13.1.3	Begriffe.....	444
13.2	Innentreppen.....	449
13.2.1	Konstruktionsgrundsätze .....	449
13.2.2	Innentreppenarten .....	451
13.2.3	Wartungs- und Reparaturarbeiten .....	453
13.3	Außentreppen.....	454
13.3.1	Konstruktionsgrundsätze .....	454
13.3.2	Stahltreppen.....	454
13.3.3	Betontreppen.....	457
13.3.4	Außen- und Holztreppen.....	458
13.3.5	Gartentreppen .....	459
13.4	Bodentreppen .....	461
13.5	Treppen – Sonderformen.....	462
13.5.1	Wendeltreppen.....	462
13.5.2	Spindeltreppen.....	462
13.6	Geländer und Handläufe .....	463
13.6.1	Geländer .....	463
13.6.2	Handläufe .....	465
13.7	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	466
13.8	Bildquellenverzeichnis.....	466
<b>14</b>	<b>Fenster .....</b>	<b>467</b>
14.1	Gestalterische und technische Aspekte .....	468
14.1.1	Fenster als Bestandteil der Architektur.....	468
14.1.2	Integration der Fenster in die vorhandene Bausubstanz .....	468
14.1.3	Fragenkatalog zur Fensterauswahl.....	469

14.1.4	Wärme- und Schallschutz .....	470
14.2	Kriterien zur Werkstoff-, Systemauswahl und zur Gütebestimmung .....	478
14.2	Kriterien zur Werkstoff-, Systemauswahl .....	478
14.2.1	Werkstoff- und Systemauswahl .....	478
14.2.2	Güterichtlinien .....	480
14.3	Formen, Arten und Typen von Fenstern, Materialien .....	482
14.3.1	Fensterformen .....	482
14.3.2	Funktionsbereiche .....	483
14.3.3	Fenster aus Holz .....	484
14.3.4	Fenster aus Kunststoff .....	489
14.3.5	Fenster aus Holz mit Kunststoff .....	496
14.3.6	Fenster aus Aluminium .....	498
14.3.7	Fenster aus Aluminium im Verbund mit Holz und Kunststoff .....	500
14.4	Dachflächenfenster – Dachwohnraumfenster .....	500
14.4.1	Grundformen/Fenstertypen .....	500
14.4.2	Konstruktionsgrundsätze/Vorplanung .....	502
14.5	Fenstersicherheit .....	507
14.5.1	Verbundsicherheitsglas (VSG) .....	509
14.5.2	Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) .....	510
14.5.3	Offene und verdeckte Beschläge .....	510
14.5.4	Verschlussüberwachung .....	511
14.5.5	Brüstungshöhen .....	512
14.6	Details am Fenster .....	512
14.6.1	Sprossen .....	512
14.6.2	Rollläden .....	514
14.6.3	Fensterläden .....	515
14.7	Fenstereinbau .....	515
14.7.1	Anschlussfugen .....	516
14.7.2	Befestigung/Lastabtragung .....	519
14.7.3	Planerische Vorleistung .....	520
14.8	Restaurierung von Bestandsfenstern .....	521
14.8.1	Berücksichtigung der Detailausbildung bei der Restaurierung .....	521
14.8.2	Konstruktionsfehler – Instandsetzung .....	521
14.8.3	Oberflächenbehandlung .....	523
14.9	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	529
14.10	Weiterführende Literatur .....	533
14.11	Bildquellenverzeichnis .....	534
<b>15</b>	<b>Türen und Tore</b> .....	<b>535</b>
15.1	Anforderungen und Arten .....	536
15.1.1	Grundanforderungen an Türen .....	536



15.1.2	Arten.....	539
15.2	Außentüren – Haustüren – Innentüren .....	541
15.2.1	Konstruktionsprinzipien .....	541
15.2.2	Türen in Holzbauweise .....	544
15.2.3	Türen aus Kunststoff .....	545
15.2.4	Türen aus Aluminium .....	546
15.2.5	Türen aus Werkstoffkombinationen .....	546
15.2.6	Innentüren.....	549
15.2.7	Türliste.....	551
15.3	Konstruktionsdetails.....	552
15.3.1	Einbruchhemmung.....	552
15.3.2	Türdichtungen.....	558
15.3.3	Beschläge – Schlösser – Griffe.....	560
15.3.4	Verglasung.....	562
15.4	Türen mit besonderen konstruktiven und ästhetischen Anforderungen .....	562
15.4	Türen mit besonderen Anforderungen .....	562
15.5	Tore.....	563
15.6	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	567
15.7	Bildquellenverzeichnis.....	567
<b>16</b>	<b>Fugen.....</b>	<b>569</b>
16.1	Fugenarten.....	569
16.1.1	Aufgaben .....	569
16.1.2	Begriffe.....	569
16.1.3	Fugenbewegungen .....	572
16.1.4	Fugenverbindungen .....	573
16.2	Anforderungen an die Fugen.....	576
16.2.1	Bautechnische Forderungen.....	576
16.2.2	Bauphysikalische Forderungen.....	577
16.2.3	Anforderungen an die Fugenabdichtung.....	578
16.2.4	Fugendichtung .....	579
16.3	Fugenbänder.....	581
16.3.1	Arten und Anforderungen.....	581
16.3.2	Dichtungsprinzipien.....	582
16.3.3	Ausführungsarten.....	583
16.3.4	Stoffgrundlagen für Fugenbänder .....	585
16.4	Außenwandfugen .....	586
16.4.1	Arten von Außenwandfugen.....	586
16.4.2	Ausbildung der Außenwandfugen .....	588
16.4.3	Verarbeitung der Dichtmassen.....	591
16.4.4	Fugenkreuze .....	592

16.5	Beispiele für Sanierungsarbeiten.....	593
16.5.1	Grundlagen der Fugensanierung.....	593
16.5.2	Sanierung von Ziegel- oder Klinkerverblendflächen.....	594
16.5.3	Nachträgliche Verfug-Technik.....	596
16.5.4	Sanierung älterer Fugen.....	597
16.5.5	Unterscheidungsmerkmale bei der Fugeneinstandsetzung.....	598
16.5.6	Sanierung von defekten Fugenbändern.....	598
16.5.7	Sanierung von Fugen mit Fugendichtungsmassen.....	599
16.5.8	Sanierung mit aufklebbaren Dichtstoffbändern.....	600
16.5.9	Sonderlösungen.....	600
16.6	Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	602
16.7	Bildquellenverzeichnis.....	602
<b>17</b>	<b>Putze.....</b>	<b>603</b>
17.1	Schadenserscheinung an Putzen.....	604
17.1.1	Funktionsfehler.....	605
17.1.2	Projektionsfehler.....	606
17.1.3	Ausführungsfehler.....	607
17.2	Erkennen und Beurteilen von Schäden.....	607
17.3	Verarbeiten – Putzmörtel – Mörtelgruppen.....	616
17.3.1	Konstruktive und technische Vorarbeiten.....	616
17.3.2	Arten und Lieferformen von Putzmörteln.....	622
17.3.3	Putzmörtelgruppen.....	622
17.4	Vorbereitung des Putzuntergrundes.....	625
17.5	Einsatz von Kunstharzen und Dämmstoffen.....	628
17.5.1	Kunstharze.....	628
17.5.2	Dämmstoffe.....	629
17.6	Wärmedämmverbundsystem.....	630
17.6.1	Konstruktive Erfordernisse.....	630
17.6.2	Systemaufbau eines Wärmedämmverbundsystems.....	631
17.7	Putzsysteme.....	634
17.7.1	EPS-Wärmedämmputzsystem (expandiertes Polystyrol).....	634
17.7.2	Maschinelle Putzverarbeitung.....	635
17.7.3	Sanierputz.....	636
17.7.4	Putze auf Leichtmauerwerk.....	637
17.7.5	Putze gegen feuchtes salzhaltiges Mauerwerk.....	638
17.8	Oberflächenschutzmaßnahmen.....	639
17.8.1	Imprägnierungen.....	640
17.8.2	Versiegelungen.....	640
17.8.3	Farblose Sperranstriche.....	641
17.8.4	Strukturierte Putzoberflächen.....	641
17.9	Verbesserung des vorhandenen Putzes.....	643

17.10	Hinweise zur Systemauswahl und zur Putzverarbeitung.....	644
17.11	Putzgestaltung durch Ziehen von Profilen .....	647
17.11.1	Bedeutung und Aufgaben von Profilen .....	647
17.11.2	Abnahme des alten Profils .....	648
17.11.3	Herstellen von Zugschablonen.....	648
17.11.4	Handwerkliche Ausführung.....	650
17.11.5	Besondere Profilformen.....	653
17.12	Sgraffitotechnik.....	654
17.13	Normen, Richtlinien, Merkblätter .....	655
17.14	Bildquellenverzeichnis.....	656
<b>18</b>	<b>Anstrichstoffe.....</b>	<b>657</b>
18.1	Bestandteile der Anstrichstoffe .....	657
18.1.1	Bindemittel .....	657
18.1.2	Pigmente .....	658
18.1.3	Lackfarben.....	659
18.1.4	Dispersionsfarben .....	660
18.1.5	Silikatfarben .....	660
18.1.6	Silikonharzfüllfarbe .....	661
18.1.7	Unterschiede der Trocknung und Erhärtung.....	661
18.1.8	Anstrichaufbau.....	662
18.1.9	RAL – Design-System-Farbatlas .....	662
18.2	Ursachen der häufigsten Schadensfolgen.....	664
18.2.1	Schadenseinschätzung .....	664
18.2.2	Ursache von Anstrichschäden.....	664
18.3	Anforderungen an Beschichtungsuntergründe .....	665
18.3.1	Voraussetzungen und Forderungen an Beschichtungsuntergründe .....	665
18.3.2	Allgemeine Voraussetzungen für eine Beschichtung .....	666
18.3.3	Untergrundeinteilung.....	666
18.3.4	Übersicht über Beschichtungssysteme auf mineralischen Untergründen.....	668
18.4	Reparaturmaterialien, Arten und Anwendungen.....	669
18.4.1	Reparaturmaterialienarten.....	669
18.4.2	Werkstoffe .....	670
18.5	Neubeschichtung mit Anstrichstoffen.....	672
18.5.1	Schichtenaufbau.....	673
18.5.2	Haftungsfestigkeitsprüfung.....	674
18.6	Beschichtung auf Altanstrichen .....	674
18.6.1	Überholungsanstriche .....	674
18.6.2	Erneuerungsanstrich .....	675
18.6.3	Duplexsysteme.....	676
18.6.4	Deckende Anstriche mit Aufhelltechnik.....	677

18.6.5	Anwendung alter Maltechniken.....	677
18.7	Schadensanalyse.....	678
18.7.1	Schäden an kalk- und zementgebundenen Anstrichen.....	679
18.7.2	Schäden an Silikatfarbanstrichen.....	680
18.7.3	Schäden an Leimfarbanstrichen.....	681
18.7.4	Schäden an Dispersionsfarbanstrichen.....	683
18.7.5	Schäden an Anstrichen auf der Bindemittelgrundlage luft-trockener Öle und Alkydharze.....	684
18.7.6	Schäden an Lack- und Lackfarbanstrichen.....	685
18.8	Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	688
18.9	Bildquellenverzeichnis.....	688
<b>19</b>	<b>Ökologisches Sanieren.....</b>	<b>689</b>
19.1	Umweltschonende Baustoffe.....	690
19.1.1	Ökologische Grundsätze.....	690
19.1.2	Natürliche und biologische Baustoffe.....	690
19.1.3	Auswahl- und Bewertungskriterien.....	692
19.2	Ökologische Sanierung von Baukonstruktionen.....	694
19.2.1	Konstruktive Grundsätze.....	694
19.2.2	Ökologische Konstruktionen.....	697
19.3	Gesund bauen und wohnen.....	698
19.3.1	Erfassung und Beurteilung gebäudebedingter Schadstoffe.....	698
19.3.2	Untersuchungen vor Sanierungsbeginn.....	700
19.3.3	Baustoffe für den Innenraum.....	701
19.4	Energiegerechte Gebäudeplanung.....	703
19.4.1	Konstruktive Grundlagen.....	703
19.4.2	Niedrigenergiehaus.....	705
19.4.3	Passivhaus.....	706
19.4.4	Energiesparhaus 60/40 (KfW).....	715
19.5	Erneuerbare Energien.....	716
19.5.1	Stand – Prognose – Einsatz.....	716
19.5.2	Solarenergie.....	718
19.5.3	Solarthermie.....	718
19.5.4	Photovoltaik.....	722
19.6	Funktionsweise der solaren Stromgewinnung.....	725
19.6.1	Windenergie.....	730
19.6.2	Biomasse.....	732
19.6.3	Geothermie.....	734
19.6.4	Wasserkraft.....	739
19.6.5	Nachwachsender Rohstoff Holz.....	740
19.7	Rückbau aus sanierungstechnologischer Sicht.....	742