

Michael Stahr (Hrsg.)

Bausanierung

Erkennen und Beheben von Bauschäden

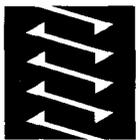
4., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage

Mit 547 Abbildungen und 145 Tabellen

Die Autoren:

Friedhelm Hensen, Hilmar Kolbmüller,
Michael Stahr, Jürgen Weber, Uwe Wild

PRAXIS



VIEWEG+
TEUBNER

Inhaltsverzeichnis

1	Bauzustandsanalyse	1
1.1	Vorbemerkung.....	1
1.2	Historische Zusammenhänge zwischen Sanierung und Denkmalspflege.....	1
1.3	Begriffe von A–Z	3
1.4	Bestandsdauer von Gebäuden.....	6
1.4.1	Bestandsdauer als Funktion der Zeit	6
1.4.2	Bauzustandsstufen	8
1.4.3	Bewertung der Bestandsdauer	8
1.5	Gebäudegliederung.....	9
1.6	Schadenscharakteristika.....	9
1.6.1	Einfluss des Baujahres auf Schadenscharakteristik.....	9
1.6.2	Ursachen der Schäden an Gebäuden	10
1.7	Schadensverursacher	13
1.7.1	Verursachergruppen	13
1.7.2	Schadensschwerpunkte.....	14
1.7.3	Physikalisch-technische Schadensursachen.....	15
1.8	Die Erfassung des Bauzustandes	21
1.8.1	Wertung ausgewählter Daten.....	21
1.8.2	Arbeitsfolge.....	22
1.8.3	Auswahl technischer Geräte	23
1.8.4	Muster eines Formblattes zur Beurteilung des baulichen Zustandes.....	24
1.9	Bildquellenverzeichnis	32
2	Planungsabläufe	33
2.1	Sanierungskonzept.....	33
2.1.1	Inhalt.....	33
2.1.2	Erschließung des Grundstückes:.....	34
2.1.3	Beurteilung der Bauwerksteile und baulichen Anlagen	34
2.1.4	Bautechnische Maßnahmen.....	34
2.1.5	Funktionsänderungen	35
2.1.6	Einschätzung des Finanzbedarfs.....	35
2.1.7	Beurteilung	36
2.2	Entwurfsplanung.....	37
2.3	Genehmigungsplanung	48

2.4	Antrag auf Baugenehmigung	48
2.5	Ausführungsplanung.....	51
2.6	Bauüberwachung	52
2.6.1	Bautechnik	52
2.6.2	Arbeitsschutz	52
2.7	Bildquellenverzeichnis.....	52
3	EnEV und Bauen im Bestand	53
3.1	Entwicklung der Energieeinsparverordnung (EnEV).....	53
3.2	Inhalt der Energieeinsparverordnung (EnEV)	54
3.3	Vorplanung	54
3.3.1	Anforderungen an bestehende Gebäude	54
3.3.2	Wärmebrücken.....	57
3.3.3	Vor-Ort-Energieberatung.....	58
3.4	Neue Anforderungen an alte Gebäude.....	58
3.4.1	Anforderungen an Wohngebäude.....	59
3.4.2	Anforderungen an Nichtwohngebäude	59
3.4.3	Energieausweise	60
3.5	Energetische Sanierung	62
3.5.1	Innendämmung	62
3.5.2	Beispiel Mehrfamilienhaus (erbaut ca. 1900).....	64
3.5.3	Beispiel Ertüchtigung einer Außenwand	65
3.6	Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	67
3.7	Bildquellenverzeichnis.....	68
4	Natursteinrestaurierung.....	69
4.1	Natursteine als Baustoff.....	70
4.1.1	Gesteinsarten und Einteilung	70
4.1.2	Bedeutung des Natursteins im Bauwesen	73
4.1.3	Natursteinbearbeitung.....	75
4.1.4	Natursteinmauerwerk.....	77
4.2	Schadensursache – Schadensbilder.....	77
4.2.1	Verwitterungswirksame Faktoren.....	77
4.2.2	Schadensbilder.....	80
4.2.3	Schadensursachen	82
4.2.4	Schadensrelevante Gesteinseigenschaften	84
4.3	Schadensdokumentation	88
4.3.1	Bestandsaufnahme	88
4.3.2	Arbeitsbereiche der Bestandserfassung und Bewertung.....	89
4.4	Instandsetzungsmaßnahmen	92
4.4.1	Maßnahmenkatalog.....	92
4.4.2	Handwerklicher Steinaustausch.....	96

4.4.3	Steinergänzung mit Restauriermörteln	97
4.4.4	Verfugung.....	100
4.4.5	Vermörtelung.....	102
4.5	Reinigung, Imprägnierung, Entsalzung	102
4.5.1	Reinigung und Reinigungsverfahren	102
4.5.2	Hydrophobierende Imprägnierungen.....	105
4.5.3	Verfestigende Imprägnierungen	109
4.5.4	Entsalzen von Naturstein	110
4.6	Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	110
4.7	Bildquellenverzeichnis	113
5	Beton- und Stahlbeton	115
5.1	Problemstellung – Abgrenzung	115
5.2	Werkstoffeigenschaften des Betons und Stahlbetons	116
5.3	Schadensursachen – Schadensbilder – Schadensbewertungen	122
5.4	Methoden der Schadensuntersuchung	133
5.5	Instandsetzungsmaßnahmen	139
5.6	Nachträglich bearbeitete Betonflächen.....	144
5.7	Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	147
5.8	Bildquellenverzeichnis	147
6	Holzkonstruktionen	149
6.1	Holz – ein bewährter Baustoff.....	149
6.2	Anwendung im Bauwesen	152
6.3	Ursachen der Holzerstörung	155
6.3.1	Holzerstörende Pilze	155
6.3.2	Holzverfärbende Pilze	159
6.3.3	Holzerstörende Insekten	160
6.3.3.1	Erscheinungsformen	160
6.3.3.2	Trockenholzinsekten.....	161
6.3.3.3	Frischholzinsekten	163
6.3.3.4	Faulholzinsekten:.....	163
6.3.4	Witterungseinflüsse	164
6.4	Holzfehler	164
6.5	Risse im Holz.....	165
6.6	Gefährungsklassen (Gebrauchsklassen)	168
6.7	Dauerhaftigkeitsklassen.....	170
6.8	Aufgaben des baulichen und vorbeugenden chemischen Holzschutzes	171
6.9	Baulicher und konstruktiver Holzschutz	171
6.9.1	Schutz gegen Niederschläge und Spritzwasser.....	171
6.9.2	Schutz gegen Feuchtigkeit aus Erdreich oder angrenzenden Baustoffen.....	174

6.9.3	Schutz gegen Tauwasser/Luftdichtheit	174
6.9.4	Feuchteschutz	176
6.10	Chemischer Holzschutz	180
6.10.1	Holzschutzmittelverteilung	182
6.10.2	Einbringverfahren	182
6.10.3	Grundsätze	183
6.10.4	Ausführung	183
6.10.5	Praxisregeln	183
6.10.6	Auswahl	184
6.10.7	Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Holzschutzmitteln.....	187
6.11	Bekämpfung von holzzerstörenden Pilzen und Insekten	189
6.11.1	Grundlegendes	189
6.11.2	Voraussetzungen für Bekämpfungsmaßnahmen.....	190
6.11.3	Chemische Bekämpfungsmittel	192
6.11.4	Zusammenstellung von Schäden an Hölzern und holzhaltigen Baustoffen.....	192
6.12	Entscheidungskriterien für Holzschutzmaßnahmen.....	195
6.12.1	Schadensfeststellung.....	195
6.12.2	Schadenskatalog (Untersuchungsbericht).....	196
6.13	Renovierung von gebräuchlichen Holzbauten	197
6.13.1	Handwerkliche Techniken und Materialien.....	197
6.13.2	Innenausbau-Details	203
6.13.3	Sanierung von Außenbauteilen	205
6.14	Entwicklungstendenzen	210
6.15	Normen, Richtlinien, Merkblätter	211
6.16	Bildquellenverzeichnis.....	214
7	Metallbauteile	215
7.1	Begriff – Ursachen – Vorgänge der Korrosion.....	215
7.2	Werkstoffe	218
7.3	Sanierung von Metalldächern	220
7.3.1	Grundsätze	220
7.3.2	Entscheidungsaspekte für Metalldeckungen.....	221
7.3.3	Technisch-wirtschaftlicher Aspekt	221
7.3.4	Denkmalpflegerische Aspekte	222
7.3.5	Deckung mit historischem Material.....	222
7.3.6	Metallornamentik auf Dächern	227
7.4	Sanierung von Fassaden	229
7.4.1	Grundsätze	229
7.4.2	Platten und Befestigungen	231
7.4.3	Fassadensanierung mit Paneelen	231
7.5	Sanierung von Fußböden	232

7.6	Geländer – Gitter	236
7.7	Sanierungsbeispiel Stein – Holz	241
7.8	Normen, Richtlinien, Merkblätter	244
7.9	Bildquellenverzeichnis	244
8	Bauteile im Erdreich	247
8.1	Vorbemerkung	247
8.2	Fundamente	250
8.2.1	Einzelfundamente	252
8.2.2	Streifenfundamente	253
8.2.3	Balken- und Plattengründung	253
8.2.4	Pfeilergründung	254
8.2.5	Pfahlgründung	254
8.2.6	Brunnen- und Senkkastengründung	256
8.2.7	Flankierende Maßnahmen	256
8.3	Bodenplatten	257
8.3.1	Grundsätzliches	257
8.3.2	Thermische Problemstellungen	257
8.3.3	Feuchtetechnische Problemstellungen	258
8.3.4	Konstruktionsbeispiele	259
8.4	Außenwände (erdberührt)	260
8.4.1	Grundlagen und Konstruktion	260
8.4.2	Bauwerksabdichtung	262
8.4.3	Dränanlagen	271
8.5	Innenwände	274
8.6	Freistehende Mauern	274
8.7	Überschüttete Decken- und Gewölbekonstruktionen	276
8.8	Normen, Richtlinien, Merkblätter	280
8.9	Bildquellenverzeichnis	280
9	Wände	281
9.1	Wandfunktionen	281
9.2	Wandarten	283
9.3	Wandkonstruktionen	285
9.3.1	Außenwandkonstruktionen	287
9.3.2	Innenwandkonstruktionen	294
9.4	Fassaden	295
9.5	Bildquellenverzeichnis	302

10	Dächer	303
10.1	Konstruktive Vorbemerkungen.....	303
10.2	Geneigte Dächer (Steildächer).....	306
10.2.1	Prinzip.....	306
10.2.2	Wärmedämmbaustoffe.....	308
10.2.3	Belüftetes – oder Kaltdach.....	310
10.2.4	Unbelüftetes – oder Warmdach.....	312
10.2.5	Aufsparrendämmung (oberhalb der Sparren).....	313
10.2.6	Zwischensparrendämmung.....	315
10.2.7	Dämmung unter dem Sparren.....	316
10.2.8	Spezielle Konstruktionen.....	318
10.2.9	Altbausanierung mit dem Dämmkeil.....	318
10.2.10	Dämmen mit EPS-Elementen.....	322
10.3	Flachdächer.....	327
10.4	Gründächer.....	329
10.5	Dachgeschossausbau.....	332
10.5.1	Dachgeschossdeckendämmung.....	332
10.5.2	Ausgebaute Dachgeschosse.....	333
10.6	Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	336
10.7	Bildquellenverzeichnis.....	337
11	Decken	339
11.1	Allgemeines.....	339
11.2	Konstruktionsarten der Decken.....	339
11.3	Sanierung von Decken.....	343
11.4	Fußböden.....	345
11.5	Bildquellenverzeichnis.....	348
12	Feuerungsanlagen	349
12.1	Feuerstätten.....	350
12.1.1	Offene Kamine.....	351
12.1.2	Heizkamine.....	351
12.1.3	Kaminöfen.....	352
12.1.4	Grund- und Einsatzöfen.....	353
12.1.5	Specksteinöfen.....	356
12.1.6	Herde.....	358
12.2	Schornsteine.....	358
12.2.1	Einführung.....	359
12.2.2	Schornsteinarten.....	360
12.2.3	Sanierungsverfahren von Schornsteinmauerwerk.....	361
12.2.4	Sanieren von Schornsteinköpfen.....	362

12.2.5	Sanierungssystem bei Schrägführung von Schornsteinen	363
12.2.6	Sanierungsverfahren mit Querschnittsanpassung	364
12.2.7	Schornsteine für raumluftunabhängigen Heizbetrieb	366
12.2.8	Mehrschalige Keramik-Schornsteinsysteme.....	368
12.2.9	Kunststoffabgasleitungen und Poly-Abgasleitungen aus Polymerwerkstoffen	369
12.3	Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	370
12.4	Bildquellenverzeichnis	371
13	Treppen	373
13.1	Aufgaben – Planungsvorschriften – Begriffe	373
13.1.1	Aufgaben	373
13.1.2	Planungsvorschriften	375
13.1.3	Begriffe.....	378
13.2	Innentreppen	383
13.2.1	Konstruktionsgrundsätze	383
13.2.2	Innentreppenarten	385
13.2.3	Wartungs- und Reparaturarbeiten.....	387
13.3	Außentreppen	388
13.3.1	Konstruktionsgrundsätze	388
13.3.2	Stahltreppen.....	388
13.3.3	Betontreppen.....	391
13.3.4	Außen- und Holztreppen	392
13.3.5	Gartentreppen	393
13.4	Bodentreppen.....	395
13.5	Treppen – Sonderformen	396
13.5.1	Wendeltreppen.....	396
13.5.2	Spindeltreppen.....	397
13.6	Geländer und Handläufe	398
13.6.1	Geländer	398
13.6.2	Handläufe	399
13.7	Bildquellenverzeichnis	400
14	Fenster	401
14.1	Gestalterische und technische Aspekte.....	402
14.1.1	Fenster als Bestandteil der Architektur.....	402
14.1.2	Integration der Fenster in die vorhandene Bausubstanz	402
14.1.3	Fragenkatalog zur architektonischen Fenstergestaltung	403
14.1.4	Wärme- und Schallschutz.....	404
14.1.4.1	Wärmeschutz	404
14.1.4.2	Schallschutz	409

14.2	Kriterien zur Werkstoff-, Systemauswahl und zur Gütebestimmung	410
14.2.1	Werkstoff- und Systemauswahl	410
14.2.2	Güterichtlinien	413
14.3	Formen, Arten und Typen von Fenstern, Materialien	416
14.3.1	Fensterformen	416
14.3.2	Funktionsbereiche	417
14.3.3	Fenster aus Holz	418
14.3.4	Fenster aus Kunststoff	422
14.3.5	Fenster aus Holz mit Kunststoff	429
14.3.6	Fenster aus Aluminium	432
14.3.7	Fenster aus Aluminium im Verbund mit Holz und Kunststoff	434
14.4	Dachflächenfenster – Dachwohnraumfenster	435
14.4.1	Grundformen/Fenstertypen	435
14.4.2	Konstruktionsgrundsätze/Vorplanung	437
14.4.2.1	Vorplanung	437
14.4.2.2	Fenstergröße	439
14.4.2.3	Beachtung der Bauphysik	440
14.4.2.4	Material- und Produkteigenschaften	440
14.4.2.5	Luft- und Dampfdichtheit	440
14.4.2.6	Brand- und Schallschutz	441
14.4.2.7	Ausführungsfehler	441
14.5	Fenstersicherheit	441
14.5.1	Verbundsicherheitsglas (VSG)	443
14.5.2	Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG)	443
14.5.3	Offene und verdeckte Beschläge	444
14.5.4	Verschlussüberwachung	445
14.5.5	Brüstungshöhen	445
14.6	Details am Fenster	445
14.6.1	Sprossen	445
14.6.2	Rollläden	448
14.6.3	Fensterläden	448
14.7	Fenstereinbau	449
14.7.1	Anschlussfugen	449
14.7.2	Befestigung/Lastabtragung	452
14.7.3	Planerische Vorleistung	454
14.8	Restaurierung von Bestandsfenstern	454
14.8.1	Berücksichtigung der Detailausbildung bei der Restaurierung und Modernisierung	454
14.8.2	Konstruktionsfehler – Instandsetzung	455
14.8.3	Oberflächenbehandlung	456
14.9	Normen, Richtlinien, Merkblätter	459
14.10	Bildquellenverzeichnis	462

15 Türen und Tore	465
15.1 Anforderungen und Arten.....	466
15.1.1 Grundanforderungen an Türen	466
15.1.2 Arten	469
15.2 Außentüren – Haustüren – Innentüren.....	471
15.2.1 Konstruktionsprinzipien	471
15.2.2 Türen in Holzbauweise.....	473
15.2.3 Türen aus Kunststoff	474
15.2.4 Türen aus Aluminium.....	475
15.2.5 Türen aus Werkstoffkombinationen	475
15.2.6 Innentüren.....	478
15.2.7 Türliste.....	480
15.3 Konstruktionsdetails	481
15.3.1 Einbruchhemmung.....	481
15.3.2 Türdichtungen.....	487
15.3.3 Beschläge – Schlösser – Griffe.....	489
15.3.4 Verglasung.....	491
15.4 Türen mit besonderen konstruktiven und ästhetischen Anforderungen	491
15.5 Tore.....	492
15.6 Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	495
15.7 Bildquellenverzeichnis	495
16 Fugen	497
16.1 Fugenarten	497
16.1.1 Aufgaben	497
16.1.2 Begriffe.....	497
16.1.3 Fugenbewegungen.....	500
16.1.4 Fugenverbindungen	501
16.2 Anforderungen an die Fugen	504
16.2.1 Bautechnische Forderungen	504
16.2.2 Bauphysikalische Forderungen.....	505
16.2.3 Anforderungen an die Fugenabdichtung	506
16.2.4 Fugendichtung	507
16.3 Fugenbänder	509
16.3.1 Arten und Anforderungen.....	509
16.3.2 Dichtungsprinzipien	510
16.3.3 Ausführungsarten	511
16.3.4 Stoffgrundlagen für Fugenbänder.....	513
16.4 Außenwandfugen.....	514
16.4.1 Arten von Außenwandfugen.....	514
16.4.2 Ausbildung der Außenwandfugen	516

16.4.3	Verarbeitung der Dichtmassen.....	519
16.4.4	Fugenkreuze.....	520
16.5	Beispiele für Sanierungsarbeiten	521
16.5.1	Grundlagen der Fugensanierung.....	521
16.5.2	Sanierung von Ziegel- oder Klinkerverblendflächen.....	522
16.5.3	Nachträgliche Verfug-Technik	524
16.5.4	Sanierung älterer Fugen.....	525
16.5.5	Unterscheidungsmerkmale bei der Fugeninstandsetzung.....	526
16.5.6	Sanierung von defekten Fugenbändern	526
16.5.7	Sanierung von Fugen mit Fugendichtungsmassen.....	527
16.5.8	Sanierung mit aufklebbaren Dichtstoffbändern.....	528
16.5.9	Sonderlösungen	528
16.6	Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	530
16.7	Bildquellenverzeichnis.....	530
17	Putze.....	531
17.1	Schadenserscheinung an Putzen	532
17.1.1	Funktionsfehler.....	533
17.1.2	Projektionsfehler.....	534
17.1.3	Ausführungsfehler.....	535
17.2	Erkennen und Beurteilen von Schäden.....	535
17.3	Verarbeiten – Putzmörtel – Mörtelgruppen	544
17.3.1	Konstruktive und technische Vorarbeiten.....	544
17.3.2	Arten und Lieferformen von Putzmörteln	550
17.3.3	Putzmörtelgruppen.....	550
17.4	Vorbereitung des Putzuntergrundes.....	553
17.5	Einsatz von Kunstharzen und Dämmstoffen.....	556
17.5.1	Kunstharze.....	556
17.5.2	Dämmstoffe	557
17.6	Wärmedämmverbundsystem.....	558
17.6.1	Konstruktive Erfordernisse.....	558
17.6.2	Systemaufbau eines Wärmedämmverbundsystems	559
17.7	Putzsysteme	562
17.7.1	EPS-Wärmedämmputzsystem (expandiertes Polystyrol)	562
17.7.2	Maschinelle Putzverarbeitung.....	563
17.7.3	Sanierputz.....	564
17.7.4	Putze auf Leichtmauerwerk	565
17.7.5	Putze gegen feuchtes salzhaltiges Mauerwerk.....	566
17.8	Oberflächenschutzmaßnahmen	567
17.8.1	Imprägnierungen.....	568
17.8.2	Versiegelungen	568
17.8.3	Farblose Sperranstriche	569

17.8.4	Strukturierte Putzoberflächen	569
17.9	Verbesserung des vorhandenen Putzes	571
17.10	Hinweise zur Systemauswahl und zur Putzverarbeitung	572
17.11	Putzgestaltung durch Ziehen von Profilen	575
17.11.1	Bedeutung und Aufgaben von Profilen	575
17.11.2	Abnahme des alten Profils	576
17.11.3	Herstellen von Zugschablonen	576
17.11.4	Handwerkliche Ausführung	578
17.11.5	Besondere Profilformen	581
17.12	Sgraffitotechnik	582
17.13	Normen, Richtlinien, Merkblätter	583
17.14	Bildquellenverzeichnis	584
18	Anstrichstoffe	585
18.1	Bestandteile der Anstrichstoffe	585
18.1.1	Bindemittel	585
18.1.2	Pigmente	586
18.1.3	Lackfarben	587
18.1.4	Dispersionsfarben	588
18.1.5	Silikatfarben	588
18.1.6	Silikonharzfüllfarbe	589
18.1.7	Unterschiede der Trocknung und Erhärtung	589
18.1.8	Anstrichaufbau	590
18.1.9	RAL – Design-System-Farbatlas	590
18.2	Ursachen der häufigsten Schadensfolgen	592
18.2.1	Schadenseinschätzung	592
18.2.2	Ursache von Anstrichschäden	592
18.3	Anforderungen an Beschichtungsuntergründe	593
18.3.1	Voraussetzungen und Forderungen an Beschichtungsuntergründe	593
18.3.2	Allgemeine Voraussetzungen für eine Beschichtung	594
18.3.3	Untergrundeinteilung	594
18.3.4	Übersicht über Beschichtungssysteme auf mineralischen Untergründen	596
18.4	Reparaturmaterialien, Arten und Anwendungen	597
18.4.1	Reparaturmaterialienarten	597
18.4.2	Werkstoffe	598
18.5	Neubeschichtung mit Anstrichstoffen	600
18.5.1	Schichtenaufbau	601
18.5.2	Haftungsfestigkeitsprüfung	602
18.6	Beschichtung auf Altanstrichen	602
18.6.1	Überholungsanstriche	602
18.6.2	Erneuerungsanstrich	603
18.6.3	Duplexsysteme	604

18.6.4	Deckende Anstriche mit Aufhelltechnik.....	605
18.6.5	Anwendung alter Maltechniken.....	605
18.7	Schadensanalyse	606
18.7.1	Schäden an kalk- und zementgebundenen Anstrichen	607
18.7.2	Schäden an Silikatfarbanstrichen.....	608
18.7.3	Schäden an Leimfarbanstrichen.....	609
18.7.4	Schäden an Dispersionsfarbanstrichen.....	611
18.7.5	Schäden an Anstrichen auf der Bindemittelgrundlage lufttrockener Öle und Alkydharze.....	612
18.7.6	Schäden an Lack- und Lackfarbanstrichen	613
18.8	Normen, Richtlinien, Merkblätter	616
18.9	Bildquellenverzeichnis.....	616
19	Ökologisches Sanieren.....	617
19.1	Umweltschonende Baustoffe	618
19.1.1	Ökologische Grundsätze.....	618
19.1.2	Natürliche und biologische Baustoffe.....	618
19.1.3	Auswahl- und Bewertungskriterien	620
19.2	Ökologische Sanierung von Baukonstruktionen.....	622
19.2.1	Konstruktive Grundsätze	622
19.2.2	Ökologische Konstruktionen	625
19.3	Gesund bauen und wohnen.....	626
19.3.1	Erfassung und Beurteilung gebäudebedingter Schadstoffe	626
19.3.2	Untersuchungen vor Sanierungsbeginn	628
19.3.3	Baustoffe für den Innenraum	629
19.4	Energiegerechte Gebäudeplanung	631
19.4.1	Konstruktive Grundlagen	631
19.4.2	Niedrigenergiehaus.....	633
19.4.3	Passivhaus.....	634
19.4.4	Energiesparhaus 60/40 (KfW).....	643
19.5	Erneuerbare Energien	644
19.5.1	Stand – Prognose – Einsatz.....	644
19.5.2	Solarenergie	646
19.5.3	Solarthermie.....	646
19.5.4	Photovoltaik.....	650
19.6	Funktionsweise der solaren Stromgewinnung	653
19.6.1	Windenergie.....	658
19.6.2	Biomasse.....	660
19.6.3	Geothermie	662
19.6.4	Wasserkraft.....	667
19.6.5	Nachwachsender Rohstoff Holz	668
19.7	Rückbau aus sanierungstechnologischer Sicht	670

19.8	Normen, Richtlinien, Merkblätter.....	673
19.9	Bildquellenverzeichnis	674
20	Bautechnischer Artenschutz	675
20.1	Artenschutz an Gebäuden – warum?.....	675
20.2	Rechtsgrundlagen	676
20.3	Merkmale und Bedürfnisse geschützter Tiere	678
20.4	Allgemeine Anforderungen an Niststätten	688
20.5	Artenschutz am Bauwerk – Kosten-Risikoeinschätzung.....	689
20.6	Vorgehensweise für die artenschutzgerechte Altbausanierung	691
20.7	Artenschutzgerechte Gestaltung ausgewählter Bauteile.....	691
20.7.1	Im Hauptgesimsbereich	691
20.7.1.1	Im Holzgesimskasten an ein- bis zweigeschossigen Gebäuden	691
20.7.1.2	Im hölzernen Hauptgesims mit großem Gesimskasten	691
20.7.1.3	Im Steingebältsbereich mit nicht ausgebautem Dachboden... ..	693
20.7.2	Im DrempeI.....	694
20.7.2.1	Hinter dem DrempeImauerwerk bei nicht ausgebautem Dachboden	694
20.7.2.2	Im DrempeImauerwerk	695
20.7.3	Hinter Lüftungslöchern von Plattenbauten	696
20.7.4	In der Außendämmung von Plattenbauten	697
20.7.5	Im Fensterbereich	698
20.8	Argumentationshilfen für Bauherren und Baufachleute	700
20.8.1	Belange der Denkmalpflege und Gestaltung	700
20.8.2	Wärmebrücken beim Einbau in Außenmauern und Wärmedämmung ..	700
20.8.3	Kotverschmutzungen.....	701
20.8.4	Ansiedlung verwilderter Haustauben	702
20.8.5	Pflege, Wartung und Lebensdauer von Niststätten.....	703
20.9	Artenschutzgerechte Vergrämung	704
20.9.1	Visuelle Vergrämung.....	704
20.9.2	Akustische Vergrämung	705
20.9.3	Elektrische Vergrämung	706
20.9.4	Mechanische Vergrämung.....	706
20.10	Bildquellenverzeichnis	711
21	ÖNORMEN	713
	Literaturverzeichnis	717
	Sachwortverzeichnis	721