

Fassadenschutz und Bausanierung

Der Leitfaden für die Sanierung, Konservierung
und Restaurierung von Gebäuden

Dr. Helmut Weber

Dr.-Ing. Engin Bagda
Dr. B. Elsener
Dr. Lothar Goretzki
Dr. Peter Grochal
Wolfgang Heising
R. Hoffmann
Dipl.-Ing. (FH)
Angela Hoffmann-Müller
Dipl.-Ing. (FH) Franz Janka

Dipl.-Ing. (FH) Hermann G. Meier
Dipl.-Ing. Karl Pieper
Dr. Preußner
Horst Rusam
Dipl.-Math. Hans Schuhmann
Franz Stöckel
Prof. Dr.-Ing. Michael Ullrich
Prof. Dr. F. H. Wittmann

5., völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 266 Bildern und 282 Literaturstellen



Kontakt & Studium
Band 40

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. Wilfried J. Bartz
Technische Akademie Esslingen
Weiterbildungszentrum
DI Elmar Wippler
expert verlag

expert  **verlag**

Inhaltsverzeichnis

Herausgeber-Vorwort

Autoren-Vorwort

1	Die Ermittlung von Kenndaten als Grundlage zur Bewertung und Sanierung von Gebäuden und zur Auswahl geeigneter Sanierungsverfahren und Sanierungssysteme	1
	H. Weber	
1.1	Einleitung	1
1.2	Feuchtigkeit und Wärmedämmung	1
1.2.1	Die kapillare Wasseraufnahme	3
1.2.2	Die Kondensation	5
1.2.3	Die Kapillarkondensation	6
1.2.4	Hygroskopizität und Osmose	7
1.2.5	Weitere Mechanismen der Wasseraufnahme und zusammenfassende Wertung	8
1.3	Die Wasserdampfdiffusion	9
1.3.1	Diffusionswiderstandszahl μ	10
1.3.2	Diffusionswiderstand oder gleichwertige Luftschichtdicke	10
1.3.3	Fassadenschutztheorie nach Künzel	11
1.4	Ermittlung allgemeiner Kenndaten	13
1.4.1.	Wichtige Kenndaten an Gebäuden	15
1.4.1.1	Feuchtigkeitsmessungen	15
1.4.1.2	Analyse der Schadstoffe im Mauerwerk	15
1.4.1.3	Bestimmung der pH-Werte und elektrophysikalische Messungen	16
1.4.1.4	Thermografische Messungen	16
1.4.1.5	Bewertung der Umgebung und der Umweltsituation	16
1.4.1.6	Beurteilung konstruktiver Mängel	16
1.4.1.7	Beurteilung des Mauerwerkaufbaues	16
1.4.1.8	Baustoffanalysen	17

1.5	Kenngrößen des Wärmeschutzes	17
1.5.1	Begriffe, Zeichen und Einheiten des Wärmeschutzes nach DIN 4108 Teil 1	22
1.6	Zusammenstellung wichtiger Normen	22
2	Die wichtigsten Fassadenbaustoffe, bauphysikalische und bauchemische Kriterien	25
	H. Schuhmann	
2.1	Einleitung	25
2.2	Allgemeine Beschreibung von Kenngrößen	27
2.3	Naturwerksteine	29
2.4	Ziegel und Klinker	32
2.5	Kalksandsteine	33
2.6	Zementgebundene Steine	34
2.7	Kalk- und Zementmörtel	35
2.8	Beton	37
2.9	Verhalten von Fassadenbaustoffen bei äußeren Einflüssen	39
2.10	Stabilitätsbedingungen für Fassaden	43
3	Eigenschaften von Bindemitteln auf Kalkbasis	48
	H. Schuhmann	
3.1	Gelöschter Kalk – Kalkhydrat	48
3.2	Hydraulische Kalke	51
3.3	Die Modifizierung von Mörteln	54
4	Feuchtigkeitsaufnahme und Feuchtigkeits- transport in porösen Baustoffen	57
	F. H. Wittmann	
4.1	Einleitung	57
4.2	Charakterisieren des porösen Gefüges	60
4.2.1	Porenvolumen, Porengrößenverteilung und Porengeometrie	60
4.2.2	Einige Beispiele für poröse Gefüge	64
4.2.3	Porosität und Eigenschaften der Baustoffe	64
4.3	Wasseraufnahme und Wassertransport	70
4.3.1	Unterschiedliche Mechanismen der Wasseraufnahme	70
4.3.2	Kapillare Saugfähigkeit	71
4.3.3	Sickerströmung	72
4.3.4	Schlagregen	73

4.3.5	Wasserdampfkondensation	74
4.3.6	Kapillarkondensation	75
4.3.7	Hygroskopische Wasseraufnahme	76
4.3.8	Osmose	79
4.4	Zusammenfassung und Folgerungen	79
5	Schadensbilder an Fassaden	80
	F. Preußner	
5.1	Schäden durch Regen und fließendes Wasser (Oberflächenwasser)	81
5.2	Schäden durch extreme Temperaturwechsel, Frostschäden	81
5.3	Salzschäden	83
5.4	Schäden durch Zivilisationsbelastungen	85
5.5	Schäden aufgrund fehlerhafter Reinigungen und Sanierungsmaßnahmen	86
5.6	Schäden durch bautechnische Fehler	87
5.7	Sonstige Schadensquellen	88
5.8	Die beschleunigte Verwitterung	88
6	Krustenbildung – Veränderungen an der Baustoffoberfläche durch Umwelteinflüsse	90
	L. Goretzki	
6.1	Einführung	90
6.2	Umwelteinflüsse/Faktoren	95
6.3	Baustoffeigenschaften	98
6.4	Das „Weimarer Expositionsmodell“	99
7	Tauwasserschutz	114
	A. Hofmann-Müller	
7.1	Berechnung der Dampfdiffusion	115
7.1.1	Ziel der Berechnung und Berechnungsgrundlagen	115
7.1.2	Randbedingungen	116
7.1.3	Berechnungsverfahren	117
7.1.3.1	Berechnung des Tauwasserausfalls	117
7.1.3.2	Berechnung der Verdunstung	122
7.2	Anwendungsbeispiele	126
7.2.1	Beispiel: Außenwand mit „Thermohaut“	127
7.2.2	Beispiel: Außenwand mit nachträglicher Innendämmung	130

7.2.3	Beispiel: Hinterlüftete Fassade	137
7.2.4	Beispiel: Decke nach unten gegen Außenluft	139
8	Thermografie in der praktischen Anwendung im Bauwesen	142
	F. Janka	
8.0	Temperaturmessung an Oberflächen	142
8.1	Entwicklung und Prinzip der Thermografie	143
8.2	Grundlagen und Voraussetzungen	144
8.2.1	Thermografie und Bauphysik	144
8.2.2	Voraussetzungen	144
8.2.2.1	Temperaturbereich	144
8.2.2.2	Beweglichkeit	145
8.2.2.3	Auflösungsvermögen	145
8.2.3	Umgebungsbedingungen während der Messung	145
8.2.3.1	Umgebungstemperatur	145
8.2.3.2	Temperaturdifferenz	146
8.2.3.3	Atmosphäre	146
8.2.3.4	Fremdstrahlungen	146
8.2.3.5	Weitere Einflüsse	147
8.3	Meßverfahren	148
8.3.1	Qualitative Thermografie	148
8.3.1.1	Sichtgeräte	148
8.3.1.2	Thermografie-Anlagen	149
8.3.1.3	Flugscanner	149
8.3.2	Quantitative Thermografie	149
8.3.2.1	Messungen ohne zusätzliche Hilfsmittel	150
8.3.2.2	Messung mittels Referenztemperatur	150
8.3.2.3	Messung mittels Referenzstrahler	150
8.3.2.4	Messung mittels Referenzflächen	151
8.3.2.5	Linescanner	151
8.3.2.6	Kombination von Thermografie-Anlagen mit Wärmefluß- messern	152
8.3.2.7	Kombination von Thermografieanlagen mit Computern	152
8.4	Nutzanwendung der Thermografie im Hochbau mit Praxis-Beispielen	153
8.4.1	Thermografische Durchmusterung von Gebäuden	153
8.4.2	Ortung von Leitungssystemen (Rohrleitungen)	157
8.4.3	Überprüfung von Wärmedämm-Maßnahmen	158
8.4.4	Feststellung von Feuchtigkeit	158
8.4.5	Baustoffprüfung	159
8.4.6	Fachwerk-Ortung	159

8.4.7	Altbausanierung	159
8.4.8	Fensterüberprüfung	162
8.4.9	Kamine	162
8.4.10	Zusammenfassung	164
8.5	Problematik der k-Wert-Messung	164
8.5.1	Definition des k-Wertes	164
8.5.2	Messung des k-Wertes	164
8.5.3	Praktischer Nutzen des k-Wertes	165
9	Zum instationären Temperatur- und Feuchteverhalten von Baustoffen und Beschichtungen in Abhängigkeit der Umwelteinflüsse	167
	E. Bagda	
9.1	Einleitung	167
9.2	Stationäre Wärmeströme	168
9.3	Oberflächentemperaturen an Außenwänden	170
9.4	Instationäre Wärmeströme	177
9.5	Der Feuchtehaushalt	181
9.6	Instationäre Feuchteströme und Regenschutz	198
9.7	Ausblick	201
10	Der mineralische Fassadenputz Wärmedämmung mit Wärmedämmputzen und mineralischen Wärmedämm-Verbundsystemen Sanierputzsysteme Außenputzinstandsetzung Fachwerk	203
	H. G. Meier	
10.1	Anforderungen an mineralische Fassadenputze	206
10.2	Mörtelgruppen und Mischungsverhältnisse	209
10.3	Mörtelzusätze	215
10.4	Werkmörtel	220
10.5	Putzgrund	223
10.5.1	Vorbehandlung des Putzgrundes	225
10.5.2	Besondere Putzuntergründe	226
10.6	Putzträger	227
10.7	Putzweisen	228
10.8	Übliche mineralische Fassadenputzsysteme	229
10.9	Farbige Außenputze	231

10.10	Wärmedämmputze	232
10.11	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)	234
10.12	Sanierputzsysteme	235
10.13	Außenputzinzstandsetzung mit mineralischen Systemen	241
10.14	Fachwerk	247
11	Kunstharzputze	249
	K. Pieper	
11.1	Entwicklung	249
11.2	Begriff	251
11.3	Zusammensetzung	252
11.3	Oberflächenstrukturen und Effekte	253
11.5	Eigenschaften und Anforderungen	256
11.6	Grenzen in der Anwendung	258
11.7	Untergründe	259
11.8	Untergrundvorbehandlung	260
11.9	Verarbeitung	260
11.10	Kunstharzputze auf Basis gelöster Polymerisate	261
11.11	Anwendung	261
11.12	Renovierungen, Sanierungen	263
11.13	Spezialanwendungen	263
11.14	Wärmedämmverbundsysteme (WVS)	263
12	Fassadenreinigung	266
	L. Goretzki	
12.1	Die Fachplanung als Grundlage der Qualitätssicherung	266
12.2	Fassadenreinigung	268
12.2.1	Reinigungstechnologien und Verfahren	270
12.2.1.1	Naßverfahren	270
12.2.1.2	Trockenverfahren	278
12.2.1.3	Chemische Verfahren	282
13	Pilze und Algen an Fassaden	284
	E. Bagda und H. Rusam	
13.1	Einleitung	284
13.2	Mikroorganismen	285
13.3	Pilze und ihre Erscheinungsformen	286

13.4	Die Erkennung der Pilze	288
13.5	Algen, deren Erscheinungsform und Erkennung	290
13.6	Voraussetzungen und Ursachen des Befalls von Mikroorganismen	292
13.7	Biozide Anstrichstoffe	294
13.8	Die Sanierung pilz- und algenbefallener Flächen	297
14	Normen, Anforderungen, Prüfungen von Fassadenbeschichtungen	299
	E. Bagda	
14.1	Normen	299
14.1.1	Normen für Fassadenbeschichtungen	302
14.2	Stand der Technik, Regelwerke	305
14.3	Wetterbeständigkeit	305
14.4	Prüfungen	310
14.4.1	Wasseraufnahme	310
14.4.2	Wasserdampfdurchlässigkeit	311
14.4.3	Künstliches Bewittern	312
14.4.4	UV-Feuchte-Wechselast	313
14.4.5	Haftung	317
14.4.6	Frost-Tau-Wechselast bzw. Feuchte-Kälteschock	318
14.4.7	Feuchte-Wärme-Wechselast	319
14.4.8	Wasserbelastung	319
14.4.9	Kurzbewittern Warm—Kalt, Naß—Trocken, Frost—Tau	320
14.4.10	NFT 30-049: Künstliche Bewitterungsprüfung für Anstrichstoffe und Fassadenfarben (Französische Norm)	320
14.4.11	Technische Prüfvorschriften für Oberflächenschutzsysteme (für Stahlbeton im Brücken- und Ingenieurbau) TP OS des Bundesministers für Verkehr, Abteilung Straßenbau	321
14.4.12	UEATc Richtlinien für die Beurteilung ihrer Eignung von Fassadenwärmedämm-Verbundsystemen mit dünnen Putzbeschichtungen auf Wärmedämmmaterial aus expandiertem Polystyrol (Juni 1988)	321
14.4.13	UEATc Richtlinien für die Beurteilung ihrer Eignung von Kunstharzputzen (Februar 1978)	322
14.5	Zusammenfassung	323

15	Eigenschaften und Mikrostruktur der Fassaden- beschichtungen	324
	Peter Grochal	
15.1	Einleitung	324
15.2	Fassadenfarben	324
15.2.1	Nicht hydrophobierte Kalkfarbe	325
15.2.2	Einkomponentige Reinsilikatfarbe	329
15.2.3	Dispersionsilikatfarbe	331
15.3	Dispersionsfarben	333
15.3.1	Füllfarbe auf Dispersionsbasis	333
15.3.2	Fassadenfarbe auf Dispersionsbasis	336
15.3.3	Silikonharzfarbe auf Dispersionsbasis	336
15.4	Fassadendeckputze	343
15.4.1	Mineralischer Kalkzementputz	344
15.4.2	Silikatputz	344
15.4.3	Kunstharpuzt	348
15.4.4	Silikonputz	348
15.5	Zusammenfassung	348
16	Anstriche als Beschichtungen für mineralische Fassadenbaustoffe	351
	H. Weber	
16.1	Allgemeine Vorbemerkungen	351
16.2	Aufbau der Anstrichsysteme	353
16.3	Forderungen der Physik und Chemie an Anstrichsysteme	354
16.3.1	Die Bedeutung der kapillaren Wasseraufnahme	363
16.3.2	Die Gasdurchlässigkeit von Beschichtungen	365
16.3.2.1	Die Wasserdampfdurchlässigkeit	365
16.3.2.2	Die Kohlendioxid durchlässigkeit	367
16.3.3	Fassadenschutztheorie nach Künzel	368
16.3.4	Diffusionsverhalten und Wasseraufnahme als Auswahl- kriterien für Anstriche	369
16.4	Einteilung der Anstriche	370
16.4.1	Einteilung der Anstriche nach Bindemitteln	370
16.4.1.1	Mineralfarben	371
16.4.1.2	Zweikomponentensilikatfarben	371
16.4.1.3	Einkomponentensilikatfarben oder Dispersions- silikatfarben	374
16.4.1.4	Dispersionsfarben	374
16.4.1.5	Polymerisatharzfarben	374

16.4.1.6	Siliconharzfarben	375
16.4.2	Einteilung nach bauphysikalischen Kriterien	375
16.5	Bedeutung der Grundierung (Grundbeschichtung)	379
16.6	Anwendungs- und Auswahlkriterien für Anstriche als Beschichtungen	381
16.6.1	Putz als Beschichtungsuntergrund	381
16.6.1.1	Beurteilung des Putzes bzw. der Putzoberfläche	384
16.6.2	Leistungsprofil der Anstriche	384
16.6.3	Rißüberbrückende Beschichtungen auf Putzen	385
17	Rißüberbrückende Beschichtungen	395
	E. Bagda	
17.1	Einleitung	395
17.2	Rißarten	395
17.2.1	Schwindrisse im Putz bzw. Betonoberfläche	395
17.2.2	Vom Wandbildner ausgehende Risse	397
17.2.3	Bautechnische Risse	398
17.2.4	Risse in Stahlbeton	399
17.3	Mechanik der Rißüberbrückung	400
17.4	Anwendungstechnische Maßnahmen für rißüberbrückende Beschichtungen	402
17.4.1	Vorarbeiten auf Untergründen	402
17.4.2	Anstrichtechnische Vorarbeiten (Grundanstriche) auf Untergründen	402
17.4.3	Vorarbeiten an Rissen	403
17.4.4	Ausführung der Beschichtung	404
17.5	Bauphysikalisches	405
18	Hydrophobierungen als farblose Beschichtungen	406
	H. Weber	
18.1	Was versteht man unter Imprägnierungen?	406
18.2	Was ist Hydrophobieren?	407
18.3	Einteilung der Hydrophobierungsmittel	409
18.3.1	Silane, Siloxane, Siliconharze	412
18.3.2	Silicon-Mikroemulsionen	414
18.3.2.1	Das zugrundeliegende Prinzip	414
18.3.2.2	Die Konzentrate	416
18.4	Anwendung und Verarbeitung hydrophobierender Imprägnierungen	416

19	Reparatur und Sanierung an Sandsteinfassaden	419
	H. Schuhmann	
	Einleitung	419
19.1	Reparaturmaßnahmen	419
19.1.1	Zurückarbeiten	420
19.1.2	Zurückarbeiten und Reprofilieren	420
19.1.2.1	Hydraulische Reprofiliermörtel	420
19.1.2.2	Reaktionsharzgebundene Reprofiliermörtel	423
19.1.3	Zurückarbeiten und Verblenden	423
19.1.3.1	Verblenden mit Natursteinen	427
19.1.3.2	Verblenden mit Kunststeinen	427
19.1.4	Austausch von Natursteinen	427
19.1.4.1	Natursteine	427
19.1.4.2	Austausch durch Kunststeine	428
19.2	Flankierende Schutzmaßnahmen	428
19.2.1	Verfestigung von Natursteinen, vorwiegend Sandsteinen	428
19.2.2	Fugenreparaturen	430
19.2.3	Injektionsmaßnahmen	431
19.2.4	Hydrophobierende Imprägnierung	432
19.2.5	Schutzanstriche	433
19.3	Objektanalyse, Vergleich Ist-/Sollzustand	433
19.4	Beispiele aus der Praxis	435
19.4.1	Untersuchung einer Sandsteinfassade	
	Ermittlung des Ist-Zustandes	435
19.4.2	Maßnahmenplan	437
19.4.2.1		437
19.4.2.2		437
19.4.2.3		437
19.4.2.4	Flankierende Maßnahmen	437
19.4.3	Produktprofile	438
19.4.3.1	Verfestigungsmittel auf Basis Kieselsäureester	438
19.4.3.2	Hydrophobiermittel Basis Polysiloxan, lösemittelhaltig	438
19.4.3.3	Reprofiliermörtel	438
19.4.3.4	Fugenfeinmörtel	439
19.4.4	Durchführung und Überwachung	439
20	Steinkonservierung – Planung und Ausführung	443
	H. Weber	
20.1	Steinkonservierungsverfahren	444
20.2	Planung einer Maßnahme zur Steinkonservierung	445

20.3	Aufstellung eines Konservierungsplanes für die Alte Pinakothek in München	448
20.3.1	Schadensanalyse	448
20.3.2	Materialanalyse – Steinuntersuchung	449
20.3.3	Ablauf der Arbeiten bei der Behandlung der Musterfläche	451
20.3.4	Überprüfung der Ergebnisse von der Musterfläche	451
20.4	Festlegung des endgültigen Konservierungsverfahrens	453

**WTA Wissenschaftlich-technischer Arbeitskreis
für Denkmalpflege und Bauwerksanierung e. V.
WTA-Merkblatt 3-4-90**

454

	Einleitung	455
A	Kenndatenermittlung	457
1	Schadensaufnahme, Probennahme	457
2	Mineralogische und Petrographische Gesteins- parameter	458
3	Putz und Mörtel	459
4	Physikalische Parameter für Stein, Putz und Mörtel	460
5	Bauchemische Daten	461
6	Standsicherheit	462
7	Konservierungsversuche	463
B	Empfehlungen zur Erstellung von Leistungs- verzeichnissen	464
C	Nachsorge und Wartung	467

21 Injektionsmaßnahmen am Mauerwerk
Hans Schuhmann

470

21.1	Einleitung	470
21.2	Typische Erscheinungsformen von Schäden	470
21.3	Injektionsharze und deren Eigenschaften	471
21.4	Verfahrenstechniken	472
21.5	Stand der Technik bei Epoxidharzinjektionen	472

22	Anforderungen an die Tragwerkplanung bei der Instandsetzung von Mauerwerksfassaden	478
	Planungsgrundsätze – Instandsetzungstechniken – Qualitätssicherung M. Ullrich	
22.1	Einleitung	478
22.2	Planungsgrundsätze	480
22.2.1	Untersuchungsmethodik	480
22.2.2	Thesen zur Arbeitsweise	482
22.2.3	Standsicherheit	483
22.2.4	Hinweise zur Anamnese	484
22.2.5	Hinweise zur Diagnose	486
22.2.6	Hinweise zur Therapie	486
22.3	Zum Tragverhalten alten Mauerwerkes	487
22.3.1	Allgemeines zum Tragverhalten	487
22.3.2	Möglichkeiten der Tragfähigkeits-Beurteilung	489
22.3.3	Hinweise zur Praxis der Beurteilung	493
22.4	Austausch von Mauerwerk	494
22.5	Injizieren – Vernadeln – Vorspannen	495
22.5.1	Injizieren	496
22.5.2	Vernadeln	497
22.5.3	Vorspannung	499
22.6	Bohr- und Injektionstechnik	502
22.7	Erfahrungen bei Vernadelungen und Injektionen	504
22.7.1	Hohlraumreiches und hohlraumarmes Mauerwerk	505
22.7.2	Korrosionsschutz und Endverankerung	506
22.7.3	Einflüsse von Spalten und Rissen	507
22.7.4	Treibmineralbildung	508
22.7.5	Weitere Schadensursachen	510
22.8	Hinweise zur Qualitätssicherung	511
23	Instandsetzung von Betonbauteilen	513
	Unter besonderer Berücksichtigung der neuen Richtlinien der ZTV-SIB und des DAfStb F. Stöckl	
23.1	Einleitung	513
23.2	Die neuen Regelwerke	515
23.3	ZTV-SIB	517
23.4	Die Richtlinie des DAfStb	523
23.5	Grundsätze für den Korrosionsschutz der Bewehrung und die Vorbehandlung	529

23.5.1	ZTV-SIB 90	529
23.5.2	„Rili“ des DAfStb	529
23.5.2.1	Vorbehandlung der Bewehrung	530
23.6	Betonuntergrund und Witterungsbedingungen	532
23.6.1	Oberflächenzugfestigkeit	532
23.6.2	Betonfeuchte	532
23.6.3	Temperaturen	533
23.6.4		533
23.6.5	Maßnahmen zur Erreichung der Anforderungen	533
23.7	Instandsetzungsbetone und -mörtel	534
23.7.1	ZTV-SIB 90	534
23.7.2	Richtlinie DAfStb	539
23.8	Oberflächenschutzsysteme	542
23.8.1	ZTV-SIB 90	545
23.8.2	Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton	547
23.9	Grundprüfungen, Eignungsprüfungen, Qualitätssicherung	555
23.9.1	Güteüberwachung der Stoffe und Stoffsysteme	556
23.9.2	Güteüberwachung vor Ort	557
23.9.3	Qualitätssicherung nach DIN/ISO 9001 – 9004 bzw. EN 29 000 – 29 004	557
23.10	Zusammenfassung und Ausblick	558

24 Betoninstandsetzung mit Wärmedämm-Verbundsystemen **559**

R. Hoffmann

24.1	Einleitung	559
24.2	Problemstellung	559
24.2.1	Allgemein	559
24.2.2	Schadensmechanismen	560
24.2.3	Reduzierung der Stahlkorrosion	564
24.2.4	Folgerungen für die Praxis	565
24.3	Anwendungsbereich	565
24.3.1	Allgemein	565
24.3.2	Wohnungsbestand in den neuen Bundesländern	565
24.3.3	Industrielle Bauweisen – Konstruktionsmerkmale	566
24.3.3.1	Blockbauweise 0,8 t	566
24.3.3.2	Plattenbauweise 5,0 t (P 2)	569
24.3.3.3	Plattenbauweise 6,3 t (WBS 70)	570
24.4	Instandsetzungskonzept	571
24.4.1	Allgemein	571
24.4.2	Schadensschwerpunkte	572
24.4.3	Voruntersuchungen	573

24.4.3.1	Carbonatisierung/Bewehrungsüberdeckung	573
24.4.3.2	Risse	574
24.4.3.3	Wandaufbau	574
24.4.3.4	Standsicherheit der Wetterschale	574
24.4.3.5	Fugen	578
24.4.4	Ausschreibung/Vergabe	578
24.5	Sicherung der Wetterschale	578
24.6	Betoninstandsetzung	582
24.6.1	Allgemein	582
24.6.2	Prüfen der Gesamtoberfläche	583
24.6.3	Schadstellen freilegen	583
24.6.4	Reinigen des Untergrundes	583
24.6.5	Reprofilierung	583
24.7	Wärmedämm-Verbundsysteme	584
24.7.1	Allgemein	584
24.7.2	Anforderungen	584
24.7.2.1	Brandverhalten	584
24.7.2.2	Standsicherheit	585
24.7.2.3	Wärmeschutz	586
24.7.2.4	Tauwasserschutz	586
24.7.2.5	Schlagregenschutz	587
24.7.2.6	Überbrückung der Wetterschalenfugen	587
24.7.2.7	Schallschutz	588
24.7.3	Baugenehmigung	588
24.7.4	Systemkomponenten	588
24.7.4.1	Klebmassen/-mörtel	589
24.7.4.2	Schienenbefestigung	590
24.7.4.3	Dämmplatten	590
24.7.4.4	Dübel	591
24.7.4.5	Armierungsmörtel	594
24.7.4.6	Armierungsgittergewebe	594
24.7.4.7	Oberputz	595
24.7.5	Systemauswahl	595
24.8	Qualitätssicherung	598
24.9	Zusammenfassung	599

25	Elektrochemische Instandsetzungsverfahren für Stahlbetonbauwerke: Kathodischer Korrosionsschutz, Chloridionenentzug und elektrochemische Realkalisierung	601
	B. Elsener	
25.1	Einleitung	601
25.2	Korrosion der Bewehrung in Beton	602
25.3	Elektrochemische Schutz- und Instandsetzungsverfahren	607
25.4	Kathodischer Korrosionsschutz von Stahlbeton	611
25.5	Elektrochemische Chloridentfernung	616
25.6	Elektrochemische Realkalisierung	622
26	Bauschädliche Salze und ihre Bedeutung	625
	H. Weber	
26.1	Die wichtigsten bauschädlichen Salze	625
26.2	Entstehung bauschädlicher Salze in Baustoffen	627
26.3	Schadensformen	630
26.4	Kristallisationsverhalten und Kristallisationsdruck bauschädlicher Salze	631
26.5	Reaktionsmöglichkeiten von Salzen mit Wasser und Hydrationsdrucke	633
26.6	Die hygroskopische Feuchtaufnahme	635
27	Instandsetzung von feuchte- und salzgeschädigtem Mauerwerk	637
	H. Weber	
27.1	Hinweise zur Sanierungsplanung	637
27.2	Instandsetzungsmaßnahmen	638
27.2.1	Vertikalabdichtungen	638
27.2.1.1	Verfahren der Vertikalabdichtung	639
27.2.2	Horizontalabdichtungen	642
27.2.2.1	Mechanische Verfahren	643
27.2.2.2	Injektionsverfahren	644
27.2.2.2.1	Definition von Injektionsverfahren und Wirkprinzip	644
27.2.2.2.2	Beschreibung der Injektionsmittel	645
27.2.2.2.3	Durchführung einer Injektion	650
27.2.2.2.4	Qualitätssichernde Maßnahmen	652
27.2.2.3	Elektrophysikalische Verfahren	655
27.2.3	Flankierende Maßnahmen	656
27.2.3.1	Dränung	657
27.2.3.2	Maßnahmen gegen bauschädliche Salze	658

27.2.3.2.1	Die chemische Salzbehandlung	659
27.2.3.2.2	Die physikalische Salzbehandlung	663
27.2.3.3	Sanierputze	664
27.2.3.3.1	Das Wirkungsprinzip von Sanierputzen	666
27.2.3.3.2	Oberputze und Beschichtungen auf Sanierputzen	667
	Merkblatt WTA 2-2-91	670

28 Erdberührte Bauwerksabdichtung nach dem Stand der Technik und nachträgliche Abdichtung insbesondere von der Raumseite **686**

W. Heising

28.1	Einleitung	686
28.1.1	Die Landesbauordnung	686
28.1.2	Regeln der Technik	686
28.1.3	Allgemeine bauaufsichtliche und baurechtliche Zulassungen	687
28.1.4	Stand der Technik	687
28.1.5	Fremdüberwachung – Überwachungszeichen	687
28.1.6	Verarbeitungsrichtlinien	688
28.2	Erdberührte Bauwerksabdichtung – Kellerabdichtung von außen	689
28.2.1	Neuartige Baustoffe und Verfahren	689
28.2.1.1	Mineralische, zementgebundene Beschichtungen – Dichtungsschlämmen	689
28.2.1.2	Kunststoffdotierte, zementgebundene Beschichtungen – Dichtungsschlämmen	690
28.2.1.3	Kunststoffdotierte Bitumenbeschichtungen	690
28.2.1.4	Reaktionsharze, Duroplaste	691
28.2.2	Lastfälle	691
28.2.3	Detailpunkte	697
28.3	Nachträgliche Kellerabdichtung	702
28.3.1		703
28.3.2	Nachträgliche Abdichtungsarbeiten an Kellerräumen von der Innenseite	705
28.3.2.1	Untergrundvorbereitung, Vorarbeiten	705
28.3.2.2	Detailpunkte, partielle Abdichtungen	705
28.3.2.3	Horizontale und vertikale Flächenabdichtungen	706
28.3.2.4	Ergänzende Maßnahmen, Folgeschichten	706

Literaturverzeichnis **711**

Sachregister **723**

Autorenverzeichnis **731**