

Josef Maier

Energetische Sanierung von Altbauten

2., ergänzte Auflage

Fraunhofer IRB Verlag

Inhalt

0	Einleitung	11
1	Baukonstruktionen alter Gebäude	17
1.1	Außenwände	18
1.1.1	Mauerwerk aus Natursteinen	18
1.1.2	Mauerwerk aus Backsteinen	25
1.1.3	Mauerwerk aus Lehm	30
1.1.3.1	Lehmwände	32
1.1.4	Fachwerkwände	34
1.1.4.1	Wandbekleidungen	38
1.1.5	Mauerwerk aus mineralisch gebundenen Steinen	40
1.1.5.1	Betonwerk- und Betonmauersteine	40
1.1.5.2	Kalksandsteine	41
1.1.5.3	Porenbetonsteine	42
1.1.6	Historischer Mauermörtel	43
1.1.6.1	Bindemittel	43
1.1.6.2	Zuschlagstoffe	47
1.1.6.3	Anmachwasser	48
1.2	Historische Putze	48
1.2.1	Kalkputz	48
1.2.1.1	Bindemittel für den historischen Kalkputz	49
1.2.1.2	Zuschlagstoffe für den historischen Kalkputz	50
1.2.1.3	Trasskalkputze	52
1.2.2	Gipsputz	55
1.2.2.1	Der Baustoff Gips	55
1.2.3	Lehmputz	56
1.2.4	Leimputz	58
1.3	Anstriche an-historischen Fassaden	59
1.3.1	Kalkfarben, . . . , . . . , . . . , / ••//;	59
1.3.2	Silikatfarben'	61
1.4	Decken	62
1.4.1	Holzbalkendecken	62
1.4.2	Die oberste Geschossdecke als Dachbalkendecke	65
1.4.3	Kellerdecken	67
1.4.4	Dekor an Decken	69
1.5	Dächer	70
1.5.1	Dachformen	71
1.5.1.1	Pulldach	71

Inhalt

1.5.1.2	Satteldach	71
1.5.1.3	Grabendach	74
1.5.1.4	Walmdach	75
1.5.1.5	Turmdach	76
1.5.1.6	Dach mit Kniestock oder Drempe	77
1.5.1.7	Mansardendach	78
1.5.1.8	Dach des 19. Jahrhunderts	79
1.5.1.9	Dach des 20. Jahrhunderts	80
1.5.2	Historische Deckung	81
1.5.2.1	Schaubdächer aus Stroh	81
1.5.2.2	Schindeln	81
1.5.2.3	Schiefersteine	81
1.5.2.4	Steinplatten	83
1.5.2.5	Tondachziegel	84
1.5.2.6	Metallbleche	85
1.5.2.7	Betondachsteine	88
1.5.2.8	Asbestzementplatten	89
1.5.2.9	Bitumendachschindeln, Bitumenbahnen	89
2	Typische Bauschäden	90
2.1	Schäden an den Außenwänden	90
2.1.1	Feuchteschäden und damit einhergehende Frostschäden	90
2.1.1.1	Schäden am Natursteinmauerwerk	92
2.1.1.2	Schäden am Backsteinmauerwerk	95
2.1.1.3	Allgemeine Schäden am Mauerwerk	95
2.1.2	Salzschäden	97
2.1.3	Setzungsschäden und typische Rissverläufe	101
2.1.4	Thermische Spannungen	105
2.1.5	Schwindverhalten	105
2.1.6	Deformationen infolge externer Kräfte	106
2.1.7	Schäden an Fachwerkwänden	107
2.1.7.1	Haussockel	107
2.1.7.2	Die Hölzer der Fachwerkwände	109
2.1.7.3	Ausfachungen, Gefache	113
2.1.8	Putzschäden	114
2.1.8.1	Putzrisse	114
2.1.8.2	Feuchte- und Salzschäden	120
2.1.8.3	Mangelnde Frostbeständigkeit	121
2.1.8.4	Salzschadensbilder	121
2.1.8.5	Treiberscheinungen	124
2.1.8.6	Chemische Korrosion	125

2.1.8.7	Biologische Korrosion	127
2.1.8.8	Algenbefall	128
2.1.8.9	Schimmelpilzbefall	131
2.2	Schäden an Decken und Fußböden	141
2.2.1	Schäden an und Reparatur von Dachbalkendecken	142
2.2.2	Schäden an alten Kellerdecken	145
2.2.2.1	Keller mit Gewölben aus Natursteinen	145
2.2.2.2	Keller mit Kappengewölben	146
2.3	Häufige Schäden an alten Dächern	146
2.3.1	Mechanische Zerstörung der Dachhaut infolge Sturm, Hagel oder Blitzschlag	146
2.3.2	Eingriffe in den Dachstuhl	146
2.3.3	Löcher in der Dachhaut	148
2.3.4	Schubkräfte - Untersuchung der Statik	148
2.3.5	Verstopfte oder zugewachsene Dachrinnen	148
2.3.6	Tauwasser aus aufsteigender, feuchtwarmer Luft	148
2.3.7	Undichte Anschlüsse der Dachdeckung	149
2.3.8	Dachlattennägel	149
2.3.9	Durchhängen alter Dachbalkendecken	150
2.3.10	Von Insekten oder Pilzen befallene Bereiche	151
2.3.11	Instandsetzung alter Dächer	151
3	Bauwerksdiagnostik	153
3.1	Orientierende Objektbesichtigung	153
3.2	Anamnese	155
3.3	Schadensdokumentation	156
3.3.1	Bautechnische Schadensdokumentation	156
3.3.2	Anlagentechnische Schadensdokumentation	158
3.4	Untersuchungen ohne wesentliche Eingriffe in die Gebäudesubstanz	160
3.5	Entscheidung über das weitere Vorgehen	165
3.6	Erstellen von Planunterlagen	166
3.7	Probenahme mit Eingriffen in die Gebäudesubstanz	169
3.7.1	Kenndatenermittlung zu Salz und Feuchte	171
3.7.2	Kenndatenermittlung zur Standsicherheit	173
3.8	Schalldämmung	176
3.9	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	177
3.10	Kosten der Bauwerksdiagnostik	178

Inhalt

4	Energetische Größen und Anforderungen, Bauphysik	180
4.1	Energieeinsparverordnung 2009	180
4.1.1	Jahres-Primärenergiebedarf	182
4.1.2	Wärmedurchgangskoeffizient U	183
4.1.3	Energieausweis	185
4.2	Wärme	186
4.2.1	Transmission von Wärme	187
4.2.1.1	Wärmestrahlung	187
4.2.1.2	Wärmeleitung	187
4.2.1.3	Wärmemitführung, d. h. Konvektion	188
4.2.1.4	Kondensation	188
4.2.1.5	Behaglichkeit	188
4.2.1.6	Transmissionswärmeverlust Q_T	190
4.2.1.7	Lüftungswärmeverlust Q_v	190
4.2.1.8	Sommerlicher Wärmeschutz	191
4.3	Feuchte	193
4.3.1	Wasserandrang in flüssiger Form	193
4.3.1.1	Regen, Oberflächen- und Sickerwasser	193
4.3.1.2	Kapillare Wasseraufnahme	196
4.3.2	Wasserdampf	198
4.3.2.1	Kondensation	199
4.3.2.2	Hygroskopische Feuchteaufnahme	203
4.3.2.3	Wasserdampfdiffusion	204
4.4	Luftdichtheit	206
4.4.1	Blower-Door-Test	209
5	Wärmedämmmaßnahmen	212
5.1	Wärmedämmstoffe	216
5.1.1	Künstliche Mineralfasern KMF	218
5.1.1.1	Randleistenmatten	221
5.1.2	Nachwachsende Dämmstoffe	222
5.1.3	Schüttungen	223
5.1.4	Schaumkunststoffe	223
5.1.5	Beschichtete Folien/Vakuumdämmung	225
5.1.6	Umweltverträglichkeit der Dämmstoffe	226
5.2	Wärmedämmputz	229
5.3	Wärmedämmverbundsystem WDVS	232
5.3.1	Praktisches Beispiel für ein WDVS	234
5.3.1.1	Anschlüsse	239
5.4	Vorgehängte, hinterlüftete Fassaden	242

5.4.1	Systemaufbau	242
5.4.2	Fassadenbekleidung	243
5.5	Innendämmung	244
5.5.1	Beispiele für den Wandaufbau bei Innendämmung	245
5.6	Dachdämmung	250
5.6.1	Die Zwischensparrendämmung	251
5.6.1.1	Luftdichtes Verkleben des Übergangs Mauerwerk - Dampfbremse	255
5.6.1.2	Beispiele für die Zwischensparrendämmung	257
5.6.2	Unterdachdämmung	267
5.6.3	Aufsparrendämmung	267
5.6.4	Wärmedämmung des Flachdachs	268
5.7	Wärmedämmung des Fachwerks	273
5.8	Wärmedämmung an der obersten Geschossdecke	278
5.8.1	Verbesserung der Wärmedämmung an der obersten Geschossdecke	280
5.9	Wärmedämmung der Kellerdecke	282
5.9.1	Dämmung unter der Kellerdecke	283
5.9.2	Dämmung über der Kellerdecke	287
5.10	Fehler bei der Wärmedämmung	288
5.10.1	Beispiel für ungenügende Wärmedämmung an alten Bauteilen	288
5.10.1.1	U-Werte für historische Wände aus Natursteinen	288
5.10.1.2	U-Werte für historische Wände aus Backsteinen	292
5.10.1.3	U-Werte historischer Lehmwände	295
5.10.2	Wärmebrücken	297
5.10.2.1	Typische Wärmebrücken	299
5.10.2.2	Bewertung der Wärmebrücken in der EnEV 2009	306
6	Feuchtigkeitsschutz	308
6.1	Nachträgliche Horizontalabdichtung	308
6.1.1	Mechanische Verfahren	309
6.1.2	Injektionen	312
6.1.3	Elektro-physikalische Verfahren (Elektroosmose)	315
6.2	Nachträgliches vertikales Abdichten	316
6.3	Dränagen	321
7	Fenster, Außentüren	323
7.1	Historische Fensterverschlüsse	323
7.1.1	Historische Bänder und Beschläge	328
7.1.2	Verbesserung der Wärmedämmung alter Fenster	330

7.1.3	Maßnahmen zur Verbesserung des Zugverhaltens	333
7.1.4	Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmedurchlasswiderstands	335
8	Heizungsanlagen	339
8.1	Die Wärmeversorgung bis zum 20. Jahrhundert	339
8.2	Heizungen in historischen Gebäuden	345
8.2.1	Leitungsführung	348
8.3	Energetisch nachhaltige Heizungen	350
8.3.1	Moderne Heizsysteme	350
9	Kosten und Wirtschaftlichkeit	359
9.1	Wirtschaftlichkeit	359
9.2	Fördermaßnahmen	362
10	Anhang	365
	Literaturverzeichnis	365
	Abbildungsverzeichnis/Bildquellennachweis	378
	Sachregister	379