

Inhalt

0	Einleitung	11
1	Baukonstruktionen alter Gebäude	18
1.1	Außenwände	19
1.1.1	Mauerwerk aus Natursteinen	19
1.1.2	Mauerwerk aus Backsteinen	27
1.1.3	Mauerwerk aus Lehm	33
1.1.3.1	Lehmwände	35
1.1.4	Fachwerkwände	37
1.1.4.1	Wandbekleidungen	43
1.1.5	Mauerwerk aus mineralisch gebundenen Steinen	44
1.1.5.1	Betonwerk- und Betonmauersteine	44
1.1.5.2	Kalksandsteine	46
1.1.5.3	Porenbetonsteine	47
1.1.6	Historischer Mauermörtel	48
1.1.6.1	Bindemittel	48
1.1.6.2	Zuschlagstoffe	52
1.1.6.3	Anmachwasser	53
1.2	Historische Putze	53
1.2.1	Kalkputz	53
1.2.1.1	Bindemittel für den historischen Kalkputz	54
1.2.1.2	Zuschlagstoffe für den historischen Kalkputz	55
1.2.1.3	Trasskalkputze	58
1.2.2	Gipsputz	61
1.2.2.1	Der Baustoff Gips	61
1.2.3	Lehmputz	62
1.2.4	Leimputz	64
1.3	Anstriche an historischen Fassaden	65
1.3.1	Kalkfarben	65
1.3.2	Silikatfarben	67
1.4	Decken	69
1.4.1	Holzbalkendecken	69
1.4.2	Die oberste Geschossdecke als Dachbalkendecke	72
1.4.3	Kellerdecken	74
1.4.4	Dekor an Decken	76
1.5	Dächer	77
1.5.1	Dachformen	78
1.5.1.1	Pulldach	78
		5

Inhalt

1.5.1.2	Satteldach	79
1.5.1.3	Grabendach	81
1.5.1.4	Walmdach	82
1.5.1.5	Turmdach	83
1.5.1.6	Dach mit Kniestock oder Drempe	84
1.5.1.7	Mansardendach	85
1.5.1.8	Dach des 19. Jahrhunderts	86
1.5.1.9	Dach des 20. Jahrhunderts	87
1.5.2	Historische Deckung	88
1.5.2.1	Schaubdächer aus Stroh	88
1.5.2.2	Schindeln	88
1.5.2.3	Schiefersteine	88
1.5.2.4	Steinplatten	90
1.5.2.5	Tondachziegel	91
1.5.2.6	Metallbleche	92
1.5.2.7	Betondachsteine	95
1.5.2.8	Asbestzementplatten	96
1.5.2.9	Bitumendachschindeln, Bitumenbahnen	96
2	Typische Bauschäden	97
2.1	Schäden an den Außenwänden	97
2.1.1	Feuchteschäden und damit einhergehende Frostschäden	97
2.1.1.1	Schäden am Natursteinmauerwerk	99
2.1.1.2	Schäden am Backsteinmauerwerk	102
2.1.1.3	Allgemeine Schäden am Mauerwerk	102
2.1.2	Salzschäden	104
2.1.3	Setzungsschäden und typische Rissverläufe	108
2.1.4	Thermische Spannungen	112
2.1.5	Schwindverhalten	112
2.1.6	Deformationen infolge externer Kräfte	113
2.1.7	Schäden an Fachwerkwänden	114
2.1.7.1	Haussockel	114
2.1.7.2	Die Hölzer der Fachwerk-Außenwände	116
2.1.7.3	Ausfachungen, Gefache	120
2.1.8	Putzschäden	121
2.1.8.1	Putzrisse	121
2.1.8.2	Feuchte- und Salzschäden	127
2.1.8.3	Mangelnde Frostbeständigkeit	128
2.1.8.4	Salzschadensbilder	128
2.1.8.5	Treiberscheinungen	131
2.1.8.6	Chemische Korrosion	132

2.1.8.7	Biologische Korrosion	134
2.2	Schäden an Decken und Fußböden	136
2.2.1	Schäden an und Reparatur von Dachbalkendecken	137
2.2.2	Schäden an alten Kellerdecken	140
2.2.2.1	Keller mit Gewölben aus Natursteinen	140
2.2.2.2	Keller mit Kappengewölben	141
2.3	Häufige Schäden an alten Dächern	141
2.3.1	Mechanische Zerstörung der Dachhaut infolge Sturm, Hagel oder Blitzschlag	141
2.3.2	Eingriffe in den Dachstuhl	141
2.3.3	Löcher in der Dachhaut	143
2.3.4	Schubkräfte – Untersuchung der Statik	143
2.3.5	Verstopfte oder zugewachsene Dachrinnen	143
2.3.6	Tauwasser aus aufsteigender, feuchtwarmer Luft	143
2.3.7	Undichte Anschlüsse der Dachdeckung	144
2.3.8	Dachlattennägel	144
2.3.9	Durchhängen alter Dachbalkendecken	145
2.3.10	Von Insekten oder Pilzen befallene Bereiche	146
2.3.11	Instandsetzung alter Dächer	146
3	Bauwerksdiagnostik	148
3.1	Orientierende Objektbesichtigung	148
3.2	Anamnese	150
3.3	Schadensdokumentation	151
3.3.1	Bautechnische Schadensdokumentation	151
3.3.2	Anlagentechnische Schadensdokumentation	153
3.4	Untersuchungen ohne wesentliche Eingriffe in die Gebäudesubstanz	155
3.5	Entscheidung über das weitere Vorgehen	160
3.6	Erstellen von Planunterlagen	161
3.7	Probenahme mit Eingriffen in die Gebäudesubstanz	164
3.7.1	Kenndatenermittlung zu Salz und Feuchte	166
3.7.2	Kenndatenermittlung zur Standsicherheit	168
3.8	Schalldämmung	171
3.9	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	171
3.10	Kosten der Bauwerksdiagnostik	173
4	Energetische Größen und Anforderungen, Bauphysik	174
4.1	Energieeinsparverordnung 2009	174
4.1.1	Jahres-Primärenergiebedarf	176
4.1.2	Wärmedurchgangskoeffizient U	177

Inhalt

4.2	Wärme	179
4.2.1	Transmission von Wärme	180
4.2.1.1	Wärmestrahlung	180
4.2.1.2	Wärmeleitung	180
4.2.1.3	Wärmemitführung, d. h. Konvektion	181
4.2.1.4	Kondensation	181
4.2.1.5	Behaglichkeit	181
4.2.1.6	Transmissionswärmeverlust Q_T	183
4.2.1.7	Lüftungswärmeverlust Q_V	183
4.2.1.8	Sommerlicher Wärmeschutz	184
4.3	Feuchte	186
4.3.1	Wasserandrang in flüssiger Form	186
4.3.1.1	Regen, Oberflächen- und Sickerwasser	186
4.3.1.2	Kapillare Wasseraufnahme	189
4.3.2	Wasserdampf	191
4.3.2.1	Kondensation	192
4.3.2.2	Hygroskopische Feuchteaufnahme	196
4.3.2.3	Wasserdampfdiffusion	197
4.4	Luftdichtheit	199
4.4.1	Blower-Door-Test	202
5	Wärmedämmmaßnahmen	205
5.1	Wärmedämmstoffe	209
5.1.1	Künstliche Mineralfasern KMF	211
5.1.1.1	Randleistenmatten	214
5.1.2	Nachwachsende Dämmstoffe	215
5.1.3	Schüttungen	216
5.1.4	Schaumkunststoffe	216
5.1.5	Beschichtete Folien/Vakuumdämmung	218
5.1.6	Umweltverträglichkeit der Dämmstoffe	219
5.2	Wärmedämmputz	221
5.3	Wärmedämmverbundsystem WDVS	225
5.3.1	Praktisches Beispiel für ein WDVS	227
5.3.1.1	Anschlüsse	232
5.4	Vorgehängte, hinterlüftete Fassaden	235
5.4.1	Systemaufbau	235
5.4.2	Fassadenbekleidung	236
5.5	Innendämmung	237
5.5.1	Beispiele für den Wandaufbau bei Innendämmung	238
5.6	Dachdämmung	243
5.6.1	Die Zwischensparrendämmung	244

5.6.1.1	Luftdichtes Verkleben des Übergangs Mauerwerk – Dampfbremse	248
5.6.1.2	Beispiele für die Zwischensparrendämmung	249
5.6.2	Unterdachdämmung	260
5.6.3	Aufsparrendämmung	260
5.6.4	Wärmedämmung des Flachdachs	261
5.7	Wärmedämmung des Fachwerks	266
5.8	Wärmedämmung an der obersten Geschossdecke	271
5.8.1	Verbesserung der Wärmedämmung an der obersten Geschossdecke	273
5.9	Wärmedämmung der Kellerdecke	275
5.9.1	Dämmung unter der Kellerdecke	277
5.9.2	Dämmung über der Kellerdecke	280
5.10	Fehler bei der Wärmedämmung	281
5.10.1	Beispiel für ungenügende Wärmedämmung an alten Bauteilen	281
5.10.1.1	U-Werte für historische Wände aus Natursteinen	282
5.10.1.2	U-Werte für historische Wände aus Backsteinen	285
5.10.1.3	U-Werte historischer Lehmwände	288
5.10.2	Wärmebrücken	290
5.10.2.1	Typische Wärmebrücken	292
5.10.2.2	Bewertung der Wärmebrücken in der EnEV 2009	299
6	Feuchtigkeitsschutz	300
6.1	Nachträgliche Horizontalabdichtung	300
6.1.1	Mechanische Verfahren	301
6.1.2	Injektionen	304
6.1.3	Elektro-physikalische Verfahren (Elektroosmose)	307
6.2	Nachträgliches vertikales Abdichten	308
6.3	Dränagen	313
6.4	Algenbefall außen und Schimmelbefall innen	315
6.4.1	Algenbefall	315
6.4.1.1	Bauphysikalische Zusammenhänge	316
6.4.2	Schimmelpilzbefall	318
6.4.2.1	Beseitigung des Schimmelbefalls	323
7	Fenster, Außentüren	328
7.1	Historische Fensterverschlüsse	328
7.1.1	Historische Bänder und Beschläge	334
7.1.2	Verbesserung der Wärmedämmung alter Fenster	336
7.1.3	Maßnahmen zur Verbesserung des Zugverhaltens	339

Inhalt

7.1.4	Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmedurchlasswiderstands	341
8	Heizungsanlagen	345
8.1	Die Wärmeversorgung bis zum 20. Jahrhundert	345
8.2	Heizungen in historischen Gebäuden	351
8.2.1	Leitungsführung	354
8.3	Energetisch nachhaltige Heizungen	356
8.3.1	Moderne Heizsysteme	356
9	Kosten und Wirtschaftlichkeit	365
9.1	Wirtschaftlichkeit	365
9.2	Fördermaßnahmen	367
10	Anhang	370
	Literaturverzeichnis	370
	Abbildungsverzeichnis/Bildquellennachweis	381
	Sachregister	382