

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 | Pultdach | 71 |

| | |
|---|-----|
| 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 Drempel | 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 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 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 | Injectiōnen | 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 |

Inhalt

| | | |
|-----------|---|-----|
| 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 |