



Frank Frössel

Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung

Wenn das Haus nasse Füße hat

„Durch Weisheit wird ein Haus gebaut
und durch Verstand erhalten.“

Salomo (Sprüche 24,3)

bautino

Fraunhofer IRB  Verlag

Inhaltsverzeichnis

- **1 Einleitung • 17**
 - 1.1 Die Geschichte der Abdichtungstechnik • 18
 - 1.1.1 Einleitung • 18
 - 1.1.2 Historischer Feuchteschutz • 19
 - 1.1.3 Die Sanierung („Trockenlegung“) feuchter Wände • 37
 - 1.1.4 Zusammenfassung • 51
 - 1.2 Der Markt in Zahlen • 52
 - 1.2.1 Einleitung • 52
 - 1.2.2 Dritter Bauschadensbericht der Bundesregierung • 54
 - 1.2.3 Neuer Beruf zum Holz- und Bautenschützer • 60
 - 1.2.4 Marktstudie zur Kellerabdichtung und -sanierung • 62
- **2 Grundlagen • 67**
 - 2.1 Verwitterung mineralischer Baustoffe • 68
 - 2.2 Auswirkungen auf die Baustoffe • 71
 - 2.3 Grundlagen der Feuchtemechanismen • 74
 - 2.4 Porosität von Baustoffen • 86
 - 2.5 Physikalische und chemische Eigenschaften von Wasser • 88
 - 2.6 Feuchtemechanismen und -transport im Mauerwerk • 91
 - 2.6.1 Feuchteeinwirkungen auf ein Bauwerk • 91
 - 2.6.2 Mechanismen des Feuchte-transportes • 96
 - 2.6.3 Kapillarität • 98
 - 2.6.4 Hygroskopizität • 101
 - 2.6.5 Kapillarkondensation • 103
 - 2.6.6/ Kondensation/ Tauwasserbildung • 104
 - 2.6.7 Feuchtetransport im elektrischen Feld • 105
 - 2.7 Bauschädigende Salze • 106
 - 2.7.1 Einleitung • 106
 - 2.7.2 Art und Entstehung von Bauschäden durch Salze • 107
 - 2.7.3 Art und Häufigkeit von Salzen • 113
 - 2.7.4 Kristallisationsdruck • 116
 - 2.7.5 Herkunft der Salze • 119
- **3 Bauwerksdiagnostik • 125**
 - 3.1 Einleitung • 126
 - 3.2 Umfang und Aufgaben der Bauwerksdiagnostik • 133
 - 3.2.1 Definition • 133
 - 3.2.2 Zeitpunkt und Anforderungen • 134
 - 3.2.3 Rechtliche Aspekte • 135
 - 3.2.4 Die Bauteilöffnung unter rechtlicher Betrachtung • 137
 - 3.2.5 Baudenkmalpflege und Restaurierung • 142
 - 3.2.6 Bauschadensforschung • 146
 - 3.2.7 Aufmaß • 147
 - 3.2.8 Interdisziplinärer Ansatz • 147
 - 3.2.9 Kosten und Wirtschaftlichkeit • 148
 - 3.2.10 Regelwerke • 149
 - 3.2.11 Grundsätze • 149
 - 3.2.12 Ablauf • 151
 - 3.3 Visuelle Diagnostik • 153
 - 3.4 Untersuchungsplanung und -konzept • 158
 - 3.5 Instrumentelle Analytik und Diagnostik • 161
 - 3.5.1 Einleitung • 161
 - 3.5.2 Probeentnahme • 162
 - 3.5.3 Analyseverfahren • 166
 - 3.5.4 Ermittlung der kapillaren Wasseraufnahme • 169
 - 3.5.5 Feuchtemessung • 170
 - 3.5.6 Ermittlung des pH-Wertes • 178
 - 3.5.7 Salzanalyse • 179
 - 3.5.8 Elektro-physikalische Untersuchungen • 186
 - 3.5.9 Leckageortung • 187
 - 3.5.10 Thermografie • 191
 - 3.5.11 Rissdiagnostik • 194
 - 3.5.12 Baugrunduntersuchungen • 205

- 3.5.13 Tragwerksuntersuchungen • 207
- 3.5.14 Mikrobiologische Untersuchungen • 209
- 3.5.15 Sonstige Untersuchungen • 213
- 3.6 Bewertung und Instandsetzungskonzept • 215
- 3.7 Nutzungskonzept • 221
 - 3.7.1 Allgemein • 221
 - 3.7.2 Umnutzung historischer Gebäude • 222
- 3.8 Zusammenfassung • 226
- **4 Nachträgliche Horizontalabdichtung • 231**
 - 4.1 Einleitung • 232
 - 4.2 Ungeeignete und alternative Verfahren • 237
 - 4.2.1 Einleitung • 237
 - 4.2.2 Beschichtungen • 238
 - 4.2.3 Verkleidungen und Beläge • 239
 - 4.2.4 Belüftungssysteme • 241
 - 4.2.5 Elektro-physikalische Verfahren • 243
 - 4.2.6 Thermische Verfahren • 243
 - 4.3 Mechanische Verfahren • 246
 - 4.3.1 Einleitung • 246
 - 4.3.2 Kernbohrverfahren • 248
 - 4.3.3 V-Schnitt-Verfahren • 249
 - 4.3.4 Maueraustausch/ -unterfangung • 249
 - 4.3.5 Mauersäge- oder -schneideverfahren • 250
 - 4.3.6 Chromstahlblech- oder Rammverfahren • 255
 - 4.3.7 Abdichtungsstoffe • 258
 - 4.3.8 Statisch-konstruktive Auswirkungen der mechanischen Verfahren • 259
 - 4.3.9 Zusammenfassung und Bewertung • 261
 - 4.4 / Injektionsverfahren • 263
 - 4.4.1 Einleitung • 263
 - 4.4.2 Grundsätze • 266
 - 4.4.3 Thermisch-konvektive Vortrocknung • 273
 - 4.4.4 Verfahren • 275
 - 4.4.4.1 Drucklose Injektion • 275
 - 4.4.4.2 Paraffininjektionen • 278
 - 4.4.4.3 Druckinjektionen • 281
 - 4.4.4.4 Impulsinjektionen • 283
 - 4.4.4.5 Mehrstufeninjektionen • 284
 - 4.4.4.6 Injektionspacker • 287
 - 4.4.4.7 Injektionspumpen • 288
 - 4.4.5 Injektionsmittel • 289
 - 4.4.5.1 Einleitung und Wirkprinzip • 289
 - 4.4.5.2 Zementsuspensionen • 292
 - 4.4.5.3 Alkalisilikate • 292
 - 4.4.5.4 Siliconate • 293
 - 4.4.5.5 Propylverbindungen • 293
 - 4.4.5.6 Kombinationsprodukte • 293
 - 4.4.5.7 Organische Harze • 294
 - 4.4.5.8 Organische Harze • 296
 - 4.4.5.9 Silane/ Siloxane • 296
 - 4.4.5.10 Siliconmikroemulsionen (SMK) • 297
 - 4.4.6 Injektionscreme • 298
 - 4.4.7 Injektionen von gesättigten Mauerwerken • 298
 - 4.4.8 Wirksamkeit von Injektionsverfahren • 300
 - 4.4.9 Bewertung der Injektionsverfahren • 303
 - 4.4.10 Maßnahmen zur Entfeuchtung • 306
 - 4.4.10.1 Einleitung • 306
 - 4.4.10.2 Natürliche Austrocknung • 306
 - 4.4.10.3 Heizstabtechnik • 307
 - 4.4.10.4 Mikrowellentechnik • 307
 - 4.4.11 Sonstige Injektionen • 308
 - 4.4.11.1 Einleitung • 308
 - 4.4.11.2 Injektionen bei gerissenen Betonbauteilen • 309
 - 4.4.11.3 Injektionen bei gerissenen Mauerwerken • 317
 - 4.5 Elektro-physikalische Verfahren • 321
 - 4.5.1 Einleitung • 321
 - 4.5.2 Grundlagen • 324
 - 4.5.3 Passive Verfahren • 326
 - 4.5.4 Aktive Verfahren • 328
 - 4.5.5 Schwingkreisverfahren • 329
 - 4.5.6 Bewertung und Zusammenfassung • 331

■ 5 Instandsetzung salzbelasteter Mauerwerke • 335

- 5.1 Einleitung • 336
 - 5.1.1 Historischer Rückblick • 336
 - 5.1.2 Grundlagen • 343
 - 5.1.3 Einstufung der Salzbelastung • 347
 - 5.1.4 Systematik der Entsalzungs- und Instandsetzungsverfahren • 349
- 5.2 Methoden der Entsalzung – Kategorie I (Entfernen) • 354
- 5.3 Methoden der Entsalzung – Kategorie II (Reduzieren) • 354
 - 5.3.1 AET-Verfahren • 354
 - 5.3.2 Druckdifferenz- oder Delta-P-Verfahren • 355
 - 5.3.3 ETB-Verfahren • 355
 - 5.3.4 Kerasan-Verfahren • 356
 - 5.3.5 Kompressen-Verfahren • 358
 - 5.3.6 Injektions-Kompressen-Verfahren • 364
 - 5.3.7 Elektrochemische Kompressen • 367
 - 5.3.8 Saugdocht-Verfahren • 368
 - 5.3.9 Unterdruck- oder Vakuum-Fluid-Verfahren • 369
 - 5.3.10 Wasserbad-Verfahren • 369
 - 5.3.11 Opfer-/ Kompressenputze • 370
- 5.4 Methoden der Entsalzung – Kategorie III (Umwandeln) • 376
 - 5.4.1 Chemische Umwandlung • 376
 - 5.4.2 Biologische Umwandlung • 377
- 5.5 Methoden der Entsalzung – Kategorie IV (Beschichten) • 378
 - 5.5.1 Einleitung • 378
 - 5.5.2 Calciumsilikatplatten • 378
 - 5.5.3 Sanierputzsysteme • 380
 - 5.5.3.1 Einleitung • 380
 - 5.5.3.2 Definition • 382
 - 5.5.3.3 Anforderungen • 383
 - 5.5.3.4 Wirkungsmechanismus/ Wirkprinzip • 387
 - 5.5.3.5 Zusammensetzung • 391
 - 5.5.3.6 Verarbeitung • 397
 - 5.5.3.7 Anwendungsgrenzen/ Nachteile • 408
 - 5.5.3.8 Qualitätssicherung • 410
 - 5.5.3.9 Qualitätsvergleiche • 411

■ 6 Nachträgliche Vertikalabdichtung • 419

- 6.1 Einleitung • 420
- 6.2 Grundlagen der Bauwerksabdichtung • 425
- 6.3 Regelwerke der Abdichtungen • 429
 - 6.3.1 Einleitung • 429
 - 6.3.2 DIN-Normen • 432
 - 6.3.3 Merkblätter und Richtlinien • 434
- 6.4 Abdichtungskonzepte • 435
 - 6.4.1 Baugrund- und hydrogeologische Untersuchungen • 435
 - 6.4.2 Lastfälle und Belastungen • 437
 - 6.4.3 Bemessungswasserstand • 442
 - 6.4.4 Instandsetzungskonzept • 444
 - 6.4.5 Abdichtungssysteme • 446
- 6.5 Außenabdichtungen • 447
 - 6.5.1 Einleitung • 447
 - 6.5.2 Außenabdichtungen ohne Aufgraben • 447
 - 6.5.3 Aushub • 449
 - 6.5.4 Mineralische Systeme • 449
 - 6.5.4.1 Einleitung • 449
 - 6.5.4.2 Bentonit • 450
 - 6.5.4.3 Sperrputz • 451
 - 6.5.4.4 Dichtungsschlämmen (MDS) • 452
 - 6.5.4.5 Dickbeschichtungen • 457
 - 6.5.5 Kunststoffmodifizierte Bitumen-Dickbeschichtungen (KMB) • 457
 - 6.5.5.1 Einleitung • 457
 - 6.5.5.2 Qualitäten und Anforderungen • 458
 - 6.5.5.3 Untergrundvorbehandlung • 460
 - 6.5.5.4 Verarbeitung • 463
 - 6.5.5.5 Qualitätssicherung • 465
 - 6.5.5.6 Detailausbildung • 466
 - 6.5.5.7 Verarbeitungsbedingungen • 469
 - 6.5.5.8 Sanierung alter Bitumen-Dickbeschichtungen • 471
 - 6.5.5.9 Bitumen-Dickbeschichtungen und WU-Richtlinie • 474
 - 6.5.6 Bahnenförmige Abdichtungen • 475
 - 6.5.6.1 Einleitung • 475
 - 6.5.6.2 Bitumenbahnen • 476
 - 6.5.6.3 Kunststoff-Dichtungsbahnen • 478

- 6.5.6.4 Selbstklebende Bitumenoder Polymerbitumen-Schweißbahnen • 479
- 6.5.6.5 Flexible Abdichtungsbahnen • 481
- 6.6 Abdichtung von Kellerlichtschächten • 483
- 6.7 Schutz-/ Nutzsichten • 485
- 6.8 Perimeterdämmung • 486
- 6.9 Dränung • 491
- 6.10 Baugrubenverfüllung • 497
- 6.11 Sockelausbildung • 497
- 6.12 Innenabdichtungen • 500
 - 6.12.1 Einleitung • 500
 - 6.12.2 Materialien • 504
 - 6.12.3 Ausführung • 505
 - 6.12.4 Detailausbildung • 508
 - 6.12.5 Flankierende Maßnahmen • 508
- 6.13 Abdichtende Injektionen • 510
 - 6.13.1 Einleitung • 510
 - 6.13.2 Injektionsstoffe • 513
 - 6.13.3 Ausführung der Gelinjektion (Konstruktionsvergelung) • 515
 - 6.13.4 Ausführung der Schleierinjektion (Baugrundvergelung) • 517
 - 6.13.5 Bauwerksfugen • 520
 - 6.13.6 Flankierende Maßnahmen • 521
- 6.14 Injektion wasserführender Risse und Fehlstellen • 521
- 6.15 Wasserdichte Innenwanne • 524
- **7 Energetische Kellersanierung • 527**
 - 7.1 Einleitung • 528
 - 7.2 Besonderheiten beim Keller • 532
 - 7.3 Behaglichkeit • 534
 - 7.4 Dämmsysteme • 537
 - 7.5 Verarbeitung • 541
- **8 / Der Echte Hausschwamm und andere Hausfäulen • 543**
 - 8.1 Einleitung • 544
 - 8.2 Holzverfärbende Pilze • 545
 - 8.3 Holzzerstörende Pilze • 547
 - 8.3.1 Unterscheidung nach Abbautyp • 547
 - 8.3.2 Braunfäule (Destruktionsfäule) • 549
 - 8.3.3 Weißfäule (Korrosionsfäule) • 552
 - 8.3.4 Moderfäule (soft-rot) • 553
 - 8.4 Der Echte Hausschwamm (EHS) • 553
 - 8.4.1 Einleitung • 553
 - 8.4.2 Vorkommen • 556
 - 8.4.3 Nährsubstrat • 556
 - 8.4.4 Temperatur • 558
 - 8.4.5 Holzfeuchte • 558
 - 8.4.6 Erkennungsmerkmale • 560
 - 8.5 Diagnostik • 564
 - 8.6 Bekämpfende Maßnahmen • 565
 - 8.6.1 Chemische Maßnahmen • 565
 - 8.6.2 Heißluftverfahren • 571
 - 8.6.3 Sonstige Verfahren • 573
- **9 Technische Bautrocknung • 575**
 - 9.1 Einleitung • 576
 - 9.2 Arten und Unterschiede der Verfahren • 582
 - 9.3 Entfeuchtungsprinzipien • 586
 - 9.4 Ablauf einer technischen Bautrocknung • 589
 - 9.5 Filtersysteme • 592
 - 9.6 Wasserabscheider mit Schall-dämpfer, Mikro- und HEPA-Filter • 594
 - 9.7 Geruchsneutralisation • 595
 - 9.8 Rückbau oder Desinfektion? • 598
- **10 Rechtliche Betrachtung • 603**

Autor: Rechtsanwalt Wolfgang Haegele

 - 10.1 Wann ist eine Bauleistung mangelhaft? • 604
 - 10.1.1 Gesetzliche und vertragliche Grundlagen • 604
 - 10.1.2 Mangel • 604
 - 10.1.3 Allgemein anerkannte Regeln der Technik (aaRdT) • 605

- 10.1.4 Sonderfall: Herstellerempfehlungen • 605
- 10.1.5 Funktionaler Werkerfolg • 606
- 10.1.6 Gebrauchsrisiko • 606
- 10.1.7 Prüfung der „Vorleistungen“ • 606
- 10.2 (Rechts)Folgen mangelhafter Bauleistung • 607
 - 10.2.1 Mängelrechte • 607
 - 10.2.2 Unverhältnismäßiger Aufwand • 608
- 10.3 Weitere Beispiele aus der Rechtsprechung • 610
 - 10.3.1 Beispiel 1 • 610
 - 10.3.2 Beispiel 2 • 611
 - 10.3.3 Beispiel 3 • 612
 - 10.3.4 DIN – Norm nicht eingehalten, trotzdem allgemein anerkannte Regel der Technik? • 616
 - 10.3.5 Zufriedenstellendes Ergebnis trotz nicht DIN-konformer Ausführung kein Mangel? • 617
 - 10.3.6 Bitumen-Dickbeschichtung zur Kellerabdichtung: Haftung des Unternehmers „vorprogrammiert“? • 618
 - 10.3.7 Dickbeschichtung: Verstoß gegen Herstellerrichtlinien als Mangel? • 618
 - 10.3.8 Weiße Wanne auch ohne ausdrückliche vertragliche Vereinbarung geschuldet? • 620
 - 10.3.9 Vertikale und horizontale Bauwerksabdichtung • 621
- 10.4 Verjährung • 623
 - 10.4.1 Gesetzliche Grundlagen • 623
 - 10.4.2 Allgemeines • 624
 - 10.4.2.1 Grundsatz • 624
 - 10.4.2.2 Ausnahme • 624
 - 10.4.2.3 Dreiteilung nach § 634a Abs. 1 BGB • 625
 - 10.4.3 Fünfjährige Verjährung der Ansprüche wegen Mängeln am Bauwerk und an Planungs- und Überwachungsleistungen für ein Bauwerk • 625
 - 10.4.3.1 Definition • 625
 - 10.4.3.2 Planungs- und Überwachungsleistungen für ein Bauwerk • 626
 - 10.4.4 Beginn der Verjährung • 626
 - 10.4.4.1 Abnahme und Abnahmefiktionen • 626
 - 10.4.4.2 Verweigerte Abnahme • 627
 - 10.4.4.3 Beginn der Verjährung im Fall des § 634a Abs. 1 Nr. 3 • 627
 - 10.4.4.4 Verjährung bei arglistig verschwiegenen Mängeln • 627
 - 10.4.4.5 Verjährung bei Organisationspflichtverletzung • 629
 - 10.4.4.6 Verjährung bei Sekundärhaftung • 632

□ A Anhang • 637

- A 1: Verwendete Literatur • 638
- A2: Weiterführende Literatur • 642
- A3: Bildnachweis • 647
- A4: Stichwortverzeichnis • 653