



Werner Riedel | Heribert Oberhaus
Frank Frössel | Wolfgang Haegele

Wärmedämm- Verbundsysteme

Von der Thermohaut bis zur
transparenten Wärmedämmung

2. überarbeitete Auflage

baufino

Fraunhofer IRB  Verlag

Inhaltsverzeichnis

- **1 Einleitung** • 15
 - 1.1 Rückblick • 16
 - 1.2 Wärmeschutz, Energie und Umwelt • 20
- **2 Grundlagen** • 31
 - 2.1 EG-Bauproduktenrichtlinie und Bauproduktengesetz • 32
 - 2.2 Marktübersicht WDVSysteme • 33
 - 2.3 Wärmeschutz • 38
 - 2.4 Feuchtigkeitsschutz • 41
 - 2.4.1 Tauwasserbildung auf der inneren Wandoberfläche • 41
 - 2.4.2 Tauwasserbildung innerhalb der Wandkonstruktion • 42
 - 2.4.3 Schlagregen • 45
 - 2.4.4 Spritz- und Ablaufwasser • 48
 - 2.4.5 Tauwasserbildung auf der äußeren Wandoberfläche • 48
 - 2.5 Schallschutz • 55
 - 2.6 Brandschutz • 62
 - 2.7 Standsicherheit • 66
 - 2.8 Stoßfestigkeit • 68
- **3 Aufbau** • 73
 - 3.1 Allgemeine Systembeschreibung • 74
 - 3.2 Untergründe • 75
 - 3.3 Kleber • 76
 - 3.4 Wärmedämmstoffe • 77
 - 3.4.1 Einleitung • 77
 - 3.4.2 Expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS) • 80
 - 3.4.3 Mineralwolle (MW) • 86
 - 3.4.4 Polyurethan-Hartschaum (PUR) • 90
 - 3.4.5 Expandierter Kork (ICB) • 92
 - 3.4.6 Holzweichfaser-Dämmstoffe (WF) • 93
 - 3.4.7 Mineralschaum-Dämmplatten (MS) • 95
 - 3.4.8 Kapillarplatten aus Polycarbonat (PC) • 98
 - 3.4.9 Phenolharz-Hartschaum (PF) • 101
 - 3.4.10 Vakuum-Isolations-Paneele (VIPs) • 103
 - 3.4.11 Sonstige Dämmstoffe • 105
 - 3.5 Mechanische Befestigung • 106
 - 3.5.1 Grundlagen • 106
 - 3.5.2 Ermittlung der Windsogkräfte nach DIN 1055 Teil 4 • 107
 - 3.5.2.1 Windzonen und gebäudeabhängige Parameter • 107
 - 3.5.2.2 Vereinfachter Nachweis • 110
 - 3.5.2.3 Rechnerischer Nachweis („Standard-Verfahren“) • 111
 - 3.5.3 Ermittlung der Dübelmengen • 113
 - 3.5.3.1 Einleitung • 113
 - 3.5.3.2 Bestimmungen der Dübelmengen nach dem Lastklassenmodell • 114
 - 3.5.3.3 Genauere, systemspezifische Bestimmung der Dübelmengen • 117
 - 3.5.4 Wärmebrückenwirkung • 126
 - 3.5.5 Weitere Hinweise für die Planung und Ausführung • 127
 - 3.5.6 Wärmedämm-Verbundsystem mit integrierter Verdübelung • 128
 - 3.6 Unterputz (Armierungsschicht) • 129
 - 3.7 Haftvermittler • 130
 - 3.8 Bewehrung • 130
 - 3.9 Schlussbeschichtung • 131
 - 3.9.1 Einleitung • 131
 - 3.9.2 Mineralputz/ Edelputz • 132
 - 3.9.3 Silikatputz • 133
 - 3.9.4 Siliconharzputz • 133
 - 3.9.5 Kunstharzputz • 134
 - 3.9.6 Sonstiges • 141
 - 3.9.7 Anstrichstoffe/ Anstrichsysteme • 141
 - 3.10 Dekorative Fassadengestaltung • 148
 - 3.10.1 Einleitung • 148
 - 3.10.2 Dekorative Fassadenprofile • 149
 - 3.10.3 Alternative Schlussbeschichtungen • 151
 - 3.10.4 Kombinationsfassaden • 155
 - 3.11 Zubehör • 164

- **4 Verarbeitung • 167**
 - 4.1 Einleitung • 168
 - 4.2 Prüfung und Vorbehandlung des Untergrundes • 168
 - 4.3 Befestigung des Dämmstoffs • 173
 - 4.3.1 Verklebung • 173
 - 4.3.2 Verdübelung • 175
 - 4.4 Bewehrter Unterputz (Armierung) • 180
 - 4.5 Schlussbeschichtung • 182
 - 4.5.1 Putzsystem • 182
 - 4.5.2 Keramische Bekleidung • 184
 - 4.6 Konstruktive Details • 185
 - 4.6.1 Einleitung • 185
 - 4.6.2 Fugen • 186
 - 4.6.3 An- und Abschlüsse • 188
 - 4.6.4 Durchdringungen • 206
 - 4.6.5 Sockelausbildung • 212
 - 4.6.6 Perimeterdämmung • 216
 - 4.6.7 Brandschutztechnische Detaillösungen • 218
 - 4.7 Verarbeitungsbedingungen • 222

- **5 Bauordnungsrechtliche Regelungen • 227**
 - 5.1 Allgemeines • 228
 - 5.2 Zulassungen • 229
 - 5.2.1 Nationale Zulassungen • 229
 - 5.2.2 Europäische technische Zulassungen • 243
 - 5.3 Normen und Regelwerke • 247
 - 5.3.1 Nationale Normen • 247
 - 5.3.2 Europäische Normen • 248
 - 5.4 Sonstige Regelwerke • 251

- **6 Mehrwert von Wärmedämm-Verbundsystemen • 253**
 - 6.1 Riss- und Fugenüberbrückungsfähigkeit • 254
 - 6.2 Korrosionsschutz von Betonstahl • 254
 - 6.3 Energieeffizienz • 255
 - 6.3.1 Niedrigenergiehaus • 255
 - 6.3.2 Passivhaus • 256

- **7 Instandhaltung und Instandsetzung von Wärmedämm-Verbundsystemen • 263**
 - 6.4 Wasserdampfdurchlässigkeit • 257
 - 6.4.1 Einleitung • 257
 - 6.4.2 Abführung der Nutzungsfuchte • 258
 - 6.4.3 Austrocknung feuchter Wandkonstruktionen • 259

- 7.1 Allgemeines • 264
- 7.2 Instandhaltung • 265
 - 7.2.1 Definition • 265
 - 7.2.2 Brandschutz • 266
 - 7.2.3 Feuchteschutz • 266
 - 7.2.4 Schallschutz • 267
 - 7.2.5 Wärmeschutz und Energieeinsparung • 267
 - 7.2.6 Haltbarkeit und Gebrauchstauglichkeit • 267
 - 7.2.7 Dübelabzeichnungen • 270
 - 7.2.8 Nutzungssicherheit • 271
- 7.3 Wartung • 271
- 7.4 Inspektionen • 272
 - 7.4.1 Einleitung • 272
 - 7.4.2 Anschlüsse und Durchdringungen • 273
 - 7.4.3 Systemabschlüsse • 273
 - 7.4.4 Bewegungs- und Dehnfugen • 273
 - 7.4.5 Eckbereiche von Öffnungen • 273
 - 7.4.6 Sockel- und Spritzwasserbereiche • 274
 - 7.4.7 Fensterbänke • 274
 - 7.4.8 Oberfläche des WDVS • 274
- 7.5 Mängel und Schäden – und deren Beurteilung • 275
 - 7.5.1 Einleitung • 275
 - 7.5.2 Bewertungsgrundlagen und Verhältnismäßigkeit • 276
 - 7.5.3 Rechtliche Aspekte • 278
 - 7.5.3.1 Vereinbarte Beschaffenheit als vorrangige Alternative (1. Alternative) • 278

- 7.5.3.2 Sachmangel ohne Beschaffensvereinbarung • 278
- 7.5.3.3 Anerkannte Regeln der Technik • 279
- 7.5.3.4 Anderes Werk • 280
- 7.5.3.5 Werk in zu geringer Menge • 280
- 7.5.4 Abmaße in der Ebenheit und Winkligkeit • 280
- 7.5.5 Oberflächenstruktur • 281
- 7.5.6 Schwindverformungen • 283
- 7.5.7 Attikaabdeckung • 283
- 7.5.8 Einbinden von Fenstern/ Fensteranlagen in die geputzte Fassade • 284
- 7.5.9 Verfügung eines WDVS mit keramischer Bekleidung • 285
- 7.5.10 Mikrobieller Befall • 286
 - 7.5.10.1 Arten • 286
 - 7.5.10.2 Ursachen • 290
 - 7.5.10.3 Lösungsansätze • 290
 - 7.5.10.4 Nanotechnologie – zwischen Innovation und Marketing • 294
 - 7.5.10.5 Rechtliche Aspekte • 295
- 7.5.11 Blasenbildung/ Abplatzungen • 296
- 7.5.12 Risse • 299
 - 7.5.12.1 Rissarten und -bezeichnung • 299
 - 7.5.12.2 Rissentstehung und -ursache(n) • 302
 - 7.5.12.3 Bewertung von Rissen (und ihren Folgen) • 305
 - 7.5.12.4 Fallbeispiele • 310
- 7.5.13 Nicht auf das System abgestimmte Fensteranschlüsse • 316
 - 7.5.13.1 Standardfenster mit Fensterlaibung • 316
 - 7.5.13.2 Fassadenbündig eingebaute großformatige Fensteranlage • 320
- 7.5.14 Rostende Einbauteile • 322
- 7.5.15 Bauwerks- und Feldbegrenzungsfugen • 323
- 7.5.16 Anschluss an auskragende Bauteile • 325
- 7.5.17 Fehler bei der Planung und Ausführung von Fugen • 326
- 7.6 „Totalschaden“ eines Wärmedämm-Verbundsystems • 331
- 7.6.1 Praxisbeispiele verschiedener Wärmedämm-Verbundsysteme • 331
- 7.6.2 Unzureichende Haftzugfestigkeit des WDVS im Verbund mit dem Untergrund • 335
- 7.6.3 Sonstige Schäden und Mängel • 339
- 7.7 Instandsetzung • 343
 - 7.7.1 Definition • 343
 - 7.7.2 Renovierung • 345
 - 7.7.3 Graffiti-Entfernung • 346
 - 7.7.4 Sanierung • 347
 - 7.7.4.1 Erneuern des Oberputzes (WDVS-San Typ I) • 348
 - 7.7.4.2 Erneuern der gesamten Putzschicht, Unter- und Oberputz (WDVS-San Typ II) • 348
 - 7.7.4.3 Systeme zur Rissssanierung (WDVS-San Typ III) • 349
 - 7.7.4.4 Putzträgerplatte und neues Putzsystem (WDVS-San Typ IV) • 351
 - 7.7.4.5 Instandsetzung durchfeuchteter Systeme (WDVS-San Typ V) • 352
 - 7.7.4.6 Nachdübelung (WDVS-San Typ VI) • 353
 - 7.7.5 Modernisierung • 353
 - 7.7.5.1 Rückbau/ Abriss (WDVS-Mod Typ I) • 353
 - 7.7.5.2 Aufdämmen/ Aufdoppeln eines kompletten WDVS (WDVS-Mod Typ II) • 354
 - 7.7.5.3 (Generelle) Verbesserungen an WDVS • 361
- 8 **Ökobilanz von Wärmedämm-Verbundsystemen • 363**
 - 8.1 Ökologisches Anforderungsprofil • 364
 - 8.2 Abriss, Recycling und Entsorgung • 368

- **9 Wirtschaftlichkeit von Wärmedämm-Verbundsystemen • 373**
 - 9.1 Einleitung • 374
 - 9.2 Einsparpotenzial • 375
 - 9.3 Anteil der Fassade an der Energieeinsparung • 384
 - 9.4 Energiepreis-Entwicklung • 384
 - 9.5 Renovierungszyklus • 386
 - 9.6 Materialeinsatz/-kosten • 387
 - 9.7 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung • 388
 - 9.8 Fazit • 391
 - 9.9 Wer profitiert von dieser Wirtschaftlichkeit? • 391

- **10 Wärmedämm-Verbundsysteme – der Markt in Zahlen • 395**
 - 10.1 Marktvolumen und -potenzial • 396
 - 10.2 Gesetzgebung/ Energieausweis • 398
 - 10.3 Staatliche Förderung • 404
 - 10.4 Demographische Entwicklung • 405
 - 10.5 Sanierung/ Modernisierung alter WDVS • 408

- **11 Wärmedämm-Verbundsysteme – eine rechtliche Betrachtung • 413**
 - 11.1 Rechtliche Grundlagen • 414
 - 11.1.1 Einleitung • 414
 - 11.1.2 Öffentliches Baurecht (Bauordnungsrecht, Landesbauordnung) • 414
 - 11.1.3 Privates Baurecht • 415
 - 11.1.4 Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) • 415
 - 11.1.5 Strafrecht (StGB) • 416
 - 11.2 Bauordnungsrecht • 416
 - 11.2.1 Anforderungen an Bauprodukte nach dem Bauproduktengesetz (BauPG) • 416
 - 11.2.2 Rechtliche Grundlagen für die Verwendbarkeit von Bauprodukten • 416
 - 11.2.3 Verwendbarkeitsnachweis für Wärmedämm-Verbundsysteme • 416
 - 11.2.3.1 Einleitung • 416
 - 11.2.3.2 Standsicherheit • 417
 - 11.2.3.3 Brandschutz • 417
 - 11.2.3.4 Wärmeschutz • 418
 - 11.2.3.5 Klimabedingter Feuchteschutz • 418
 - 11.2.3.6 Luftdichtigkeit • 418
 - 11.2.3.7 Schallschutz • 418
 - 11.2.3.8 Verträglichkeit • 418
 - 11.2.3.9 Übereinstimmung • 419
 - 11.3 Werkvertragsrecht • 419
 - 11.3.1 Werkvertragsrecht nach den gesetzlichen Bestimmungen (§§ 631 bis 651 BGB) • 419
 - 11.3.1.1 Vertrag allgemein • 419
 - 11.3.1.2 Leistungserfolg – was ist geschuldet • 419
 - 11.3.1.3 Werklohn – Fälligkeit der Vergütung • 419
 - 11.3.1.4 Recht auf Abschlagszahlungen • 420
 - 11.3.1.5 Abnahme • 420
 - 11.3.2 Gewährleistung – Mängelansprüche • 421
 - 11.3.2.1 Primäre Mängelrechte (Nacherfüllung) • 422
 - 11.3.2.2 Sekundäre Mängelrechte (Selbstvornahme, Vorschuss, Rücktritt, Minderung, Schadensersatz) • 422
 - 11.3.3 Werkvertrag nach VOB • 426
 - 11.3.3.1 Dreiteilung der VOB – Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen • 426
 - 11.3.3.2 Wann gilt die VOB? • 427
 - 11.3.3.3 Anwendungsbereich der VOB/ B • 427
 - 11.3.3.4 Wie wird die VOB/ B Vertragsinhalt? • 428

- 11.3.4 Unterschiede bzw. Besonderheiten des VOB-Vertrages zum gesetzlichen Werkvertragsrecht • 428
- 11.3.4.1 Werkerfolg – was ist geschuldet • 428
- 11.3.4.2 Verstoß gegen die allgemein anerkannten Regeln der Technik (aaRdT) • 428
- 11.3.4.3 Zugesicherte Eigenschaften bei Leistungen nach Probe • 430
- 11.3.4.4 Die Garantieverpflichtung • 430
- 11.3.5 Die Frage des Verschuldens bei Mängelansprüchen • 430
- 11.3.5.1 Verschuldensunabhängige Mängelansprüche • 430
- 11.3.5.2 Verschuldensabhängige Mängelansprüche • 431
- 11.3.6 Werklohn – Fälligkeit der Vergütung • 431
- 11.3.6.1 Recht auf Abschlagszahlungen • 431
- 11.3.6.2 Schlussrechnung • 432
- 11.3.6.3 Abnahme • 433
- 11.3.6.4 Gewährleistung • 439
- 11.3.6.5 Bedenkenanmeldung • 442
- 11.4 Strafrecht und deliktische Haftung (Haftung aus unerlaubter Handlung) • 443
- 11.4.1 Straftatbestände • 443
- 11.4.1.1 Betrug • 443
- 11.4.1.2 Urkundenfälschung • 444
- 11.4.1.3 Bauegefährdung • 444
- 11.4.2 OWI (Ordnungswidrigkeit)-Tatbestände • 445
- 11.4.2.1 Bußgeldvorschriften der MBauO (Musterbauordnung) • 445
- 11.4.2.2 Deliktische Haftung • 446
- 11.5 Durchsetzung der Mängelansprüche • 448
- 11.5.1 Einleitung • 448
- 11.5.2 Gerichtsverfahren • 448
- 11.5.2.1 Selbständiges Beweisverfahren • 448
- 11.5.2.2 Mängelprozesse • 449
- 11.6 Nachtrag zu den rechtlichen Betrachtungen • 450
- 11.6.1 Urteil des BGH vom 24. Juli 2008 – VII ZR 55/07 • 450
- 11.6.2 Forderungssicherungsgesetz (FoSiG) • 451

■ Anhang • 455

- A1: Glossar • 456
- A2: Verwendete Literatur • 499
- A3: Bildnachweis • 506
- A4: Stichwortverzeichnis • 508