

**Werner Riedel | Heribert Oberhaus
Frank Frössel | Wolfgang Haegele**

Wärmedämm- Verbundsysteme

**Von der Thermohaut bis zur
transparenten Wärmedämmung**

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) • 97
 - 3.4.9 Phenolharz-Hartschaum (PF) • 100
 - 3.4.10 Vakuum-Isolations-Paneele (VIPs) • 102
 - 3.4.11 Sonstige Dämmstoffe • 104
 - 3.5 Mechanische Befestigung • 105
 - 3.5.1 Grundlagen • 105
 - 3.5.2 Ermittlung der Windsogkräfte nach DIN 1055 Teil 4 • 106
 - 3.5.2.1 Windzonen und gebäudeabhängige Parameter • 106
 - 3.5.2.2 Vereinfachter Nachweis • 109
 - 3.5.2.3 Rechnerischer Nachweis („Standard-Verfahren“) • 110
 - 3.5.3 Ermittlung der Dübelmengen • 112
 - 3.5.3.1 Einleitung • 112
 - 3.5.3.2 Bestimmungen der Dübelmengen nach dem Lastklassenmodell • 113
 - 3.5.3.3 Genauere, systemspezifische Bestimmung der Dübelmengen • 116
 - 3.5.4 Wärmebrückenwirkung • 125
 - 3.5.5 Weitere Hinweise für die Planung und Ausführung • 126
 - 3.6 Unterputz (Armierungsschicht) • 127
 - 3.7 Haftvermittler • 128
 - 3.8 Bewehrung • 128
 - 3.9 Schlussbeschichtung • 129
 - 3.9.1 Einleitung • 129
 - 3.9.2 Mineralputz/ Edelputz • 130
 - 3.9.3 Silikatputz • 131
 - 3.9.4 Siliconharzputz • 131
 - 3.9.5 Kunstharzputz • 132
 - 3.9.6 Sonstiges • 139
 - 3.9.7 Anstrichstoffe/ Anstrichsysteme • 139
 - 3.10 Dekorative Fassadengestaltung • 146
 - 3.10.1 Einleitung • 146
 - 3.10.2 Dekorative Fassadenprofile • 147
 - 3.10.3 Alternative Schlussbeschichtungen • 149
 - 3.10.4 Kombinationsfassaden • 153
 - 3.11 Zubehör • 162

■ 4 Verarbeitung • 165

- 4.1 Einleitung • 166
- 4.2 Prüfung und Vorbehandlung des Untergrundes • 166
- 4.3 Befestigung des Dämmstoffs • 169
 - 4.3.1 Verklebung • 169
 - 4.3.2 Verdübelung • 171
- 4.4 Bewehrter Unterputz (Armierung) • 176
- 4.5 Schlussbeschichtung • 178
 - 4.5.1 Putzsystem • 178
 - 4.5.2 Keramische Bekleidung • 180
- 4.6 Konstruktive Details • 181
 - 4.6.1 Einleitung • 181
 - 4.6.2 Fugen • 182
 - 4.6.3 An- und Abschlüsse • 184
 - 4.6.4 Durchdringungen • 202
 - 4.6.5 Sockelausbildung • 208
 - 4.6.6 Perimeterdämmung • 211
 - 4.6.7 Brandschutztechnische • 213
 - Detaillösungen • 213
- 4.7 Verarbeitungsbedingungen • 214

■ 5 Bauordnungsrechtliche Regelungen • 221

- 5.1 Allgemeines • 222
- 5.2 Zulassungen • 223
 - 5.2.1 Nationale Zulassungen • 223
 - 5.2.2 Europäische technische Zulassungen • 237
- 5.3 Normen und Regelwerke • 241
 - 5.3.1 Nationale Normen • 241
 - 5.3.2 Europäische Normen • 242
- 5.4 Sonstige Regelwerke • 245

■ 6 Mehrwert von Wärmedämm-Verbundsystemen • 247

- 6.1 Riss- und Fugenüberbrückungsfähigkeit • 248
- 6.2 Korrosionsschutz von Betonstahl • 248
- 6.3 Energieeffizienz • 249

- 6.3.1 Niedrigenergiehaus • 249
- 6.3.2 Passivhaus • 250
- 6.4 Wasserdampfdurchlässigkeit • 251
 - 6.4.1 Einleitung • 251
 - 6.4.2 Abführung der Nutzungsfeuchte • 252
 - 6.4.3 Austrocknung feuchter Wandkonstruktionen • 253

■ 7 Instandhaltung und Instandsetzung von Wärmedämm-Verbundsystemen • 257

- 7.1 Allgemeines • 258
- 7.2 Instandhaltung • 259
 - 7.2.1 Definition • 259
 - 7.2.2 Brandschutz • 260
 - 7.2.3 Feuchteschutz • 260
 - 7.2.4 Schallschutz • 261
 - 7.2.5 Wärmeschutz und Energieeinsparung • 261
 - 7.2.6 Haltbarkeit und Gebrauchstauglichkeit • 261
 - 7.2.7 Dübelabzeichnungen • 264
 - 7.2.8 Nutzungssicherheit • 265
- 7.3 Wartung • 265
- 7.4 Inspektionen • 266
 - 7.4.1 Einleitung • 266
 - 7.4.2 Anschlüsse und Durchdringungen • 267
 - 7.4.3 Systemabschlüsse • 267
 - 7.4.4 Bewegungs- und Dehnfugen • 267
 - 7.4.5 Eckbereiche von Öffnungen • 267
 - 7.4.6 Sockel- und Spritzwasserbereiche • 268
 - 7.4.7 Fensterbänke • 268
 - 7.4.8 Oberfläche des WDVS • 268
- 7.5 Mängel und Schäden – und deren Beurteilung • 269
 - 7.5.1 Einleitung • 269
 - 7.5.2 Bewertungsgrundlagen und Verhältnismäßigkeit • 270
 - 7.5.3 Rechtliche Aspekte • 272
 - 7.5.3.1 Vereinbarte Beschaffenheit als vorrangige Alternative (1. Alternative) • 272

- 7.5.3.2 Sachmangel ohne Beschaffenheitsvereinbarung • 272
- 7.5.3.3 Anerkannte Regeln der Technik • 273
- 7.5.3.4 Anderes Werk • 274
- 7.5.3.5 Werk in zu geringer Menge • 274
- 7.5.4 Abmaße in der Ebenheit und Winkligkeit • 274
- 7.5.5 Oberflächenstruktur • 275
- 7.5.6 Schwindverformungen • 277
- 7.5.7 Attikaabdeckung • 277
- 7.5.8 Einbinden von Fenstern/ Fensteranlagen in die geputzte Fassade • 278
- 7.5.9 Verfüugung eines WDVS mit keramischer Bekleidung • 279
- 7.5.10 Mikrobieller Befall • 280
 - 7.5.10.1 Arten • 280
 - 7.5.10.2 Ursachen • 284
 - 7.5.10.3 Lösungsansätze • 284
 - 7.5.10.4 Nanotechnologie – zwischen Innovation und Marketing • 288
 - 7.5.10.5 Rechtliche Aspekte • 289
- 7.5.11 Blasenbildung/ Abplatzungen • 290
- 7.5.12 Risse • 293
 - 7.5.12.1 Rissarten und -bezeichnung • 293
 - 7.5.12.2 Rissentstehung und -ursache(n) • 295
- 7.5.12.3 Bewertung von Rissen (und ihren Folgen) • 297
- 7.5.12.4 Fallbeispiele • 302
- 7.5.13 Nicht auf das System abgestimmte Fensteranschlüsse • 308
 - 7.5.13.1 Standardfenster mit Fensterlaibung • 308
 - 7.5.13.2 Fassadenbündig eingebaute großformatige Fensteranlage • 312
- 7.5.14 Rostende Einbauteile • 314
- 7.5.15 Bauwerks- und Feldbegrenzungsfugen • 315
- 7.5.16 Anschluss an auskragende Bauteile • 317
- 7.5.17 Fehler bei der Planung und Ausführung von Fugen • 318
- 7.6 „Totalschaden“ eines Wärmedämm-Verbundsystems • 323
 - 7.6.1 Praxisbeispiele verschiedener Wärmedämm-Verbundsysteme • 323
 - 7.6.2 Unzureichende Haftzugfestigkeit des WDVS im Verbund mit dem Untergrund • 327
 - 7.6.3 Sonstige Schäden und Mängel • 331
 - 7.7 Instandsetzung • 335
 - 7.7.1 Definition • 335
 - 7.7.2 Renovierung • 337
 - 7.7.3 Graffiti-Entfernung • 338
 - 7.7.4 Sanierung • 339
 - 7.7.4.1 Erneuern des Oberputzes (WDVS-San Typ I) • 340
 - 7.7.4.2 Erneuern der gesamten Putzschicht, Unter- und Oberputz (WDVS-San Typ II) • 340
 - 7.7.4.3 Systeme zur Rissanierung (WDVS-San Typ III) • 341
 - 7.7.4.4 Putzträgerplatte und neues Putzsystem (WDVS-San Typ IV) • 343
 - 7.7.4.5 Instandsetzung durchfeuchteter Systeme (WDVS-San Typ V) • 344
 - 7.7.4.6 Nachdübelung (WDVS-San Typ VI) • 345
 - 7.7.5 Modernisierung • 345
 - 7.7.5.1 Rückbau/ Abriss (WDVS-Mod Typ I) • 345
 - 7.7.5.2 Aufdämmen/ Aufdoppeln eines kompletten WDVS (WDVS-Mod Typ II) • 346
 - 7.7.5.3 (generelle) Verbesserungen an WDVS • 353
- 8 **Ökobilanz von Wärmedämm-Verbundsystemen • 355**
 - 8.1 Ökologisches Anforderungsprofil • 356
 - 8.2 Abriss, Recycling und Entsorgung • 360

■ 9 Wirtschaftlichkeit von Wärme-dämm-Verbundsystemen • 365

- 9.1 Einleitung • 366
- 9.2 Einsparpotenzial • 367
- 9.3 Anteil der Energieeinsparung an der Fassade • 376
- 9.4 Energiepreis-Entwicklung • 376
- 9.5 Renovierungszyklus • 378
- 9.6 Materialeinsatz/ -kosten • 379
- 9.7 Wirtschaftlichkeitsberechnung • 380
- 9.8 Fazit • 387
- 9.9 Wer profitiert von dieser Wirtschaftlichkeit? • 387

■ 10 Wärmedämm-Verbundsysteme – der Markt in Zahlen • 391

- 10.1 Marktvolumen und -potenzial • 392
- 10.2 Gesetzgebung/ Energieausweis • 394
- 10.3 Staatliche Förderung • 400
- 10.4 Demographische Entwicklung • 401
- 10.5 Sanierung/ Modernisierung alter WDVS • 404

■ 11 Wärmedämm-Verbundsysteme – eine rechtliche Betrachtung • 409

- 11.1 Rechtliche Grundlagen • 410
 - 11.1.1 Einleitung • 410
 - 11.1.2 Öffentliches Baurecht (Bauordnungsrecht, Landesbauordnung) • 410
 - 11.1.3 Privates Baurecht • 411
 - 11.1.4 Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) • 411
 - 11.1.5 Strafrecht (StGB) • 412
- 11.2 Bauordnungsrecht • 412
 - 11.2.1 Anforderungen an Bauprodukte nach dem Bauproduktengesetz (BauPG) • 412

11.2.2 Rechtliche Grundlagen für die Verwendbarkeit von Bauprodukten • 412

11.2.3 Verwendbarkeitsnachweis für Wärmedämm-Verbundsysteme • 412

11.2.3.1 Einleitung • 412

11.2.3.2 Standsicherheit • 413

11.2.3.3 Brandschutz • 413

11.2.3.4 Wärmeschutz • 414

11.2.3.5 Klimabedingter Feuchteschutz • 414

11.2.3.6 Luftdichtigkeit • 414

11.2.3.7 Schallschutz • 414

11.2.3.8 Verträglichkeit • 414

11.2.3.9 Übereinstimmung • 415

■ 11.3 Werkvertragsrecht • 415

11.3.1 Werkvertragsrecht nach den gesetzlichen Bestimmungen (§§ 631 bis 651 BGB) • 415

11.3.1.1 Vertrag allgemein • 415

11.3.1.2 Leistungserfolg – was ist geschuldet • 415

11.3.1.3 Werklohn – Fälligkeit der Vergütung • 415

11.3.1.4 Recht auf Abschlagszahlungen • 416

11.3.1.5 Abnahme • 416

11.3.2 Gewährleistung – Mängelansprüche • 417

11.3.2.1 Primäre Mängelrechte (Nacherfüllung) • 418

11.3.2.2 Sekundäre Mängelrechte (Selbstvornahme, Vorschuss, Rücktritt, Minderung, Schadensersatz) • 418

11.3.3 Werkvertrag nach VOB • 422

11.3.3.1 Dreiteilung der VOB – Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen • 422

11.3.3.2 Wann gilt die VOB? • 423

11.3.3.3 Anwendungsbereich der VOB/ B • 423

11.3.3.4 Wie wird die VOB/ B Vertragsinhalt? • 424

11.3.4	Unterschiede bzw. Besonderheiten des VOB-Vertrages zum gesetzlichen Werkvertragsrecht • 424	■
11.3.4.1	Werkerfolg – was ist geschuldet • 424	■
11.3.4.2	Verstoß gegen die allgemein anerkannten Regeln der Technik (aaRdT) • 424	■
11.3.4.3	Zugesicherte Eigenschaften bei Leistungen nach Probe • 426	■
11.3.4.4	Die Garantieverpflichtung • 426	■
11.3.5	Die Frage des Verschuldens bei Mängelansprüchen • 426	■
11.3.5.1	Verschuldensunabhängige Mängelansprüche • 426	■
11.3.5.2	Verschuldensabhängige Mängelansprüche • 427	■
11.3.6	Werklohn – Fälligkeit der Vergütung • 427	■
11.3.6.1	Recht auf Abschlagszahlungen • 427	■
11.3.6.2	Schlussrechnung • 428	■
11.3.6.3	Abnahme • 429	■
11.3.6.4	Gewährleistung • 435	■
11.3.6.5	Bedenkenanmeldung • 438	■
■ 11.4	Strafrecht und deliktische Haftung (Haftung aus unerlaubter Handlung) • 439	■
11.4.1	Straftatbestände • 439	■
11.4.1.1	Betrug • 439	■
11.4.1.2	Urkundenfälschung • 440	■
11.4.1.3	Baufährdung • 440	■
11.4.2	OWI (Ordnungswidrigkeit)-Tatbestände • 441	■
11.4.2.1	Bußgeldvorschriften der MBauO (Musterbauordnung) • 441	■
11.4.2.2	Deliktische Haftung • 442	■
■ 11.5	Durchsetzung der Mängelansprüche • 444	■
11.5.1	Einleitung • 444	■
11.5.2	Gerichtsverfahren • 444	■
11.5.2.1	Selbständiges Beweisverfahren • 444	■
11.5.2.2	Mängelprozesse • 445	■

Anhang • 449

■ A1:	Glossar • 450
■ A2:	Verwendete Literatur • 493
■ A3:	Bildnachweis • 503
■ A4:	Stichwortverzeichnis • 504