

HANDBUCH DER ISOLIERTECHNIK

für Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz



Bundesfachgruppe Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Hinweis	7
Inhaltsverzeichnis	8

TEIL 1 – GRUNDLAGEN

1 Formeln und Zeichen	19
1.1 Mathematische Zeichen Beispiele	19
1.2 Abkürzungen	20
1.3 Griechisches Alphabet	20
1.4 Formelzeichen und Einheiten	21
1.5 Temperaturbezeichnungen	23
2 Wärmeschutz in der Technik	25
2.1 Bedeutung der Dämmtechnik	25
2.2 Aufgaben und Ziele	26
3 Physikalische Grundlagen des Wärme- und Kälteschutzes	27
3.1 Wärmeübertragung	27
3.1.1 Wärmeleitung	28
3.1.2 Wärmestrahlung	28
3.1.3 Konvektion	30
3.2 Temperatur	31
3.3 Wärmemenge Q	32
3.4 Spezifische Wärmekapazität c	32
3.5 Wärmeübertragungsvorgänge	33
3.5.1 Wärmestrom – Wärmestromdichte	33
3.5.2 Wärmestromdichte	34
3.5.3 Wärmeleitung	36
3.5.4 Wärmeleitfähigkeit λ	36
3.5.5 Begriffe der Wärmeleitfähigkeiten	37
3.5.6 Laboratoriums-Wärmeleitfähigkeit	38
3.5.7 Nennwert der Wärmeleitfähigkeit	38
3.5.8 Betriebswärmeleitfähigkeit (Bemessungswert)	39
3.5.9 Wärmeleitfähigkeit im Hochbau	46
3.5.10 Wärmedurchgang und Wärmeübergang	46
3.5.11 Wärmedurchlasskoeffizienten	48
3.5.12 Wärmedurchlasswiderstand	49
3.5.13 Wärmeübergangskoeffizienten α und h	49
3.5.14 Wärmeübergangswiderstände (innen u. außen) R	50
3.5.15 Wärmedurchgangskoeffizient k und U	51
3.5.16 Wärmedurchgangswiderstand R	52
4 Wärmetechnische Berechnungen in der Dämmtechnik	53

4.1	Technische Wärmedämmung	54
4.2	Begriffe und Formeln für die Berechnungen	56
4.2.1	Wärmestromdichte Ebene Wand	56
4.2.2	Wärmestromdichte Rohrleitungen	57
4.2.3	Wärmestromdichte Rechteckkanäle	58
4.2.4	Wärmestrom Kugel	58
4.3	Wärmeübergang durch Konvektion und Strahlung	59
4.3.1	Konvektionsanteil	59
4.3.2	Strahlungsanteil	61
4.4	Wärmedurchgang	64
4.4.1	Ebene Wände	65
4.4.2	Berechnung der Wärmestromdichte für eine ebene einschichtige Wand	67
4.4.3	Temperaturverteilung für eine ebene einschichtige Wand	69
4.4.4	Berechnung der Wärmestromdichte von Rohrleitungen	70
4.4.5	Berechnung der Temperaturverteilung für Rohrleitungen	74
4.4.6	Berechnung des Wärmestromes bei Rohrleitungen und mehrschichtiger Dämmung	75
4.4.7	Temperaturverteilung	77
4.4.8	Temperaturverteilung Rohre, einschichtig mit Schalen	79
4.4.9	Rechteckige Kanäle	80
4.4.10	Kugel	81
4.5	Berechnung des Wärmestroms einer Kugel bei ruhender Luft	82
4.6	Temperaturabfall	84
4.6.1	Näherungsgleichungen	85
4.6.2	Genauere Bestimmung des Temperaturabfalls	86
4.7	Kondensatanfall	92
4.7.1	Schutz gegen Einfrieren von Wasserleitungen	93
4.7.2	Speicherwärme	95
5	Feuchteschutz	96
5.1	Tauwasser (Technischer Tauwasserschutz)	96
5.2	Berechnungen für Kälte- und Tauwasserschutz	103
5.2.1	Wandberechnung für ein Kühlhaus	104
5.2.2	Rohrberechnung 1 – Wärmestromdichte = Kälteverlust	105
5.2.3	Rohrberechnung 2 – Wärmestromdichte = Kälteverlust	106
5.2.4	Rohrberechnung 3 – Tauwasserfreiheit auf der Oberfläche	107
5.2.5	Berechnung 4 – Überprüfung von vorhandener Dämmung	109
6	Wärmeschutz im Hochbau	112
6.1	Aufgaben und Ziele	112
6.2	Mindestanforderungen an den Wärmeschutz	112
6.3	Hochbaudämmungen	114
6.3.1	Wärmeschutztechnische Kennwerte	115
6.3.2	Symbole und Gleichungen	115
6.3.3	Wärmestromdichte einer mehrschichtigen Wand	119

6.3.4	Temperaturverteilung in mehrschichtigen Baukonstruktionen	121
6.3.5	Bau- und Dämmkonstruktionen, bestehend aus parallel zum Wärmestrom angeordneten ... mehreren Schichten	122
6.3.6	Wärmespeicherung	125
6.4	Tauwasserschutz im Hochbau	126
6.4.1	Berechnungen	127
6.4.2	Schimmelpilzbildung	133
6.5	Tauwasserbildung innerhalb eines Bauteils	134
6.5.1	Wasserdampfdiffusion	134
6.5.2	Berechnung der Wasserdampfdiffusionsstromdichte nach dem „Glaserverfahren“	138
6.5.3	Maßnahmen gegen Tauwasseranfall im Bauteilinnern	144
6.5.4	Feuchtigkeit durch Schlagregen	145
6.5.5	Luftdichtigkeit	145
7	Schallschutz	146
7.1	Einteilung der Akustik	146
7.1.1	Wahrnehmung des Schalls	147
7.1.2	Frequenz	148
7.1.3	Schalldruck (Schalldruckpegel; Schallpegel)	149
7.1.4	Schallausbreitung im Freien	152
7.1.5	Raumakustik	154
7.1.6	Schallausbreitung in Räumen	154
7.1.7	Reflexion	154
7.1.8	Nachhallzeit	155
7.1.9	Abnahme von Schallenergie durch Absorption	156
7.2	Schallschutzmaßnahmen	157
7.2.1	Schallschutz-Mindestanforderungen im Hochbau	158
7.3	Luftschall	168
7.3.1	Einschalige Bauteile	163
7.3.2	Zweischalige Wände	164
7.3.3	Einschalige und zweischalige Decken, Unterdecken	167
7.3.4	Fenster, Türen und Schrankwände	168
7.4	Trittschallschutz	169
7.4.1	Schwimmender Estrich	170
7.4.2	Abgehängte Schallschluckdecken	172
7.4.3	Lärmschutz gegen Installationsgeräusche	173
7.4.4	Verkehrslärmschutz	174
7.5	Technischer Schallschutz	174
7.5.1	Körperschall (gedämmte Fundamente und Lagerungen)	175
7.5.2	Schalldämmende Kapselungen und Kabinen	177
7.5.3	Resonatoren	178
7.5.4	Schalldämpfung	180
7.5.5	Dämpfung in Kanälen	180

7.6	Schallmessungen	182
7.6.1	Messdurchführung	182
7.6.2	Wahl des Messortes.....	183
7.7	Wichtige Zusammenhänge und Formeln.....	183
7.8	Strahlenschutz.....	185
7.8.1	Strahlenarten	186
7.8.2	Strahlendosis	186
8	Brandschutz.....	188
8.1	Einführung	188
8.1.1	Gesetzestext (Auszug aus der Bayerischen Bauordnung in der Fassung vom 28.09.2009)...	189
8.2	Rechtliche Grundlagen	196
8.3	DIN 4102	199
8.3.1	Baustoffklassen.....	199
8.3.2	Bedeutung der Baustoffklassen	199
8.3.3	Kennzeichnung	201
8.4	Bauteile.....	201
8.5	Sonderbauteile	203
8.6	Haustechnische Anlagen	205
8.7	Europäisches Grundlagendokument Brandschutz	207
9	Korrosionsschutz.....	209

TEIL 2 – STOFFKUNDE

10	Allgemeines	213
10.1	Einteilung der Dämmstoffe	215
10.1.1	AGI-Arbeitsblätter	217
10.2	Auswahlkriterien für Dämmstoffe.....	218
10.3	Wichtige Stoffeigenschaften	218
10.3.1	Wärmeleitfähigkeit	218
10.3.2	Wärmestrom	220
10.3.3	Mitteltemperatur	220
10.3.4	Rohdichte	221
10.3.5	Einfluss der Feuchte bei Dämmstoffen	221
10.3.6	Anwendungsgrenztemperatur und Anwendungstemperatur.....	223
10.3.7	Brandverhalten.....	224
10.3.8	Maße.....	225
10.3.9	Festigkeit, Spannung, Stauchung	225
10.3.10	Druckspannung.....	226
10.3.11	Druckfestigkeit	226
10.3.12	Biegefestigkeit.....	226
10.3.13	Elastizitätsmodul	227
10.3.14	Stauchung.....	227
10.3.15	Formbeständigkeit	227

10.3.16	Lineare Ausdehnungskoeffizienten	227
10.3.17	Korrosionsverhalten	229
10.4	EU-Normen, Kennzeichnung und Prüfverfahren	230
10.4.1	Produkteigenschaften	230
10.4.2	Anforderungen und Prüfverfahren	230
10.4.3	Konformitätsbewertung	232
10.4.4	CE-Kennzeichnung	232
10.5	Dämmstoffe, Herstellung und Eigenschaften	234
10.5.1	Mineralwollgedämmstoffe	235
10.5.2	Schaumstoffe – Allgemein.....	244
10.5.3	Polystyrol-Partikelschaum (EPS)	244
10.5.4	Polystyrol-Extruderschaum (XPS)	252
10.5.5	Polyurethan-Hartschaumstoffe (PUR).....	256
10.5.6	Polyisocyanurat-Hartschaum (PIR).....	261
10.5.7	Polyurethan(PUR)-Ortschaum	262
10.5.8	Polyethylenschaumstoff (PEF), vernetzt, unvernetzt	269
10.5.9	Phenolharzschaum (PF)	276
10.5.10	Vernetzte Elastomere – FEF (Elastomerschaum).....	277
10.5.11	Melaminharzschaum	283
10.5.12	Schaumglas (CG)	284
10.5.13	Blähperlite (EP) (Perlite)	290
10.5.14	Calcium-Magnesium-Silikatfaser (CMS).....	293
10.5.15	Mikroporöse Dämmstoffe	298
10.5.16	Vermiculite	301
10.5.17	Keramikfasern	303
10.5.18	Calciumsilikat (CS).....	304
10.5.19	Schafwolle.....	305
10.5.20	Sonstige Dämmstoffe.....	307
10.5.21	Alternative – ökologische Dämmstoffe.....	309
11	Kunststoffe.....	314
11.1.1	Thermoplaste	314
11.1.2	Duroplaste.....	314
11.1.3	Elastomere	315
11.1.4	Zusatzstoffe.....	315
11.1.5	Polyvinylchlorid (PVC)	315
11.1.6	Gummi	316
12	Metalle	318
12.1.1	Aluminium	318
12.1.2	Blei	319
12.1.3	Eisen und Stahl.....	320
12.1.4	Kupfer	321
12.1.5	Zink	323

12.1.6	Zinn	323
13	Oberflächenschutz – Ummantelungen	324
13.1.1	Feuerverzinktes (+Z) Stahlblech	325
13.1.2	Zink-Aluminiumblech (ZA) (Schmelztauchveredeltes Feinblech)	327
13.1.3	Aluminium-Zinkblech (AZ).....	327
13.1.4	Kunststoffbeschichtetes Stahlblech	328
13.1.5	Nichtrostendes Stahlblech – Edelstahl Rostfrei	329
13.1.6	Aluminiumbleche.....	331
13.1.7	Verbundbleche	333
13.1.8	Lochbleche.....	333
13.1.9	Ummantelung von profilierten Blechen	334
13.1.10	Ummantelungen bei vorgefertigten Mantelrohrsystemen	334
13.1.11	Ummantelung mit plastischen Massen	335
13.1.12	Ummantelung mit hydraulisch abbindende Massen	335
13.1.13	Ummantelung mit Bitumenbahnen.....	336
13.1.14	Ummantelungen aus harten Kunststoffen.....	336
13.1.15	Bandagierungen – Klebebänder – Folienbänder	338
14	Befestigungen.....	340
14.1	Befestigungen der Dämmstoffe	340
14.1.1	Spannbänder	340
14.1.2	Bindedraht.....	340
14.1.3	Drahthaken, Mattenhaken.....	341
14.1.4	Stifte und Clipse	341
14.1.5	Weitere Befestigungsarten.....	342
14.1.6	Befestigung durch Kleben.....	342
14.2	Befestigungen der Ummantelungen	345
14.2.1	Schrauben.....	345
14.2.2	Niete.....	348
14.2.3	Befestigung von PVC-Folien.....	351
14.2.4	Diverse Befestigungen	352
14.3	Stützkonstruktionen	353
14.4	Tragkonstruktionen	356
15	Schutz gegen Durchfeuchten.....	358
15.1	Dampfbremsen	358
15.2	Dichtelemente und Abweiser gegen Feuchtigkeit.....	361
15.3	Feuchteschutz auf Grund physikalischer Gegebenheiten	363
16	Dämmstoffe für den Hochbau	365
16.1	Dämmstoffe	365
16.1.1	Anwendungstypen	366
16.1.2	Produktnorm und Kennzeichnung.....	367
16.1.3	Produkteigenschaften	368
16.1.4	Anforderungen und Prüfverfahren	368

16.1.5	Konformitätsbewertung	369
16.1.6	CE-Kennzeichnung	370
16.1.7	Wärmeleitfähigkeit	371
16.1.8	EPS-Hartschaum nach DIN EN 13163	373
17	Energieeinsparverordnung – EnEV	375
17.1.1	Mindestwärmeschutz, Wärmebrücken	377
17.1.2	Dichtheit, Mindestluftwechsel	377
17.1.3	Zusammenfassung der wichtigsten Bestimmungen zur EnEV	378
18	DIN 4140 Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der	381
	technischen Gebäudeausrüstung	381
 TEIL 3 – PLANUNG		
19	Allgemeines zur Planung	385
19.1	Kriterien zur Durchführung von Dämmungen (Planungsgrundsätze)	385
19.1.1	Aufgaben zur Planung	386
19.1.2	Voraussetzungen	387
19.1.3	Anforderungen an die Baustoffe	394
19.1.4	Kurzübersicht über die wichtigsten Dämmstoffe und Blecharten	397
19.1.5	AGI-Arbeitsblätter	399
19.1.6	Gewährleistungen / Mängelansprüche	403
19.1.7	Mess- und Prüfverfahren	405
20	Aufmass und Abrechnung	406
21	Isometrie	412
21.1	Armaturenkapfen, Darstellung und Aufmass	415
21.2	Behälterdarstellungen	421
22	Arbeits- und Gesundheitsschutz	422
22.1	Allgemeines	422
22.1.1	Definition	422
22.1.2	Unterschied zwischen technischem und sozialem Arbeitsschutz	422
22.1.3	Arbeitgeberverantwortung	422
22.1.4	Föderalismus	423
22.1.5	Grundlegende Rechtsvorschriften	424
22.1.6	Dualismus	424
22.2	Die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG-BAU)	425
22.2.1	Allgemeines	425
22.2.2	Die Ziele der BG-BAU	425
22.2.3	Wie ist die BG-BAU aufgebaut?	426
22.2.4	Service der BG-BAU	426
22.3	Die Gewerbeaufsichtsämter	429
22.3.1	Allgemeines	429
22.3.2	Aufgaben der Gewerbeaufsicht	429
22.3.3	Persönliche Schutzausrüstung	431

22.3.4	Prüf- und Sicherheitskennzeichen	431
22.4	Information / Koordination / Kooperation	432
22.5	Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)	433
22.6	Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG).....	435
22.7	Siebttes Buch Sozialgesetzbuch	436
22.7.1	Allgemeines	436
22.7.2	SGB VII	437
22.8	Gefahrstoffverordnung.....	440
22.8.1	Allgemeines	440
22.8.2	Schwerpunkte der Gefahrstoffverordnung.....	440
22.8.3	Informationsbeschaffung.....	440
22.8.4	Gefährdungsbeurteilung	442
22.8.5	Schutzstufenkonzept.....	443
22.8.6	Gefahrstoffverzeichnis	445
22.8.7	Betriebsanweisung / Unterweisung.....	445
22.8.8	Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)	446
22.8.9	Arbeitsmedizinische Vorsorge.....	447
22.8.10	Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK).....	447
22.8.11	Vermutungswirkung	448
22.8.12	Weitere Anforderungen	448
22.9	Bauarbeiten	449
22.9.1	Allgemeines	449
22.9.2	Definition Bauarbeiten.....	451
22.9.3	Leitung, Aufsicht, Mängelmeldung	451
22.9.4	Wahrung von Sicherungsaufgaben.....	451
22.9.5	Standicherheit und Tragfähigkeit.....	452
22.9.6	Arbeitsplätze	452
22.9.7	Verkehrswege	453
22.9.8	Nicht begehbare Bauteile.....	454
22.9.9	Öffnungen und Vertiefungen	454
22.9.10	Schutz gegen herabfallende Gegenstände und Massen	455
22.9.11	Abwerfen von Gegenständen und Massen.....	455
22.9.12	Baustellenverkehr	455
22.9.13	Bestehende Anlagen.....	456
22.9.14	Der hochgelegene Arbeitsplatz	456
22.9.20	Arbeiten auf Dächern	467
22.10	Gefahren durch elektrische Freileitungen und Gefahren durch elektrischen Strom; Gefahren durch elektrische Freileitungen.....	468
22.10.1	Gefahren durch elektrischen Strom	469
22.11	Werkzeuge und Maschinen im WKSB-Betrieb	474
22.11.1	Abkantbänke	474
22.11.2	Bohrmaschinen	475

22.11.3	Bolzensetzwerkzeuge	476
22.11.4	Kreissägen	477
22.11.5	Rundmaschinen	480
22.11.6	Scheren.....	481
22.11.7	Schleif- und Trennmaschinen	482
22.11.8	Schmelzöfen für Bitumen.....	485
22.11.9	Handlungsanleitung „Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen“	487
22.12	Persönliche Schutzausrüstung	497
22.12.1	Kopfschutz	497
22.12.2	Handschutz	498
22.12.3	Fußschutz	498
22.12.4	Schutzkleidung.....	499
22.12.5	Augenschutz, Gesichtschutz.....	499
22.12.6	Gehörschutz.....	500
22.12.7	Anseilschutz.....	501
22.12.8	Atemschutz	501
22.13	Sicherheitszeichen	502
22.13.1	Geometrische Form von Sicherheitszeichen	502
22.13.2	Bedeutung der Sicherheitsfarben	502
22.14	Die verschiedenen Sicherheitszeichen/Sicherheitsschilder	503
22.14.1	Verbotszeichen/Verbotsschilder	503
22.14.2	Warnzeichen/Warnschilder	504
22.14.3	Gebotszeichen/Gebotsschilder	505
22.14.4	Rettungszeichen/Rettungsschilder	505
22.14.5	Brandschutzzeichen/Brandschutzschilder	506
22.14.6	Absperrung von Gefahrenbereichen.....	507
23	Abbildungsverzeichnis	509
24	Tabellenverzeichnis.....	514
25	Formelverzeichnis	516
26	Literaturverzeichnis für Teil 1 bis 3	525
26.1	Bücher	525
26.2	DIN-Normen	526
26.2.1	AGI-Arbeitsblätter	530
26.2.2	Hand- und Tabellenbücher, Zeitschriften	531
26.2.3	Richtlinien	532
26.2.4	Informationen von Firmen	532
26.3	Nachweis der verwendeten Tabellen.....	533
26.4	Bildquellenverzeichnis	534