

Inhalt

1 Physikalische Grundlagen

1.1 Allgemeines	2
1.2 Physikalische Größen und Einheiten	2
1.3 Länge l	6
1.4 Zeit t	7
1.4.1 Geschwindigkeit v	8
1.4.2 Beschleunigung a	10
1.5 Masse m	12
1.5.1 Kraft F	14
1.5.2 Arbeit W	17
1.5.3 Leistung P	20
1.5.4 Druck p	22
1.6 Stoffmenge ν	26
1.7 Stromstärke I	26
1.8 Lichtstärke I	27
1.8.1 Lichtstrom Φ	29
1.8.2 Lichtausbeute	29
1.8.3 Leuchtdichte L	30
1.8.4 Beleuchtungsstärke E	31
1.9 Temperatur ϑ	34
1.9.1 Wärmewirkungen	36
1.9.2 Wärmemenge Q	40
1.9.3 Heizwert H	41
1.9.4 Spezifische Wärmekapazität c	43
1.9.5 Wärmehalt Q_i	43
1.9.6 Spezifische Schmelzwärme q	45
1.9.7 Wärmeleitfähigkeit λ	47
1.9.8 Wärmedurchlaß A	48
1.9.9 Wärmeübergang α	49
1.9.10 Wärmedurchgang (k -Wert)	50
1.9.11 Wärmestromdichte q	52

2 Wärmeschutz

2.1 Zweck des Wärmeschutzes	54
2.2 Wärmeschutztechnische Größen	60
2.3 Mindest-Wärmeschutz im Winter	61
2.3.1 Anforderungen an Bauteile	62
2.3.2 Mindest-Anforderungen an normale Bauteile	64
2.3.3 Zusätzliche Anforderungen an leichte Bauteile	64

VI Inhalt

2.4	Energiesparender Wärmeschutz im Winter	65
2.4.1	Anforderungen an Gebäude	66
2.4.2	Gebäude mit normalen Innentemperaturen	67
	Gebäudeflächen-Verfahren	69
	Bauteil-Verfahren	72
2.4.3	Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen	74
2.4.4	Gebäude für Sport- und Versammlungszwecke	75
2.4.5	Gebäude mit gemischter Nutzung	76
2.4.6	Bestehende Gebäude	76
2.5	Niedrig-Energie-Haus	78
2.5.1	Verbesserung der Wärmedämmung	78
2.5.2	Empfehlung niedriger k_m -Werte	78
2.6	Wärmeschutztechnische Kennwerte	79
2.6.1	Kennwerte von Baustoffen und Bauteilen	79
2.6.2	Kennwerte von Luftschichten.	88
2.6.3	Rechenwerte der Wärmeübergangswiderstände	89
2.6.4	Kennwerte von Verglasungen, Fenstern und Türen.	90
2.6.5	Kennwerte von Wänden	93
2.6.6	Kennwerte von Decken	102
2.6.7	Kennwerte von Fußböden	106
2.7	Wärmeschutztechnische Berechnungen	109
2.7.1	Temperatur-Annahmen	110
2.7.2	Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes.	113
	2.7.2.1 Einschichtige Bauteile.	113
	2.7.2.2 Mehrschichtige Bauteile mit hintereinanderliegenden Schichten.	114
2.7.3	Berechnung des Wärmedurchgangswiderstandes $1/k$	115
2.7.4	Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten k	116
	2.7.4.1 Ein- und mehrschichtige Bauteile	116
	2.7.4.2 Bauteile mit nebeneinanderliegenden Bereichen	117
	2.7.4.3 Leichte Bauteile.	118
2.7.5	Berechnung der Bauteil-Temperaturen	122
	2.7.5.1 Temperatur der Innenoberfläche.	122
	2.7.5.2 Berechnung für einen „optimalen Wärmeschutz“	123
	2.7.5.3 Temperatur der Außenoberfläche	125
	2.7.5.4 Temperatur der Trennflächen	125
2.7.6	Wärmespeicherfähigkeit	128
2.7.7	Lüftungswärmeverluste	133
	2.7.7.1 Wärmeverluste durch Fugen	134
	2.7.7.2 Wärmeverluste durch Entlüften von Küchen	135
	2.7.7.3 Wärmeverluste durch Belüftung	136
2.7.8	Wärmegewinn durch Sonneneinstrahlung	137
2.8	Wärmeschutz im Sommer	139
2.8.1	Anforderungen an Gebäude	143
2.8.2	Gebäude ohne raumlufttechnische Anlagen	143
2.8.3	Gebäude mit raumlufttechnischen Anlagen	147
2.8.4	Zusammenfassung	148
2.9	Wärmeschutztechnische Maßnahmen bei der Planung	148
2.9.1	Lage des Gebäudes.	149
2.9.2	Art des Gebäudes	149
2.9.3	Räume im Gebäude	150
2.9.4	Dachräume	150
2.9.5	Belüftete Bauteile.	150
2.9.6	Fenster	151

2.9.7	Fugen	152
2.9.8	Bauteilschwächungen	153
2.9.9	Schornsteine und Rohrleitungen	153
2.9.10	Wärmebrücken	153
2.10	Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes	159
2.10.1	Beschreibung der Außenbauteile	165
2.10.2	Ermittlung der Gebäudeflächen	173
2.10.3	Nachweis des erhöhten Wärmeschutzes	176
2.10.4	Zusammenfassung	178
3 Feuchteschutz		
3.1	Zweck des Feuchteschutzes	179
3.2	Wassergehalt (Feuchtegehalt)	180
3.2.1	Sättigungsgehalt der Luft	181
3.2.2	Relative Luftfeuchte	182
3.2.3	Tauwasserbildung	182
3.2.4	Tautemperatur	183
3.2.5	Wasserdampfdruck	185
3.2.6	Wassergehalt von Baustoffen	187
3.3	Wassertransport (Feuchtetransport)	189
3.3.1	Diffusion	190
3.3.2	Andere Arten des Wassertransports	191
3.4	Wasserdampfdiffusion	193
3.4.1	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl	195
3.4.2	Wasserdampf-diffusionsäquivalente Luftschichtdicken	195
3.4.3	Wasserdampf-Diffusionsdurchlaßwiderstand	196
3.4.4	Wasserdampf-Diffusionsstromdichte	197
3.5	Schutz gegen Tauwasser	198
3.5.1	Tauwasserbildung auf Oberflächen von Bauteilen	198
3.5.2	Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen	199
3.6	Diffusionstechnische Berechnungen	203
3.6.1	Berechnung zur Tauwasserbildung auf Oberflächen von Bauteilen	203
3.6.2	Berechnung zur Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen	205
3.6.3	Berechnungsgleichungen für die Tauperiode (Winter)	210
3.6.4	Berechnungsgleichungen für die Verdunstungsperiode (Sommer)	213
3.6.5	Berechnungsbeispiele	216
3.7	Schutz gegen Schlagregen	220
3.7.1	Wasseraufnahme	221
3.7.2	Beanspruchungsgruppen	222
3.7.3	Erfüllung des Schlagregenschutzes	223
3.7.3.1	Außenwände	223
3.7.3.2	Wandbekleidungen	223
3.7.3.3	Fugen und Anschlüsse	229
3.7.3.4	Fenster	231
3.8	Schutz gegen Bodenfeuchte	231
3.8.1	Stoffe für Abdichtungen gegen Bodenfeuchte	232
3.8.2	Abdichtungen nichtunterkellerten Gebäude	232
3.8.3	Abdichtungen unterkellerten Gebäude	237
3.8.4	Möglichkeiten nachträglicher Abdichtungen bei alten Bauwerken	239
3.9	Schutz gegen nichtdrückendes Wasser	240
3.9.1	Stoffe für Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser	240

VIII Inhalt

3.9.2 Abdichtungen mit bituminösen Stoffen und Kunststoff-Dichtungsbahnen	240
3.9.2.1 Abdichtungen für hohe Beanspruchungen	242
3.9.2.2 Abdichtungen für mäßige Beanspruchungen	246
3.9.2.3 Bewegungsfugen	248
3.9.2.4 Durchdringungen	249
3.9.2.5 Abschlüsse	250
3.9.2.6 Schutzschichten	250
3.9.3 Abdichtungen mit wasserundurchlässigem Beton	251
3.9.4 Schutz durch Dränung	254
3.10 Schutz gegen drückendes Wasser	256
3.10.1 Stoffe für Abdichtungen gegen drückendes Wasser	257
3.10.2 Abdichtungen mit bituminösen Stoffen und Kunststoff-Dichtungsbahnen	257
3.10.2.1 Bewegungsfugen	260
3.10.2.2 Abdichtung von Bewegungsfugen Typ I	262
3.10.2.3 Abdichtung von Bewegungsfugen Typ II	262
3.10.2.4 Durchdringungen	262
3.10.2.5 Anschlüsse	262
3.10.2.6 Abschlüsse	263
3.10.3 Abdichtungen mit wasserundurchlässigem Beton	263
3.10.3.1 Kapillarität und Diffusion	265
3.10.3.2 Form der Bauwerke	267
3.10.3.3 Abmessungen der Bauabschnitte	267
3.10.3.4 Bewegungsfugen (Dehnfugen)	271
3.10.3.5 Arbeitsfugen	273
3.10.3.6 Durchdringungen	276
3.10.3.7 Zusammenfassende Beurteilung	277
4 Schallschutz	
4.1 Schall als Schwingung und Wellenbewegung	279
4.1.1 Schallwelle	279
4.1.2 Arten des Schalls	280
4.1.3 Schallgeschwindigkeit	281
4.1.4 Frequenz	282
4.1.5 Wellenlänge	283
4.2 Schall als Hörempfinden	284
4.2.1 Schalldruck	284
4.2.2 Schallpegel	284
4.2.3 Hörfläche	287
4.2.4 Hörempfinden	288
4.2.5 Bewerteter Schallpegel	291
4.3 Schall als Außenlärm	293
4.3.1 Berechnungsverfahren für die Schallemission	294
4.3.2 Straßenverkehr	297
4.3.3 Schienenverkehr	300
4.3.4 Wasserverkehr	305
4.3.5 Luftverkehr	306
4.3.6 Gewerbe- und Industrieanlagen	306
4.3.7 Mehrere Schallquellen	308
4.4 Schutz gegen Außenlärm	309
4.4.1 Lärmpegelbereiche	309
4.4.2 Schutz durch großen Abstand	310
4.4.3 Schutz durch Abschirmung	312

4.4.4	Luftschalldämmung	317
4.4.5	Bewertetes Schalldämm-Maß R_w	318
4.4.6	Anforderungen an Außenbauteile	320
4.4.7	Anforderungen an Decken und Dächer	325
4.4.8	Anforderungen bei Fluglärm	326
4.4.9	Eignung von Außenbauteilen	326
4.4.9.1	Einschalige Außenwände	326
4.4.9.2	Zweischalige Außenwände	332
4.4.9.3	Massive Dächer	335
4.4.9.4	Leichte Dächer	335
4.4.9.5	Fenster und Glasbaustein-Wände	338
4.4.9.6	Rolladenkästen	341
4.4.9.7	Bauteile bei Fluglärm	343
4.5	Luftschall in Gebäuden	344
4.5.1	Luftschalldämmung in Gebäuden	344
4.5.2	Luftschalldämmung einschaliger Bauteile	346
4.5.3	Luftschalldämmung zweischaliger Bauteile	348
4.5.4	Flankenübertragung bei Luftschallanregung	349
4.6	Trittschall in Gebäuden	351
4.6.1	Trittschall	351
4.6.2	Trittschalldämmung	353
4.6.3	Flankenübertragung bei Trittschallanregung	354
4.7	Schall durch haustechnische Anlagen und Betriebe	355
4.8	Schutz gegen Schall in Gebäuden	357
4.8.1	Kennzeichnende Größen für die Schalldämmung der Bauteile	358
4.8.2	Anforderungen an den Schutz gegen Luft- und Trittschall	358
4.8.3	Nachweis der Eignung mit bauakustischen Messungen	368
4.8.4	Nachweis der Eignung ohne bauakustische Messungen	368
4.8.5	Luftschalldämmung in Gebäuden in Massivbauart	368
4.8.5.1	Trennende Bauteile	369
4.8.5.2	Einschalige, biegesteife Trennwände	369
4.8.5.3	Zweischalige Wände aus zwei schweren, biegesteifen Schalen	369
4.8.5.4	Einschalige, biegesteife Wände mit biegeweicher Vorsatzschale	371
4.8.5.5	Zweischalige Wände aus zwei biegeweichen Schalen	373
4.8.5.6	Geschoßdecken	378
4.8.5.7	Einfluß flankierender Bauteile	381
4.8.6	Trittschalldämmung in Gebäuden in Massivbauart	382
4.8.6.1	Massivdecken	388
4.8.6.2	Holzbalkendecken	390
4.8.6.3	Massive Treppenläufe und Treppenpodeste	392
4.8.7	Luftschalldämmung in Gebäuden in Skelett- und Holzbauart	392
4.8.7.1	Horizontale Schallübertragung	392
4.8.7.2	Vertikale Schallübertragung	411
4.8.8	Trittschalldämmung in Gebäuden in Skelett- und Holzbauart	411
4.8.9	Schalldämmung bei haustechnischen Anlagen und Betrieben	415
4.8.9.1	Gewerbebetriebe	415
4.8.9.2	Haustechnische Anlagen	418
4.8.9.3	Lüftungsschächte und -kanäle	423

X Inhalt

5 Tageslicht

5.1 Sonnenstrahlung	425
5.2 Tageslichtquotient D	427
5.3 Gleichmäßigkeit der Beleuchtung	427
5.4 Blendungsfreiheit	428
5.5 Schattigkeit	428
5.6 Forderung an Fenster	429
5.6.1 Wohnräume	429
5.6.2 Arbeitsräume	429
5.6.3 Unterrichtsräume	430
5.6.4 Krankenzimmer	431
5.6.5 Kindergärten	431
5.7 Mindest-Fenstergröße	432

6 Brandschutz

6.1 Bauvorschriften	437
6.2 Brandschutznormen	440
6.2.1 Einteilung der Baustoffe	441
6.2.2 Baustoffklassen	441
6.2.3 Einteilung der Bauteile	444
6.2.4 Einheits-Temperaturzeitkurve	444
6.2.5 Feuerwiderstandsklassen	444
6.2.6 Benennung der Bauteile	446
6.2.7 Bauteile mit Sonderanforderungen	446
6.3 Feuerhemmende und feuerbeständige Bauteile	447
6.4 Brandschutz-Anforderungen	447
6.4.1 Bauordnungen der Länder	447
6.4.2 Brandschutzklassen im Industriebau	451
6.4.3 Bauklassen der Feuerversicherer	454
6.5 Klassifizierte Bauteile	455
6.6 Wände und Pfeiler	456
6.6.1 Brandwände	459
6.7 Betonbauteile	460
6.7.1 Bemessung von Betonbauteilen	460
6.7.2 Balken aus Stahlbeton und Spannbeton	465
6.7.3 Decken aus Stahlbeton und Spannbeton	470
6.7.4 Stützen aus Stahlbeton	479
6.7.5 Wände aus Stahlbeton	480
6.8 Stahlbauteile	483
6.8.1 Bemessung der Bekleidung für Stahlkonstruktionen	483
6.8.2 Bekleidete Stahlträger	485
6.8.3 Bekleidete Stahlstützen	490
6.9 Holzbauteile	494
6.9.1 Unbekleidete Holzbalken	495
6.9.2 Bekleidete Holzbalken	495
6.9.3 Holzbalkendecken	496
6.9.4 Unbekleidete Holzstützen	498
6.9.5 Bekleidete Holzstützen	499

Anhang

Einheiten und ihre Bedeutung	501
Basiseinheiten (Grundeinheiten)	501
Vorsätze für Einheiten.	501
Andere Einheiten	501
Abgeleitete Einheiten	502
Umrechnungswerte für Einheiten.	503
Formelzeichen und ihre Bedeutung.	506
Formelsammlung	508
DIN-Normen	515
Schrifttum	519
Sachverzeichnis.	522