

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	7
1.4.2 Beschleunigung a	9
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 v	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 Wärmemenge Q	36
1.9.2 Heizwert H	37
1.9.3 Spezifische Wärmekapazität c	38
1.9.4 Wärmehalt Q_i	38
1.9.5 Spezifische Schmelzwärme q	41
1.9.6 Wärmeleitfähigkeit λ	42
1.9.7 Wärmedurchlaß A	43
1.9.8 Wärmeübergang α	44
1.9.9 Wärmedurchgang (k -Wert)	45
1.9.10 Wärmestromdichte q	47

2 Wärmeschutz

2.1 Zweck des Wärmeschutzes	50
2.2 Wärmeschutztechnische Größen	54
2.3 Mindest-Wärmeschutz im Winter	54
2.3.1 Anforderungen an Bauteile	56
2.3.2 Mindest-Anforderungen an normale Bauteile	56
2.3.3 Zusätzliche Anforderungen an leichte Bauteile	58

VI Inhalt

2.4	Energiesparender Wärmeschutz im Winter	59
2.4.1	Anforderungen an Gebäude.	60
2.4.2	Gebäude mit normalen Innentemperaturen	61
	Gebäudeflächen-Verfahren	62
	Bauteil-Verfahren	66
2.4.3	Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen	68
2.4.4	Gebäude für Sport- und Versammlungszwecke	69
2.4.5	Gebäude mit gemischter Nutzung	70
2.4.6	Bestehende Gebäude.	70
2.5	Wärmeschutztechnische Kennwerte	71
2.5.1	Kennwerte von Baustoffen und Bauteilen	71
2.5.2	Kennwerte von Luftschichten.	85
2.5.3	Rechenwerte der Wärmeübergangswiderstände	85
2.5.4	Kennwerte von Verglasungen, Fenstern und Türen.	85
2.5.5	Kennwerte von Wänden.	91
2.5.6	Kennwerte von Decken	99
2.5.7	Kennwerte von Fußböden.	103
2.6	Wärmeschutztechnische Berechnungen	106
2.6.1	Temperatur-Annahmen	107
2.6.2	Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes	110
	2.6.2.1 Einschichtige Bauteile.	110
	2.6.2.2 Mehrschichtige Bauteile mit hintereinanderliegenden Schichten	111
2.6.3	Berechnung des Wärmedurchgangswiderstandes $1/k$	112
2.6.4	Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten k	113
	2.6.4.1 Ein- und mehrschichtige Bauteile	113
	2.6.4.2 Bauteile mit nebeneinanderliegenden Bereichen.	114
	2.6.4.3 Leichte Bauteile	115
2.6.5	Berechnung der Bauteil-Temperaturen	119
	2.6.5.1 Temperatur der Innenoberfläche.	119
	2.6.5.2 Berechnung für einen „optimalen Wärmeschutz“	120
	2.6.5.3 Temperatur der Außenoberfläche	122
	2.6.5.4 Temperatur der Trennflächen	122
2.6.6	Lüftungswärmeverluste	125
	2.6.6.1 Wärmeverluste durch Fugen	125
	2.6.6.2 Wärmeverluste durch Entlüften von Küchen	127
	2.6.6.3 Wärmeverluste durch Belüftung	128
2.7	Wärmeschutz im Sommer	129
2.7.1	Anforderungen an Gebäude.	130
2.7.2	Gebäude ohne raumlufttechnische Anlagen	130
2.7.3	Gebäude mit raumlufttechnischen Anlagen	135
2.7.4	Wärmespeicherfähigkeit	136
2.8	Wärmeschutztechnische Maßnahmen bei der Planung	141
2.8.1	Lage des Gebäudes	142
2.8.2	Art des Gebäudes.	142
2.8.3	Räume im Gebäude	142
2.8.4	Dachräume	143
2.8.5	Belüftete Bauteile.	143
2.8.6	Fenster	144
2.8.7	Fugen	145
2.8.8	Bauteilschwächungen.	146
2.8.9	Schornsteine und Rohrleitungen.	146
2.8.10	Wärmebrücken	146

2.9	Nachweis des energiesparenden Wärmeschutzes	150
2.9.1	Beschreibung der Außenbauteile	156
2.9.2	Ermittlung der Gebäudeflächen.	164
2.9.3	Nachweis des erhöhten Wärmeschutzes	167
2.9.4	Zusammenfassung	169

3 Feuchteschutz

3.1	Zweck des Feuchteschutzes	170
3.2	Wassergehalt (Feuchtegehalt)	171
3.2.1	Sättigungsgehalt der Luft	172
3.2.2	Relative Luftfeuchte	173
3.2.3	Tauwasserbildung	173
3.2.4	Tautemperatur	174
3.2.5	Wasserdampfdruck	176
3.2.6	Wassergehalt von Baustoffen	178
3.3	Wassertransport (Feuchtetransport)	180
3.3.1	Diffusion	181
3.3.2	Andere Arten des Wassertransports	182
3.4	Wasserdampfdiffusion	184
3.4.1	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl.	186
3.4.2	Wasserdampf-diffusionsäquivalente Luftschichtdicken.	186
3.4.3	Wasserdampf-Diffusionsdurchlaßwiderstand	187
3.4.4	Wasserdampf-Diffusionsstromdichte	188
3.5	Schutz gegen Tauwasser	189
3.5.1	Tauwasserbildung auf Oberflächen von Bauteilen	189
3.5.2	Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen	190
3.6	Diffusionstechnische Berechnungen	194
3.6.1	Berechnung zur Tauwasserbildung auf Oberflächen von Bauteilen	194
3.6.2	Berechnung zur Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen	196
3.6.3	Berechnungsgleichungen für die Tauperiode (Winter)	201
3.6.4	Berechnungsgleichungen für die Verdunstungsperiode (Sommer)	204
3.6.5	Berechnungsbeispiele	207
3.7	Schutz gegen Schlagregen	211
3.7.1	Wasseraufnahme	212
3.7.2	Beanspruchungsgruppen.	213
3.7.3	Erfüllung des Schlagregenschutzes	214
3.7.3.1	Außenwände	214
3.7.3.2	Wandbekleidungen	214
3.7.3.3	Fugen und Anschlüsse	220
3.7.3.4	Fenster	222
3.8	Schutz gegen Bodenfeuchte	222
3.8.1	Stoffe für Abdichtungen gegen Bodenfeuchte	223
3.8.2	Abdichtungen nichtunterkellerten Gebäude	223
3.8.3	Abdichtungen unterkellerten Gebäude	228
3.8.4	Möglichkeiten nachträglicher Abdichtungen bei alten Bauwerken.	230
3.9	Schutz gegen nichtdrückendes Wasser	231
3.9.1	Stoffe für Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser	231
3.9.2	Abdichtungen mit bituminösen Stoffen und Kunststoff-Dichtungsbahnen	231

VIII Inhalt

3.9.2.1 Abdichtungen für hohe Beanspruchungen	233
3.9.2.2 Abdichtungen für mäßige Beanspruchungen	237
3.9.2.3 Bewegungsfugen	239
3.9.2.4 Durchdringungen	240
3.9.2.5 Abschlüsse	241
3.9.2.6 Schutzschichten	241
3.9.3 Abdichtungen mit wasserundurchlässigem Beton	242
3.9.4 Schutz durch Dränung	245
3.10 Schutz gegen drückendes Wasser	247
3.10.1 Stoffe für Abdichtungen gegen drückendes Wasser	248
3.10.2 Abdichtungen mit bituminösen Stoffen und Kunststoff-Dichtungsbahnen	248
3.10.2.1 Bewegungsfugen	251
3.10.2.2 Abdichtung von Bewegungsfugen Typ I	253
3.10.2.3 Abdichtung von Bewegungsfugen Typ II	253
3.10.2.4 Durchdringungen	253
3.10.2.5 Anschlüsse	253
3.10.2.6 Abschlüsse	254
3.10.3 Abdichtungen mit wasserundurchlässigem Beton	254
3.10.3.1 Kapillarität und Diffusion	256
3.10.3.2 Form der Bauwerke	258
3.10.3.3 Abmessungen der Bauabschnitte	258
3.10.3.4 Bewegungsfugen (Dehnfugen)	262
3.10.3.5 Arbeitsfugen	264
3.10.3.6 Durchdringungen	266
3.10.3.7 Zusammenfassende Beurteilung	267
4 Schallschutz	
4.1 Schall als Schwingung und Wellenbewegung	269
4.1.1 Schallwelle	269
4.1.2 Arten des Schalls	269
4.1.3 Schallgeschwindigkeit c	270
4.1.4 Frequenz f	271
4.1.5 Wellenlänge λ	272
4.2 Schall als Hörempfinden	273
4.2.1 Schalldruck p	273
4.2.2 Schallpegel L	274
4.2.3 Hörfläche	276
4.2.4 Hörempfinden	278
4.2.5 Bewerteter Schallpegel L_A	280
4.3 Schall als Außenlärm	282
4.3.1 Maßgeblicher Außenlärmpegel	283
4.3.2 Lärmpegelbereiche	284
4.3.3 Straßenverkehr	285
4.3.4 Schienenverkehr	286
4.3.5 Wasserverkehr	287
4.3.6 Flugverkehr	288
4.3.7 Industrie und Gewerbe	288

4.4	Schutz gegen Außenlärm	291
4.4.1	Schutz durch großen Abstand	291
4.4.2	Schutz durch Abschirmung	292
4.4.3	Schutz durch bauliche Maßnahmen	294
4.4.4	Luftschalldämmung	295
4.4.5	Bewertetes Schalldämm-Maß R_w	296
4.4.6	Anforderungen an Außenwände und Fenster	298
4.4.7	Anforderungen an Decken und Dächer	299
4.4.8	Anforderungen bei Fluglärm	299
4.4.9	Eignung von Außenbauteilen	299
4.4.9.1	Massive Außenwände	300
4.4.9.2	Leichte Außenwände	300
4.4.9.3	Massive Dächer	302
4.4.9.4	Leichte Dächer	303
4.4.9.5	Fenster	305
4.4.9.6	Bauteile bei Fluglärm	305
4.5	Luftschall in Gebäuden	307
4.5.1	Allgemeines zum Schallschutz in Gebäuden	307
4.5.2	Luftschallschutz in Gebäuden	308
4.5.3	Luftschalldämmung einschaliger Bauteile	310
4.5.4	Luftschalldämmung zweischaliger Bauteile	311
4.5.5	Flankenübertragung bei Luftschallanregung	313
4.5.6	Anforderungen zum Schutz gegen Luftschallübertragung	315
4.5.7	Anforderungen an flankierende Bauteile bei Luftschall	319
4.6	Trittschall in Gebäuden	320
4.6.1	Trittschall	323
4.6.2	Trittschallschutz	323
4.6.3	Trittschalldämmung	325
4.6.4	Anforderungen zum Schutz gegen Trittschallübertragung	328
4.6.5	Flankenübertragung bei Trittschallanregung	329
4.7	Schutz gegen Schall in Gebäuden	329
4.7.1	Eignung von Bauteilen gegen Luftschall	330
4.7.2	Eignung von Bauteilen gegen Trittschall	330
4.7.3	Eignung verschiedener Bauteile	330
4.7.3.1	Massivdecken	330
4.7.3.2	Holzbalkendecken	338
4.7.3.3	Massive Treppen	340
4.7.3.4	Balkone	341
4.7.3.5	Wände, einschalig und biegesteif	342
4.7.3.6	Wände, zweischalig und biegesteif	344
4.7.3.7	Wände mit biegeweicher Vorsatzschale	346
4.7.3.8	Wände aus zwei biegeweichen Schalen	347
4.7.3.9	Türen	350
4.7.3.10	Wände mit Türen oder Fenstern	352
4.7.4	Nebenwege	353
4.7.5	Schächte und Kanäle	358
4.7.6	Haustechnik und Betriebe	359
4.7.6.1	Zulässiger Schallpegel	360
4.7.6.2	Bauteile bei „besonders lauten“ Räumen	364

X Inhalt

5 Tageslicht

5.1 Sonnenstrahlung	368
5.2 Tageslichtquotient D	370
5.3 Gleichmäßigkeit der Beleuchtung	370
5.4 Blendungsfreiheit	371
5.5 Schattigkeit	371
5.6 Forderung an Fenster	372
5.6.1 Wohnräume	372
5.6.2 Arbeitsräume	372
5.6.3 Unterrichtsräume	373
5.6.4 Krankenzimmer	374
5.6.5 Kindergärten	374
5.7 Mindest-Fenstergröße	375

6 Brandschutz

6.1 Bauvorschriften	381
6.2 Brandschutznormen	383
6.2.1 Einteilung der Baustoffe	384
6.2.2 Baustoffklassen	384
6.2.3 Einteilung der Bauteile	387
6.2.4 Einheits-Temperaturzeitkurve	387
6.2.5 Feuerwiderstandsklassen	387
6.2.6 Benennung der Bauteile	389
6.2.7 Bauteile mit Sonderanforderungen	389
6.3 Feuerhemmende und feuerbeständige Bauteile	390
6.4 Brandschutz-Anforderungen	390
6.4.1 Bauordnungen der Länder	390
6.4.2 Brandschutzklassen im Industriebau	394
6.4.3 Bauklassen der Feuerversicherer	397
6.5 Klassifizierte Bauteile	398
6.6 Wände und Pfeiler	399
6.6.1 Brandwände	402
6.7 Betonbauteile	403
6.7.1 Bemessung von Betonbauteilen	403
6.7.2 Balken aus Stahlbeton und Spannbeton	408
6.7.3 Decken aus Stahlbeton und Spannbeton	413
6.7.4 Stützen aus Stahlbeton	422
6.7.5 Wände aus Stahlbeton	423
6.8 Stahlbauteile	426
6.8.1 Bemessung der Bekleidung für Stahlkonstruktionen	426
6.8.2 Bekleidete Stahlträger	429
6.8.3 Bekleidete Stahlstützen	433
6.9 Holzbauteile	437
6.9.1 Unbekleidete Holzbalken	438
6.9.2 Bekleidete Holzbalken	438
6.9.3 Holzbalkendecken	439
6.9.4 Unbekleidete Holzstützen	441
6.9.5 Bekleidete Holzstützen	442

Anhang

Einheiten und ihre Bedeutung.	444
Basiseinheiten (Grundeinheiten).	444
Vorsätze für Einheiten.	444
Andere Einheiten.	444
Abgeleitete Einheiten.	445
Umrechnungswerte für Einheiten	446
Formelzeichen und ihre Bedeutung.	449
Formelsammlung.	451
DIN-Normen.	458
Schrifttum	461
Sachverzeichnis	464