

KONSTRUIEREN

1. Der Begriff der Konstruktion	4
1.1 Herstellung von Gebäuden.....	4
1.2 Definition des Begriffs Konstruieren.....	4
2. Der Prozess des Konstruierens.....	6
2.1 Planen, Entwerfen, Konstruieren.....	6
2.2 Phasen des Konstruktionsprozesses.....	8
2.3 Methodik des Konstruierens	11
3. Entwerfen und Konstruieren	12
3.1 Einfluss der Konstruktion auf den Entwurf.....	12
3.1.1 Der Begriff der Bauweise	14
3.1.2 Historische und traditionelle Bauweisen	14
3.1.3 Moderne Bauweisen	15
3.1.4 Kategorien von Bauweisen	15
3.1.5 Bedeutung von Bauweisen für den Planer ..	16
3.2 Einfluss des Entwurfs auf die Konstruktion	17
3.3 Harmonisierung von Entwurf und Konstruktion..	18
3.4 Heutige Verhältnisse.....	18
4. Prinzipien des Konstruierens.....	19
4.1 Grundsätzliches.....	19
4.2 Historische und moderne Prinzipien des Konstruierens.....	19
4.3 Der Weg vom Prinzip zum Detail und umgekehrt.....	20
Anmerkungen	22
Normen und Richtlinien.....	22

STRUKTUR

Ordnung und Gliederung

1. Ordnung einer Baustruktur	26
1.1 Ordnung nach formalen Gesichtspunkten	26
1.2 Ordnung nach funktionalen Gesichtspunkten	28
1.3 Ordnung nach konstruktiven Gesichtspunkten.....	29
2. Gliederung einer Baustruktur	31
2.1 Gliederung nach formalen Gesichtspunkten	31
2.2 Gliederung nach funktionalen Gesichtspunkten ..	32
2.2.1 nach Hauptfunktionen.....	33
2.2.2 nach baulicher Einzelfunktion	34
2.2.3 nach Grad und Qualität der Anforderung ..	34
2.3 Gliederung nach konstruktiven Gesichtspunkten	35
2.3.1 aus Einschränkungen des Werkstoffs	35
2.3.2 aus dem Bauprinzip	36
2.3.3 aus der industriellen Herstellung.....	40
2.3.4 aus der Organisation des Bauvorgangs.....	40
2.4 Klassifizierung von Bauteilen nach ihrer konstruktiven Komplexität	42
Anmerkungen.....	45
Normen und Richtlinien.....	45

1. Technisch-kulturelle Entwicklungsstufen	48	Industrielles Bauen
2. Handwerkliche Produktion	49	
3. Industrielle Produktion	51	
3.1 Geschichtliche Entwicklung industriellen Bauens	52	
3.2 Merkmale industrieller Produktion.....	56	
4. Merkmale industriellen Bauens	56	
4.1 Grundsätze industriellen Bauens	57	
4.2 Einsatz neuer digitaler Planungs- und digital gesteuerter Fertigungstechniken im Bauwesen ..	60	
4.3 Transport.....	62	
4.4 Montage	62	
5. Die Montagefuge im industriellen Bauen	62	
Anmerkungen	64	
Normen und Richtlinien.....	64	

1. Modulare Ordnung einer Gebäudestruktur.....	68	Maßordnung
1.1 Maß- und Modulordnungen im Bauwesen.....	68	
1.2 Grundmaße und Baumaße.....	71	
2. Maßsysteme	72	
2.1 Das oktametrische Maßsystem.....	72	
2.2 Mauererschichten und -verbände	74	
2.3 Mauerverbände – Beispiele	74	
2.4 Bauen mit großformatigen Steinen.....	77	
2.5 Modulordnung nach <i>ISO 21723</i> und <i>ISO 2848</i>	78	
2.5.1 Grundmodul.....	78	
2.5.2 Horizontale Koordination	78	
2.5.3 Vertikale Koordination – Ergänzungsmaße	80	
2.5.4 Koordinationsräume	80	
3. Der Raster.....	81	
3.1 Bauteilbezug zum Raster	81	
3.2 Rasterüberlagerungen	84	
3.3 Beispiel: Kombination von Konstruktions- und Ausbauraster.....	86	
4. Maßtoleranzen – maßliche Koordination an	88	
Bauteilstößen		
4.1 Toleranzarten.....	89	
4.2 Maßtoleranzen, Begriffe; Beispiel: Einbau Fenster	89	
4.3 Maßtoleranzen – Grenzabweichungen.....	91	
Anmerkungen	98	
Normen und Richtlinien.....	98	

NACHHALTIGKEIT

Kontext	1. Der Begriff der Nachhaltigkeit..... 102 1.1 Nachhaltiges Bauen und Konstruieren..... 103
	2. Zusammenfassende Bewertung der Nachhaltigkeit von Baukonstruktionen 103
	Anmerkungen..... 105 Normen und Richtlinien..... 105
Ökologie	1. Ökologische Betrachtung 108
	2. Ökobilanz (Life-Cycle Assessment, LCA) 108 2.1 Das betrachtete System 109 2.2 Systemgrenzen 109 2.3 Phasen 109 2.4 Ökobilanz-Indikatoren..... 110 2.5 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen von Produkten (Environmental Product Declaration, EPD)..... 113
	Normen und Richtlinien..... 117
Ökonomie	1. Ökonomische Betrachtung (Lebenszyklus- kosten) 120
	2. Lebensdauer 121 2.1 Alterung 129 2.2 Obsoleszenz..... 129
	3. Lebenszyklus 130 3.1 Neubau..... 130 3.2 Nutzung..... 130 3.2.1 Instandhaltung 131 3.3 Erneuerung 132 3.4 Rückbau 132
	4. Lebenszykluskostenrechnung (Life-Cycle Costing, LCC; Life-Cycle Cost Analysis, LCCA)... 135 4.1 Erstellungskosten sowie Kosten für Rückbau und Entsorgung..... 136 4.2 Nutzungskosten 136 4.3 Bauunterhaltskosten 138
	Anmerkungen..... 139 Normen und Richtlinien..... 139
Soziales	1. Betrachtung der soziokulturellen Auswirkungen 142
	2. Zugänglichkeit 142

3. Anpassungsfähigkeit	142
4. Gesundheit und Behaglichkeit	142
5. Belastungen der benachbarten Bereiche.....	144
6. Instandhaltung	144
7. Sicherheit/Schutz	145
8. Beschaffung von Materialien und Dienstleistungen	146
9. Einbeziehung der Beteiligten (Stakeholder Involvement)	146

Normen und Richtlinien.....	147
-----------------------------	-----

1. Konstruktionsrelevante Ökobilanzdaten	150	Ökobilanzdaten
2. Umweltproduktdeklarationen (EPD)	151	
2.1 EPD von Beton C20/25	150	
2.2 EPD von Beton C30/37	151	
2.3 EPD von Mauerziegeln.....	152	
2.4 EPD von Konstruktionsvollholz	153	
2.5 EPD von Nadelholz, getrocknet	154	
2.6 EPD von Brettschichtholz	155	
2.7 EPD von Baustahl	156	
2.8 EPD von Dreifach-Isolierglas	157	
2.9 EPD von Mineralwolle (für Außenwände).....	158	
2.10 EPD von XPS-Polystyrol-Dämmstoff.....	159	
3. Vergleichende Betrachtung der Ökobilanzdaten der wichtigsten Werkstoffe	160	

Normen und Richtlinien.....	161
-----------------------------	-----

1. Recycling und Entsorgung	164	Recycling
2. Recycling von Beton	165	
2.1 Einsatz von Sekundärrohstoffen	168	
2.1.1 Substitution primärer Energieträger.....	168	
2.1.2 Substitution primärer Rohstoffe	168	
2.1.3 Substitution des Portlandzementklinkers .	169	
2.2 Verwertung von Festbeton	169	
3. Recycling von Stahl	171	
4. Recycling von Mauersteinen	172	
5. Recycling von Glas.....	173	
6. Recycling von Kunststoffen	173	

I Konstruieren

6.1 Recycling von Thermoplasten..... 174
6.1.1 Industrielle Recyclingverfahren von
Thermoplasten 175
6.2 Recycling von Elastomeren..... 176
6.2.1 Industrielle Recyclingverfahren von
Elastomeren 177
6.3 Recycling von Duroplasten und faser-
verstärkten Kunststoffen (GFK, CFK)..... 178
6.4 Rohstoffliches Recycling von Kunststoffen 178

7. Recycling von Holz 179
7.1 Arten der Wiederverwertung 179
7.2 Belastung durch schädliche Substanzen 181

**8. Recycling- und umweltgerechte Gestaltung
von Baukonstruktionen 182**
8.1 Komponentenrecycling und stoffliche
Verwertung 183
8.1.1 Komponentenrecycling 184
8.1.2 Werkstoffrecycling 185
8.2 Grundsätze einer recyclinggerechten
Konstruktionsplanung 186

Anmerkungen..... 188
Normen und Richtlinien..... 189

STOFFE

Materie

1. Stoffe im Bauwesen..... 192

2. Energetische Wirkungen..... 194

3. Elementarteile 194

4. Chemische Bindungskräfte..... 195

5. Grundpartikel der Materie 196

6. Aggregatzustände..... 197

7. Die stofflichen Bindungsarten..... 197
7.1 Atombindung..... 198
7.2 Ionenbindung 198
7.3 Metallbindung 200
7.4 Nebervalenzbindungen..... 201

8. Die molekulare Stoffstruktur 202
8.1 Kristalle 202
8.2 Amorphe Stoffe 205
8.3 Organische Molekülketten..... 205

9. Das Stoffgefüge.....	207	
9.1 Mineralische Stoffe.....	207	
9.1.1 Natürliches Gestein.....	209	
9.1.2 Künstliches Gestein	209	
9.2 Metallische Stoffe.....	218	
9.3 Organische Stoffe	220	
9.3.1 Holz	220	
9.3.2 Kunststoffe	221	
10. Grenzflächen	224	
11. Verformung	226	
11.1 Temperaturdehnung	227	
11.2 Elastische Verformung.....	227	
11.2.1 Spannungs-Dehnungs-Diagramm	227	
11.3 Plastische Verformung.....	228	
11.3.1 Lastunabhängige plastische Verformungen	228	
11.3.2 Lastabhängige plastische Verformungen	228	
11.3.3 Bedeutung plastischer Verformungen im Bauwesen	232	
12. Bruch	233	
13. Zersetzungsprozesse	236	
14. Brandeinwirkung	238	
Anmerkungen.....	240	
Normen und Richtlinien.....	241	
1. Werkstoffe im Bauwesen	244	Werkstoff
2. Hauptwerkstoffe	245	
3. Materialgerechtigkeit.....	246	
4. Werkstoff und Nachhaltigkeit	248	
5. Klassifikation der Werkstoffe für Primärtragwerke	249	
1. Geschichtliche Entwicklungsstufen.....	254	Stein
2. Technische Entwicklungsstufen von Mauerwerk.....	254	
3. Mörtel	259	

I Konstruieren

4. Klassifikation der Steine	259
4.1 Natursteine.....	259
4.2 Künstliche Steine	260
5. Mechanische Eigenschaften	261
6. Verformungsverhalten	264
6.1 Lastunabhängige Verformungen.....	264
6.2 Lastabhängige Verformungen.....	264
6.2.1 Spannungs-Dehnungs-Diagramm	264
7. Konstruktive Folgerungen	265
8. Zusammenfassung.....	266
9. Kennwerte.....	267
Anmerkungen	267
Normen und Richtlinien.....	267

Beton

1. Geschichtliche Entwicklungsstufen.....	270
2. Zusammensetzung	270
3. Materialstruktur.....	271
4. Mechanische Eigenschaften.....	271
5. Verformungsverhalten	272
5.1 Lastunabhängige Verformungen.....	272
5.2 Lastabhängige Verformungen.....	272
5.2.1 Spannungs-Dehnungs-Diagramm	273
6. Konstruktive Folgerungen	273
7. Zusammenfassung.....	275
8. Kennwerte.....	275
Anmerkungen	276
Normen und Richtlinien.....	276

Holz

1. Geschichtliche Entwicklungsstufen.....	280
2. Materialstruktur	280
2.1 Makroskopischer Aufbau	280
2.2 Mikroskopischer und submikroskopischer Aufbau.....	282
3. Allgemeine Eigenschaften	284
4. Mechanische Eigenschaften.....	285

5. Verformungsverhalten	286	
5.1 Lastunabhängige Verformung.....	286	
5.2 Lastabhängige Verformung.....	288	
6. Konstruktive Folgerungen	289	
7. Zusammenfassung.....	290	
8. Kennwerte.....	291	
Anmerkungen	291	
Normen und Richtlinien.....	291	
1. Geschichtliche Entwicklungsstufen	294	Stahl
2. Zusammensetzung	294	
3. Materialstruktur	295	
4. Klassifikation der Stähle	296	
5. Allgemeine Eigenschaften	298	
6. Fertigungsverfahren	300	
6.1 Warmverformung.....	300	
6.2 Kaltverformung	301	
6.3 Gießen.....	302	
7. Mechanische Eigenschaften.....	303	
8. Verformungsverhalten	303	
8.1 Lastunabhängige Verformung.....	303	
8.2 Lastabhängige Verformung.....	304	
9. Konstruktive Folgerungen	305	
10. Zusammenfassung	309	
11. Kennwerte.....	309	
Anmerkungen	310	
Normen und Richtlinien.....	310	
1. Geschichtliche Entwicklungsstufen	314	Bewehrter Beton
2. Mechanische Eigenschaften	315	
3. Verformungsverhalten	316	
3.1 Lastunabhängige Verformung.....	317	
3.2 Lastabhängige Verformung.....	317	
4. Brandschutz	318	

5. Dauerhaftigkeit.....	318
6. Konstruktive Folgerungen	319
7. Neue Entwicklungstendenzen im Betonbau.....	320
7.1 Hochleistungsbeton (HLB).....	321
7.1.1 Allgemeines.....	321
7.1.2 Bestandteile von HLB.....	321
7.2 Faserbetone	322
7.2.1 Allgemeines.....	322
7.2.2 Glasfasermodifizierter Beton (FMB).....	322
7.2.3 Glasfaserbeton (GFB)	323
7.2.4 Textilbewehrter Beton	324
7.2.5 Stahlfaserbeton (SFB).....	324
7.2.6 Korrosionsverhalten von SFB	324
7.2.7 Kunststofffasermodifizierter Beton	325
7.3 Selbstverdichtender Beton (SVB)	326
7.3.1 Zusammensetzung.....	327
7.3.2 Anforderungen an die Verarbeitbarkeit ...	327
7.3.3 Fließfähigkeit	328
7.3.4 Viskosität	328
7.3.5 Gefügestabilität	328
7.3.6 Blockierneigung.....	328
7.3.7 Selbstentlüftungsfähigkeit.....	328
7.3.8 Selbstnivellierungsfähigkeit.....	329
7.3.9 Sichtbetoneignung	329
7.3.10 Fertigteilbau mit SVB	329
8. Zusammenfassung.....	329
9. Kennwerte.....	330
Anmerkungen.....	331
Normen und Richtlinien.....	331

Glas

1. Geschichtliche Entwicklungsstufen.....	336
2. Zusammensetzung	336
3. Materialstruktur.....	337
4. Klassifikation der Gläser	337
5. Allgemeine Eigenschaften	339
6. Mechanische Eigenschaften	340
7. Bruchverhalten	341
8. Verformungsverhalten	341
9. Konstruktive Folgerungen	342

10. Kennwerte 345

Anmerkungen 345
Normen und Richtlinien 345

1. Geschichtliche Entwicklungsstufen 348

Kunststoff

2. Materialstruktur 348

3. Allgemeine Eigenschaften 350

4. Mechanische Eigenschaften 351

5. Einige baurelevante Kunststoffe 352

- 5.1 Polyethylen (PE) 352
- 5.2 Polypropylen (PP) 353
- 5.3 Polyvinylchlorid (PVC) 354
- 5.4 Polystyrol (PS) 355
- 5.5 Polymethylmethacrylat (PMMA) 356
- 5.6 Polytetrafluorethylen (PTFE) 357
- 5.7 Polyamid (PA) 358
- 5.8 Polyurethan (PU) 358
- 5.9 Polycarbonat (PC) 359
- 5.10 Polyisobutylen (PIB) 359
- 5.11 Ungesättigte Polyesterharze (UP) 359
- 5.12 Silikon (SI) 359

Anmerkungen 361

BAUPRODUKTE

1. Geschichte der künstlichen Steine 364

Künstliche Steine

2. Gebrannte Ziegel 366

- 2.1 Ausgangsstoffe 366
- 2.2 Herstellung 366
- 2.3 Färbung 366
- 2.4 Auswahlkriterien 366
- 2.5 Nennmaße und Kenngrößen 368
- 2.6 Ziegelformen 370
- 2.7 Sonderziegel 374

3. Ungebrannte Mauersteine 375

- 3.1 Kalksandsteine 375
 - 3.1.1 Kurzbezeichnungen 375
 - 3.1.2 Steinformate 376
 - 3.1.3 Kennwerte 376
- 3.2 Porenbetonsteine 377
 - 3.2.1 Kurzbezeichnungen (genormte Porenbetonsteinarten) 377
 - 3.2.2 Kennwerte 377
 - 3.2.3 Porenbeton als Baumaterial 377
- 3.3 Beton- und Leichtbetonsteine 379

I Konstruieren

3.3.1 Kurzbezeichnungen.....	379
3.3.2 Kennwerte	380
3.3.3 Bauen mit Steinen und Platten aus Beton und Leichtbeton	380
3.4 Hüttensteine	380
3.4.1 Kurzbezeichnungen.....	380
3.4.2 Kennwerte	380
3.5 Mantelbausteine	381
4. Mauermörtel	381
4.1 Normalmauermörtel (G)	384
4.2 Leichtmauermörtel (L)	384
4.3 Dünnbettmörtel (T)	384
4.3.1 Vermauern von porositertem Ziegelmauerwerk	385
4.4 Mittelbettmörtel.....	385
4.5 Vormauermörtel	386
4.6 Sonstige spezielle Mörtel	386
5. Mineralputze, Kunstharzputze und Wärmedämmverbundsysteme	386
5.1 Außenputze.....	386
5.2 Innenputze	387
5.3 Ausgangsstoffe.....	387
5.4 Putzmörtelarten	388
5.5 Putzmörtelgruppen	388
5.6 Lieferung und Anwendung	388
5.7 Putzaufbau	389
5.7.1 Putzdicken.....	390
5.7.2 Putzsysteme	390
5.7.3 Putzweisen	392
5.8 Wärmedämmende Putze und Putzsysteme.....	392
5.8.1 Wärmedämmputze	392
5.8.2 Wärmedämmverbundsystem (WDVS)	394
Anmerkungen	397
Normen und Richtlinien.....	397
Holzprodukte	
1. Charakteristische Eigenschaften von Holz	402
1.1 Geschichtliche Entwicklung der Holzerzeugnisse	402
1.2 Übersicht der Holzprodukte	403
2. Vollhölzer	404
2.1 Baurundholz	404
2.2 Schnittholz	404
2.2.1 Sortierklassen	404
2.2.2 Sortiermerkmale	405
2.2.3 Festigkeitsklassen.....	406
2.2.4 Maßtoleranzklassen	406
2.2.5 Querschnittsformen.....	407
2.3 Konstruktionsvollz/Bau(schnitt)holz	408
2.3.1 Konstruktionsvollholz (KVH).....	408

3. Holzwerkstoffe 408

4. Holzwerkstoff aus Schnittholz..... 409

4.1	Keilgezinktes Bauholz	410
4.2	Zusammengesetzte Schichtholzprodukte	411
4.2.1	Balkenschichtholz	411
4.2.2	Kreuzbalken.....	411
4.2.3	Brettschichtholz	411
4.2.4	Brettstapelholz	412
4.3	Brettsperrholz (BSPH, X-Lam)	412
4.4	Holzbauelemente	414

5. Holzwerkstoffe aus Furnieren, Spänen

oder Fasern 415

5.1	Lagenholzwerkstoffe (Sperr- und Schichtholz) ..	415
5.1.1	Furniersperrholz (FU)	416
5.1.2	Schichtholz (SCH)	416
5.1.3	Stabsperrholz	416
5.2	Spanplatten	416
5.2.1	Spanstreifenhölzer	418
5.2.2	Langspanplatten (OSB).....	418
5.2.3	Flachpressplatten (FPY).....	418
5.3	Holzfaserplatten	419
5.3.1	Poröse Holzfaserplatten (SB) Holzfaserdämmplatten (HFD)	420
5.3.2	Harte und mittelharte Holzfaserplatten	420
5.3.3	Mitteldichte Holzfaserplatten (MDF)	420
5.4	Holzwohle-Leichtbauplatten (HLW)	420

6. Thermisch modifiziertes Holz 421

7. Zusammengesetzte Querschnitte 422

7.1	Geleimte Profilträger.....	422
7.1.1	Trigonit-Holzleimbauträger.....	422
7.1.2	Wellstegträger	422
7.1.3	Träger mit Plattenstegen.....	422
7.2	Fachwerkträger-Sonderbauweisen.....	423
7.2.1	Nagelplattenbinder.....	423
7.2.2	Greimbinder	423

Anmerkungen 424

Normen und Richtlinien..... 425

1. Geschichte der Herstellung von Eisen- und Stahlprodukten 430

1.1	Vorteile des Stahlbaus	431
1.2	Baustähle	432
1.2.1	Warmgewalzter unlegierter Baustahl.....	433
1.2.2	Schweißgeeigneter Feinkornstahl.....	433
1.2.3	Wetterfester Baustahl	433
1.2.4	Nichtrostender Stahl.....	434

Stahlprodukte

2. Warmgewalzte Baustahlerzeugnisse.....	435
2.1 Flacherzeugnisse	436
2.2 Profilerzeugnisse.....	436
2.2.1 Stabstahl	436
2.2.2 Formstahl.....	436
2.2.3 Breitflanschstahl	436
2.3 Hohlprofilerzeugnisse (Rohre).....	436
2.4 Trägertypen im Stahlbau	436
2.4.1 I-Profil (schmaler I-Träger)	436
2.4.2 IPE-Profil (mittelbreiter I-Träger)	437
2.4.3 IPB-Profil (Breitflanschträger) oder HE-Reihe.....	437
3. Kaltprofile.....	437
3.1 Kaltumgeformte Hohlprofile.....	437
3.2 Kaltgewalzte Trapezbleche.....	437
3.3 Kaltgeformte Stahlprofile	438
3.3.1 Ausgangsmaterial für Trapezblech.....	438
3.3.2 Tragfähigkeit unterschiedlicher Trapezbleche	438
3.3.3 Verbunddeckenprofile.....	439
3.3.4 Kassettenaußenwand/Stahlkassetten	440
3.3.5 PUR-Sandwichelemente/-Paneele	440
4. Metallische Gusswerkstoffe.....	440
4.1 Gusseisen mit Lamellengraphit (GJL).....	442
4.2 Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS).....	443
4.3 Temperguss (GJM).....	443
4.4 Stahlguss	443
5. Stranggepresste Metallprofile	444
6. Weitere Stahlprodukte	444
7. Betonstahl.....	444
7.1 Betonstahl nach <i>DIN 488</i>	445
7.2 Betonstahlfasern.....	446
7.3 Spannstähle im Spannbetonbau	447
7.4 Seile, Bündel und Kabel	447
Anmerkungen	450
Normen und Richtlinien.....	450

Glasprodukte

1. Geschichtliche Entwicklung des transparenten Raumabschlusses.....	456
2.1 Heutige Verfahren zur Glasherstellung	457
2.1 Gussglasverfahren	457
2.2 Floatglasverfahren	458
3. Wichtige Kennwerte	458
3.1 Lichttransmissionsgrad τ_v	458
3.2 UV-Transmissionsgrad τ_{uv}	458

3.3 Gesamtenergiedurchlassgrad (g -Wert)	458	
3.4 Wärmedurchgangskoeffizient (U_g -Wert)	459	
4. Funktionsgläser	460	
4.1 Isoliergläser	460	
4.1.1 Wärmeschutzgläser	462	
4.1.2 Sonnenschutzgläser	464	
4.1.3 Schallschutzgläser	466	
4.1.4 Isolierverglasung mit Lichtumlenkung	468	
4.1.5 Sichtschutzgläser	469	
4.2 Sicherheitsgläser	471	
4.2.1 Einscheibensicherheitsglas (ESG)	471	
4.2.2 Verbundsicherheitsglas (VSG)	472	
4.2.3 Teilvorgespanntes Glas (TVG)	472	
4.2.4 Drahtglas	472	
4.3 Lamellenfenster	473	
4.4 U-Glas	473	
4.5 Glassteine	475	
4.6 Betongläser	476	
5. Transparente Wärmedämmung (TWD)	476	
5.1 Wirkprinzip	476	
5.2 Aerogele	477	
6. Anpassungsfähige Systeme	478	
Anmerkungen	479	
Normen und Richtlinien	479	
1. Einsatz im Bauwesen	484	V-5 Kunststoffprodukte
2. Einige baurelevante Kunststoffprodukte	484	
2.1 Produkte aus Polyethylen (PE)	484	
2.2 Produkte aus Polypropylen (PP)	484	
2.3 Produkte aus Polyvinylchlorid (PVC)	485	
2.4 Produkte aus Polystyrol (PS)	485	
2.5 Produkte aus Polymethylmethacrylat (PMMA)	487	
2.6 Produkte aus Polytetrafluorethylen (PTFE)	488	
2.7 Produkte aus Polyamid (PA)	488	
2.8 Produkte aus Polyurethan (PU)	489	
2.9 Produkte aus Polycarbonat (PC)	490	
2.10 Produkte aus Polyisobutylen (PIB)	490	
2.11 Produkte aus ungesättigten Polyesterharzen (UP)	490	
2.12 Produkte aus Silikon (SI)	490	
Anmerkungen	492	

FUNKTIONEN

Spektrum

- 1. Hierarchie der Funktionen496**
 - 1.1 Die Nutzung von Gebäuden496
 - 1.2 Bauliche Grundfunktion497
 - 1.3 Bauliche Hauptfunktionen.....499
 - 1.4 Bauliche Einzel- oder Teilfunktionen499
 - 1.5 Nachhaltigkeit500

- 2. Haupt- und Teilfunktionen im Einzelnen.....502**
 - 2.1 Tragen502
 - 2.2 Einhüllen.....504
 - 2.3 Ver- und Entsorgen505

- 3. Zuweisen von Teilfunktionen an Bauelemente..507**

- 4. Die elementaren Teilfunktionen von Hüllbau-
teilen im Gebäudezusammenhang.....509**
 - 4.1 Kraftleiten509
 - 4.2 Schutz vor Feuchte512
 - 4.3 Windschutz514
 - 4.4 Wärmeschutz.....514
 - 4.5 Schutz vor unkontrolliertem Dampfeintritt.....515
 - 4.6 Ausdiffundieren von Dampf.....517
 - 4.7 Akustik517
 - 4.8 Brandschutz518

- 5. Nachhaltigkeit, Dauerhaftigkeit.....519**
 - Anmerkungen522
 - Normen und Richtlinien.....522

Kraftleiten

- 1. Vorbemerkung526**
 - 1.1 Kategorien von Tragwerken526
 - 1.2 Zuweisung von Kraftleitungsfunktionen
an Bauteile526
 - 1.3 Primärtragwerk und Morphologie des
Gebäudes.....528

- 2. Grundlegende Begriffe525**
 - 2.1 Prämisse529
 - 2.2 Äußere Belastung529
 - 2.3 Lagerung534
 - 2.4 Form.....537
 - 2.5 Arten von Schnittkräften im System – aus
Belastung, Form und Lagerung des Bauteils.....538
 - 2.6 Spannungen.....542

- 3. Vergleichende Betrachtung von Biegemom-
enten/Querkraften und axialen Beanspru-
chungen bzw. Membranspannungen543**

- 4. **Materielle Ausführung von Hüllbauteilen.....544**
 - 4.1 Biegesteife Systeme544
 - 4.2 Bewegliche Systeme544
- 5. **Form und Kraftleitung546**
- 6. **Schnittkräfte im Bauteil.....547**
 - 6.1 Schnittkräfte im stabförmigen Bauteil548
 - 6.2 Schnittkräfte im ebenen Bauteil550
 - 6.3 Schnittkräfte in einem Kontinuum552
- 7. **Elementare Bauteile und exemplarische Lastfälle – Verformungen, Beanspruchungen im Bauteil554**
 - 7.1 Einfache stabförmige Bauteile558
 - 7.1.1 Einfeldträger unter Streckenlast.....558
 - 7.1.2 Einfeldträger mit einseitigem Kragarm unter Streckenlast558
 - 7.1.3 Einfeldträger mit zweiseitigem Kragarm unter Streckenlast562
 - 7.1.4 Kragträger unter Streckenlast.....564
 - 7.1.5 Zweifeldträger unter Streckenlast566
 - 7.1.6 Dreifeldträger unter Streckenlast.....568
 - 7.1.7 Druckstab.....570
 - 7.1.8 Zugstab.....571
 - 7.1.9 Bogen unter Streckenlast572
 - 7.1.10 Seil unter Streckenlast573
 - 7.2 Zusammengesetzte stabförmige Bauteile.....574
 - 7.2.1 Zweigelenkrahmen unter Streckenlast574
 - 7.2.2 Dreigelenkrahmen unter Streckenlast578
 - 7.3 Flächige ebene Bauteile.....582
 - 7.3.1 Einseitig linear eingespanntes Element (Scheibe) unter Streckenlast rechtwinklig zum Lager582
 - 7.3.2 Einseitig linear eingespanntes Element (Scheibe) unter Eigenlast rechtwinklig zum Lager583
 - 7.3.3 Einseitig linear eingespanntes Element (Scheibe) unter Streckenlast parallel zum Lager584
 - 7.3.4 Einseitig linear eingespanntes Element (Platte) unter orthogonaler Flächenlast.....586
 - 7.3.5 Mittig linear eingespanntes Element (Platte) unter orthogonaler Flächenlast.....588
 - 7.3.6 Zweiseitig gelenkig linear gelagertes Element (Platte) unter orthogonaler Flächenlast590
 - 7.3.7 Zweiseitig gelenkig linear gelagertes Element (Platte) unter orthogonaler Flächenlast mit Auskragungen.....592
 - 7.3.8 Vierseitig gelenkig linear gelagertes Element (Platte) unter orthogonaler Flächenlast594

I Konstruieren

7.3.9 Vierseitig gelenkig linear gelagertes Element (Platte) unter orthogonaler Flächenlast mit Auskragungen.....	595
7.3.10 Vierseitig gelenkig punktuell gelagertes Element (Platte) unter orthogonaler Flächenlast.....	600
7.3.11 Vierseitig gelenkig punktuell gelagertes Element (Platte) unter orthogonaler Flächenlast mit Auskragungen	601
7.3.12 Mittig punktuell eingespanntes Element (Platte) unter orthogonaler Flächenlast....	606

8. Kritische Versagenmechanismen 610

9. Bauliche Umsetzung der Kraftleitungsfunktion im Element – Strukturprinzip des Bauteils..... 612

9.1 Vollwandiges Element.....	614
9.1.1 Vierseitig linear gelagerte Platte	616
9.1.2 Punktuell gelagerte Platte	619
9.2 Element aus gemäß y/z aneinandergelegten Stäben	622
9.3 Element aus Bausteinen	626
9.3.1 Kreuzfugengeometrie	626
9.3.2 Verband – druckkraftwirksame Übergreifung	626
9.3.3 Verband – haftungswirksame Übergreifung	632
9.4 Element aus einachsig gespannten Rippen	635
9.5 Element aus zwei- oder mehrachsig gespannten Rippen	650
9.5.1 Linear gelagertes Rippenelement.....	653
9.5.2 Punktuell gelagertes Rippenelement.....	657
9.5.3 Vergleich gerichtete – ungerichtete Rippensysteme	657
9.6 Element aus beplanktem Rahmen	661
9.7 Mehrschichtverbundelement	662
9.8 Pneumatisch vorgespannte Membran	662
9.9 Mechanisch vorgespannte Membrane.....	665
Anmerkungen	669
Normen und Richtlinien.....	669

Thermohygrik

1. Die thermohygrischen Schutzfunktionen..... 674

1.1 Schutz vor Feuchte	674
1.1.1 Einstufiger Feuchteschutz	675
1.1.2 Mehrstufiger Feuchteschutz.....	677
1.2 Windschutz.....	678
1.3 Wärmeschutz.....	680
1.4 Schutz vor unkontrolliertem Dampfeintritt.....	681

2. Das Zusammenwirken der Funktionsschichten in der Hüllkonstruktion	682
2.1 Prinzipielle Kombinationsmöglichkeiten von feuchterelevanten Funktionsschichten	684
2.1.1 Sandwich-Prinzip	684
2.1.2 Kombination von mehrstufigem Feuchteschutz und einstufiger Dampfsperre	685
2.1.3 Kombination von mehrstufigem Feuchteschutz und (teildurchlässiger) Dampfbremse	686
2.1.4 Kombination von mehrstufigem Feuchteschutz, (teildurchlässiger) Dampfbremse und einer dampfabführenden Luftschicht.....	686
2.1.5 Kombination von einstufigem, diffusionsoffenem Feuchteschutz mit Dampfbremse durch Diffusionswiderstand des Bauteils	686
2.1.6 Kombination von mehrstufigem Feuchteschutz mit dampfbremse durch Diffusionswiderstand des Bauteils	686
3. Konstruktive Aufbauten hinsichtlich ihrer thermohygrischen Funktionsweisen	688
3.1 Sandwichpaneel.....	688
3.2 Isolierglasscheibe	688
3.3 Holzfensterprofil	690
3.4 Aluminiumfensterprofil	690
3.5 Nicht belüftetes Flachdach	692
3.6 Umkehrdach	694
3.7 Einschalige Außenwand aus porositertem Mauerwerk.....	696
3.8 Einschalige Außenwand aus Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem	696
3.9 Einschalige Außenwand aus Mauerwerk mit Außendämmung und vorgehängter Wetterhaut	698
3.10 Zweischalige Außenwand aus Mauerwerk mit Kerndämmung	700
3.11 Leichte Außenwand in Holzrippenbauweise	702
3.12 Nicht belüftetes geneigtes Dach	704
3.13 Belüftetes geneigtes Dach.....	706
3.14 Kelleraußenwand	708
3.15 Kellersohle (Dämmung unterseitig).....	710
3.16 Kellersohle (Dämmung oberseitig).....	710
4. Kontinuität der Funktionen	712
5. Thermohygrische Kenngrößen.....	712
5.1 Wärmeleitung	712
5.2 Wärmeübergang	714
5.3 Wärmedurchgang	715
5.4 Relative Luftfeuchte.....	717

I Konstruieren

5.5 Taupunkt	717
5.6 Wasserdampfdiffusion.....	717
5.7 Luftdichtheit.....	718
5.8 Feuchtetransport.....	718
6. Anforderungen der thermohygrischen Funktionen	719
6.1 Winterlicher Wärmeschutz	720
6.2 Sommerlicher Wärmeschutz	720
6.3 Mindestanforderungen der thermohygrischen Funktionen	721
6.3.1 Mindestanforderungen des Wärmeschutzes und des klimabedingten Feuchteschutzes	721
6.3.2 Mindestanforderungen des Schlagregenschutzes.....	726
6.3.3 Mindestanforderungen an Wärmebrücken	726
6.3.4 Mindestanforderungen des Feuchteschutzes erdberührter Bauteile.....	728
6.3.5 Mindestanforderungen der Luftdichtheit..	729
6.3.6 Mindestanforderungen des sommerlichen Wärmeschutzes	730
Anmerkungen	732
Normen und Richtlinien.....	732

Schallschutz

1. Akustik.....	736
2. Schall	736
2.1 Physikalische Grundlagen	736
3. Schallschutz.....	738
3.1 Bauakustische Grundfunktionen von Hüllbauteilen	738
3.2 Subjektives Hörempfinden	739
3.3 Luftschallschutz.....	740
3.3.1 Schalldämmmaß	740
3.3.2 Spektrumanpassungswerte C , C_{tr}	741
3.3.3 Luftschalltechnisches Verhalten von Bauteilen	741
3.3.4 Bauliche Varianten zweischaliger Hüllbauteile	750
3.4 Körperschallschutz.....	754
3.4.1 Trittschalldämmmaß.....	754
3.4.2 Trittschalltechnisches Verhalten von Decken	756
3.4.3 Verbesserung des Trittschallschutzes durch Bodenbeläge.....	756
3.4.4 Verbesserung des Trittschallschutzes durch schwimmende Estriche	757
3.4.5 Verbesserung des Trittschallschutzes durch Unterdecken.....	758

3.4.6 Störgeräusche von gebäude- technischen Anlagen	760	
3.5 Besonderheiten des Schallschutzes von Fenstern	762	
4. Anforderungen an den Schallschutz	764	
Anmerkungen	770	
Normen und Richtlinien	771	
1. Allgemeine Ziele des Brandschutzes.....	776	Brandschutz
2. Grundsätze des vorbeugenden baulichen Brandschutzes	776	
3. Baurecht	777	
4. Konstruktionsrelevante brandschutz- technische Maßnahmen.....	778	
5. Brandverhalten von Werkstoffen aus der Perspektive des Baurechts und der Normung ...	778	
5.1 Klassifikation gemäß <i>DIN 4102</i>	779	
5.1.1 Nichtbrennbare Baustoffe	779	
5.1.2 Brennbare Baustoffe	779	
5.1.3 Brandverhalten der Werkstoffe für Primärtragwerke	780	
5.2 Klassifikation gemäß <i>DIN EN 13501-1</i>	782	
5.2.1 Rauchentwicklung (s)	782	
5.2.2 Brennendes Abtropfen/Abfallen (d)	783	
6. Brandverhalten von Bauteilen.....	783	
6.1 Feuerwiderstandsdauer gemäß <i>DIN 4102</i>	783	
6.1.1 Feuerwiderstandsklassen	783	
6.2 Feuerwiderstandsfähigkeit gemäß <i>DIN EN 13501-2</i>	786	
7. Zusammenhang zwischen Baustoffklasse und Feuerwiderstandsklasse bzw. -fähigkeit.....	788	
8. Bautechnische Brandschutzmaßnahmen	789	
9. Einflussfaktoren auf den Feuerwiderstand	789	
9.1 Konstruktive Maßnahmen zur Erhöhung des Feuerwiderstands	791	
10. Konstruktive Brandschutzmaßnahmen am baulichen Regeldetail.....	792	
10.1 Bauteile aus Mauerwerk	792	
10.2 Bauteile aus Stahlbeton	792	
10.2.1 Balkenförmige Bauteile	795	
10.2.2 Decken	796	
10.2.3 Fertigteildecken	797	

I Konstruieren

10.2.4	Stützen	800
10.2.5	Wände	800
10.3	Bauteile aus Holz	801
10.3.1	Balkenförmige Bauteile	803
10.3.2	Stützen	804
10.3.3	Holztafelwände	804
10.3.4	Holzdecken	806
10.3.5	Dächer	810
10.4	Bauteile aus Stahl	810
10.4.1	Profilfaktor A_{mp}/V	811
10.4.2	Konstruktionsgrundsätze	811
10.4.3	Balkenförmige Bauteile	812
10.4.4	Stützen	816
10.5	Unterdecken	817
10.6	Verbundkonstruktionen	818
10.7	Verglasungen	818
	Anmerkungen	819
	Normen und Richtlinien	820

Dauerhaftigkeit

1. Dauerhaftigkeit von Bauwerken	824
2. Korrosion von metallischen Werkstoffen	826
2.1 Typische Korrosionsarten	826
2.1.1 Korrosion in Mulden	826
2.1.2 Kontaktkorrosion	826
2.1.3 Korrosion im Wassertropfen	827
2.1.4 Spaltkorrosion	828
2.1.5 Lochkorrosion	828
2.2 Korrosionsschutzmaßnahmen	828
2.2.1 Planungsaspekte zum Korrosionsschutz	828
2.2.2 Konstruktive Maßnahmen	829
2.2.3 Bauphysikalische Maßnahmen	830
2.3 Korrosionsschutzverfahren	830
2.3.1 Flüssiges Beschichten	830
2.3.2 Gelöste Beschichtungsverfahren – metallische Überzüge	830
2.3.3 Passivierung	832
2.3.4 Nichtrostende Stähle	833
2.3.5 Kathodischer Schutz	833
3. Korrosion im Stahlbeton	834
3.1 Carbonatisierung	834
3.2 Chlorideinwirkung	836
3.3 Rissbildung	836
3.4 Instandsetzung von Beton	836
4. Holzschutz	839
4.1 Einbausituation	839
4.2 Natürliche Dauerhaftigkeit von Holz	840
4.3 Allgemeine Zielsetzungen vorbeugender Holzschutzmaßnahmen	842
4.4 Arten vorbeugender Holzschutzmaßnahmen	842

4.4.1 Materialgerechte Holz- und Verbindungsmittelverwendung.....	842
4.4.2 Organisatorischer Holzschutz	842
4.4.3 Baulich-konstruktiver Holzschutz	844
4.4.4 Chemischer Holzschutz	851
4.4.5 Biologischer Holzschutz.....	853
Anmerkungen	853
Normen und Richtlinien.....	853

Register	858
Literaturverzeichnis	875
Bildnachweis	884
Danksagung.....	889

ANHANG