
Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	1
1.1	Einwirkungen und Lastannahmen	1
1.2	Begriffe	3
1.3	Modelle	4
1.4	Mechanische Grundlagen	6
1.4.1	Kräfte	6
1.4.2	Einheiten von Kräften	8
1.5	Umrechnung von Kräften und Lasten	8
	Literatur	11
2	Sicherheitskonzept und Grundlagen der Tragwerksplanung	13
2.1	Allgemeines	13
2.2	Lernziele	13
2.3	Grundlagen	14
2.3.1	Allgemeines	14
2.3.2	Einwirkungen und Beanspruchungen	16
2.3.3	Teilsicherheitsbeiwerte	19
2.3.4	Kombinationsbeiwerte ψ für Hochbauten	19
2.3.5	Bemessungswerte der Baustoffeigenschaften	19
2.3.6	Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT)	21
2.3.7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	25
2.3.8	Besonderheiten	26
2.4	Beispiele	28
2.4.1	Beispiel 1 – Einfeldträger (GZT – STR)	28
2.4.2	Beispiel 2 – Maximale Biegemomente bei einem Einfeldträger mit Kragarm (GZT – STR)	30
2.4.3	Beispiel 3 – Lagesicherheit bei einem Einfeldträger mit Kragarm (EQU)	33
2.4.4	Beispiel 4 – Durchlaufträger (STR)	36
2.4.5	Beispiel 5 – Einfeldträger mit Kragarm (GZG)	39

2.4.6	Beispiel 6 – Eingespannte Stütze mit Anpralllast (GZT)	41
2.4.7	Beispiel 7 – Hallenbinder mit Schnee im norddeutschen Tiefland	44
2.4.8	Beispiel 8 – Bemessungswert der Biege- und Schubfestigkeit eines Brettschichtholzträgers	50
2.5	Aufgaben	51
2.5.1	Aufgabe 1 (STR)	51
2.5.2	Aufgabe 2 (EQU)	53
2.5.3	Aufgabe 3 (STR)	55
2.5.4	Aufgabe 4 (GZG)	58
	Literatur	59
3	Eigenlasten	61
3.1	Allgemeines	61
3.2	Lernziele	62
3.3	Grundlagen	62
3.3.1	Allgemeines	62
3.3.2	Klassifikation von Eigenlasten	63
3.3.3	Zusammenhänge zwischen Wichte, Flächenlast, Streckenlast und Einzellast	64
3.3.4	Bezugsfläche und -länge von Eigenlasten	65
3.3.5	Lastumrechnung bei geneigten Flächen und Längen	65
3.3.6	Eigenlasten von inhomogenen Bauteilen und Querschnitten	65
3.3.7	Rechenablauf	68
3.4	Beispiele	70
3.4.1	Beispiel 3.1 – Eigenlast eines Sparrens	70
3.4.2	Beispiel 3.2 – Eigenlast eines Plattenbalkens	71
3.4.3	Beispiel 3.3 – Eigenlast einer Geschossdecke aus Stahlbeton	72
3.4.4	Beispiel 3.4 – Eigenlast einer Außenwand aus Mauerwerk . . .	73
3.4.5	Beispiel 3.5 – Eigenlast einer Holzbalkendecke	75
3.4.6	Beispiel 3.6 – Eigenlast eines Flachdachs (Warmdach)	77
3.4.7	Beispiel 3.7 – Eigenlast einer Stützwand	78
3.4.8	Beispiel 3.8 – Eigenlast eines Fachwerkträgers aus Stahl	80
3.4.9	Beispiel 3.9 – Eigenlast eines Treppenlaufs aus Stahlbeton mit Naturwerksteinplatten	81
3.4.10	Beispiel 3.10 – Eigenlast eines Dachquerschnitts in Holzbauweise	83
3.5	Aufgaben zum Selbststudium	86
3.5.1	Aufgabe 1	86
3.5.2	Aufgabe 2	86

3.5.3	Aufgabe 3	87
3.5.4	Aufgabe 4	88
3.5.5	Aufgabe 5	89
3.5.6	Aufgabe 6	89
3.6	Tabellen mit Wichten und Flächenlasten	90
Literatur		91
4	Nutzlasten im Hochbau	93
4.1	Allgemeines	93
4.2	Lernziele	93
4.3	Grundlagen	94
4.3.1	Allgemeines	94
4.3.2	Formelzeichen und Darstellung der Nutzlasten	94
4.3.3	Lotrechte Nutzlasten für Decken, Treppen und Balkone	95
4.3.4	Unbelastete leichte Trennwände	98
4.3.5	Abminderung der Nutzlasten für die Lastweiterleitung auf sekundäre Tragglieder	99
4.3.6	Abminderung der Nutzlasten aus mehreren Stockwerken für die Lastweiterleitung auf vertikale Tragglieder	99
4.3.7	Dächer	102
4.3.8	Parkhäuser und Flächen mit Fahrzeugverkehr	103
4.3.9	Nicht vorwiegend ruhende Nutzlasten und Schwingbeiwerte	105
4.3.10	Flächen für den Betrieb mit Gegengewichtsstaplern (Gabelstapler)	105
4.3.11	Fahrzeugverkehr auf Hofkellerdecken und planmäßig befahrene Deckenflächen	107
4.3.12	Nutzlasten auf Dachflächen für Hubschrauberlandeplätze	108
4.3.13	Horizontale Nutzlasten auf Brüstungen und Geländer	109
4.4	Beispiele	109
4.4.1	Beispiel 1 – Nutzlasten bei einem Einfamilienhaus	109
4.4.2	Beispiel 2 – Nutzlasten bei einem Hochhaus	113
4.4.3	Beispiel 3 – Abminderung der Nutzlasten für die Stützen eines Hochhauses	116
4.4.4	Beispiel 4 – Nutzlasten auf der Decke in einem Lagerhaus	120
4.4.5	Beispiel 5 – Nutzlasten für eine Dachterrasse	121
4.5	Aufgaben zum Selbststudium	121
4.5.1	Aufgabe 1	122
4.5.2	Aufgabe 2	123
4.5.3	Aufgabe 3	125
4.5.4	Aufgabe 4	126
4.5.5	Aufgabe 5	127
Literatur		127

5	Windlasten	129
5.1	Allgemeines	129
5.2	Lernziele	129
5.3	Grundlagen	130
5.3.1	Allgemeines	130
5.3.2	Bemessungssituationen	131
5.3.3	Erfassung der Windlasten und Vorzeichenregelung	131
5.3.3.1	Winddrücke	131
5.3.3.2	Windkräfte	132
5.3.4	Windzonen, Basiswindgeschwindigkeit und Geschwindigkeitsdrücke	133
5.3.5	Geländekategorien und Mischprofile	136
5.3.6	Beurteilung der Schwingungsanfälligkeit von Bauwerken	137
5.3.7	Verfahren zur Ermittlung des Böengeschwindigkeitsdrucks für nicht schwingungsanfällige Bauwerke	139
5.3.7.1	Vereinfachtes Verfahren für Bauwerke bis 25 m Höhe	139
5.3.7.2	Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck im Regelfall	139
5.3.7.3	Genauere Erfassung der Bodenrauigkeit	142
5.3.8	Winddrücke	142
5.3.8.1	Außendruck	144
5.3.8.2	Innendruck	145
5.3.8.3	Druckbeiwerte	145
5.3.9	Windkräfte	146
5.3.9.1	Windkräfte aus Kraftbeiwerten	146
5.3.9.2	Windkräfte aus Winddrücken	146
5.3.10	Strukturbewert	147
5.4	Beispiele	149
5.4.1	Beispiel 1 – Winddrücke bei einer Halle mit Flachdach	149
5.4.2	Beispiel 2 – Winddrücke bei einer Halle mit Pultdach	152
5.4.3	Beispiel 3 – Winddrücke bei einem Gebäude mit symmetrischem Satteldach	154
5.4.4	Beispiel 4 – Winddrücke bei einem Gebäude mit Satteldach und Gaube	160
5.4.5	Beispiel 5 – Windeinwirkungen bei einem frei stehenden Trogdach	167
5.4.6	Beispiel 6 – Innendruck	172
5.4.7	Beispiel 7 – Windeinwirkungen bei einem Kreiszylinder	175
5.4.8	Beispiel 8 – Winddrücke bei einer frei stehenden Lärmschutzwand	183
5.4.9	Beispiel 9 – Windkräfte bei einer Anzeigetafel	188

5.4.10	Beispiel 10 – Windeinwirkungen bei einem Bürogebäude mit angrenzender Halle und Vordach	189
5.4.11	Beispiel 11 – Winddrücke bei einem Tonnendach	196
5.4.12	Beispiel 12 – Windkräfte bei einem Fachwerkträger	197
5.4.13	Beispiel 13 – Windkräfte bei einem kugelförmigen Baukörper	201
5.4.14	Beispiel 14 – Winddrücke bei einem seitlich offenen Baukörper	203
5.4.15	Beispiel 15 – Windkraft bei einer Flagge	212
5.4.16	Beispiel 16 – Winddrücke bei einer Halle mit L-förmigem Grundriss	214
5.4.17	Beispiel 17 – Winddrücke bei einem Sheddach einer Industriehalle	217
5.4.18	Beispiel 18 – Strukturbewert für ein schwingungsanfälliges Hochhaus	223
5.4.19	Beispiel 19 – Windeinwirkungen bei einem schwingungsanfälligen Schornstein	227
5.4.20	Beispiel 20 – Windeinwirkungen bei einer Brücke	238
5.5	Aufgaben zum Selbststudium	240
5.5.1	Aufgabe 1 – Winddrücke bei einer Halle mit Flachdach	240
5.5.2	Aufgabe 2 – Winddrücke bei einem Satteldach	242
5.5.3	Aufgabe 3 – Windeinwirkungen bei einem kreisförmigen Silo	243
5.5.4	Aufgabe 4 – Offenes Gebäude	245
5.5.5	Aufgabe 5 – Innendruck bei einer Halle	248
	Literatur	249
6	Schneelasten.	251
6.1	Allgemeines	251
6.2	Lernziele	251
6.3	Grundlagen.....	252
6.3.1	Begriffsdefinition und Regelwerke.....	252
6.3.2	Anwendungsbereich der DIN EN 1991-1-3	252
6.3.3	Klassifikation und Bemessungssituationen	253
6.3.4	Ablauf zur Bestimmung der Schneelast	254
6.3.5	Schneelast auf dem Boden	255
6.3.6	Schneelast auf dem Dach	257
6.3.7	Bezugsflächen und Umrechnung	259
6.4	Beispiele.....	261
6.4.1	Berechnung der Schneelast auf dem Boden	261
6.4.2	Umrechnung der Schneelast in verschiedene Bezugsflächen.....	263

6.4.3	Flach- und Pultdächer	264
6.4.4	Satteldächer	269
6.4.5	Aneinander gereihte Satteldächer und Scheddächer	271
6.4.6	Tonnendächer	277
6.4.7	Dächer mit Solaranlagen	279
6.4.8	Dächer mit großen Grundrissabmessungen	282
6.4.9	Höhensprünge an Dächern	283
6.4.10	Verwehungen an Aufbauten und Wänden.	299
6.4.11	Schneeüberhang an der Traufe	302
6.4.12	Schneelasten auf Schneefanggitter	304
6.4.13	Weitere Dachformen und Sonderfälle	306
6.5	Aufgaben zum Selbststudium	315
	Literatur.	325
7	Silolasten	327
7.1	Allgemeines	327
7.2	Lernziele	327
7.3	Grundlagen.	328
7.3.1	Allgemeines	328
7.3.2	Schlankheit	328
7.3.3	Anwendungsvoraussetzungen	329
7.3.4	Anforderungsklassen und Lastvergrößerungsfaktoren	331
7.3.5	Bemessungssituationen für Schüttgüter und Schüttgutkennwerte	332
7.3.6	Bemessungssituationen für verschiedene Silogeometrien	332
7.3.7	Schlanke Silos – Lasten auf vertikale Silowände	333
7.3.8	Trichterlasten	341
7.3.9	Flüssigkeitsbehälter	346
7.4	Beispiele.	347
7.4.1	Beispiel 1 – Dickwandiger schlanker Silo (AAC 2)	347
7.4.2	Beispiel 2 – Dünnwandiger schlanker Silo (AAC 2)	355
7.4.3	Beispiel 3 – Dünnwandiger schlanker Silo (AAC 1)	365
7.4.4	Beispiel 4 – Trichterlasten bei einem steilen Trichter	367
7.4.5	Beispiel 5 – Lasten bei einem flach geneigten Trichter	372
7.4.6	Beispiel 6 – Hydrostatischer Wasserdruk bei einem Schwimmbecken.	378
7.5	Aufgaben zum Selbststudium	379
7.5.1	Aufgabe 1	379
7.5.2	Aufgabe 2	382
7.5.3	Aufgabe 3	382
7.5.4	Aufgabe 4	384
	Literatur.	386

8	Verkehrslasten auf Brücken	387
8.1	Allgemeines	387
8.2	Beispiel 1 – Verkehrslasten bei einer Straßenbrücke	387
8.3	Beispiel 2 – Verkehrslasten bei einer Fußgängerbrücke	392
	Literatur	393
9	Eislasten	395
9.1	Allgemeines	395
9.2	Lernziele	396
9.3	Grundlagen	396
9.3.1	Allgemeines	396
9.3.2	Begriffe	396
9.3.3	Bemessungssituationen	398
9.3.4	Klassifikation der Einwirkungen	398
9.3.5	Ablauf der Ermittlung von Eislasten	399
9.3.6	Klareis	401
9.3.7	Raueis	402
9.3.8	Höhenfaktor	407
9.3.9	Kombination von Eislasten mit anderen Einwirkungen	409
9.3.10	Berücksichtigung von Eisabfall	409
9.3.11	Raueisbildung an geneigten Bauteilen	410
9.4	Beispiele	412
9.4.1	Beispiel 1 – Klareismasse an einem Drahtseil	413
9.4.2	Beispiel 2 – Klareismasse an einem Drahtseil für eine größere Höhe über Grund	414
9.4.3	Beispiel 3 – Klareis an einem L-Profil	414
9.4.4	Beispiel 4 – Raueis an einem Abspannseil	416
9.4.5	Beispiel 5 – Raueisfahne an einem L-förmigen Stahlbauprofil	418
9.4.6	Beispiel 6 – Raueisfahne an einem breiten Bauteil ($W > 0,3 \text{ m}$)	420
9.4.7	Beispiel 7 – Raueisablagerung an einem geneigten Bauteil . . .	421
9.4.8	Beispiel 8 – Berücksichtigung von Eisabfall	423
9.5	Aufgaben zum Selbststudium	425
9.5.1	Aufgabe 1 – Ablagerung von Klareis an einem Stahlseil	425
9.5.2	Aufgabe 2 – Ablagerung von Klareis an einem I-förmigen Stahlbauprofil	426
9.5.3	Aufgabe 3 – Ablagerung von Raueis an einem schlanken Bauteil ($W < 0,3 \text{ m}$)	427
9.5.4	Aufgabe 4 – Raueis an einem Stahlseil	429
9.5.5	Aufgabe 5 – Raueisablagerung an einem breiten Bauteil ($W > 0,3 \text{ m}$)	429
	Literatur	431

10 Temperatureinwirkungen	433
10.1 Allgemeines	433
10.2 Lernziele	434
10.3 Grundlagen	434
10.3.1 Allgemeines	434
10.3.2 Begriffe	434
10.3.3 Einteilung der Temperatureinwirkungen, Temperaturanteile und Ausdehnungskoeffizienten	434
10.3.4 Temperatureinwirkungen auf Gebäude	438
10.3.5 Theorie der Wärmeübertragung	442
10.3.6 Verformungen und Beanspruchungen infolge Temperatureinwirkungen	444
10.4 Beispiele	446
10.4.1 Beispiel 1 – Bestimmung der Temperatureinwirkungen bei einer Außenwand	446
10.4.2 Beispiel 2 – Temperaturverteilung in einer Außenwand	447
10.4.3 Beispiel 3 – Temperaturänderung und Beanspruchungen bei einem Tragwerk aus Stahl	450
10.4.4 Beispiel 4 – Temperatureinwirkungen und Längenänderungen bei einem Wandriegel einer Halle	453
10.4.5 Beispiel 5 – Längenänderung einer Stahlbetondecke	455
10.4.6 Beispiel 6 – Auflagerkräfte, Einspannmomente und Durchbiegung bei einem beidseitig eingespannten Einfeldträger	458
10.5 Aufgaben zum Selbststudium	459
10.5.1 Aufgabe 1 – Temperatureinwirkungen bei einer Fassade	459
10.5.2 Aufgabe 2 – Längenänderung eines Stahlträgers	461
10.5.3 Aufgabe 3 – Auflagerkräfte, Einspannmoment und Durchbiegung bei einem einseitig eingespannten Träger	462
Literatur	464
11 Einwirkungen während der Bauausführung	465
11.1 Allgemeines	465
11.2 Lernziele	466
11.3 Grundlagen	466
11.3.1 Allgemeines	466
11.3.2 Begriffe	467
11.3.3 Einteilung der Einwirkungen	468
11.3.4 Baubedingte Einwirkungen	468
11.3.5 Nicht baubedingte Einwirkungen	470

11.4 Beispiele	471
11.4.1 Beispiel 1 – Einwirkungen beim Betonieren	471
11.4.2 Beispiel 2 – Ermittlung des Geschwindigkeitsdrucks (Windlasten)	473
Literatur	474
12 Außergewöhnliche Einwirkungen	477
12.1 Allgemeines	477
12.2 Lernziele	478
12.3 Grundlagen	478
12.3.1 Allgemeines	478
12.3.2 Begriffe	479
12.3.3 Grundlagen der Bemessung	479
12.3.4 Anprall	482
12.3.5 Anprall von Straßenfahrzeugen	484
12.3.6 Anprall von Gabelstaplern	488
12.3.7 Außergewöhnliche Einwirkungen durch Hubschrauber	488
12.3.8 Außergewöhnliche Einwirkungen auf Zugverankerungssysteme und Haupttragellemente bei Gebäuden	489
12.4 Beispiele	494
12.4.1 Beispiel 1 – Anpralllasten auf Stützen in einem Parkhaus	494
12.4.2 Beispiel 2 – Anprallkraft durch Gabelstapler	494
12.4.3 Beispiel 3 – Anprall auf einen Brückenüberbau	495
12.4.4 Beispiel 4 – Aufprall durch einen Hubschrauber auf einem Dach	497
12.4.5 Beispiel 5 – Zugverankerung	497
Literatur	498
Anhang	501
Stichwortverzeichnis	569