

Jürgen Suda

Florian Rudolf-Miklau (Hrsg.)

Bauen und Naturgefahren

Handbuch für
konstruktiven Gebäudeschutz

SpringerWienNewYork

Inhalt

Vorwort	XVII
1. Einführung	1
1.1. Bauvorsorge gegen Naturgefahren	1
1.2. Gebäudeschutz als Maßnahme des integralen Naturgefahren- Managements	4
2. Naturgefahrenprozesse und -Szenarien	9
2.1. Naturgefahrenprozesse: Einleitung	9
2.2. Beschreibung von Naturgefahrenprozessen	9
2.3. Grundlagen der Naturgefahrenanalyse (-bewertung)	11
2.3.1. Methoden der Gefahrenanalyse	11
2.3.2. Räumlicher Bezug und Betrachtungsmaßstab	12
2.3.3. Prozessmodelle	13
2.3.4. „Frequenz-Magnituden-Konzept“ der Gefahrenbewertung	14
2.4. Hydrologische Naturgefahren	17
2.4.1. Klassifikation hydrologischer Naturgefahren	17
2.4.2. Hochwasser und Sturzfluten	18
2.4.2.1. Charakterisierung und Auslösemechanismen	18
2.4.2.2. Bemessungshochwasser (Abflussbemessung)	22
2.4.2.3. Wirkungskriterien und Prozessmodelle	24
2.4.3. Fluviatiler Feststofftransport (Geschiebe)	28
2.4.3.1. Charakterisierung und Auslösemechanismen	28
2.4.3.2. Wirkungskriterien und Prozessmodelle	29
2.4.4. Erosion durch Fließgewässer	32
2.4.5. Wildholztransport	33
2.4.6. Muren (Murgänge)	34
2.4.6.1. Charakterisierung und Auslösemechanismen	34
2.4.6.2. Wirkungskriterien und Prozessmodelle	36
2.4.7. Überflutungen durch oberirdisches Hangwasser	38
2.4.8. Grundwasseranstieg und Grundwasserhochstand	38
2.4.9. Überflutung durch (Rück-) Überstau aus Entwässerungs- systemen	39
2.5. /Schneegefahren	40
2.5.1. Klassifizierung von Schneegefahren	40
2.5.2. Schneelast	40
2.5.3. Schneedruck durch Schneekriechen und-gleiten	41
2.5.4. Lawinen	42
2.5.4.1. Charakterisierung und Auslösemechanismen	42
2.5.4.2. Wirkungskriterien und Prozessmodelle	44
2.6. Geologische Gefahren	46
2.6.1. Klassifizierung geologischer Gefahren	46
2.6.2. Erdbeben	46

2.6.2.1.	Charakterisierung	46
2.6.2.2.	Wirkungskriterien	49
2.6.3.	Steinschlag und Felssturz (Bergsturz)	50
2.6.3.1.	Charakterisierung und Auslösemechanismen	50
2.6.3.2.	Wirkungskriterien und Prozessmodelle	52
2.6.4.	Rutschungen und Hangbewegungen	55
2.6.4.1.	Charakterisierung und Auslösemechanismen	55
2.6.4.2.	Wirkungskriterien und Prozessmodelle	58
2.6.5.	Erdfälle	59
2.7.	Meteorologische Gefahren	61
2.7.1.	Klassifizierung meteorologischer Gefahren	61
2.7.2.	Sturm	61
2.7.3.	Starkregen	63
2.7.4.	Gewitter (Hagel, Blitzschlag)	64
2.7.4.1.	Hagel	64
2.7.4.2.	Blitzschlag	67
2.8.	Feuerefahren (Waldbrand, Buschbrand)	68
3.	Gefährdungs- und Schadensbilder für Gebäude	71
3.1.	Definitionen und Anwendungsbereich	71
3.1.1.	Gefährdungsbilder	71
3.1.2.	Schadensbilder	72
3.2.	Gefährdungsbilder durch hydrologische Gefahren	72
3.2.1.	Allgemeines	72
3.2.2.	Gefährdungsbild Überflutung	74
3.2.2.1.	Gefährdungsbild statische Überflutung	74
3.2.2.2.	Gefährdungsbild dynamische Überflutung (einschließlich Feststoffablagerung und Anprall)	76
3.2.3.	Gefährdungsbild fluviale Erosion (Seiten- und Tiefenerosion)	79
3.2.3.1.	Gefährdungsbild Seiten- und Tiefenerosion	79
3.2.3.2.	Gefährdungsbild sackende Rutschung der Uferböschung	81
3.2.4.	Gefährdungsbild Mure (Murgang)	83
3.2.5.	Gefährdungsbild Überschwemmung durch oberirdisches Hangwasser	85
3.2.6.	Gefährdungsbild Grundwasserhochstand	86
3.2.7.	Gefährdungsbild Rück- und Überstau aus dem Kanalnetz	87
3.2.8.	Schadensbilder durch hydrologische Gefahren: Zusammenfassung und Schadensdetails	88
3.2.8.1.	Schadensbild Wasser-/Feststoffeintritt in das Gebäude	89
3.2.8.2.	Schadensbild Beeinträchtigung der Standsicher- heit des Gebäudes	90
3.3.	Gefährdungsbilder durch Schneeefahren	92
3.3.1.	Allgemeines	92

3.3.2.	Gefährdungsbilder Schneelast und Schneedruck	93
3.3.3.	Gefährdungsbilder durch Lawinen	94
3.3.3.1.	Gefährdungsbild Lawine umfließt ein Gebäude ..	94
3.3.3.2.	Gefährdungsbild Lawine überfließt ein Gebäude	96
3.3.3.3.	Gefährdungsbild Einwirkung von Staublawinen	96
3.3.3.4.	Schadensbilder durch Lawineneinwirkung: Zusammenfassung und Schadensdetails	97
3.4.	Gefährdungsbilder durch geologische Gefahren.	99
3.4.1.	Allgemeines	99
3.4.2.	Gefährdungsbild Erdbeben.	99
3.4.3.	Gefährdungsbilder durch Sturzprozesse.	101
3.4.3.1.	Gefährdungsbild Steinschlag	101
3.4.3.2.	Gefährdungsbild Felssturz (Bergsturz).	102
3.4.3.3.	Schadensbilder aus Steinschlag und Felssturz: Zusammenfassung und Schadensdetails	103
3.4.4.	Gefährdungsbilder durch Bewegungen im Hang (Untergrund).	105
3.4.4.1.	Allgemeines	105
3.4.4.2.	Gefährdungsbilder durch direkte Einwirkung einer Rutschung (oberhalb des Gebäudes) oder einer Hangmure	105
3.4.4.3.	Gefährdungsbilder durch indirekte Einwirkungen aus Rutschungen	105
3.4.4.4.	Gefährdungsbild Erdfall	109
3.4.4.5.	Schadensbilder durch Bewegungen im Hang (Untergrund): Zusammenfassung und Schadens- details	109
3.5.	Gefährdungsbilder durch meteorologische Gefahren.	110
3.5.1.	Gefährdungsbild Sturm	110
3.5.2.	Gefährdungsbild Hagel	112
3.5.3.	Gefährdungsbild Blitzschlag	114
3.6.	Gefährdungsbilder durch Feuergefahren	116
4.	Einwirkungen auf Gebäude.	119
4.1.	Prozess- und Einwirkungsmodelle	119
4.2.	Klassifizierung der Einwirkungen	120
4.3.	Einwirkungen aus vorwiegend ruhenden Wasserkörpern	121
4.3.1.	Prozess- und Einwirkungsmodell	121
4.4.	Einwirkungen aus Fließprozessen.	124
4.4.1.	Prozess- und Einwirkungsmodell	124
4.4.2.	Geschwindigkeitsdruck	125
4.4.3.	Druck auf Gebäudeoberflächen	127
4.4.3.1.	Ermittlung der Druckeinwirkung (Krafteinwirkung).	127
4.4.3.2.	Kraftbeiwerte	130
4.4.3.3.	Lastverteilungen.	131
4.4.3.4.	Reibungskräfte	132

4.4.3.5. Vertikale Umlenkung von Strömungsprozessen..	132
4.4.3.6. Lawinenkräfte aus der Literatur/nach Modellen..	134
4.5. Einwirkungen aus Schneelast	135
4.5.1. Prozess- und Einwirkungsmodelle.	135
4.5.1.1. Charakteristische Schneelast	135
4.5.1.2. Schneelasten auf Dächer.	136
4.5.2. Horizontale Einwirkungen aus Schneedecken.	137
4.5.3. Einwirkungen aus Schnee infolge Kriechens und Gleitens	138
4.6. Einwirkungen aus Stein-, Block- und Eisschlag	140
4.6.1. Prozess- und Einwirkungsmodelle.	140
4.6.2. Einwirkung aus ungedämpftem Stoß.	142
4.6.2.1. Energien und Bruchkräfte.	143
4.6.2.2. Äquivalente statische Ersatzkräfte.	144
4.6.3. Einwirkung aus gedämpftem Stoß.	145
4.6.4. Direkte Ableitung von Bemessungswerten der Energie- einwirkung aus Steinschlagsimulationen.	148
4.6.5. Steinschlagkräfte aus der Literatur/nach Modellen.	148
4.7. Einwirkungen aus Erddrücken.	149
4.7.1. Prozess- und Einwirkungsmodell.	149
4.7.2. Anwendung der verschiedenen Erddruckarten.	149
4.7.3. Erddruckberechnung	151
4.7.3.1. Allgemeines.	151
4.7.3.2. Neigung des Erddruckes.	152
4.7.3.3. Wichte des Bodens.	153
4.7.3.4. Aktiver und passiver Erddruck.	154
4.7.3.5. Erdruhedruck.	155
4.7.3.6. Kriechdruck.	155
4.7.3.7. Erddruckumlagerung.	156
4.7.3.8. Auflasten auf die Geländeoberfläche.	157
4.8. Erdbebeneinwirkungen.	157
4.8.1. Prozess- und Einwirkungsmodell.	157
4.8.2. Erdbebenzonen.	158
4.8.3. Bedeutungskategorien.	159
4.8.4. Baugrundklassen.	159
4.8.5. Antwortspektrum.	160
4.8.6. Bemessungsbodenverschiebung.	162
4.8.7. Bemessungsspektrum.	162
4.8.8. Alternative Darstellung der Erdbebeneinwirkung.	163
4.9. Einwirkungen aus Wind (Sturm).	163
4.9.1. Prozess- und Einwirkungsmodell.	163
4.9.2. Basisgeschwindigkeitsdruck.	164
4.9.3. Spitzengeschwindigkeitsdruck.	165
4.9.4. Winddruck auf Gebäudeoberflächen.	166
4.9.5. Winddruck auf die Wände eines Gebäudes.	166
4.9.6. Winddruck auf Dächer von geschlossenen Gebäuden.	168
4.9.7. Winddruck auf Innenflächen.	169

4.9.8. Reibungskräfte	170
4.9.9. Gesamtwindkraft	171
4.10. Einwirkungen aus Hagel	172
4.11. Einwirkungen infolge von Eigengewicht und Auflast	173
4.11.1. Einwirkungen infolge veränderten Eigengewichts	173
4.11.2. Einwirkung infolge Auflast durch Ablagerungen	173
4.12. Einwirkungen aus Brand	174
4.12.1. Prozess- und Einwirkungsmodell	174
4.12.2. Nominelle Brandkurven	175
4.12.3. Parametrische Brandkurven	176
4.12.3.1. Brandlastdichten	177
4.12.3.2. Berechnung - Erwärmungsphase	177
4.12.3.3. Berechnung - Abkühlphase	179
4.12.4. Brandsimulationen	179
4.12.5. Netto-Wärmestrom	180
5. Naturgefahrenkarten und -plane	181
5.1. Prävention durch Planung	181
5.1.1. Grundsätze und Funktion	181
5.1.2. Grundlagenfachplanung und allgemeine Raumplanung ..	183
5.1.3. Planungskategorien zur Darstellung von Gefahren und Risiken	186
5.2. Gefahrenzonenplanung	189
5.2.1. Allgemeines	189
5.2.2. Gefahrenzonenpläne gemäß § 11 ForstG	191
5.2.3. Gefahrenzonenpläne der Bundeswasserbauverwaltung ...	193
5.2.4. Bemessungsereignis und Abgrenzungskriterien	195
5.3. Anwendung in der Bauvorsorge	197
6. Umsetzung von Gefahrenkarten und Gefahrenzonenplänen in der Raumordnung und im Bauwesen	199
6.1. Einleitung	199
6.2. Gefahrenkarten und Gefahrenzonenpläne in der Raumplanung	200
6.3. Darstellung von Naturgefahren in der Raumordnung	200
6.4. Berücksichtigung von Gefahrendarstellungen im Flächen- widmungsplan	203
6.4.1. Widmungsbeschränkungen und -verbote in Gefahren- bereichen	203
6.4.2. Planungsrechtliche Definitionen von Gefahrenbereichen	205
6.4.2.1. Allgemeine Benennung von Naturgefahren	205
6.4.2.2. Anschlaglinien und Überflutungsbereiche	205
6.4.2.3. Inhalte von Gefahrenzonenplänen	206
6.4.2.4. Rückhaltebereiche und für Schutzmaßnahmen relevante Bereiche	207
6.4.2.5. Restrisikobereiche	208
6.4.3. Abstufungen hinsichtlich Gefährdungsintensität	209
6.4.4. Ausnahmen in Gefährdungsbereichen	210

6.4.5. Gefahrenbereiche und kommunale Bestandsaufnahme ...	212
6.5. Naturgefahren im Baurecht	215
6.5.1. Allgemeines	215
6.5.2. Anwendungsbereich der Bauordnungen	215
6.5.3. Naturgefahren und baurechtliche Verfahren	217
6.5.3.1. Bezeichnungen für Gefahrenbereiche im Baurecht	218
6.5.3.2. Naturgefahrnsicherer Bauplatz	219
6.5.3.3. Arten von Bauführungen und Verfahren	222
6.5.3.4. Baubewilligungsverfahren	222
6.5.4. Baurechtliche Auflagen und Bedingungen	224
7. Rechtliche und technische Normen des Gebäudeschutzes	227
7.1. Einleitung	227
7.2. Bedeutung eines „normierten“ Gebäudeschutzes	228
7.3. Wirkung und Verbindlichkeit von Rechts- und Techniknormen - „Stand der Technik“	229
7.4. Rechtsnormen des Gebäudeschutzes	231
7.4.1. Rechtliche Grundlagen und Regelungskompetenz	231
7.4.2. Rechtsgrundlagen im Allgemeinen Baurecht	234
7.5. Technische Normen und Richtlinien des Gebäudeschutzes	237
7.5.1. Bautechnische Bemessung von Tragwerken	238
7.5.2. Gebäudeschutz gegen Erdbeben	240
7.5.3. Gebäudeschutz gegen Hochwasser und Grundwasserhoch- stand	240
7.5.4. Entwässerungen und Kanalrückstau	241
7.5.5. Gebäudeschutz gegen Lawinen, Steinschlag, Rutschungen und Muren	243
7.5.6. Gebäudeschutz gegen Sturm (Orkan)	244
7.5.7. Gebäudeschutz gegen Schneedruck (-last)	245
7.5.8. Gebäudeschutz gegen Blitzschlag und Brand	245
8. Entwurf von Gebäudeschutzmaßnahmen	249
8.1. Entwurfsgrundsätze und Planungsprozess	249
8.1.1. Schutzkonzepte	249
8.1.2. Auswahlkriterien für Gebäudeschutzmaßnahmen	250
8.1.3. Planungsprozess des Gebäudeschutzes	251
8.2. Gebäudeschutzmaßnahmen gegen Überflutung	253
8.2.1. Anforderungen an den generellen Entwurf	253
8.2.2. Permanente konstruktive Maßnahmen gegen die Gefähr- dung der Standsicherheit des Gebäudes	255
8.2.3. Permanente konstruktive Maßnahmen gegen Wasser- eintritt in das Gebäude	257
8.2.3.1. Erhöhte Bauweise	257
8.2.3.2. Wasserdichte Bauweise	259
8.2.4. Vorkehrungen gegen Schäden im Innenraum und an der Haustechnik	261
8.2.5. Hochwasserangepasste Konstruktionen	263

8.2.6.	Temporäre konstruktive Schutzmaßnahmen (Sofortmaßnahmen)	263
8.2.6.1.	Mobile vorgefertigte Systeme („Mobiler Hoch- wasserschutz“)	264
8.2.6.2.	Temporäre konstruktive Maßnahmen.	268
8.2.7.	Maßnahmenübersicht und -kombinationen.	270
>3.	Gebäudeschutzmaßnahmen gegen Muren.	274
8.3.1.	Anforderungen an den generellen Entwurf.	274
8.3.2.	Permanente konstruktive Maßnahmen gegen die Gefährdung der Standsicherheit des Gebäudes.	274
8.3.2.1.	Schutzbauwerke vor dem Gebäude.	274
8.3.2.2.	Schutzmaßnahmen am Gebäude.	275
8.3.3.	Permanente konstruktive Maßnahmen gegen Eintritt von Murmateriale in das Gebäude.	276
8.3.4.	Temporäre konstruktive Maßnahmen im Ereignisfall.	277
8.3.5.	Maßnahmenübersicht.	278
14.	Gebäudeschutzmaßnahmen gegen Schneelast (Schneedruck)	279
8.4.1.	Maßnahmen bei Planung und Entwurf.	279
8.4.2.	Sofortmaßnahmen bei extremen Schneelasten.	279
8.4.3.	Periodische Überprüfung der Dächer.	281
15.	Gebäudeschutzmaßnahmen gegen Lawinen.	281
8.5.1.	Anforderungen an den generellen Entwurf.	281
8.5.2.	Permanente konstruktive Maßnahmen gegen die Gefährdung der Standsicherheit des Gebäudes.	282
8.5.2.1.	Schutzbauwerke vor dem Gebäude.	282
8.5.2.2.	Schutzmaßnahmen am Gebäude.	284
8.5.3.	Permanente Maßnahmen gegen Eintritt von Lawinen- schnee in das Gebäude.	285
8.5.4.	Sofortmaßnahmen im Ereignisfall.	287
8.5.5.	Maßnahmenübersicht.	287
!6.	Gebäudeschutzmaßnahmen gegen Erdbeben.	289
>7.	Gebäudeschutzmaßnahmen bei Steinschlag.	292
8.7.1.	Anforderungen an den generellen Entwurf.	292
8.7.2.	Permanente Maßnahmen gegen die Gefährdung der Standsicherheit des Gebäudes.	293
8.7.2.1.	Schutzbauwerke vor dem Gebäude.	293
8.7.2.2.	Verstärkung der Gebäudehülle und der Tragkonstruktion.	295
8.7.3.	Maßnahmenübersicht.	297
>8.	Gebäudeschutzmaßnahmen bei Rutschungen und Erdfall.	297
8.8.1.	Anforderungen an den generellen Entwurf.	297
8.8.2.	Permanente konstruktive Maßnahmen gegen die Gefährdung der Standsicherheit des Gebäudes.	300
8.8.3.	Permanente konstruktive Maßnahmen gegen Eintritt von Rutschmateriale in das Gebäude.	302
8.8.4.	Maßnahmen nach dem Ereignisfall.	302

8.8.5. Maßnahmenübersicht	303
8.9. Gebäudeschutzmaßnahmen bei Sturm	303
8.9.1. Maßnahmen bei Planung und Entwurf.	303
8.9.2. Sofortmaßnahmen.	306
8.9.3. Periodische Überprüfungen.	306
8.10. Gebäudeschutzmaßnahmen bei Hagel.	307
8.10.1. Maßnahmen bei Planung und Entwurf..	307
8.10.2. Sofortmaßnahmen.	308
8.11. Gebäudeschutzmaßnahmen bei Blitzschlag und Folgebrand ..	308
8.11.1. Maßnahmen bei Planung und Entwurf	308
8.11.1.1-. Anforderungen an den äußeren Blitzschutz.	308
8.11.1.2. Anforderungen an natürliche Bestandteile des Blitzschutzsystems.	309
8.11.1.3. „Natürliche Bestandteile" als Fangeinrichtung ...	310
8.11.1.4. „Natürliche Bestandteile" als Ableiteinrichtung ..	310
8.11.2. Periodische Überprüfungen.	311
9. Schutzmaßnahmen am Gebäude - Konstruktion und Hochbaudetails	313
9.1. Allgemeines.	313
9.2. Anforderungen an den Entwurf von Gebäuden in gefährdeten Bereichen: Form und Grundriss.	313
9.3. Verstärkung der Gebäudehüllen und der Tragwerke.	315
9.3.1. Grundlagen für die Verstärkung von Tragwerken.	316
9.3.2. Verstärkte Außenwände.	319
9.3.2.1. Verstärkte Außenwand ohne Dämpfungselement.	319
9.3.2.2. Verstärkte Außenwand mit Dämpfungselement.	324
9.3.2.3. Außenwand mit erhöhtem Abrasionswiderstand	326
9.3.3. Verstärkte Dächer.	328
9.3.3.1. Verstärktes Dach ohne Dämpfungselement	328
9.3.3.2. Verstärktes Dach mit Dämpfungselement	330
9.3.3.3. Gegen Hagel verstärktes Dach.	331
9.3.4. Verstärkungen im Fundamentbereich.	332
9.4. Wasserdichte Bauweise.	333
9.4.1. Wasserdichte Gebäudehülle.	333
9.4.1.1. Schwarze Wanne.	333
9.4.1.2. Weiße Wanne.	333
9.4.1.3. Braune Wanne.	335
9.4.2. Leitungsdurchführungen, Durchdringungen.	338
9.4.3. Rückstausicherungen für Hauskanäle.	339
9.4.3.1. Rückstauverschlüsse.	339
/ 9.4.3.2. Abwasserhebeanlagen.	342
9.4.3.3. Bemessung.	343
9.5. Schutz von Gebäudeöffnungen.	344
9.5.1. Wasserdichte Öffnungen.	345
9.5.1.1. Wasserdichte Lichtschächte (Kellerschächte).	345

9.5.1.2.	Wasserdichte Fenster und Türen	350
9.5.1.3.	Wasserdichte Fensterläden und Hochwasser- schutztoore.	352
9.5.2.	Gegen Anprall verstärkte Öffnungen	357
9.5.2.1.	Generelle Anforderungen an hochbeanspruchte Fenster.	357
9.5.2.2.	Lawinenschutzfenster.	357
9.5.2.3.	Fenster mit erhöhtem Hagelwiderstand	358
9.5.2.4.	Verstärkte Fensterläden oder Schiebelelemente	358
9.5.2.5.	Schutzscheiben aus Glas.	360
9.5.2.6.	Fenstergitter.	362
9.5.2.7.	Schutzscheiben und Vorhäuser.	363
9.6.	Dachbegrünungen als Dämpfungselement	363
9.6.1.	Aufbau und Konstruktion von Dachbegrünungen	363
9.6.2.	Erhaltung und Pflege.	366
9.7.	Auswahl der Baumaterialien für naturgefahrenangepasstes Bauen.	366
9.7.1.	Beanspruchungen durch Wasser, Muren, Lawinen und Steinschlag	366
9.7.2.	Beanspruchungen durch Hagel.	370
10.	Schutzmaßnahmen vor dem Gebäude - Konstruktion	373
10.1.	Allgemein	373
10.2.	Ebenhöh	374
10.2.1.	Wirkungsweise	374
10.2.2.	Konstruktion	375
10.3.	Spaltkeile	378
10.3.1.	Wirkungsweise	379
10.3.2.	Konstruktion.	379
10.4.	Schutzmauern	385
10.4.1.	Anordnung im Gelände.	387
10.4.2.	Ermittlung der wirksamen Höhe eines Schutzbauwerkes	387
10.4.2.1.	Lawinen und Muren.	388
10.4.2.2.	Steinschlag.	388
10.4.3.	Konstruktion.	389
10.4.3.1.	Mauerquerschnitte.	389
10.4.3.2.	Dämpfungselemente.	391
10.4.3.3.	Abrasionsschutz von Maueroberflächen	395
10.5.	Konstruktion von Schutzdämmen	396
10.6.	Steinschlagschutznetze.	398
10.6.1.	Konstruktion und Bautypen	399
10.6.1.1.	Bautype Schutznetz mit bergseitiger Abspannung	399
10.6.1.2.	Schutznetze ohne bergseitige Abspannung	400
10.6.2.	Anordnung und funktionale Bemessung von Steinschlagschutznetzen.	403
10.7.	Erosionsschutz an Fundamenten	406

10.8. Begrünung und Bepflanzung von Spaltkeilen, Schutzmauern und -dämmen	408
10.8.1. Begrünung	408
10.8.2. Pflege begrünter Flächen	413
10.8.3. Bepflanzung	413
10.9. Behälter in hochwassergefährdeten Gebieten	414
11. Hinweise zur bautechnischen Bemessung von Gebäuden mit Schutzmaßnahmen	417
11.1. Grundlagen der Bemessung	417
11.1.1. Sicherheitskonzept und Grenzzustände	417
11.1.1.1. Allgemeines	417
11.1.1.2. Bemessungssituationen	417
11.1.1.3. Charakteristische Werte	418
11.1.1.4. Bemessungswerte	419
11.1.2. Einwirkungskombinationen	419
11.1.3. Grenzzustände der Tragfähigkeit	420
11.1.3.1. Allgemeines	420
11.1.3.2. Nachweis der geotechnischen Grenzzustände (GEO)	420
11.1.3.3. Nachweis des Auftriebsbruches (UPL)	421
11.1.3.4. Nachweis der konstruktiven Grenzzustände (STR)	421
11.1.3.4.1. Allgemeine Bemessung der Bauteile	421
11.1.3.4.2. Bemessung im Brandfall	421
11.1.3.4.3. Erdbebenbemessung	422
11.2. Bemessung von Gebäuden	423
11.2.1. Lastfälle	423
11.2.2. Einwirkungskombinationen	428
11.2.3. Bemessung im GZT	432
11.2.4. Bemessung im GZG	432
11.3. Bemessung von Spaltkeilen	433
11.3.1. Lastfälle	433
11.3.2. Einwirkungskombinationen	435
11.3.3. Nachweise	436
11.4. Bemessung von Ebenhöhen	436
11.4.1. Lastfälle	436
11.4.2. Einwirkungskombinationen	437
11.4.3. Nachweise	438
11.5. Bemessung von Schutzmauern, -zäunen und -dämmen	438
11.5.1. Lastfälle	438
11.5.2. Einwirkungskombinationen	439
11.5.3. Nachweise	440
11.ö. Bemessung von Steinschlagschutznetzen	440
12. Nutzungskonzepte, Sicherheitsplanung und Notfallmaßnahmen	443
12.1. Passive Gebäudeschutzmaßnahmen: Allgemeines	443
12.2. Gefahrenangepasste Nutzungskonzepte	443

