

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
1.1	Allgemeines.....	1
1.2	Anwendungsbeispiel: Musterhaus „Praxisgebäude“ .....	2
<b>2</b>	<b>Stand der nationalen und europäischen Normung für den Mauerwerksbau</b> .....	6
2.1	Vorbemerkungen.....	6
2.2	Bemessung und Ausführung.....	6
2.2.1	Normenübersicht.....	6
2.2.3	Anwendungshinweise und Normungsvorhaben .....	9
2.3	Mauersteine, Mauermörtel und Putzmörtel.....	9
2.3.1	Normenübersicht.....	9
2.3.1.1	Europäische Normen für Mauersteine.....	11
2.3.1.2	Europäische Normen für Mauer- und Putzmörtel .....	14
2.3.1.3	Europäische Normen für Mauerwerk .....	17
2.3.1.4	Europäische Normen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk .....	18
2.3.2	Bauaufsichtliche Inbezugnahme .....	20
2.3.4	Anwendungsnormen zu europäischen Produktnormen für Mauersteine und Mauermörtel .....	20
2.4	Literaturverzeichnis.....	22
<b>3</b>	<b>Baustoffliche Grundlagen</b> .....	23
3.1	Mauersteine .....	23
3.1.1	Einleitung.....	23
3.1.2.	Materialübergreifende Daten.....	23
3.1.3	Genauere Steinbeschreibung.....	36
3.1.3.1	Mauerziegel.....	36
3.1.3.2	Kalksandsteine .....	46
3.1.3.3	Mauersteine aus Beton mit dichten und porigen Zuschlägen.....	52
3.1.3.4	Porenbetonsteine .....	58
3.1.3.5	Lehmsteine .....	62
3.1.4	Verbandsverzeichnis .....	65
3.2	Mauer- und Putzmörtel.....	65
3.2.1	Einleitung.....	65
3.2.2	Zusammensetzung .....	66
3.2.2.1	Bindemittel .....	66
3.2.2.2	Gesteinskörnung nach DIN EN 13139:2013 und leichte Gesteinskörnung nach DIN EN 13055:2016 .....	76
3.2.2.3	Zusatzmittel und Zusatzstoffe.....	77

3.2.3	Lieferformen von Mörtel.....	77
3.2.3.1	Baustellenmörtel.....	78
3.2.3.2	Werkmörtel.....	78
3.2.3.3	Mehrkammer-Silomörtel.....	79
3.2.4	Kennzeichnung.....	79
3.2.5	Mauermörtel.....	80
3.2.5.1	Einteilung.....	81
3.2.5.2	Normalmauermörtel NM.....	81
3.2.5.3	Leichtmauermörtel LM.....	83
3.2.5.4	Dünnbettmörtel DM.....	83
3.2.5.5	Mittelbettmörtel.....	86
3.2.5.6	Verwendung von Mauermörtel ausschließlich mit CE-Kennzeichnung (DIN EN 998-2:2017).....	86
3.2.5.7	Anforderungen an Mauermörtel.....	86
3.2.6	Putzmörtel.....	87
3.2.6.1	Allgemeines.....	87
3.2.6.2	Zusammensetzung.....	87
3.2.6.3	Einteilung.....	89
3.2.6.4	Anforderungen an Putze und Putzsysteme.....	90
3.2.6.5	Außenputz.....	93
3.2.6.6	Innenputze.....	97
3.2.6.7	Auswahl von Putzsystemen.....	98
3.2.6.8	Anforderungen an den Putzgrund.....	98
3.2.6.9	Ausführung.....	101
3.2.6.10	Schwinden von Putzmörtel.....	105
3.2.6.11	Verputzen von Leichtmauerwerk.....	106
3.3	Mauerwerk.....	108
3.3.1	Einfluss des Mauermörtels auf Mauerwerkeigenschaften.....	108
3.3.1.1	Tragfähigkeit.....	108
3.3.1.2	Maßtoleranzen.....	108
3.3.1.3	Wärmeschutz.....	110
3.3.1.4	Wassersaugen.....	111
3.3.2	Tragverhalten.....	112
3.3.2.1	Druckfestigkeit senkrecht zu den Lagerfugen.....	112
3.3.2.2	Druckfestigkeit parallel zu den Lagerfugen.....	114
3.3.2.3	Haftscherfestigkeit.....	115
3.3.2.4	Haftzugfestigkeit.....	117
3.3.3	Verformungsverhalten bei Druckbeanspruchung senkrecht zu den Lagerfugen.....	117
3.4	Baustoffkennwerte für die Berechnung von unbewehrtem Mauerwerk..	120
3.4.1	Charakteristische Festigkeitswerte.....	120
3.4.1.1	Druckfestigkeit.....	121
3.4.1.2	Charakteristische Schubfestigkeit von Mauerwerk.....	128

3.4.1.3	Charakteristische Scherfestigkeit der Fuge zwischen Mauerwerk und vorgefertigtem Sturz.....	135
3.4.1.4	Biegezugfestigkeit.....	135
3.4.2	Verformungseigenschaften.....	137
3.4.2.1	Werkstoffgesetz von druckbeanspruchtem Mauerwerk.....	137
3.4.2.2	Rechenwert des Elastizitätsmoduls von druckbeanspruchtem Mauerwerk.....	138
3.4.2.3	Rechenwert des Schubmoduls von druckbeanspruchtem Mauerwerk.....	139
3.4.2.4	Rechenwerte der Verformungseigenschaften Kriechen, Quellen, Schwinden und Wärmedehnung.....	139
3.4.3	Bauphysikalische Kennwerte zur Wärmeleitfähigkeit von Mauerwerk.....	140
3.5	Literaturverzeichnis.....	146
<b>4</b>	<b>Bemessung unbewehrter Mauerwerkswände nach DIN EN 1996</b> .....	<b>148</b>
4.1	Grundlagen und Voraussetzungen.....	148
4.1.1	Anwendungsbereich von DIN EN 1996.....	148
4.1.2	Normative Verweisungen von DIN EN 1996 und ausgewählte Begriffe.....	148
4.1.3	Bautechnische Unterlagen.....	151
4.1.4	Berechnungsverfahren von DIN EN 1996-1-1 und vereinfachte Berechnungsmethoden von DIN EN 1996-3.....	151
4.2	Sicherheitskonzept, Einwirkungen und Widerstände.....	155
4.2.1	Grundlagen und Nachweisprinzip.....	155
4.2.2	Einwirkungen.....	157
4.2.2.1	Charakteristische und repräsentative Größen.....	157
4.2.2.2	Charakteristische Werte von Einwirkungen für den Mauerwerksbau.....	158
4.2.2.3	Bemessungswerte der Einwirkungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT).....	161
4.2.2.4	Kombinationsregeln für Normalkräfte im GZT.....	162
4.2.2.5	Bemessungswerte und Kombinationsregeln im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG).....	163
4.2.3	Besonderheiten der Tragwiderstände bei Mauerwerk.....	164
4.3	Tragwerksentwurf und Schnittgrößen aussteifender Mauerwerkskonstruktionen.....	166
4.3.1	Grundlagen zur Ermittlung von Schnittgrößen.....	166
4.3.2	Räumliche Steifigkeit und Aussteifung von Gebäuden.....	167
4.3.3	Beurteilung von Einflüssen nach Theorie II. Ordnung auf die Gebäudeaussteifung.....	168
4.3.4	Imperfektionen.....	171
4.3.5	Schnittgrößen in Schubwänden infolge horizontaler Einwirkungen.....	173
4.3.5.1	Einwirkungen auf Schubwände von Gebäuden.....	173

4.3.5.2	Schnittgrößen in Schubwänden nach dem Kragarmmodell .....	175
4.3.5.3	Schnittgrößen in Schubwänden unter Berücksichtigung von Einspannungen der Schubwände in die Stahlbetondecken .....	176
4.3.6	Knickaussteifung gemauerter Wände .....	181
4.3.7	Knicklängen $h_{ef}$ von Wänden .....	187
4.3.7.1	Grundlagen.....	187
4.3.7.2	Knicklängen zweiseitig gehaltener Wände.....	188
4.3.7.3	Knicklängen drei- oder vierseitig gehaltener Wände ....	190
4.3.7.4	Knicklängen frei stehender Wände.....	191
4.3.8	Anwendungsbeispiele .....	192
4.3.8.1	Zur Beurteilung der Einflüsse nach Theorie II. Ordnung auf die Gebäudeaussteifung.....	192
4.3.8.2	Horizontale Belastung von Schubwänden.....	195
4.3.8.3	Berechnungen der Schnittgrößen von Schubwänden mit dem Kragarmmodell .....	203
4.4	Schnittgrößen überwiegend vertikal beanspruchter Wände sowie Formänderungen und Zwängungen der Wände.....	222
4.4.1	Allgemeines .....	222
4.4.2	Auflagerkräfte von Decken.....	223
4.4.3	Berechnungen der Knotenmomente.....	225
4.4.4	Begrenzungen planmäßiger Exzentrizitäten .....	229
4.4.4.1	Mechanische Hintergründe und Bestimmungen .....	229
4.4.4.2	„Rücksetzregel“ .....	232
4.4.5	Berechnung der Wandmomente.....	233
4.4.6	Grundlagen der Berechnung von Formänderungen .....	234
4.4.7	Zwängungen.....	235
4.4.8	Anwendungsbeispiele zur Schnittgrößenberechnung überwiegend vertikal beanspruchter Wände .....	236
4.4.8.1	Auflagerkräfte von Decken.....	236
4.4.8.2	Knotenmomente nach DIN EN 1996-1-1, Anhang C....	241
4.4.8.3	Vereinfachte Berechnungen der Knotenmomente mit der 5 %-Regel.....	252
4.5	Bemessungsnachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT) .....	255
4.5.1	Zentrische und exzentrische Druckbeanspruchung.....	255
4.5.1.1	Nachweisverfahren.....	255
4.5.1.2	Tragfähigkeit in Wandebene biegebeanspruchter Wandquerschnitte.....	257
4.5.1.3	Tragfähigkeit senkrecht zur Wandebene biegebeanspruchter Wandquerschnitte im Bereich des Wand-Decken-Knotens.....	260

4.5.1.4	Tragfähigkeit senkrecht zur Wandebene biegebeanspruchter Wand-querschnitte, Berücksichtigung des Einflusses der Schlankheit der Wand (Knicksicherheitsnachweis) .....	264
4.5.1.5	Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerkswände bei Gebäuden mit höchstens drei Vollgeschossen.....	270
4.5.1.6	Kombinierte Biegebeanspruchung.....	272
4.5.1.7	Anwendungsbeispiel zur Biegedrucktragfähigkeit bei Belastungen in Wandebene.....	274
4.5.1.8	Anwendungsbeispiel zur Biegedrucktragfähigkeit senkrecht zur Wandebene.....	284
4.5.2	Teilflächenbelastung und Lastausbreitung in Mauerwerk.....	299
4.5.2.1	Teilflächenbeanspruchungen in Wandebene durch vertikale Einzellasten.....	299
4.5.2.2	Teilflächenbelastungen rechtwinklig zur Wandebene ...	304
4.5.2.3	Lastausbreitung vertikaler Einzellasten in Wandebene..	304
4.5.2.4	Anwendungsbeispiel zur Teilflächenbeanspruchbarkeit	307
4.5.3	Querkraftbeanspruchung .....	317
4.5.3.1	Nachweise zur Querkrafttragfähigkeit in Wandebene..	317
4.5.3.2	Nachweise zur Querkrafttragfähigkeit senkrecht zur Wandebene .....	324
4.5.3.3	Anwendungsbeispiel zur Querkrafttragfähigkeit bei Annahme des Kragarmmodells.....	326
4.5.3.4	Anwendungsbeispiel zur Querkrafttragfähigkeit bei Annahme des Rahmenmodells .....	332
4.5.4	Unbewehrte, durch Horizontallasten auf Biegung beanspruchte Wände .....	343
4.5.4.1	Nachweise bei Zug- und Biegezugbeanspruchung.....	343
4.5.4.2	Bögen und Wände mit Bogentragwirkung .....	344
4.5.5	Mauerwerkswände unter Windlasten .....	348
4.5.6	Mauerwerkswände unter Erd- und Wasserdruck .....	348
4.5.6.1	Tragmodell und Anwendungsbedingungen .....	348
4.5.6.2	Rechnerische Nachweise .....	351
4.5.6.3	Anwendungsbeispiel für eine in vertikaler Richtung einachsig lastabtragende Kelleraußenwand ohne Nachweis des Erddruckes .....	355
4.5.6.4	Anwendungsbeispiel für eine in vertikaler Richtung einachsig lastabtragende Kelleraußenwand mit Nachweis des Erddruckes .....	359
4.5.7	Vereinfachte Berechnungsmethode für begrenzt horizontal, nicht vertikal beanspruchte Wände (innenliegende nichttragende Trennwände).....	370
4.5.7.1	Anwendungsbedingungen .....	370

4.5.7.2	Minstdicken und Grenzabmessungen der Wände ....	371
4.5.7.3	Anwendungsbeispiel für begrenzt horizontal, nicht vertikal beanspruchte Wände .....	373
4.5.8	Vereinfachte Berechnungsmethode für gleichmäßig horizontal, nicht vertikal beanspruchte Wände (Ausfachungswände).....	377
4.5.8.1	Anwendungsbedingungen und Nachweismethode.....	377
4.5.8.2	Anwendungsbeispiel für begrenzt horizontal, nicht vertikal beanspruchte Wände .....	379
4.6	Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG).....	381
4.6.1	Allgemeines .....	381
4.6.2	Biegung mit Normalkraft in Plattenrichtung .....	381
4.6.3	Biegung mit Normalkraft in Scheibenrichtung.....	382
4.6.4	Nachweise zur Querkrafttragfähigkeit in Scheibenrichtung .....	382
4.6.5	Nachweise zur Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1996-3/NA ..	384
4.7	Mauerwerk aus Natursteinen.....	385
4.7.1	Allgemeines .....	385
4.7.2	Ausführung von Natursteinmauerwerk nach DIN EN 1996- 1-1/NA, NA.L3 .....	385
4.7.3	Mauerwerksarten nach DIN EN 1996-1-1/NA, NA.L4.....	386
4.7.4	Verbandsarten nach DIN EN 1996-1-1/NA, NA.L5.....	387
4.7.5	Bemessung von Natursteinmauerwerk nach DIN EN 1996- 1-1/NA, NA.L6 .....	390
4.7.5.1	Allgemeines .....	390
4.7.5.2	Zentrische und exzentrische Drucktragfähigkeit.....	391
4.7.5.3	Zug- und Biegezugtragfähigkeit .....	392
4.7.5.4	Querkrafttragfähigkeit .....	392
4.7.6	Anwendungsbeispiel zur Bestimmung der Druckfestigkeit vor- handenen Natursteinmauerwerks .....	393
4.8	Literatur .....	402
<b>5</b>	<b>Baulicher Brandschutz</b> .....	<b>403</b>
5.1	Grundlagen des Brandschutzes.....	403
5.1.1	Veranlassung für den baulichen Brandschutz .....	403
5.1.2	Historische Entwicklung des Brandschutzes und der Brand- schutzvorschriften .....	405
5.1.3	Ablauf von Bränden .....	407
5.1.4	Schutzziele des baulichen Brandschutzes .....	408
5.2	Regulative Anforderungen und Definitionen .....	408
5.2.1	Bauaufsichtliche Anforderungen.....	408
5.2.1.1	Musterbauordnung (MBO) .....	409
5.2.1.2	Landesbauordnungen (LBO) .....	409
5.2.1.3	Sonderverordnungen und Richtlinien.....	413
5.2.1.4	Genehmigungsverfahren.....	414
5.2.2	Normative Regelwerke .....	414
5.2.2.1	Allgemeines .....	414

	5.2.2.2	DIN-Normen.....	414
	5.2.2.3	Europäische Normen .....	416
	5.2.2.4	Verknüpfung von Normenregeln mit bauaufsichtlichen Anforderungen .....	418
5.3		Baustoffverhalten von Mauerwerk und seiner Komponenten im Brandfall.....	420
	5.3.1	Mauersteine .....	420
	5.3.2	Mauermörtel .....	421
	5.3.3	Verhalten von Mauerwerk im Brandfall.....	421
5.4		Grundlagen der Brandschutzbemessung von Mauerwerk.....	421
	5.4.1	Regelwerke und ihre Einführung .....	421
	5.4.2	Nachweise nach der nationalen DIN 4102-Normenreihe .....	421
	5.4.2.1	Prüfnormen DIN 4102-2 für wandartige Bauteile und DIN 4102-3 für Brandwände .....	422
	5.4.2.2	Katalog klassifizierter Baustoffe und Bauteile von DIN 4102-4:1994 und DIN 4102-4/A1:2004-11 .....	423
	5.4.2.3	Katalog klassifizierter Baustoffe und Bauteile von DIN 4102-4:2016-05 .....	424
	5.4.2.4	Anwendungsnorm DIN 4102-22 .....	426
	5.4.3	Nachweise nach europäischen Normen .....	426
	5.4.3.1	Prüfnormen DIN EN 1363-1 und DIN EN 1363-2 für Brandprüfungen.....	426
	5.4.3.2	DIN EN 1365-1 für tragende Wände und DIN EN 1364-1 für nichttragende Wände .....	426
	5.4.3.3	Bemessungsnormen DIN EN 1996-1-2 und DIN EN 1996-1-2/NA.....	427
	5.4.4	Ingenieurmethoden.....	433
	5.4.5	Praxis der Brandschutzbemessung für Mauerwerk .....	433
	5.4.5.1	Europäische Baustoffnormen.....	433
	5.4.5.2	Bemessung nach DIN 4102-4 oder DIN EN 1996-1-2/NA.....	433
5.5		Anwendungen .....	433
	5.5.1	Musterhaus der Gebäudeklasse GK 4 und Anmerkungen zu Sonderbauten der Gebäudeklasse GK 5.....	433
	5.5.2	Nachweis als Bestandsgebäude nach DIN 4102-4:1994 und DIN 4102-4:2004/A1 .....	435
	5.5.2.1	Tragende Wände.....	435
	5.5.2.2	Nichttragende, raumabschließende Wände .....	437
	5.5.2.3	Nichttragende Außenwände .....	438
	5.5.2.4	Brandwände, Brandabschnittswände.....	438
	5.5.3	Nachweis als Neubau nach DIN EN 1996-1-2/NA .....	439
	5.5.3.1	Nachweisschema.....	439
	5.5.3.2	Identifizierungen der Wände hinsichtlich Art und Funktion .....	439

5.5.3.3	Nachweis tragender raumabschließender Wände und von Außenwänden.....	441
5.5.3.4	Nachweis nichttragender, raumabschließender Wände	445
5.6	Konstruktionsregeln.....	446
5.6.1	Grundsätzliches zur Ausführung von Mauerwerk.....	446
5.6.2	Einschaliges Mauerwerk mit Wärmedämmputzsystemen .....	448
5.6.3	Einschaliges Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) .....	449
5.6.4	Brandwände.....	450
5.6.5	2-schalige Außenwände und 2-schalige Trennwände.....	454
5.6.5.1	2-schalige Außenwände.....	454
5.6.5.2	2-schalige Reihenhaus-Trennwände.....	455
5.6.5.3	2-schalige unbelastete Trennwände.....	456
5.6.6	Stürze .....	456
5.6.7	Schlitze und Aussparungen .....	457
5.6.8	Anschlüsse von Trennwänden mit brandschutztechnischen Anforderungen an angrenzende Bauteile.....	459
5.6.9	Anforderungen Einbauten, Rohre und Kabel.....	460
5.7	Dokumentation .....	461
5.8	Anlagen zu Abschnitt 5 – Baulicher Brandschutz – .....	462
5.8.1	Anlage A: DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1:2004-11...	462
5.8.2	Anlage B: Brandschutztechnische Einstufung DIN EN 1996-1-2/NA: 2013-06.....	472
5.9	Literaturverzeichnis.....	477
<b>6</b>	<b>Bewehrte Mauerwerkskonstruktionen</b> .....	<b>478</b>
6.1	Schlaff bewehrtes Mauerwerk .....	478
6.1.1	Vorbemerkungen .....	478
6.1.2	Konstruktionsformen.....	479
6.1.3	Ergänzende Hinweise zum Sicherheitskonzept.....	480
6.1.4	Baustoffe .....	481
6.1.4.1	Mauersteine, Mauermörtel, Füllmörtel und Füllbeton ..	481
6.1.4.2	Mauerwerksdruckfestigkeit senkrecht und parallel zu den Lagerfugen.....	482
6.1.4.3	Schubfestigkeit von bewehrtem Mauerwerk.....	482
6.1.4.4	Verbundfestigkeit der Bewehrung aus Betonstabstahl .	483
6.1.4.5	Bewehrung aus Betonstabstahl .....	485
6.1.5	Korrosionsschutz der Bewehrung .....	486
6.1.5.1	Klassifizierung der Umweltbedingungen.....	486
6.1.5.2	Bewehrung in Mauermörtel .....	486
6.1.5.3	Überdeckung der Bewehrung mit Mörtel oder Beton ..	488
6.1.6	Werkstoffgesetze für die Biegebemessung.....	489
6.1.6.1	Mauerwerk .....	489
6.1.6.2	Betonstahlbewehrung.....	490

6.1.7	Tragfähigkeitsnachweise für Mauerwerk mit statisch in Rechnung gestellter Bewehrung .....	490
6.1.7.1	Lasteinleitung.....	490
6.1.7.2	Biegetragfähigkeit mit oder ohne Längskraft ohne Verformungseinfluss.....	490
6.1.7.3	Bauteiltragfähigkeit bei Biegedruckbeanspruchung, beeinflusst durch Verformungen .....	499
6.1.7.4	Bemessung von ausgewählten Wandkonstruktionen unter Biegebeanspruchung .....	501
6.1.7.5	Tragfähigkeit von Flachstürzen unter Biegebeanspru- chung .....	502
6.1.7.6	Bewehrte Mauerwerksbauteile unter Querkraft- beanspruchung .....	504
6.1.7.7	Nachweise der Querkrafttragfähigkeit von Flach- stürzen nach deutschen allgemeinen bauaufsichtli- chen Zulassungen .....	508
6.1.8	Ausbildung der Bewehrung nach EC6 .....	510
6.1.8.1	Allgemeines .....	510
6.1.8.2	Mindestbewehrung und Abmessungen der Bewehrung .....	510
6.1.8.3	Verankerungen von Zug- und Druckbewehrung .....	511
6.1.8.4	Bewehrungsstöße von Zug- und Druckbewehrung .....	513
6.1.8.5	Verankerung der Schubbewehrung .....	513
6.1.8.6	Endverankerung der Längszugbewehrung.....	513
6.1.8.7	Umschließung von auf Druck beanspruchter Bewehrung .....	515
6.1.8.8	Abstände der Bewehrung.....	515
6.1.9	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit bewehrten Mauerwerks....	516
6.1.10	Anwendungsbeispiele .....	517
6.1.10.1	Erddruckbeanspruchte Kelleraußenwand ohne Auflasten .....	517
6.1.10.2	Flachsturzartige Balken aus bewehrtem Mauerwerk ....	527
6.2	Gebäudeaussteifung durch vorgespannte Mauertafeln .....	538
6.2.1	Einführung .....	538
6.2.2	Baubeschreibung.....	540
6.2.3	Baustoffe und Einbauvarianten der Spannglieder.....	541
6.2.3.1	Mauersteine und Mauermörtel.....	541
6.2.3.2	Spannglieder aus Monolitzen .....	542
6.2.3.3	Einbauvarianten der Spannglieder .....	542
6.2.4	Vorspannbare Mauertafeln .....	543
6.2.4.1	Hüllrohrführung .....	543
6.2.4.2	Montage der Mauertafeln .....	545
6.2.4.3	Einbau und Anspannen der Monolitzen.....	546

6.2.5	Tragfähigkeit vorgespannter Mauertafeln bei Schubbeanspruchung .....	546
6.2.6	Spannkraftüberwachung durch Monitoring .....	547
6.3	Literatur .....	548
<b>7</b>	<b>Erdbebenanalyse von Mauerwerksbauten nach DIN EN 1998-1 .....</b>	<b>550</b>
7.1	Einführung .....	550
7.2	Erdbebeneinwirkung.....	550
7.2.1	Erdbebenzonen und Untergrundklassen .....	550
7.2.2	Definition der Einwirkung .....	552
7.2.3	Elastisches horizontales Antwortspektrum .....	552
7.2.4	Elastisches vertikales Antwortspektrum.....	554
7.2.5	Horizontales Bemessungsspektrum.....	555
7.2.5.1	Allgemeine Definition des Verhaltensbeiwertes $q$ .....	555
7.2.5.2	Verhaltensbeiwerte für Mauerwerksbauten .....	555
7.2.6	Vertikales Bemessungsspektrum .....	558
7.2.7	Bedeutungsbeiwerte .....	558
7.2.8	Neueste Entwicklungen .....	559
7.3	Erdbebengerechter Entwurf .....	560
7.3.1	Grundrissgestaltung .....	560
7.3.2	Aufrissgestaltung .....	562
7.3.3	Gründungen .....	564
7.4	Berechnungsverfahren .....	564
7.4.1	Vereinfachtes Antwortspektrenverfahren .....	564
7.4.2	Multimodales Antwortspektrenverfahren.....	566
7.4.2.1	Anzahl der zu berücksichtigenden Eigenformen .....	566
7.4.2.2	Kombination der modalen Schnittgrößen .....	566
7.4.2.3	Kombination der Beanspruchungsgrößen der Erdbebenkomponenten .....	567
7.4.3	Nichtlineare statische Verfahren.....	567
7.4.3.1	Bauwerkskapazität .....	567
7.4.3.2	Verformungsbasierter Nachweis .....	568
7.4.3.3	Normative Randbedingungen nach DIN EN 1998-1/NA.....	569
7.4.4	Nichtlineare Zeitverlaufsrechnungen .....	569
7.5	Berücksichtigung von Torsionswirkungen .....	570
7.5.1	Ansatz zufälliger Torsionswirkungen .....	570
7.5.2	Torsionswirkungen im vereinfachten Antwortspektrenverfahren .....	570
7.5.2.1	Regelmäßige Grundrisse.....	570
7.5.2.2	Unregelmäßige Grundrisse .....	571
7.5.2.3	Ansatz von Torsionswirkungen in räumlichen Tragwerksmodellen.....	571
7.5.3	Genauerer Ansatz nach DIN EN 1998-1/NA .....	571

7.6	Nachweis der Standsicherheit .....	572
7.6.1	Vereinfachter Nachweis .....	572
7.6.2	Tragfähigkeit .....	574
7.6.3	Duktilität .....	575
7.6.4	Gleichgewicht .....	575
7.6.5	Horizontale Scheiben.....	575
7.6.6	Gründungen .....	575
7.6.7	Fugen.....	576
7.7	Berechnungsmodelle für Mauerwerksbauten .....	576
7.7.1	Ersatzstab.....	576
7.7.2	Ebenes Rahmenmodell .....	577
7.7.3	Pseudo 3D-Modelle mit äquivalenten Rahmenmodellen.....	578
7.7.4	Räumliche Modelle.....	579
7.8	Berechnungsbeispiel: Mehrfamilienhaus.....	580
7.8.1	Vereinfachter Nachweis nach DIN EN 1998-1.....	582
7.8.2	Vereinfachtes Antwortspektren-Verfahren mit Ersatzstab .....	585
7.8.2.1	Tragwerksmodell.....	585
7.8.2.2	Ermittlung der Stockwerksmassen .....	587
7.8.2.3	Ermittlung der Systemsteifigkeiten .....	588
7.8.2.4	Ermittlung der Erdbebenersatzkräfte in x- und y-Richtung.....	589
7.8.2.5	Verteilung der Erdbebenersatzkräfte auf die Wandscheiben .....	590
7.8.2.6	Standsicherheitsnachweis mit DIN EN 1996-1-1.....	593
7.8.2.7	Nachweis der exzentrischen Druckbeanspruchung.....	594
7.8.2.8	Schubnachweis .....	594
7.8.2.9	Nachweisergebnisse .....	597
7.8.3	Nichtlinearer statischer Nachweis.....	599
7.9	Literaturverzeichnis.....	604
<b>8</b>	<b>Ausführung von Mauerwerkskonstruktionen.....</b>	<b>606</b>
8.1	Allgemeines.....	606
8.2	Grundsätzliche Planungs- und Konstruktionsregeln.....	608
8.2.1	Normen und Merkblätter.....	608
8.2.2	Einflüsse auf die Dauerhaftigkeit des Mauerwerks .....	608
8.2.2.1	Mikroumweltbedingungen.....	608
8.2.2.2	Klimafaktoren (Makroumweltbedingungen).....	610
8.2.2.3	Aggressive chemische Umgebungen .....	612
8.2.3	Auswahl der Baustoffe .....	612
8.2.3.1	Mauersteine.....	612
8.2.3.2	Mauermörtel.....	613
8.2.4	Mauerwerk .....	613
8.2.4.1	Verarbeitung von Mauersteinen und Mauermörtel .....	613
8.2.4.2	Grundsätzliches zu Mauerwerks-Verbänden .....	614
8.2.4.3	Bewährte Regeln/Normmaße.....	616

	8.2.4.4	Anschlüsse .....	618
	8.2.4.5	Dehnungsfugen .....	622
	8.2.5	Toleranzen.....	625
8.3		Außenwände.....	626
	8.3.1	Dämmung von Außenwänden.....	626
	8.3.2	Sichtmauerwerk/Verblendmauerwerk .....	628
	8.3.2.1	Tragende Außenwände mit Sichtmauerwerk als Ver- bandsmauerwerk .....	628
	8.3.2.2	Verblend- oder Vormauerschale bei zweischaligem Außenmauerwerk .....	629
	8.3.2.3	Ausbildung der Mauerwerksfugen .....	631
8.3.3		Anschlussdetails und Abdichtungen .....	631
	8.3.3.1	Dachanschluss.....	631
	8.3.3.2	Deckenaufleger.....	632
	8.3.3.3	Stürze .....	633
	8.3.3.4	Fenster- und Türanschlüsse.....	636
	8.3.3.5	Gesimse, Sohlbänke, Abdeckungen.....	638
	8.3.3.6	Fußpunkte im Erd- und im Kellergeschoss .....	639
8.4		Innenwände .....	642
	8.4.1	Tragende Innenwände .....	642
	8.4.1.1	Anforderungen .....	642
	8.4.1.2	Anschlüsse.....	642
	8.4.2	Nicht tragende Innenwände .....	643
	8.4.2.1	Anwendungsbereich und Anforderungen.....	643
	8.4.2.2	Befestigungen an angrenzende Bauteile.....	647
	8.4.2.3	Regeln für die schadensfreie Ausführung .....	649
8.5		Schlitze/Durchbrüche .....	650
	8.5.1	Planen .....	650
	8.5.2	Nachträgliche Herstellung von Schlitzen .....	650
8.6		Ausführung von Mauerwerk und Tipps für die Baustelle .....	651
	8.6.1	Prüfungspflicht.....	651
	8.6.2	Mischkonstruktionen.....	651
	8.6.3	Vollfugigkeit.....	651
	8.6.4	Nachbehandlung und Schutz des Mauerwerks während der Bauausführung.....	652
	8.6.4.1	Allgemeines .....	652
	8.6.4.2	Schutz gegen Regen .....	652
	8.6.4.3	Schutz gegen Frost-Tau-Wechsel .....	653
	8.6.4.4	Schutz gegen Austrocknung .....	653
	8.6.4.5	Schutz vor mechanischer Beschädigung .....	653
	8.6.4.6	Bauhöhe des Mauerwerks .....	654
	8.6.5	Zulässige Abweichungen .....	654
	8.6.6	Aussteifung während der Herstellung.....	655
	8.6.7	Erddruck auf Kelleraußenwände.....	656

8.6.8	Lieferungskontrolle und Prüfungen.....	657
8.7	Hinweise zur Ausschreibung und Vergabe.....	658
8.7.1	Notwendige Vorgaben .....	658
8.7.2	Leistungsbeschreibung .....	658
8.7.3	Vergabe .....	659
8.8	Literaturverzeichnis.....	659
<b>9</b>	<b>Nachhaltigkeit und Wertfindung von Gebäuden aus Mauerwerk nach Immobilienwertermittlungsverordnung</b> .....	<b>662</b>
9.1	Nachhaltigkeit als integrales System.....	662
9.2	Ressourcenschonung vor Nutzung .....	662
9.3	Nachhaltigkeit während der Nutzungsphase .....	663
9.3.1	Energieaufwand .....	664
9.3.2	Behaglichkeit und Nutzerverhalten .....	664
9.3.3	Umbau und Umnutzung.....	668
9.4	Nachhaltigkeit nach der Nutzungsphase .....	670
9.5	Nachhaltigkeit in der ganzheitlichen Betrachtung .....	670
9.5.1	Optimierung von planerischen, bauphysikalischen und kostenmäßigen Kriterien beim Entwurf und der Konstruktion von Kellergeschossen aus Mauerwerk .....	670
9.5.2	Leitlinien der Nachhaltigkeit .....	673
9.6	Literaturverzeichnis.....	674
<b>10</b>	<b>Wertfindung von Gebäuden aus Mauerwerk nach Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmoWertV)</b> .....	<b>675</b>
10.1	Gesetzliche Grundlagen des Verkehrswertes .....	676
10.2	Vergleichswertverfahren .....	678
10.3	Sachwertverfahren.....	686
10.3.1	Normalherstellungskosten .....	688
10.3.2	Wertminderung wegen Alters .....	689
10.3.3	Marktanpassung .....	690
10.3.4	Beziehung vorläufig marktangepasster Sachwert – Verkehrswert .....	691
10.3.5	Beispiele zur Ermittlung des Sachwertes eines bebauten Grundstückes nach § 21 ImmoWertV mit NHK 2010 (siehe Bild 10.11)	692
10.4	Ertragswertverfahren .....	694
10.4.1	Das allgemeine Ertragswertverfahren nach § 17 Abs. 2 Nr. 1 ImmoWertV .....	695
10.4.2	Das vereinfachte Ertragswertverfahren nach § 17 Abs. 2 Nr. 2 ImmoWertV .....	699
10.4.3	Das Ertragswertverfahren auf der Grundlage periodisch unterschiedlicher Erträge, § 17 Abs. 3 ImmoWertV.....	701
10.5	Zusammenfassung des Verkehrswertes.....	706
10.6	Literaturverzeichnis.....	706

<b>11 Zur nachhaltigen Revitalisierung bebauter Grundstücke und deren Bewertung</b> .....	708
11.1 Notwendigkeit der Ressourcenentwicklung.....	708
11.2 Revitalisierung als Teil des Immobilienzyklus.....	709
11.3 Definition der nachhaltigen Revitalisierung.....	710
11.4 Kriterien der Revitalisierung und deren Bewertung.....	711
11.5 Beispiele der Bewertung von durchgeführten Revitalisierungsprojekten..	713
11.6 Beispiele von durchgeführten Revitalisierungsprojekten.....	715
11.7 Bewertung eines geplanten Revitalisierungsprojektes mit Planungsvariante .....	718
11.8 Zusammenfassung.....	719
11.9 Literaturverzeichnis.....	720
<b>Normenverzeichnis Gesamt</b> .....	721
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	735