

# Inhaltsverzeichnis

<b>A Grundlagen</b>	17
<b>1 Baustoffe</b>	17
1.1 Mauersteine	17
1.1.1 Allgemeines, Normung	17
1.1.2 Herstellung der Mauersteine	20
1.1.3 Wichtige Eigenschaften, Anforderungen	26
1.1.3.1 Genormte Eigenschaften, Anforderungen	26
1.1.3.2 Nichtgenormte wichtige Eigenschaften, Anforderungen	27
1.1.4 Qualitätssicherung	29
1.2 Mauermörtel	34
1.2.1 Definition	34
1.2.2 Mörtelarten	34
1.2.3 Zusammensetzung	34
1.2.4 Lieferformen	34
1.2.5 Mörtel Eigenschaften, Anforderungen	35
1.2.6 Herstellung, Verarbeiten des Mörtels auf der Baustelle	42
1.2.7 Anwendung der Mörtel	42
1.2.8 Qualitätssicherung	44
1.2.9 Neuentwicklungen	44
1.3 Putze	45
1.3.1 Definition, Putzarten, Putznormen, Aufgaben	45
1.3.2 Zusammensetzung der Putzmörtel, kennzeichnende Merkmale, Lieferformen	47
1.3.3 Putzgrund, Putzträger, Putzbewehrung	49
1.3.4 Putzweise	49
1.3.5 Ausführung, Nachbehandlung	49
1.3.6 Rissicherheit von Außenputzen	49
1.3.7 Eigenschaftswerte von Putzen	50
1.3.8 Anwendung von Putzen, Putzsystemen	52
1.3.8.1 Außenputze	52
1.3.8.2 Innenputze	56
1.3.8.3 Leichtputze	56
1.3.8.4 Wärmedämmputze	56
1.3.8.5 Sanierputzsysteme	57
1.3.9 Qualitätssicherung	57
1.4 Ausblühungen, Auslaugungen	57
<b>2 Natursteinmauerwerk</b>	58
2.1 Allgemeines	58
2.2 Neubau von Natursteinmauerwerk nach DIN EN 1996-1-1/NA	58
2.2.1 Allgemeines	58
2.2.2 Natursteine	58
2.2.3 Mauermörtel	58
2.2.4 Mauerwerk	59
2.2.4.1 Mauerwerksarten nach DIN EN 1996-1/NA	59
2.2.4.2 Verbandsarten	59
2.2.4.3 Ausführung des Mauerwerks	61
2.2.4.4 Bemessungsgrundlagen	62
2.3 Instandsetzung von Natursteinmauerwerk	64
<b>3 Tragverhalten von Mauerwerk</b>	64
3.1 Allgemeines	64
3.2 Druckbeanspruchung	66
3.2.1 Beanspruchung	66
3.2.1.1 Spannungszustand; Einflüsse auf die Druckfestigkeit	66
3.2.1.2 Druckfestigkeit	68
3.2.1.3 Charakteristische Festigkeitswerte	70
3.2.1.4 Prüfung	75

3.2.2	Beanspruchung parallel zu den Lagerfugen	75
3.2.2.1	Spannungszustand zu den Lagerfugen	75
3.2.2.2	Druckfestigkeit	75
3.2.2.3	Charakteristische Festigkeitswerte	77
3.2.2.4	Prüfung	77
3.3	Zug- und Biegezugbeanspruchung	77
3.3.1	Allgemeines, Bedeutung	77
3.3.2	Beanspruchung senkrecht zu den Lagerfugen	77
3.3.2.1	Spannungszustand	77
3.3.2.2	Zug- und Biegezugfestigkeit	77
3.3.2.3	Zulässige Spannungen	78
3.3.3	Beanspruchung parallel zu den Lagerfugen	78
3.3.3.1	Spannungszustand	78
3.3.3.2	Zug- und Biegezugfestigkeit	80
3.3.3.3	Charakteristische Festigkeitswerte	82
3.3.4	Prüfung	84
3.4	Schubbeanspruchung	84
3.4.1	Spannungszustand	84
3.4.2	Schubfestigkeit	85
3.4.3	Charakteristische Festigkeitswerte	85
3.4.4	Prüfung	87
<b>B</b>	<b>Mauerwerkskonstruktion unter besonderer Berücksichtigung der Bauphysik</b>	<b>89</b>
<b>1</b>	<b>Bauphysik Allgemeines</b>	<b>89</b>
<b>2</b>	<b>Feuchteschutz</b>	<b>89</b>
2.1	Allgemeines	89
2.2	Tauwasserschutz	90
2.3	Schlagregenschutz	97
<b>3</b>	<b>Wärmeschutz</b>	<b>102</b>
3.1	Allgemeines	102
3.2	U-Wert Berechnung für Mauerwerkskonstruktionen nach DIN EN ISO 6946	103
3.3	Mindestwärmeschutz	106
3.4	Wärmebrücken	106
3.4.1	Wirkung von Wärmebrücken	106
3.4.2	Berücksichtigung des Einflusses zusätzlicher Verluste über Wärmebrücken	107
3.4.3	Transmissionswärmeverluste unter Beachtung zusätzlicher Verluste über Wärmebrücken	109
3.4.4	Gleichwertigkeitsnachweise für Mauerwerkskonstruktionen nach Beiblatt 2	110
3.5	Mauerwerkskonstruktionen unter Berücksichtigung der EnEV 2014	115
<b>4</b>	<b>Schallschutz</b>	<b>120</b>
4.1	Allgemeines	120
4.2	Einschalige Mauerwerkskonstruktionen	120
4.3	Zweischalige Mauerwerkskonstruktionen	124
4.3.1	Allgemeines	124
4.3.2	Zweischalige Haustrennwand	125
4.4	Wände mit Türen und/oder Fenstern	128
4.5	Bauakustische Anforderungen an Mauerwerkswände nach DIN 4109	129
4.6	Flankierende Schallübertragung	129
4.7	Künftiges Rechenverfahren	131
4.7.1	Eingangsdaten	136
4.7.2	Berechnungsbeispiele	140
4.7.2.1	Berechnung des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes der Wohnungstrennwand	141
4.7.2.2	Berechnung des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes der Wohnungstrenndecke	143
4.7.2.3	Berechnung des bewerteten Bau-Schall-dämm-Maßes einer Haustrennwand	145

<b>5</b>	<b>Konstruktionsdetails unter besonderer Berücksichtigung bauphysikalischer Anforderungen</b>	<b>147</b>
<b>6</b>	<b>Abdichtung von erdberührtem Mauerwerk</b>	<b>195</b>
6.1	Notwendigkeit einer Abdichtung	195
6.2	Regelwerke	195
6.2.1	Bedeutung von Normen	195
6.2.2	Regelwerkübersicht	195
6.3	Planung der Abdichtung	196
6.4	Beanspruchung erdberührter Bauteile	196
6.4.1	Voruntersuchungen und Beanspruchungsarten	196
6.4.2	Bodenfeuchtigkeit und nicht stauendes Sickerwasser	197
6.4.3	Druckwasser aus Stauwasser	198
6.4.4	Druckwasser aus Grund- oder Hochwasser	198
6.5	Dränmaßnahmen und Schutzschichten	199
6.5.1	Dränmaßnahmen	199
6.5.2	Schutzschichten	199
6.6	Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit und nicht stauendes Sickerwasser	200
6.6.1	Abdichtung/Feuchteschutz von Bodenplatten	200
6.6.2	Abdichtung von Außenwandflächen	200
6.6.2.1	Abdichtung mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) (s. Abb. B.6.5 und B.6.6)	200
6.6.2.2	Bahnenförmige Wandabdichtungen	202
6.6.2.3	Abdichtung mit Bitumenheißaufstrichen	202
6.6.3	Querschnittsabdichtungen	203
6.6.3.1	Anzahl und Lage	203
6.6.3.2	Bahnenförmige Querschnittsabdichtungen	203
6.6.3.3	Schlämmen als Querschnittsabdichtung	203
6.6.3.4	Detailausbildung der Querschnittsabdichtung	204
6.6.4	Anschluss Kellerwand – Kellerboden	204
6.6.5	Sockel	205
6.6.5.1	Sockelhöhe und Türschwellen	205
6.6.5.2	Verputzte Sockel	205
6.6.5.3	Verblendschalensockel	205
6.6.6	Durchdringungen (z. B. Hausanschlüsse) und Bewegungsfugen bei der Abdichtung mit PMB	206
6.6.7	Lichtschächte und Kelleraußentreppe	206
6.7	Fußpunktabdichtungen in Verblendschalen	207
6.7.1	Notwendigkeit	207
6.7.2	Abdichtungsstoffe	207
6.7.3	Anordnung und Anschlüsse	207
6.7.4	Entwässerungsöffnungen	208
6.7.5	Ausführungsvarianten	208
6.8	Vereinfachte Abdichtungen gegen aufstauendes Sickerwasser	208
6.8.1	Anwendungsfälle	208
6.8.2	Abdichtungen mit PMB im Stauwasser	209
6.8.3	Bahnenförmige Abdichtungen im Stauwasser	209
6.8.4	Anschluss der Wandabdichtung an die Bodenplatte im Stauwasser	210
6.9	Abdichtung gegen drückendes Wasser	210
6.10	Feuchtigkeitserrscheinungen in sachgerecht abgedichteten Kellern	211
<b>7</b>	<b>Zweischalige Außenwände aus Mauerwerk nach EC 6</b>	<b>212</b>
7.1	Allgemeines	212
7.2	Wandaufbau	212
7.3	Konstruktion	212
7.3.1	Innenschale, Schalenabstand	212
7.3.2	Außenschale, Verankerung, Öffnungen	213
7.3.3	Abdichtung	216
7.3.4	Dehnungsfugen	217
7.4	Baustoffe	218
7.4.1	Innenschale	218
7.4.2	Außenschale	220
7.4.3	Anker, Abfängungen	223

7.4.4	Wärmedämmstoffe .....	223
7.4.5	Abdichtung .....	223
7.5	Ausführung .....	223
7.5.1	Innenschale .....	223
7.5.2	Wärmedämmung .....	223
7.5.3	Außenschale .....	223
7.5.4	Abdichtung .....	225
7.6	Eigenschaften .....	225
7.7	Stürze in der Verblendschale .....	226
7.8	Außenwandsanierung mit Verblendmauerwerk .....	226
7.9	Anwendung .....	228
8	<b>Fertigbauteile aus Mauerwerk – Praxis heute</b> .....	229
8.1	Einführung .....	229
8.2	Planung und Herstellung von vorgefertigten Mauertafeln .....	229
8.2.1	Arbeitsvorbereitung .....	229
8.2.2	Herstellung .....	229
8.2.3	Qualitätssicherung .....	231
8.3	Transport und Montage .....	232
8.3.1	Transport .....	232
8.3.2	Montage .....	234
8.3.3	Zu beachtende Vorschriften und Merkblätter .....	238
8.4	Zusammenfassung der Vorteile vorgefertigter Mauertafeln .....	238
8.5	Aktueller Stand der Technik und Ausblick .....	240
C	<b>Brandschutz</b> .....	243
1	<b>Einleitung</b> .....	243
2	<b>Begriffe</b> .....	243
2.1	Allgemeines .....	243
2.2	Baustoffklassen nach DIN 4102-1 und Euroklassen .....	244
2.3	Feuerwiderstandsklassen nach DIN 4102-2 und DIN EN 13501-2 .....	244
2.4	Unterscheidung von Wänden nach ihrer Funktion in DIN 4102-4 und DIN EN 1996-1-2/NA .....	246
2.5	Raumabschließende Wände (Trennwände und Brandwände) .....	247
2.6	Einstufung von Wänden nach Landesbauordnungen .....	249
3	<b>Einflüsse auf den Feuerwiderstand von Mauerwerksbauteilen</b> .....	250
4	<b>Brandschutztechnische Anforderungen an Bauteile</b> .....	251
4.1	Bauaufsichtliche Anforderungen .....	251
4.2	Beispiele für Anforderungen an übliche Gebäude .....	255
4.2.1	Allgemeines .....	255
4.2.2	Freistehendes Einfamilienhaus (Gebäudeklasse 1) .....	255
4.2.3	Einfamilien-Reihenhäuser und Doppelhaus-Hälften (Gebäudeklasse 2) .....	256
4.2.4	Dreigeschossiges Mehrfamilienhaus (Gebäudeklasse 3) .....	256
4.2.5	Fünfgeschossiges Mehrfamilienhaus (Gebäudeklasse 5) .....	258
5	<b>DIN EN 1996-1-2 – Europäische Bemessungsnorm für den Brandschutz mit Mauerwerk</b> .....	258
D	<b>Berechnung und Konstruktion von Mauerwerk nach EC 6 (DIN 1096)</b> .....	261
1	<b>Grundsätzliches</b> .....	261
1.1	Unterschied zwischen dem genaueren und dem vereinfachten Berechnungsverfahren .....	261
1.2	Hinweise zu Einwirkungen .....	262
1.2.1	Vorbemerkungen .....	262
1.2.2	Einwirkungskombinationen im Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	262
1.2.3	Vereinfachung der Lastkombinationen .....	263
1.2.4	Abminderung der Nutzlasten bei sekundären Traggliedern .....	263

<b>2</b>	<b>Statisch-konstruktive Grundlagen</b>	<b>264</b>
2.1	Standsicherheit	264
2.1.1	Standsicheres Konstruieren	264
2.1.2	Windnachweis für Wind rechtwinklig zur Wandebene	264
2.1.3	Lastfall „Lotabweichung“	265
2.1.4	Beispiele für Decken mit und ohne Scheibenwirkung	265
2.1.5	Ringbalken	265
2.1.5.1	Allgemeines	265
2.1.5.2	Bemessung von Ringbalken	265
2.1.6	Ringanker	266
2.1.6.1	Aufgabe eines Ringankers	266
2.1.6.2	Hinweise zur Anordnung von Ringankern	267
2.1.6.3	Lage der Ringanker	267
2.1.6.4	Konstruktion von Ringankern	267
2.1.7	Anschluss der Wände an Decken und Dachstuhl	268
2.1.8	Gewölbe, Bogen, gewölbte Kappen	269
2.1.8.1	Allgemeines	269
2.1.8.2	Ermittlung der Stützlinie	269
2.1.8.3	Ermittlung der Schnittgrößen aus der Stützlinie	271
2.1.8.4	Berechnung von Mauerwerksbögen nach dem Stützlinienverfahren	271
2.1.8.5	Gewölbte Kappen zwischen Trägern	271
2.2	Wandarten und Mindestabmessungen	273
2.2.1	Statisch-konstruktive Hinweise	273
2.2.2	Tragende Wände und Pfeiler	273
2.2.2.1	Begriff	273
2.2.2.2	Mindestdicken von tragenden Wänden	273
2.2.2.3	Mindestabmessungen von tragenden Pfeilern	273
2.2.3	Nichttragende Wände	273
2.2.3.1	Begriff	273
2.2.3.2	Nichttragende Außenwände	274
2.2.3.3	Nichttragende innere Trennwände	274
2.2.4	Zweischalige Außenwände	275
2.2.5	Aussteifung von Wänden/Mindestbreite	277
2.3	Lastannahmen	278
2.4	Lastermittlung/Auflagerkräfte	280
2.4.1	Allgemeines	280
2.4.2	Mauerwerkswände, rechtwinklig zu einachsig gespannten Deckenplatten	280
2.4.3	Mauerwerkswände, parallel zu einachsig gespannten Decken	280
2.4.4	Zweiachsig gespannte Decken	280
2.5	Längsdruck und Biegung (klaffende Fuge)	281
2.6	Lastverteilung	283
<b>3</b>	<b>Vereinfachtes Berechnungsverfahren nach DINEN 1996-3/NA</b>	<b>284</b>
3.1	Anwendungsgrenzen für das vereinfachte Berechnungsverfahren/ $f_k$	284
3.2	Mauerwerk – charakteristische Festigkeiten $f_k$	285
3.3	Tragfähigkeitsnachweis	287
3.4	Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft $N_{Ed}$	287
3.5	Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft $N_{Rd}$	287
3.6	Abminderungsbeiwert $\phi$ bei geschosshohen Wänden	287
3.6.1	Abminderungsbeiwert $\phi_1$ („Deckendrehwinkel“)	287
3.6.2	Abminderungsbeiwert $\phi_2$ („Knicken“)	288
3.7	Knicklängen	288
3.7.1	Zweiseitig gehaltene Wände	288
3.7.2	Drei- und vierseitig gehaltene Wände	288
3.8	Zahlenbeispiele	289
3.9	Teilflächenlasten	290
3.9.1	Nachweisgleichung	290
3.9.2	Tragwiderstand	290
3.9.3	Randnahe Einzellast	290
3.9.4	Randnahe Einzellast bei Lochsteinen	290
3.10	Kelleraußenwände	290

<b>4</b>	<b>Genaueres Berechnungsverfahren nach DIN EN 1996-1-1/NA</b>	<b>292</b>
4.1	Vorbemerkungen	292
4.2	Räumliche Steifigkeit	292
4.3	Genauere Berechnung der Wandmomente	293
4.3.1	Vereinfachte Annahmen und Vorzeichendefinition	293
4.3.2	Rahmenformeln bei gleichen Geschosshöhen und gleichen Wanddicken und Mauerwerksfestigkeitsklassen	294
4.3.2.1	Abkürzungen und Bezeichnungen	294
4.3.2.2	Deckenknoten im Außenwandbereich	294
4.3.2.3	Deckenknoten im Innenwandbereich	296
4.3.3	Wandmomente bei beliebigen Geschosshöhen und beliebigen Wand- und Deckendicken	299
4.3.3.1	Abkürzungen und Bezeichnungen	299
4.3.3.2	Deckenknoten im Außenwandbereich	299
4.3.3.3	Deckenknoten im Innenwandbereich	301
4.3.3.4	Deckenknoten mit Kragarm (Außenwandbereich)	303
4.3.4	Genauere Ermittlung der Wandmomente bei Mauerwerksbauten mit Decken aus Holzbalken, Stahlträgern oder Fertigteilen	305
4.3.4.1	Allgemeines	305
4.3.4.2	Abkürzungen und Bezeichnungen	305
4.3.4.3	Deckenknoten im Außenwandbereich	305
4.3.4.4	Deckenknoten im Innenwandbereich	308
4.3.4.5	Deckenknoten mit Kragarm (Außenwandbereich)	310
4.3.5	Allgemeine Ableitung der Formeln für die Ermittlung der Wandmomente	312
4.4	Näherungsweise Berechnung der Wandmomente (5 %-Regel)	313
4.5	Berücksichtigung von Wandmomenten bei parallel spannenden Decken	314
4.6	StatischKonstruktive Maßnahmen bei „klaffenden Fugen“	314
4.7	Wandmomente infolge von Horizontallasten	314
4.8	Aussteifung von Wänden/Mindestbreite	314
4.9	Tragfähigkeit unter vorwiegend vertikaler Belastung	315
4.10	Einwirkung $N_{Ed}$	315
4.10.1	Wohn- und Bürogebäude	315
4.10.2	Allgemeiner Fall	315
4.11	Tragwiderstand $N_{Rd}$ (Tragfähigkeit)	316
4.11.1	Bemessungswert $N_{Rd}$ der Tragfähigkeit	316
4.11.2	Abminderungsfaktoren $\Phi_{o,u}$	316
4.11.3	Abminderungsfaktor $\Phi_m$	316
4.11.4	Knicklängen	317
4.11.5	Abminderungsfaktor bei Berechnung von Windscheiben	317
4.11.6	Kombinierte Beanspruchung (Doppelbiegung)	317
4.12	Teilflächenlasten	317
4.12.1	Nachweisgleichung	317
4.12.2	Tragwiderstand	317
4.12.3	Randnahe Einzellast	317
4.12.4	Teilflächenlast rechtwinklig zur Wandebene	317
4.13	Schubbeanspruchung	318
4.13.1	Allgemeines	318
4.13.2	Tragfähigkeitsnachweis	318
4.13.3	Schubwiderstand bei Scheibenschub und Rechteckquerschnitten	318
4.13.4	Charakteristische Schubfestigkeit $f_{vk}$ bei Scheibenschub	319
4.13.5	Schubwiderstand $V_{Rd}$ bei Elementmauerwerk	319
4.13.6	Schubwiderstand bei unvermörtel-tem Elementmauerwerk mit $h_u > l_u$	320
4.13.7	Schubwiderstand $V_{Rd}$ bei Plattenschub	320
4.13.8	Schubfestigkeit $f_{vd}$ bei Plattenschub	320
4.14	Nachweis der Randdehnung bei Scheibenschub	320
4.15	Plattenbiegung	320
4.15.1	Nachweisgleichung	320
4.15.2	Charakteristische Biegefestigkeit $f_{tk}$	320
4.16	Mitwirkende Plattenbreite bei Aussteifungsscheiben	321
4.17	Beispiele	321
4.17.1	Zahlenbeispiel/Rahmenberechnung	321

4.17.2	Zahlenbeispiel Aussteifungsscheibe (Mittelwand)	323
4.17.3	Komplexbeispiel (Hinweise)	324
4.18	Kelleraußenwände nach DIN EN 1996-1-1/NA	324
4.19	Weitere Bemessungsbeispiele	325
<b>E</b>	<b>Vermeiden von schädlichen Rissen</b>	<b>331</b>
<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>331</b>
<b>2</b>	<b>Formänderungen, Verformungseigenschaften</b>	<b>331</b>
2.1	Formänderungsarten, Formänderungswerte	331
2.2	Lastabhängige Formänderungen	331
2.2.1	Allgemeines	331
2.2.2	Formänderungswerte infolge kurzzeitiger Lasteinwirkung	333
2.2.3	Formänderungen infolge langzeitiger Lasteinwirkung (Kriechen)	335
2.3	Lastunabhängige Formänderungen	335
2.3.1	Feuchtedehnung (Schwinden, Quellen, irreversibles Quellen)	335
2.3.2	Wärmedehnung	339
2.4	Prüfung	339
<b>3</b>	<b>Entstehen von Rissen</b>	<b>340</b>
<b>4</b>	<b>Beurteilung der Rissgefahr</b>	<b>341</b>
4.1	Formänderungsunterschiede überwiegend in vertikaler Richtung: Verformungsfall V	341
4.1.1	Verformungsfall V1: Innenwand verkürzt sich stärker als Außenwand	341
4.1.2	Verformungsfall V2: Außenwand verkürzt sich stärker als Innenwand	342
4.1.3	Beurteilung der Rissicherheit	343
4.1.4	Maßnahmen zur Erhöhung der Rissicherheit bzw. zur Rissvermeidung	344
4.2	Formänderungsunterschiede in horizontaler Richtung; Verformungsfall H – nicht oder nur wenig belastete Mauerwerkswände	345
4.2.1	Verformungsvorgang, Beurteilung der Rissicherheit	345
4.2.2	Möglichkeiten zur Vergrößerung der rissfreien Wandlänge bzw. der Rissicherheit	345
4.2.3	Dehnungsfugen	347
<b>5</b>	<b>Rissgefahr im Mauerwerk durch Verbindung mit Bauteilen aus anderen Baustoffen (Beton/Stahl)</b>	<b>351</b>
5.1	Allgemeines	351
5.2	Massive Dachdeckenkonstruktionen auf Mauerwerkswänden	351
5.2.1	Allgemeines	351
5.2.2	Längsverformung der Dachdecke rechtwinklig zur Mauerwerkswand	351
5.2.3	Längsverformung der Dachdecke in Wandlängsrichtung	351
5.2.4	Biegeverformung infolge der Durchbiegung der Dachdecke	352
5.2.5	Riss sicherheitskriterien nach Din 18530	352
5.2.6	Maßnahmen zur Erhöhung der Rissicherheit	352
5.3	Mauerwerkswände in Verbindung mit Geschossdecken	354
5.4	Betonringbalken	356
5.5	Lange Gebäude	356
<b>6</b>	<b>Vermeidung von schädlichen Rissen durch Lagerfugenbewehrung</b>	<b>357</b>
6.1	Rissursachen, Möglichkeiten der Bewehrungsführung	357
6.2	Vorteile der konstruktiven Bewehrung in Lagerfugen	357
6.3	Gründe für eine Beschränkung der Rissbreite	357
6.4	Erforderlicher Mindestbewehrungsgehalt für bewehrtes Mauerwerk bei Zwangsbeanspruchung	359
6.4.1	Grundlagen	359
6.4.2	Zentrische Mauerwerkszugfestigkeit $\beta_{Z,mw}$ und Mauerwerksbiegezugfestigkeit $\beta_{BZ,mw}$ parallel zu den Lagerfugen	360
6.4.3	Stahlspannung $\sigma_{s,R}$ am Riss	361
6.4.4	Mindestbewehrungsgehalte	362
6.4.5	Rechenbeispiele zur Ermittlung des Mindestbewehrungsgehaltes	363

<b>F Erdbebenberechnung von Mauerwerksbauten nach DIN EN 1998-1:2010-12</b>	<b>367</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>367</b>
<b>2 Erdbebeneinwirkung</b>	<b>367</b>
2.1 Erdbebenzonen und Untergrundklassen	367
2.2 Definition der Einwirkung	369
2.3 Elastisches horizontales Antwortspektrum	369
2.4 Elastisches vertikales Antwortspektrum	370
2.5 Horizontales Bemessungsspektrum	371
2.5.1 Definition des Verhaltensbeiwertes $q$	371
2.5.2 Verhaltensbeiwerte für Mauerwerksbauten	371
2.6 Vertikales Bemessungsspektrum	373
2.7 Bedeutungsbeiwerte	373
<b>3 Erdbebengerechter Entwurf</b>	<b>373</b>
3.1 Grundrissgestaltung	374
3.2 Aufrissgestaltung	374
3.3 Gründungen	374
<b>4 Berechnungsverfahren</b>	<b>375</b>
4.1 Vereinfachtes Antwortspektrenverfahren	377
4.2 Multimodales Antwortspektrenverfahren	378
4.2.1 Anzahl der zu berücksichtigenden Eigenformen	378
4.2.2 Kombination der modalen Schnittgrößen	378
4.2.3 Kombination der Beanspruchungsgrößen der Erdbebenkomponenten	378
4.3 Nichtlineare statische Verfahren	378
4.3.1 Bauwerkskapazität	378
4.3.2 Verformungsbasierter Nachweis	379
4.3.3 Normative Randbedingung nach DIN EN 1998-1/NA (01.2011)	380
4.4 Nichtlineare Zeitverlaufsrechnungen	380
<b>5 Berücksichtigung von Torsionswirkungen</b>	<b>380</b>
5.1 Ansatz zufälliger Torsionswirkungen	381
5.2 Torsionswirkungen im vereinfachten Antwortspektrenverfahren	381
5.2.1 Regelmäßige Grundrisse	381
5.2.2 Unregelmäßige Grundrisse	381
5.2.3 Ansatz von Torsionswirkungen in räumlichen Tragwerksmodellen	382
5.3 Vergleich mit DIN 4149	382
<b>6 Nachweis der Standsicherheit</b>	<b>383</b>
6.1 Vereinfachter Nachweis	383
6.2 Tragfähigkeit	385
6.3 Duktilität	386
6.4 Gleichgewicht	386
6.5 Horizontale Scheiben	386
6.6 Gründungen	386
6.7 Fugen	386
6.8 Wesentliche Unterschiede zur DIN 4149 (04.2005)	386
<b>7 Berechnungsmodelle für Mauerwerksbauten</b>	<b>386</b>
7.1 Ersatzstab	387
7.2 Ebenes Rahmenmodell	387
7.3 Pseudo 3D-Modelle mit äquivalenten Rahmenmodellen	389
7.4 Räumliche Modelle	391
<b>8 Berechnungsbeispiel: Mahrfamilienhaus</b>	<b>391</b>
8.1 Vereinfachter Nachweis nach DIN EN 1998-1 (12.2010)	391
8.2 Vereinfachtes Antwortspektrenverfahren mit Ersatzstab	396
8.2.1 Tragwerksmodell	396
8.2.2 Ermittlung der Stockwerksmassen	397
8.2.3 Ermittlung der Systemsteifigkeiten	398
8.2.4 Ermittlung der Erdbebenersatzkräfte in x- und y-Richtung	399



8.2.5	Verteilung der Erdbebenersatzkräfte auf die Wandscheiben	400
8.2.6	Stand sicherheitsnachweis mit DIN EN 1996-1-1 (12.2010)	402
8.2.7	Nachweis der exzentrischen Druckbeanspruchung	402
8.2.8	Schubnachweis	403
8.2.9	Nachweisergebnisse	404
8.2.10	Nachweisvergleich: DIN EN 1996-1-1 (12.2010) und DIN 1053-100 (08.2006)	404
8.3	Nichtlinearer statischer Nachweis	404
<b>G</b>	<b>Ausführung von Mauerwerk</b>	<b>413</b>
<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>413</b>
<b>2</b>	<b>Lagern der Baustoffe</b>	<b>413</b>
2.1	Mörtel	413
2.2	Mauersteine, Ergänzungsprodukte	414
<b>3</b>	<b>Bauseitige Kontrollen und Güteprüfungen</b>	<b>414</b>
<b>4</b>	<b>Herstellen des Mörtels</b>	<b>414</b>
4.1	Werkmörtel	414
4.2	Baustellenmörtel	414
<b>5</b>	<b>Herstellen des Mauerwerks</b>	<b>415</b>
5.1	Materialbedarf und Arbeitszeit	415
5.2	Mauerwerksverbände	415
5.3	Verbinden von Wänden und Querwänden	417
5.4	Untere Ausgleichsschicht, Kimmschicht	418
5.5	Mörtelauftrag	419
5.5.1	Allgemeines	419
5.5.2	Normalmörtel, Leichtmörtel	419
5.5.3	Dünnbettmörtel	420
5.6	Verlegen der Mauersteine	422
5.6.1	Verarbeitungsgewichte	422
5.6.2	Vorbehandlung der Mauersteine	423
5.6.3	Lagegerechtes Verlegen der Mauersteine; Steinhöhe, Schichthöhe	423
5.6.4	Ausführung von Stoßfugen	423
5.6.5	Überbindemaß	428
<b>6</b>	<b>Sichtmauerwerk</b>	<b>428</b>
6.1	Außenschale von zweischaligem Mauerwerk	428
6.2	Sichtmauerwerk für Innenwände	429
<b>7</b>	<b>Kellermauerwerk</b>	<b>429</b>
<b>8</b>	<b>Zulässige Wandhöhen</b>	<b>430</b>
<b>9</b>	<b>Schlitze und Aussparungen</b>	<b>430</b>
<b>10</b>	<b>Ebenheit</b>	<b>432</b>
<b>11</b>	<b>Schutz des Mauerwerks</b>	<b>432</b>
11.1	Schutz vor Durchfeuchtung	432
11.2	Schutz vor Frosteinwirkung	433
11.3	Schutz des jungen Mauerwerks vor mechanischer Beanspruchung	434
<b>12</b>	<b>Rationalisierte Bauausführung</b>	<b>434</b>
12.1	Ergänzungsprodukte	434
12.2	Bausätze	436
12.3	Fertigteile aus Mauerwerk	436
12.4	Baustellenorganisation	436
12.5	Mauerlehren	443
12.6	Hilfsmittel für das Verlegen von Steinen, Elementen	443

<b>H Nachhaltig bauen mit Mauerwerk</b>	445
<b>1 Einführung</b>	445
<b>2 Nachhaltigkeit von Massivhäusern</b>	447
2.1 Mauerwerk für Wohngebäude	447
2.1.1 Einschalige Außenwände	447
2.1.2 Außenwände mit Außendämmung	448
2.1.3 Zweischalige Außenwände	449
2.1.4 Innenwände	449
2.2 Ökologische Qualität der gemauerten Wände	449
2.2.1 EPD, Umweltproduktdeklaration	449
2.3 Recycling, Entsorgung	450
<b>3 Energiesparendes Bauen</b>	450
3.1 Gebäudehülle	450
<b>4 Ökologisches Bauen</b>	453
<b>5 Ökonomische Aspekte</b>	454
5.1 Herstellkosten	454
5.2 Instandhaltung	454
5.3 Anpassung an Nutzungsänderungen	454
5.4 Sanierung oder Abriss und Neubau	455
5.5 Lebensdauer und Marktwert	455
<b>6 Soziokulturelle und funktionale Qualität</b>	456
6.1 Sicher bei Wind und Wetter	456
6.2 Brandsicherheit	456
6.3 Akustische Behaglichkeit	456
6.4 Thermische Behaglichkeit	456
6.5 Strahlenschutz	457
<b>7 Schlussbemerkungen</b>	458
<b>I Statische Berechnung für ein zweigeschossiges Wohnhaus</b>	459
<b>K Anhang</b>	
<b>1 Beiträge aus der Mauerwerksbauindustrie</b>	489
XELLA: M1 – Ein massives Plusenergiehaus von Xella und Elbehaus	489
Schlagmann POROTON: Schallschutz im Wohnungs- und Objektbau	492
Unipor: Außenwand-Decken-Knoten von monolithischem Ziegelmauerwerk	496
<b>2 Mauerwerksbau – Fachausdrücke deutsch-englisch</b>	503
<b>3 Literaturverzeichnis</b>	507
<b>4 Normenverzeichnis</b>	515
<b>6 Autorenverzeichnis</b>	531
<b>5 Stichwortverzeichnis</b>	533