

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Autoren	XIX
Beiträge früherer Jahrgänge	XXII
A Baustoffe · Bauprodukte	
I Eigenschaften von Mauersteinen, Mauermörtel, Mauerwerk und Putzen	3
Wolfgang Brameshuber und Peter Schubert, Aachen	
1 Allgemeines	3
2 Eigenschaftskennwerte von Mauersteinen ..	3
2.1 Festigkeitseigenschaften	3
2.1.1 Längsdruckfestigkeit	3
2.1.2 Zugfestigkeiten	3
2.2 Verformungseigenschaften	5
2.2.1 Elastizitätsmodul senkrecht zur Lagerfuge unter Druckbeanspruchung	5
2.2.2 Elastizitätsmodul in Steinlängsrichtung unter Zugbeanspruchung	6
2.2.3 Spannungs-Dehnungs-Linie	6
2.2.4 Querdehnungsmodul	6
2.3 Dehnung aus Schwinden und Quellen, thermische Ausdehnungskoeffizienten	7
3 Eigenschaftswerte von Mauermörteln	7
3.1 Allgemeines	7
3.2 Festigkeitseigenschaften	7
3.2.1 Zugfestigkeit β_Z	7
3.2.2 Scherfestigkeit β_S	7
3.3 Verformungseigenschaften	7
3.3.1 E-Modul (Längsdehnungsmodul) E	7
3.3.2 Querdehnungsmodul E_q	7
3.3.3 Feuchtedehnung (Schwinden ϵ_s)	8
3.3.4 Kriechen (Kriechzahl ϕ)	9
4 Verbundeigenschaften zwischen Stein und Mörtel	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Haftscherfestigkeit	9
4.3 Haftzugfestigkeit	12
5 Eigenschaftswerte von Mauerwerk	13
5.1 Druckfestigkeit senkrecht zu den Lagerfugen	13
5.2 Druckfestigkeit parallel zu den Lagerfugen ..	19
5.3 Zugfestigkeit und -tragfähigkeit	19
5.4 Biegezugfestigkeit und -tragfähigkeit	19
5.5 Verformungseigenschaften	23
5.5.1 Allgemeines	23
5.5.2 Druckbeanspruchung senkrecht zu den Lagerfugen	23
5.5.2.1 Druck-E-Modul E_D	23
5.5.2.2 Querdehnungszahl μ_D und Dehnung bei Höchstspannung $\epsilon_{u,D}$	24
5.5.2.3 Völligkeitsgrad α_0	25
5.5.3 Druckbeanspruchung parallel zu den Lagerfugen	25
5.5.3.1 Druck-E-Modul $E_{D,p}$	25
5.5.3.2 Dehnung bei Höchstspannung $\epsilon_{u,D,p}$	25
5.5.4 Zug-E-Modul E_Z (Zugbeanspruchung parallel zu den Lagerfugen)	25
5.5.5 Feuchtedehnung ϵ_f , (Schwinden ϵ_s , irreversibles Quellen ϵ_q), Kriechen (Kriechzahl ϕ), Wärmedehnungskoeffizient α_T	26
6 Feuchtigkeitstechnische Kennwerte von Mauersteinen, Mauermörtel und Mauerwerk	27
6.1 Kapillare Wasseraufnahme	27
6.2 Wasserdampfdurchlässigkeit	27
7 Natursteine, Natursteinmauerwerk	28
8 Eigenschaftswerte von Putzen (Außenputz) ..	29
8.1 Allgemeines	29
8.2 Festigkeitseigenschaften	29
8.2.1 Druckfestigkeit β_D	29
8.2.1 Zugfestigkeit β_Z	30
8.3 Verformungseigenschaften	30
8.3.1 Zug-E-Modul $E_{Z,s}$, dynamischer E-Modul dyn E	30
8.3.2 Zugbruchdehnung $\epsilon_{Z,u}$	30
8.3.3 Zugrelaxation ψ	30
8.3.4 Schwinden ϵ_s , Quellen ϵ_q	30
8.4 Eigenschaftszusammenhänge	30
9 Literatur	31

II	Mauerwerksbau mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	35		
	Wolfram Jäger, Dresden und Roland Hirsch, Berlin			
	Vorbemerkungen	35	2.3	Wandbauart aus Planelementen in drittel- oder halbgeschosshoher Ausführung
1	Mauerwerk mit Normal- oder Leichtmörtel	36	2.4	Weitere Dünnbettmörtel
1.1	Mauersteine üblichen Formates	36	3	Mauerwerk mit Mittelbettmörtel
1.1.1	Mauerziegel	36	4	Vorgefertigte Wandtafeln
1.1.2	Ziegel mit integrierter Wärmedämmung ..	49	4.1	Geschosshohe Mauertafeln
1.1.3	Verfüllziegel	50	4.2	Drittel- oder halbgeschosshohe Mauertafeln
1.1.4	Kalksandsteine	51	4.3	Verguss- und Verbundtafeln
1.1.5	Betonsteine	52	5	Geschosshohe Wandtafeln
1.1.5.1	Vollsteine und Vollblöcke	52	6	Schalungsstein-Bauarten
1.1.5.2	Hohlblocksteine	59	6.1	Konstruktion und Baustoffe
1.1.5.3	Hohlblocksteine mit integrierter Wärmedämmung	59	6.1.1	Konstruktion
1.1.6	Sonstige Mauersteine	61	6.1.2	Steine
1.2	Mauersteine größeren Formates	61	6.1.3	Mörtel
1.2.1	Mauerziegel	61	6.1.4	Füllbeton
1.2.2	Betonsteine	61	6.2	Herstellung des Mauerwerks auf der Baustelle, Konstruktion
1.3	Mauermörtel	62	6.3	Entwurf und Berechnung
2	Mauerwerk mit Dünnbettmörtel	62	6.4	Wärmeschutz
2.1	Plansteine üblichen Formates und dafür zugelassene Dünnbettmörtel	62	6.5	Brandschutz
2.1.1	Planziegel	62	6.6	Sonderfälle von Schalungsstein-Bauarten
2.1.2	Planziegel mit integrierter Wärmedämmung	73	7	Trockenmauerwerk
2.1.3	Planverfüllziegel	88	8	Bewehrtes Mauerwerk
2.1.4	Kalksand-Plansteine	89	8.1	Bewehrung für bewehrtes Mauerwerk ...
2.1.5	Porenbeton-Plansteine	92	8.2	Hochlochziegel für bewehrtes Mauerwerk
2.1.6	Beton-Plansteine	95	8.3	Stürze
2.1.6.1	Planvollsteine und Planvollblöcke	95	9	Ergänzungsbauteile
2.1.6.2	Planhohlblocksteine	102	9.1	Mauerfuß-Dämmelemente
2.1.6.3	Plansteine aus Leichtbeton mit integrierter Wärmedämmung	104	9.2	Anker zur Verbindung der Mauerwerksschalen von zweischaligen Außenwänden
2.2	Planelemente und dafür zugelassene Dünnbettmörtel	113	9.3	Sonstige Ergänzungselemente
2.2.1	Planziegel-Elemente	113	10	Literatur
2.2.2	Kalksand-Planelemente	113		
2.2.3	Porenbeton-Planelemente	115		
2.2.4	Beton-Planelemente	116		

B Konstruktion · Bauausführung · Bauwerkserhaltung

I Eurocode 6 – Kommentar und Anwendungshilfe: DIN EN 1996-2/NA: Nationaler Anhang – Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk	197		
Nasser Altaha, Oldenburg und Werner Seim, Kassel			
Vorwort	197	NA.D.2 Luftschicht	204
NA 1 Anwendungsbereich	197	NA.D.3 Wärmedämmung	206
NA 2 Nationale Festlegungen zur Anwendung von DIN EN 1996-2:2010-12	197	NCI Anhang NA.E (informativ) Bestimmungen für die Ausführung von Kellerwänden	206
NA 2.1 Allgemeines	197	NCI Anhang NA.F (informativ) Kontrollen und Prüfungen	206
NA 2.2 Nationale Festlegungen	197	NA.F.1 Mauersteine und Elemente	206
NCI Anhang NA.D (informativ) Zweischaliges Mauerwerk	199	NA.F.2 Mauermörtel	207
NA.D.1 Allgemeine Bestimmungen für die Ausführung	199		
II Mauerwerkertüchtigung durch Vorspannung mit Aramidstäben	209		
Sinan Korjenic und Andreas Kolbitsch, Wien			
1 Einleitung	209	3.3.3 Wichtige Aspekte bei der Herstellung einer nachträglichen Vorspannung von Mauerwerk	221
1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzungen	210	3.3.3.1 Bauaufnahme	221
2 Grundlagen zur Wirkungsweise einer Vorspannung	210	3.3.3.2 Herstellung der Bohrlöcher	221
2.1 Wirkung einer Vorspannung	210	3.3.3.3 Einbringen / Spannen der Spannglieder	221
2.1.1 Vorspannung von Mauerwerk	211	3.3.4 Spanngliedverankerung	221
3 Instandsetzung/Vorspannung von historischem Mauerwerk (Bestandsmauerwerk)	211	3.3.4.1 Allgemeines	221
3.1 Allgemeines	211	3.3.4.2 Ankerkörper aus Stahl oder Stahlbeton	222
3.2 Werkstoffe	211	3.3.4.3 Endverankerung durch Verbund	223
3.2.1 Bestandsmauerwerk	211	4 Modellbildungen und Berechnungen bei vorgespanntem Mauerwerk	223
3.2.1.1 Allgemeines	211	4.1 Allgemeines	223
3.2.1.2 Bestandserkundungen	212	4.2 Krafteinleitung – Druckausbreitung im Mauerwerk	223
3.2.1.3 Zustandsanalysen	214	4.2.1 Allgemeines	223
3.2.1.4 Materialeigenschaften der Komponenten	214	4.2.2 Teilflächenpressung rechtwinklig zur Lagerfuge (nach <i>Haller</i>)	223
3.2.1.5 Einwirkungen auf Mauerwerkskonstruktionen	214	4.2.3 Teilflächenpressung parallel zur Lagerfuge (nach <i>Haller</i>)	223
3.2.1.6 Beanspruchbarkeit von Mauerwerk – Versagenskriterien	215	4.2.4 Druckausbreitung im Mauerwerk	224
3.2.1.7 E-Modul von Mauerwerk	216	4.2.5 Spaltzugkräfte und Randzugkräfte	224
3.2.1.8 Risse im Mauerwerk – Entstehung und Ursachen	216	4.2.6 Mindestauflast	225
3.2.2 Spannglieder	217	4.3 Verbund als Kraftübertragung	225
3.2.2.1 Allgemeines	217	4.3.1 Allgemeines	225
3.2.2.2 Faserverbundwerkstoffe – mit besonderer Berücksichtigung von Aramid	217	4.3.2 Zwei Methoden der Krafteinleitung bei Vorspannung durch Verbund	225
3.3 Vorspannung von historischem Mauerwerk	220	4.3.3 Verbundversagen	227
3.3.1 Allgemeines	220	4.4 Spannkraftänderungen	227
3.3.1.1 Art der Verbundwirkung	220	5 Versuchsbeschreibung und Versuchsdokumentation	228
3.3.2 Spanngliedführung	221	5.1 Allgemeines	228
3.3.2.1 Anordnung der Spannglieder in der Wandebene	221	5.2 Vorbereitungen der Versuche	228
		5.3 Bohrungen und Versuchsanordnung	228

5.3.1	Einkleben der Stäbe in Gewindehülsen ..	228	5.6.3	Versuche 4 und 7 mit Verankerungs- länge 1,5 m	235
5.3.2	Einkleben der Stäbe in Mauerwerk	228	5.7	Schlussfolgerung	236
5.4	Versuchsaufbau	229	5.7.1	Erkenntnisse und Empfehlungen für zukünftige Anwendungen	237
5.5	Durchführung der Ausziehversuche	230	6	Zusammenfassung und Ausblick	237
5.6	Ergebnisse und Auswertung	230	7	Literatur	238
5.6.1	Versuche 3, 5 und 6 mit Verankerungs- länge 0,5 m	231			
5.6.2	Versuche 1 und 2 mit Verankerungs- länge 1,0 m	233			
III	Dübeltechnik praxisnah, Teil 1: Befestigungstechnik im Mauerwerksbau mit Bemessungsbeispielen	241			
	Jan Hofmann, Paul Schmieder und Georg Welz, Stuttgart				
1	Allgemeines	241	8.1.2	Prüfbericht	251
2	Verankerungsgrund und Befestigungen ..	242	8.2	Kunststoffdübel	251
2.1	Allgemeines	242	8.2.1	Kunststoffdübel nach ETAG 014	251
2.2	Versagensarten	242	8.2.2	Kunststoffdübel nach ETAG 020	252
2.3	Zulässige Temperaturbereiche	242	8.2.3	Bewertung der Versuche	252
3	Kunststoffdübel	243	8.2.3.1	Beispiel 1	252
3.1	Allgemeines	243	8.2.3.2	Beispiel 2	252
3.2	Tragverhalten in Vollsteinen mit dichtem Gefüge	244	8.3	Injektionsdübel	252
3.3	Tragverhalten in Vollsteinen mit porigem Gefüge	244	8.3.1	Injektionsdübel nach ETAG 029	252
3.4	Tragverhalten in Lochsteinen mit dichtem oder porigem Gefüge	244	8.3.2	Bewertung der Versuche	252
3.5	Verhalten bei Brandbeanspruchung	245	9	Bemessung von Dübeln mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	253
4	Injektionsdübel	245	10	Bemessung von Dübeln mit europäischer technischer Zulassung	253
4.1	Allgemeines	245	10.1	Teilsicherheitsbeiwerte	254
4.2	Tragverhalten in Vollsteinen mit dichtem oder porigem Gefüge	246	10.2	Bemessung von Kunststoffdübeln nach ETAG 020, Anhang C	254
4.2.1	Zuglasten	246	10.3	Bemessung von Injektionsdübeln nach ETAG 029, Anhang C	254
4.2.2	Querlasten	246	10.4	Widerstand bei Querbeanspruchung für Dübelgruppen	255
4.3	Tragverhalten in Lochsteinen mit dichtem oder porigem Gefüge	247	10.4.1	Lokales Steinversagen	255
4.3.1	Zuglasten	247	10.4.2	Steinkantenbruch Vollstein	255
4.3.2	Querlasten	247	10.4.2.1	Last parallel oder quer zum Rand	255
4.4	Verhalten bei Brandbeanspruchung	247	10.4.2.2	Herausziehen des Randsteins	256
5	Einflüsse auf das Tragverhalten	248	10.4.3	Steinkantenbruch Lochstein	256
5.1	Einfluss der Fugen	248	10.4.3.1	Last parallel zum Rand	256
5.1.1	Kunststoffdübel	248	10.4.3.2	Last quer zum Rand	256
5.1.2	Injektionsdübel	248	11	Typische Anwendungen von Dübeln in Mauerwerk	256
5.2	Einfluss des Bohrverfahrens	248	11.1	Befestigung von Markisen	256
5.3	Einfluss der Bohrlochreinigung	249	11.2	Befestigung von Arbeitsgerüsten	256
5.4	Einfluss der Steinfeuchte	249	11.3	Weitere Anwendungen	257
6	Definition redundanter Systeme für Befestigungen mit Kunststoffdübeln	250	12	Bemessungsbeispiele	257
7	Versuche am Bauwerk für Dübel mit all- gemeiner bauaufsichtlicher Zulassung ...	251	12.1	Befestigung von Wärmedämm- verbundsystemen in Mauerwerk	257
8	Versuche am Bauwerk für Dübel mit europäischer technischer Zulassung	251	12.1.1	System und Lastermittlung	257
8.1	Allgemeines	251	12.1.2	Nachweis der Befestigung für Kunst- stoffdübel mit ETA-Zulassung	258
8.1.1	Durchführung der Versuche	251	12.2	Befestigung eines Vordachs in Mauerwerk	259
			12.2.1	System und Lastermittlung	260

12.2.2	Nachweis der Befestigung für Injektionsdübel mit abZ	261	12.2.5.1	Bündigmontage	267
12.2.2.1	Bündigmontage	261	12.2.5.2	Abstandsmontage	267
12.2.2.2	Abstandsmontage	262	12.3	Befestigung eines Französischen Balkons in Mauerwerk	267
12.2.3	Nachweis der Befestigung für Injektionsdübel mit ETA-Zulassung	262	12.3.1	System und Lastermittlung	267
12.2.3.1	Bündigmontage	263	12.3.2	Nachweis der Verankerung für Injektionsdübel mit ETA-Zulassung	269
12.2.3.2	Abstandsmontage	264	13	Zusammenfassung	273
12.2.4	Nachweis der Befestigung für Kunststoffdübel mit abZ	266	14	Literatur	273
12.2.5	Nachweis der Befestigung für Kunststoffdübel mit ETA-Zulassung	266			

IV Dübeltechnik praxisnah, Teil 2: Bemessung und Ausführung von Sonderbefestigungen in Mauerwerk 275

Jürgen Künzlen, Künzelsau

1	Einführung	275	4.1.5	Prüfung von Fensterelementen bzw. von Befestigern	286
2	Befestigung von Gelenkarmmarkisen	275	4.1.5.1	Widerstandsfähigkeit bei Windlast	286
2.1	Allgemeines	275	4.1.5.2	Bedienkräfte nach DIN EN 13115	287
2.2	Hinweise in der Norm DIN EN 13561 zur Befestigungstechnik	275	4.1.5.3	Mechanische Festigkeit nach DIN EN 13115	287
2.3	Richtlinien	276	4.1.5.4	Dauerfunktion nach DIN EN 12400	288
2.4	Anforderungen an die Dübelssysteme, insbesondere Korrosionsschutz	276	4.1.5.5	Differenzklimaverhalten nach DIN EN 13420	288
2.5	Berechnungsgrundlagen für die am Dübel angreifende Last	276	4.1.5.6	Stoßfestigkeit nach DIN EN 13049	289
2.6	Berechnungsbeispiel	277	4.1.6	Absturzsichernde Verglasungen	289
2.7	Anforderungen an den Monteur	277	4.1.7	Abschätzung der Einwirkungen auf die Fensterbefestiger	290
2.8	Gedämmte Untergründe	278	4.2	Montage vor der Fassade	293
3	Befestigung von Fassadengerüsten	278	5	Montage von Fenstern mit Anforderungen an die Einbruchhemmung	294
3.1	Allgemeines	278	5.1	Allgemeines	294
3.2	Regelungen	279	5.2	Prüfungen und Verankerungsgründe	295
3.3	Verankerung	279	5.3	Durchgeführte Versuche	296
3.4	Alternativen zu langen Ösenschrauben	280	5.3.1	Versuche in der Widerstandsklasse WK 2	297
3.5	Montage von Dübeln	281	5.3.2	Versuche in der Widerstandsklasse WK 3	298
4	Befestigung von Fenstern allgemein	281	5.3.3	Vergleich der Versuche in den Klassen 2 und 3	300
4.1	Montage in der Fensterlaibung	281	6	Fazit	301
4.1.1	Begriffsdefinitionen	282	7	Literatur	301
4.1.2	Einwirkungen auf ein Fenster	283			
4.1.3	Klassifizierung von Fenstern nach DIN EN 14351-1:2010-08	285			
4.1.4	Prüfung von Befestigern für Fenster am Gesamtsystem	285			

V Konstruktive Mauerwerk-Details mit bauphysikalischer Bewertung, Teil 1: Ziegel 303

Dieter Figge, Warburg und André Staniszewski, Dortmund

1	Einleitung	303	2.2	Erforderliche Auflasten am Wandkopf zur Vermeidung des Gleitens der Decke auf einer Trennschicht	304
2	Konstruktive Ausbildung von Deckenauflagern zur Vermeidung von Rissen	303	2.3	Einfluss von Deckenverformungen auf den Wand-Decken-Knoten	305
2.1	Trennschichten und deren Materialeigenschaften	303			

3	Aufnehmbare Längskraft von Mauerwerk in Abhängigkeit von der Deckenauflager- tiefe (a) und der Wanddicke (t)	306	4.5.3	Monolithische Wand, Detail A3: Geschoss- decke mit Abmauerstein (90 mm) und Dämmstreifen (80 mm)	310
3.1	Teilweise aufliegende Deckenplatte (DIN EN 1996-3/NA:2011-10)	306	4.6	Wandanschlüsse	310
3.2	Ermittlung der maximalen aufnehmbaren Längskräfte N_{Ed} bei unterschiedlichen Wand-Decken-Knoten in Abhängigkeit von der Deckenauflagertiefe a	306	4.6.1	Monolithische Wand, Detail A4: Wohnungstrennwand (Füllziegel) an Außenwand Stumpfstoß	310
4	Wärmebrücken	306	4.6.2	Monolithische Wand, Detail A5: Wohnungstrennwand (Füllziegel) an Außenwand-Durchbindung	311
4.1	Geometrische Wärmebrücken	306	5	Baulicher Schallschutz – Stoßstellen	311
4.2	Materialbedingte Wärmebrücken	307	5.1	Bauteilkennwerte für die Stoßstellen- dämmung	311
4.3	Zusätzliche Wärmeverluste	308	5.2	Außenwand-Decken-Knoten unter schalltechnischer Betrachtung	312
4.4	Einfluss auf den Heizwärmebedarf	308	5.3	Außenwand-Trennwand-Knoten unter schalltechnischer Betrachtung	312
4.5	Wand-Decken-Knoten	309	6	Fazit	313
4.5.1	Monolithische Wand, Detail A1: Geschoss- decke mit Stirndämmung (120 mm)	309	7	Literatur	313
4.5.2	Monolithische Wand, Detail A2: Geschoss- decke mit Deckenrandelement (60 mm) und Dämmstreifen (80 mm)	309			
VI	Typische Grundrisse im Mauerwerksbau	315			
	Dominic Geppert, Sebastian Ortlepp, Dresden				
1	Einleitung	315	6.3.1	Allgemeines	331
2	Prognose zum Wohnungsbau	315	6.3.2	Ansatz der Wandsteifigkeiten	332
3	Typologien im Wohnungsbau	322	6.3.3	Kapazitätsverfahren	333
4	Grundrisse	325	6.4	Torsionsempfindlichkeit von Geschoss- ebenen	333
5	Massivhausgrundrisse – Studie	326	6.5	Auslastungsgrad der Wandscheiben	333
5.1	Flächenverteilung	327	6.6	Lastfälle	333
5.2	Wände	327	7	Ergebnisse der Studie	334
5.3	Öffnungen	329	7.1	Lastanalyse	334
6	Statische Besonderheiten	329	7.2	Anwendung des Kragarmmodells	336
6.1	Allgemeines	329	7.3	Ergebnisse	337
6.2	Öffnungen	330	8	Zusammenfassung	338
6.3	Kraftaufteilung auf Schubwände	331	9	Literatur	338
VII	Instandsetzung und Ertüchtigung von Mauerwerk, Teil 9: Schloss Steinort – Gründung, Gründungsschäden und Sanierung	341			
	Eckart Schulz, Dresden				
1	Einführung	341	6	Schadensursachen	349
2	Situation und Baugeschichte	341	6.1	Baugrundbedingte Schadensursachen	349
3	Problemstellung	343	6.2	Ursachen der Schäden am Mauerwerk	351
4	Baugrundverhältnisse	344	7	Maßnahmen zum Erhalt des Schlosses	351
5	Gründungsverhältnisse	347	8	Zusammenfassung	352
5.1	Zustand in unterkellerten Bereichen	348	9	Literatur	352
5.2	Zustand in nicht unterkellerten Bereichen	349			

VIII Instandsetzung und Ertüchtigung von Mauerwerk, Teil 10: Hochwasserschutz-Ertüchtigung an historischen Mauerwerksgebäuden am Beispiel des historischen Gebäudeensembles der Stadt Grimma		355
Toralf Burkert, Weimar		
1	Einleitung	355
1.1	Hochwasserschutz für Grimma	355
2	Gebäudeertüchtigung an der Alten Amtshauptmannschaft Grimma	357
2.1	Geschichtlicher Abriss	357
2.2	Zustand vor der Hochwasserschutz-ertüchtigung	357
2.3	Voruntersuchungen und Ergebnisse	358
2.3.1	Bestandsuntersuchungen	358
2.3.2	Materialprüfungen	358
2.4	Planung und Ausführung	359
2.5	Bauphysikalische Simulationen und Berechnungen	363
2.5.1	Simulation der nicht ertüchtigten Bestandsaußenwände	364
2.5.2	Neu konzipierter Wandaufbau	367
2.6	Dichtheitsprobe	371
3	Gebäudeertüchtigung – Schloss Grimma	373
3.1	Kurzer geschichtlicher Abriss	373
3.2	Voruntersuchungen	373
3.2.1	Bestands- und Schadensaufnahme	373
3.2.2	Materialprüfungen	378
3.3	Entwicklung eines Injektionsschaum- mörtels	378
3.3.1	Versuchsprogramm	379
3.3.1.1	Herstellung der Probekörper	379
3.3.1.2	Durchführung der Materialprüfungen	379
3.3.2	Schlussfolgerungen aus den Versuchen	380
3.4	Planung der Hochwasserschutzmaßnahme	381
3.4.1	Statische Berechnungen und Nachweise	381
3.4.2	Bauphysikalische Berechnungen und Nachweise	383
3.4.2.1	Berechnungsgrundlagen	383
3.4.2.2	Konstruktionsdetails	385
3.4.2.3	Simulationsergebnisse	385
3.4.2.4	Ergebnisse der bauphysikalischen Simulationsrechnungen	387
3.5	Bauausführung am Schloss Grimma	387
3.5.1	Herstellung Stahlbetonkopffplatte	388
3.5.2	Anbindung der Außenwand an die Hochwasserschutzwand an der Südseite und an der Nordostecke des Schlosses	389
3.5.3	Schaummörtelinjektion der muldenseitigen Außenwand	391
3.5.4	Abdichtung Außenwandoberfläche	393
3.5.5	Mobiles Hochwasserschutzsystem für Wandöffnungen	394
3.6	Dichtheitsprobe	394
4	Gebäudeertüchtigung – Klosterkirche	396
4.1	Zur Geschichte der Klosterkirche	396
4.2	Voruntersuchungen	396
4.2.1	Bestands- und Schadensaufnahme	396
4.2.2	Durchgeführte Materialuntersuchungen	397
4.2.3	Planung zur Ertüchtigung der Klosterkirche	399
4.2.3.1	Statische Berechnungen und Nachweise	399
4.2.3.2	Außenwandertüchtigung	399
5	Gebäudeertüchtigung – Gymnasium St. Augustin	400
5.1	Zur Geschichte des Gymnasiums	400
5.2	Bauwerkserkundungen und Material- prüfungen	401
5.3	Stand sicherheitsuntersuchung und Beurteilung der Dichtigkeit	403
5.4	Planungsschwerpunkte	404
5.4.1	Fenster- und Türöffnungen	404
5.4.2	Toranschlag Nordseite Gymnasium	406
5.4.3	Verschluss Nebeneingang Nordseite mittels Dammbalken	407
6	Zusammenfassung	408
7	Literatur	408
C Bemessung		
I Eurocode 6 – Kommentar und Anwendungshilfen: DIN EN 1996-1-1 und DIN EN 1996-1-1/NA: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für unbewehrtes Mauerwerk		
Wolfram Jäger, Dresden		
1	Vorbemerkungen	413
2	Eingangswerte	414
2.1	Teilsicherheitsbeiwerte für das Material	414
2.2	Festlegungen für Mauersteine	414
2.3	Festlegungen Mauermörtel	415
2.4	Charakteristische Druckfestigkeit von Mauerwerk	415
2.5	Charakteristische Schubfestigkeit von Mauerwerk	418
2.5.1	Scheibenschub bei Mauerwerk mit vermörtelten Stoßfugen	418

2.5.2	Plattenschub bei Mauerwerk mit vermörtelten Stoßfugen	419	6.1.1	Allgemeines	428
2.5.3	Scheibenschub bei Mauerwerk mit unvermörtelten Stoßfugen	419	6.1.2	Schubdruckversagen	428
2.5.4	Plattenschub bei Mauerwerk mit unvermörtelten Stoßfugen	419	6.1.3	Fugenversagen durch Klaffen der Lagerfugen	429
2.6	Charakteristische Biegefestigkeit von Mauerwerk	419	6.2	Querkrafttragfähigkeit in Plattenrichtung	429
2.7	Elastizitätsmodul und Rechenwerte für die Verformungseigenschaften	419	6.3	Querkrafttragfähigkeit in Scheibenrichtung – vom Kragarm abweichendes Modell	429
2.8	Bemessungswerte der Materialeigenschaften	420	6.3.1	Allgemeines	429
3	Schnittkrftermittlung	420	6.3.2	Schubdruckversagen	430
3.1	Einwirkungskombinationen	420	6.3.3	Fugenversagen durch Klaffen der Lagerfugen	430
3.2	Allgemeines	421	7	Festlegungen für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	430
3.3	Knicklänge von Wänden	421	7.1	Begrenzung der Ausmittigkeit bei Beanspruchung senkrecht zur Wandebene	430
4	Mauerwerk unter vertikaler Belastung	423	7.2	Festlegungen zur Rückholung der resultierenden Normalkraft bei geringen Auflasten	430
4.1	Dauerstandsfaktor	423	7.3	Begrenzung der Ausmittigkeit bei Beanspruchung in Scheibenrichtung	431
4.2	Nachweisformat	423	8	Mauerwerk unter Erddruck	431
4.3	Kopf und Fuß	423	9	Natursteinmauerwerk	432
4.4	Mitte	425	10	Zusammenfassung	432
4.5	Teilweise aufliegende Deckenplatte	425	11	Literatur	433
4.6	Kombinierte Beanspruchung	426			
5	Teilflächenlasten	427			
6	Mauerwerk unter Schubbelastung	428			
6.1	Querkrafttragfähigkeit in Scheibenrichtung – Kragarm	428			

II Eurocode 6 – Kommentar: DIN EN 1996-3 und DIN EN 1996-3/NA: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten 435
 Wolfram Jäger, Dresden

1	Vorbemerkungen	435	4.3	Knicklänge	440
2	Normeninhalt	435	4.3.1	2-seitig gehaltene Wände	440
3	Eingangswerte	435	4.3.2	3- und 4-seitig gehaltene Wände	440
3.1	Teilsicherheitsbeiwerte für das Material	435	5	Wände unter Einzellasten	441
3.2	Anwendungsbedingungen für die vereinfachten Berechnungsmethoden	435	6	Wandscheiben	441
3.3	Charakteristische Druckfestigkeit von Mauerwerk	436	7	Kelleraußenwände	441
3.4	Charakteristische Biegefestigkeit und charakteristische Haftscherfestigkeit	439	8	Vereinfachte Berechnungsmethode für unbewehrte Mauerwerkswände bei Gebäuden mit höchstens drei Geschossen	442
4	Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands	439	9	Vertikal nicht beanspruchte Innenwände mit begrenzter horizontaler Belastung	442
4.1	Dauerstandsfaktor	439	10	Vertikal nicht beanspruchte Wände mit gleichmäßig verteilter horizontaler Belastung	442
4.2	Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands einer Wand	439	11	Literatur	443
4.2.1	Traglastminderung infolge der Lastausmitte bei Endauflagern auf Außen- und Innenwänden	439			
4.2.2	Berücksichtigung der Traglastminderung bei Knickgefahr	440			

E Normen · Zulassungen · Regelwerk

I	Geltende Technische Regeln für den Mauerwerksbau (Deutsche, Europäische und Internationale Normen)	499			
	(Stand 30.9.2011)				
	Immo Feine, Berlin				
	Vorbemerkung	499	5.3	Prüfnormen für Mörtel	507
1	Bemessung und Ausführung	500	5.4	Prüfnormen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk	508
2	Mauersteine, Mauermörtel und Putzmörtel	503	5.5	Prüfverfahren für Wärmeschutz	509
3	Mörtelbestandteile	504	6	Bauphysik	510
4	Weitere Baustoffe	505	7	Bauwerksabdichtungen	512
5.1	Prüfnormen für Mauerwerk	506	8	Weitere Normen, die für den Mauerwerksbau von Bedeutung sind	513
5.2	Prüfnormen für Mauersteine	506			
II	Verzeichnis der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den Mauerwerksbau	515			
	(Stand 3.8.2011)				
	Wolfram Jäger, Dresden und Roland Hirsch, Berlin				
1	Mauerwerk mit Normal- oder Leichtmörtel	516	2.2	Planelemente und dafür zugelassene Dünnbettmörtel	575
1.1	Mauersteine üblichen Formates	516	2.2.1	Planziegel-Elemente	575
1.1.1	Mauerziegel	516	2.2.2	Kalksand-Planelemente	575
1.1.2	Ziegel mit integrierter Wärmedämmung	525	2.2.3	Porenbeton-Planelemente	578
1.1.3	Verfüllziegel	526	2.2.4	Beton-Planelemente	580
1.1.4	Kalksandsteine	527	2.3	Wandbauart aus Planelementen in drittel- oder halbgeschosshoher Ausführung	582
1.1.5	Betonsteine	528	2.4	Weitere Dünnbettmörtel	582
1.1.5.1	Vollsteine und Vollblöcke	528	3	Mauerwerk mit Mittelbettmörtel	583
1.1.5.2	Hohlblocksteine	533	4	Vorgefertigte Wandtafeln	585
1.1.5.3	Hohlblocksteine mit integrierter Wärmedämmung	534	4.1	Geschosshohe Mauertafeln	585
1.1.6	Sonstige Mauersteine	534	4.2	drittel- oder halbgeschosshohe Mauertafeln	588
1.2	Mauersteine größeren Formates	535	4.3	Verguss- und Verbundtafeln	588
1.2.1	Mauerziegel	535	5	Geschosshohe Wandtafeln	589
1.2.2	Betonsteine	535	6	Schalungsstein-Bauarten	589
1.3	Mauermörtel	535	7	Trockenmauerwerk	590
1.3.1	Leichtmörtel	535	8	Bewehrtes Mauerwerk	591
1.3.2	Sonstige Mörtel	536	8.1	Bewehrung für bewehrtes Mauerwerk	591
2	Mauerwerk mit Dünnbettmörtel	536	8.2	Hochlochziegel für bewehrtes Mauerwerk	591
2.1	Plansteine üblichen Formates und dafür zugelassene Dünnbettmörtel	536	8.3	Stürze	591
2.1.1	Planziegel	536	9	Ergänzungsbauteile	593
2.1.2	Planziegel mit integrierter Wärmedämmung	550	9.1	Mauerfuß-Dämmelemente	593
2.1.3	Planverfüllziegel	555	9.2	Anker zur Verbindung der Mauerwerkschalen von zweischaligen Außenwänden	593
2.1.4	Kalksand-Plansteine	558	9.3	Sonstige Ergänzungselemente	594
2.1.5	Porenbeton-Plansteine	560			
2.1.6	Beton-Plansteine	562			
2.1.6.1	Planvollsteine und Planvollblöcke	562			
2.1.6.2	Planhohlblocksteine	568			
2.1.6.3	Plansteine aus Leichtbeton mit integrierter Wärmedämmung	570			
				Anhang Zulassungsübersicht	595

F Forschung

I	Übersicht über abgeschlossene und laufende Forschungsvorhaben im Mauerwerksbau	611			
	Anke Eis und Todor Vassilev, Dresden				
	Vorbemerkung	611	2	Laufende Forschungsvorhaben	633
	Forschungsstellen (F)	611	2.1	Übersicht Forschungsprojekte und Forschungsstellen	633
1	Abgeschlossene Forschungsvorhaben	614	2.2	Kurzberichte	634
1.1	Übersicht Forschungsprojekte und Forschungsstellen	614	2.2.1	Beschleunigung der Härtereaktionen durch mineralische Kalksandstein-Keime (AiF)	634
1.2	Kurzberichte	615	2.2.2	Optimierung der Scherbenrohddichte von Kalksandsteinen (AiF)	635
1.2.1	Theoretische und experimentelle Unter- suchungen zur Schubtragfähigkeit von Ziegelmauerwerk	615	2.2.3	Maßnahmen zur Erdbebenertüchtigung von historischem Mauerwerk	637
1.2.2	Optimierung der Festigkeitseigenschaften von Mauerziegeln	618	2.2.4	Untersuchungen zur Reduzierung der Tragfähigkeit von Mauerwerk bei Schwächung des Querschnittes infolge von Aussparungen und Schlitzen (DIBt)	641
1.2.3	Zuverlässigkeit von Aussteifungsscheiben aus unbewehrtem Mauerwerk – Probabilis- tischer Ansatz und optimierte Zielwerte	622	2.2.5	Einfluss des Wand-Decken-Knotens auf die Tragfähigkeit und Bemessung von Ziegel-Außenwänden	644
1.2.4	Zerstörungsfreie Ersatzprüfverfahren zur Ermittlung der Steindruckfestigkeit (AiF) – Ultraschallmessung zur Abschätzung der Steindruckfestigkeit	623	2.2.6	Stoffkreislauf im Mauerwerksbau – SIM (AiF)	646
1.2.5	Zuverlässige Quantifizierung und Bewertung von Schädigungsprozessen an Bauteiloberflächen und -grenzflächen mithilfe optischer und thermografischer zerstörungsfreier Prüfverfahren	624	2.2.7	Kalksandstein-Recycling-Material für den Straßenbau (AiF)	646
1.2.6	Sensitivitätsanalyse, Parameter- und Systemidentifikation an historischen Mauerwerkstrukturen mithilfe moderner Optimierungsverfahren	626	2.2.8	Kalksandstein-Recycling-Material für den Deponiebau – Methanox II	647
1.2.7	Reduzierung des Energieverbrauchs und der produktionstechnisch bedingten CO ₂ -Emissionen bei der Kalksandstein- Herstellung durch energietechnische Optimierungsmaßnahmen	633	2.2.9	Entwicklung eines Verfahrens zur zeitaufgelösten 3-D-Kartierung von Verformungen und Schäden an Bauwerken und Bauteilen	647
II	Rezyklierbare modulare Massivbauweisen – Entwicklung von Grundprinzipien	649			
	Robert Masou, Dresden; Christian Bergmann, Walter Haase und Valentin Brenner, Stuttgart				
1	Einleitung	649	3.5	Bauteil	655
1.1	Allgemeines	649	3.6	Material	655
1.2	Zum Projekt ReMoMaB	649	4	Verbindungstechnik	656
1.3	Problemstellung	649	4.1	Verbindung „Modul–Modul“ und „Schicht–Schicht“	656
1.4	Ziel des Forschungsvorhabens	650	4.2	Verbindungsarten	657
2	Systemisches Denken	650	4.3	Demontageeigenschaften und „Design for Disassembly“	658
2.1	System „Bauwerk“ und System „Bauen“	650	4.4	Demontageprozesse	660
2.2	Bauweisen und Technische Produkte	651	4.5	Rationalisierung und Effizienzsteigerung	660
2.3	Prozesse und Phasen	651	5	Breitenanwendung	662
2.4	Modularer Aufbau	652	5.1	Standardisierung und Individualisierung	662
3	Strukturebenen	653	5.2	Basisbauteil und Plattformprinzip	662
3.1	Baustruktur	653			
3.2	Bauweise	654			
3.3	Austauschcluster	654			
3.4	Baugruppe	655			

6	Recyclingfähigkeit	663	8.4.2	Nachteile von Trockenmauerwerk	672
6.1	Demontage und Aufbereitung	663	8.4.3	Modifikation von tragendem Trockenmauerwerk durch Vorspannung	672
6.2	Arten des Recyclings	664	9	Energie- und Versorgungskonzept auf Nullenergie-Basis	672
6.3	Lebenszyklusbetrachtungen	665	9.1	Zielmarke und Definition	672
7	Zusammenfassung	666	9.2	Strategie	672
7.1	Festlegungen	666	9.3	Anforderungen an die Integration der technischen Gebäudeausrüstung	673
7.2	Grundprinzipien	666	9.4	TGA-Konzept	673
8	Konstruktive Durchbildung	668	9.5	Bauphysikalische Anforderungen an die Gebäudehülle	674
8.1	Grob- und Gebäudeelemente	668	10	Erste Rückschlüsse	675
8.2	Einteilung nach Bauelementen – Herleitung der spezifischen Aufgabenstellung für die Außenwand	668	11	Konstruktive Ansätze für die Außenwand	677
8.2.1	Anforderungen an die Außenwand	668	12	Fazit und Ausblick	678
8.2.2	Von der Außenwand zur hinterlüfteten Fassade (VHF)	669	13	Literatur	678
8.3	Mauerwerk – Lösungsansatz für demontierbaren Massivbau	670			
8.4	Trockenmauerwerk	671			
8.4.1	Vorteile von Trockenmauerwerk	671			
	Stichwortverzeichnis				683