

Inhaltsübersicht

A Normen und Baustoffe

- A 1 Eigenschaften und Eigenschaftswerte von Mauersteinen, Mauermörtel und Mauerwerk 1
Michael Raupach, Dorothea Saenger, Bernd Winkels
- A 2 Neuentwicklungen im Mauerwerksbau mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) bzw. mit allgemeiner Bauartgenehmigung (aBG) 17
Ludwig Wingerter
- A 3 Mauerwerksbau mit vorhabenbezogener Bauartgenehmigung bzw. mit Zustimmung im Einzelfall 47
Hans-Alexander Biegholdt
- A 4 Geltende Technische Regeln für den Mauerwerksbau (Deutsche, Europäische und Internationale Normen) (Stand 31.05.2021) 59
Benjamin Purkert

B Gestaltung und Konstruktion (Neubau)

- B 1 Untersuchung der Querkrafttragfähigkeit von schlaff bewehrten und vorgespannten Mauerwerkbalken mittels Schubspannungsfeldmodellen 79
Johann Jakob Marx, Erhard Gunkler
- B 2 Die Beschwingte Fläche 127
Koen Mulder
- B 3 Zweischalig und nachhaltig Bauen mit Verblendmauerwerk 215
Juliane Nisse
- B 4 Ausführung von Mauerwerk 237
David Ostendorf

C Konstruktive Details (Bauphysik)

- C 1 Energieeffiziente Gebäude – Das Gebäudeenergiegesetz – GEG 255
Michael Gierga
- C 2 DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ und Anwendungsbeispiele für den Mauerwerksbau 287
Michael Flieger, Markus Hofmann, Oliver Kornadt
- C 3 Erschütterungen bei Mauerwerksbauten – Aspekte zur dynamischen Gebrauchstauglichkeit 331
Andreas Gömmel, Andreas Lackner
- C 4 Montage von Fenstern und Türen mit Anforderungen an die Einbruchhemmung 357
Jürgen Küenzlen, Eckehard Scheller

D Mauerwerk im Bestand

- D 1 Berechnung und Bemessung bestehender Gewölbebrücken mit der Nachrechnungsrichtlinie für Straßenbrücken 397
Frank Purtak, Gero Marzahn, Matthias Müller
- D 2 Eisenbahngewölbebrücken in Sachsen 443
Johanna Monka, Gregor Schacht, Steffen Marx
- D 3 Ermittlung der Druckfestigkeit von Bestandsmauerwerk 463
Birger Gigla

VI Inhaltsübersicht

E Innovationen im Mauerwerksbau

E 1 Digitale Transformation im Bauwesen – von der Theorie zur Anwendung 499
Mathias Obergrießer, Michael A. Kraus

E 2 Innovationen im Ziegelmauerwerksbau 521
Andreas Jäger, Mario Kubista, Meysam Taghavi, Stefan Puskas, Karina Breitwieser,
Stephan Fasching, Clemens Kuhleemann, Gülnaz Atila

E 3 Mauerwerk in XXL – Großformatiges Bauen mit bewehrten Porenbetonelementen,
vertikal und horizontal 569
Markus Heße, Mario Schmitz, Andreas Radischewski

F Forschung

F 1 Übersicht über abgeschlossene und laufende Forschungsvorhaben im Mauerwerksbau 595
Jonathan Schmalz, Ludwig Wingerter

Stichwortverzeichnis 639

Inhaltsverzeichnis

A Normen und Baustoffe

A 1 Eigenschaften und Eigenschaftswerte von Mauersteinen, Mauermörtel und Mauerwerk 1 Michael Raupach, Dorothea Saenger, Bernd Winkels

1	Einleitung	3	5	Verbund zwischen Mauerstein und Mauermörtel	8
2	Mauersteine	3	5.1	Allgemeines	8
2.1	Festigkeitseigenschaften	3	5.2	Haftscherfestigkeit	8
2.1.1	Druckfestigkeit in Steinhöhe	3	5.3	Haftzug- und Biegehaftzugfestigkeit	9
2.1.2	Druckfestigkeit in Steinlänge und -breite	3	6	Mauerwerk	10
2.1.3	Zug- und Spaltzugfestigkeit	3	6.1	Allgemeines	10
2.2	Verformungseigenschaften	4	6.2	Festigkeitseigenschaften	10
2.2.1	Druck-Elastizitätsmodul	4	6.2.1	Druckfestigkeit senkrecht zu den Lagerfugen	10
2.2.2	Querdehnungsmodul, Querdehnzahl	4	6.2.2	Druckfestigkeit parallel zu den Lagerfugen	11
2.2.3	Zug-Elastizitätsmodul	5	6.2.3	Zugfestigkeit	11
2.3	Kapillare Wasseraufnahme	5	6.2.4	Biegezugfestigkeit	13
3	Mauermörtel	6	6.2.5	Schubfestigkeit	14
3.1	Festigkeitseigenschaften	6	6.3	Verformungseigenschaften	14
3.1.1	Druckfestigkeit	6	6.3.1	Elastizitätsmoduln	14
3.1.2	Zugfestigkeit	6	6.3.2	Feuchtedehnung, Kriechen, Wärmedehnung	14
3.2	Verformungseigenschaften	6	7	Literatur	16
3.2.1	Längsdehnungsmodul	6	7.1	Monografien, Zeitschriftenartikel	16
3.2.2	Querdehnungsmodul	6	7.2	Normen	16
4	Mauermörtel im Mauerwerk	6			

A 2 Neuentwicklungen im Mauerwerksbau mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) bzw. mit allgemeiner Bauartgenehmigung (aBG) 17 Ludwig Wingerter

1	Allgemeines	19	7	Trockenmauerwerk	38
1.1	Gesonderte Regelungen zu Schlitten	20	8	Mauerwerk mit PU-Kleber	38
1.1.1	Vertikalschlitz	20	9	Bewehrtes Mauerwerk	38
1.1.2	Horizontalschlitz	20	10	Ergänzungsbauteile	40
2	Mauerwerk mit Normal- oder Leichtmauermörtel	20	11	Fertigteilbauteile	41
3	Mauerwerk mit Dünnbettmörtel	25	12	Betonelemente	43
4	Mauerwerk mit Mittelbettmörtel	35	13	Literatur	45
5	Vorgefertigte Wandtafeln	35	14	Bildnachweis	46
6	Schalungsstein-Bauarten	36			

VIII Inhaltsverzeichnis

A 3	Mauerwerksbau mit vorhabenbezogener Bauartgenehmigung bzw. mit Zustimmung im Einzelfall	47		
	Hans-Alexander Biegholdt			
1	Einführung	49	4.1	Anlass zur Erlangung einer Zustimmung im Einzelfall nach §20 MBO
2	Grundlagen	49	4.2	Erfordernis einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung
2.1	Bauaufsichtliche Regelungen	49	4.3	Antragsteller
2.2	Geltungsbereich der Zustimmung im Einzelfall/vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung	49	5	Zustimmung im Einzelfall/vorhabenbezogene Bauartgenehmigung für die Ver- und Anwendung von Bauprodukten des Mauerwerksbaus in Sachsen
2.3	Abgrenzung zum allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis nach §19 MBO	49	5.1	Landesbezogene Umsetzung der Musterregelungen
2.4	Zuständigkeiten bei der Erteilung von Zustimmungen im Einzelfall/vorhabenbezogenen Bauartgenehmigungen in den Ländern	50	5.2	Allgemeines
3	Anforderungen an Bauprodukte	50	5.3	Abgrenzung zum Genehmigungsverfahren und zur allgemeinen Bewährung
3.1	Allgemeines	50	5.4	Antragstellung
3.1.1	CE-gekennzeichnete Bauprodukte	50	5.5	Eigenschaften des Bauprodukts
3.1.2	Nationaler Verwendbarkeitsnachweis	50	5.6	Übereinstimmungsnachweis
3.2	Produkte des Mauerwerksbaus	50	5.7	Regelungen zur Bauart
4	Antragsverfahren zur Erlangung einer Zustimmung im Einzelfall/vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung	52	5.8	Sonderfall Lehmbauweise
			5.9	Gebühren
			5.10	Bearbeitungszeiten
			6	Literatur
				57
A 4	Geltende Technische Regeln für den Mauerwerksbau (Deutsche, Europäische und Internationale Normen) (Stand 31.05.2021)	59		
	Benjamin Purkert			
1	Vorbemerkung	61	3	Literatur
2	Regelwerk	62		77
B	Gestaltung und Konstruktion (Neubau)			
B 1	Untersuchung der Querkrafttragfähigkeit von schlaff bewehrten und vorgespannten Mauerwerkbalken mittels Schubspannungsfeldmodellen	79		
	Johann Jakob Marx, Erhard Gunkler			
1	Einleitung	81	2.4	Ergebnisse bisheriger experimenteller Forschungsarbeiten
2	Grundlagen und „Stand der Forschung“ von Mauerwerkbalken	81	2.5	Inhalte bauaufsichtlicher Regelwerke
2.1	Unterscheidungsmerkmale	81	2.5.1	DIN EN 1996-1-1:2013
2.2	Bewehrungsanordnung und Konstruktionsarten	81	2.5.2	DIN 1053-3:1990
2.2.1	Flachsturz	82	2.5.3	E DIN 1053-3:2008
2.2.2	Fertigteilsturz	82	2.5.4	DIN EN 12602:2016 – Porenbeton
2.2.3	Vorgespannte Mauerwerkbalken	84	2.5.5	DIN EN 1520:2011 – Leichtbeton
2.2.4	Balkenkonstruktionen für Vormauerwerk und/oder Verblendmauerwerk	84	2.5.6	DIN 1045-100:2017 – Ziegeldecken
2.3	Abgrenzung von Mauerwerkbalken gegenüber wandartigen Trägern aus Mauerwerk	85	2.5.7	Flachsturzrichtlinie (Entwurf 2005) – Flachsturz
			2.5.8	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) – Fertigteilsturz
			2.5.9	Zusammenfassung der in Regelwerken benannten Tragwiderstände
				90

2.6	Kritik an aktueller Schubbemessung und verwendeter Werkstoffkenngrößen	91	5	Experimentelle Untersuchungen	103
2.6.1	Schubfestigkeit (f_{vd})	91	5.1	Untersuchungsgegenstand	103
2.6.2	Querkrafttragfähigkeit (V_{Rd1})	91	5.2	Ergebnisse	104
2.7	Ausblick auf den Berechnungsansatz	92	6	FE-Untersuchung	106
2.8	Schlussfolgerungen	93	6.1	Ergänzende Parameterstudie	106
			6.2	Ergebnisse	106
3	Werkstoffbeschreibende Ausgangsgrößen von Mauerwerk	94	7	Algorithmen zur Querkraftberechnung von Mauerwerkbalken	107
3.1	Einaxiale Druckfestigkeit	94	7.1	Herleitung und Darstellung der SMCFT	107
3.1.1	Druckfestigkeit senkrecht zur Lagerfuge	94	7.1.1	Modified Compression Field Theory	107
3.1.2	Druckfestigkeit parallel zur Lagerfuge	94	7.1.2	Simplified Modified Compression Field Theory	109
3.2	Zweiaxiales Trag- und Verformungsverhalten	95	7.2	Modellvorschlag und Berechnungsalgorithmen	111
3.2.1	Mann/Müller	95	7.3	Vergleichsrechnungen auf Basis experimenteller und numerischer Untersuchungen	115
3.2.2	Ganz/Thürlimann/Mojilović	96	7.4	Vergleich mit bestehenden Regelwerken	118
4	Analytische Grundlagen zu Spannungsfeldern für bewehrtes Mauerwerk	99	7.5	Bewertung des Berechnungsvorschlags	120
4.1	Spannungsfelder	99	8	Zusammenfassung	121
4.1.1	Elastische, gerissene Spannungsfelder	100	9	Literatur	122
4.1.2	Starr-plastische Spannungsfelder (klassische Spannungsfelder)	100			
4.1.3	Erweiterte starr-plastische Spannungsfelder (verallgemeinerte Spannungsfelder)	102			
4.1.4	Elastisch-plastische Spannungsfelder (erweiterte Spannungsfelder)	103			
B 2	Die Beschwingte Fläche	127			
	Koen Mulder				
1	Mit zusammengekniffenen Augen	129	7.2	Pfeiler – und Öffnungsbreiten bei einem Viertelstein in der Binderschicht	148
1.1	Die Brille	129	7.3	Flacher Abschluss	148
1.2	Das Auge	129	8	Flämischer Verband	151
2	Primäre und sekundäre Muster	133	9	Blockverband	157
2.1	Primäres Schichtungsmuster und sekundäres Motiv	133	9.1	Variante des Kettenverbands oder Verband mit Kettenlinien?	157
2.2	Begegnung	135	9.2	Linien zeichnen im Blockverband	158
3	Um die Ecke?	135	9.3	Eine breite Kettenlinie in der Mitte	159
3.1	Vom Block- zum Kreuzverband	135	9.4	Dearne's bond	159
3.2	England	136	10	„Einfacher“ wilder Verband	165
3.3	Andere Randabschlüsse	136	10.1	Freiheit	166
4	Der Rand	137	10.2	Historisieren	166
5	(Nach-)Fugen – Farbe, Schatten und Maß	138	10.3	Perfekte Willkür	166
5.1	Fugenmaterial	138	10.4	Systemfehler ...	166
5.2	Architekten	140	10.5	Pseudo	169
5.3	Fugenbreite	140	10.6	Transformation von Ordnung zu Chaos	169
5.4	Fugenfarbe	140	10.7	Relief	169
5.5	Schatten in der Fuge	140	10.8	Wirkung	169
5.6	Fugenmaß	142	11	Halbsteinverband	170
6	Bedeutung oder Zeichen	142	12	Exoskelett, Jacke, Kleid oder Maßanzug	172
7	Kreuzverband	145	12.1	Blattgold?	172
7.1	Pfeiler – und Öffnungsbreiten bei einem Dreiviertelstein in der Läuerschicht	145			

X Inhaltsverzeichnis

12.2	Maßanzug	173	15	Formel	185
12.3	Die Dinge um ihrer selbst Willen	173	15.1	Symmetrie	185
12.4	Das Gebäude – Objekt oder Stadtinterieur?	174	15.2	Musterlinien im Rand	185
12.5	Jazz	175	15.3	Wiederholmaß	187
13	Proportionslehre oder Maßsystem	175	15.4	Der Verband als Schraffurmuster	190
13.1	Menschliche Vorlieben	175	16	Kombinationsverbände – das kleinste gemeinsame Vielfache	192
13.2	Scharf stellen	180	16.1	Varianten mit derselben Steinabfolge	198
13.3	In der Oberfläche haust ein Maßanzug	180	16.2	Die Richtung der Linienführung	200
14	Ausfüllen oder Entwerfen	183	16.3	Mit dem Motiv beginnen	204
14.1	Zwei Methoden	183	16.4	Schichtmuster, Meta-Motiv, Relief und Schatten	209
14.2	De Pijp	183	16.5	Das ehrliche Flächenmuster der Schichtung	211
14.3	Arbeiten ohne Kniffe	184	16.6	Verblenden oder Finish?	211
14.4	Bessere Werkzeuge	185	16.7	An der Schnur entlang	214

B 3 Zweischalig und nachhaltig Bauen mit Verblendmauerwerk 215

Juliane Nisse

1	Allgemeines	217	6.3	Sozio-Kulturelles	231
2	Baustoffe und Herstellungsverfahren	217	6.3.1	Thermischer Komfort	232
3	Konstruktion	218	6.3.2	Wohngesundheit	232
4	Erdbeben	222	6.3.3	Gestalterische Vielfalt und Kunst am Bau	232
5	Bauphysik	223	6.4	Technik	232
5.1	Wärmeschutz	223	6.4.1	Schallschutz	232
5.2	Feuchteschutz	224	6.4.2	Wärme- und Feuchteschutz	233
5.3	Schallschutz	225	6.4.3	Recycling	233
5.4	Brandschutz	226	6.4.4	Förderung von Nachhaltigkeit im Gebäudebereich	234
6	Nachhaltigkeitsaspekte	226	7	Zusammenfassung und Ausblick	235
6.1	Ökologie	227	8	Literatur	235
6.2	Ökonomie	229			

B 4 Ausführung von Mauerwerk 237

David Ostendorf

1	Allgemeines	239	3.1	Allgemeines	243
1.1	Normen und Regelwerke	239	3.2	Sicht- und Verblendmauerwerk	243
1.2	Bauordnungsrechtliche Einordnung	240	3.2.1	Feuchteabdichtung	244
1.3	Eurocode-Überarbeitung	241	3.2.1.1	Fußpunktausbildung	244
1.4	Vertragsrechtliche Grundsätze	241	3.2.1.2	Überdeckung von Öffnungen	245
2	Auswahl der Baustoffe	241	3.2.2	Hinweise zur Ausschreibung von Sicht- und Verblendmauerwerk	245
2.1	Allgemeines	241	3.2.3	Innenwände	245
2.2	Mauersteine	242	3.2.3.1	Allgemeines	245
2.3	Natürliche Steine	242	3.2.3.2	Nichttragende innere Trennwände	245
2.4	Mauermörtel	242	3.3	Feuchtesperrschicht (Querschnittsabdichtung)	245
2.5	Ergänzungsbauteile	243	3.3.1	Allgemeines	245
2.6	Hinweis zur Ausschreibung bei Baustoffen	243	3.3.2	Untersuchung zum Reibungsverhalten von Abdichtungen	246
2.6.1	Allgemeines	243	3.3.3	Änderungen bei den Materialien	246
2.6.2	Angaben zur Ausführung	243	3.3.4	Hinweis zur Ausschreibung der Feuchtesperrschicht	247
2.6.3	Abrechnungseinheit	243			
3	Ausführungsdetails	243			

3.4	Schlitze und Aussparungen	247	5.2	Vornässen	250
3.5	Hinweis zur Ausschreibung von Mauerwerk allgemein	247	5.3	Aussteifung während der Herstellung	250
3.5.1	Allgemeines	247	5.4	Schutz vor mechanischer Beschädigung	251
3.5.2	Angaben zur Ausführung	248	5.5	Bauhöhe des Mauerwerks	251
4	Ausführung nach Eurocode	248	5.6	Nachbehandlung des Mauerwerks während der Bauausführung	251
4.1	Allgemeines	248	5.7	Schutz gegen Regen	251
4.2	Fachpersonal	248	5.8	Schutz gegen Frost-Tau-Wechsel	251
4.3	Fugen	248	5.9	Schutz gegen Austrocknung	252
4.3.1	Allgemeines	248	5.10	Erste Belastung	252
4.3.2	Vermauern mit Stoßfugenvermörtelung	248	5.11	Reinigen	252
4.3.3	Vermauern ohne Stoßfugenvermörtelung	249	6	Abrechnung	252
4.4	Natursteinmauerwerk	249	6.1	Allgemeines	252
4.5	Zulässige Abweichungen	249	6.2	Leistungsermittlung	252
5	Ausführung auf der Baustelle	250	6.3	Ermittlung der Maße	252
5.1	Allgemeines	250	6.4	Übermessung	253
			7	Literatur	253
C	Konstruktive Details (Bauphysik)				
C 1	Energieeffiziente Gebäude – Das Gebäudeenergiegesetz – GEG 255				
	Michael Gierga				
1	Einführung	257	3.7.2	Lüftungsanlagen	268
2	Historie der Regelungen zum energiesparenden Bauen	257	3.7.3	Varianten der Heizwärmeerzeugung	269
3	Anforderungen aus dem Gebäudeenergiegesetz	259	3.7.4	Bewertung unterschiedlicher Heizungstechniken	270
3.1	Gesamtenergiebedarf von Wohngebäuden	259	3.7.5	Anlagen zur Kühlung	272
3.2	Zulässige Transmissionswärmeverluste	260	3.8	Nutzung erneuerbarer Energien	272
3.3	Weitere Randbedingungen zur Bilanzierung	260	3.8.1	Regenerativ erzeugter elektrischer Strom	273
3.4	Luftdichtheit der Gebäudehülle	262	3.9	Aufrechterhaltung der energetischen Qualität	274
3.5	Wärmebrücken	262	3.10	Energieausweise	274
3.5.1	Geometrische Wärmebrücken	262	3.11	Vollzug des GEG	274
3.5.2	Materialbedingte Wärmebrücken	263	4	Beispielhafte Anwendung des GEG auf ein Einfamilienwohnhaus	275
3.5.3	Konvektive Wärmebrücken	263	4.1	Einfamilien-Doppelhaushälfte	275
3.5.4	Zusätzliche Wärmeverluste	263	4.2	Aufstellung der Energiebilanz	275
3.5.5	Einfluss auf den Wärmebedarf	264	4.3	Effizienzhaus 55	279
3.6	Sommerlicher Wärmeschutz	264	4.4	GEG-Nachweis nach dem vereinfachten Verfahren	281
3.7	Anlagentechnik	264	5	Fazit und Kritik	284
3.7.1	Trinkwassererwärmung	267	6	Literatur	285
C 2	DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ und Anwendungsbeispiele für den Mauerwerksbau 287				
	Michael Flieger, Markus Hofmann, Oliver Kornadt				
1	Einleitung	289	3.2	A-bewerteter Schalldruckpegel	290
2	Normenreihe DIN 4109	289	3.3	Äquivalente Schallabsorptionsfläche	290
3	Akustische Grundlagen	289	3.4	Nachhallzeit	291
3.1	Schalldruck und Schalldruckpegel	289	3.5	Resonanzfrequenz	291
			3.6	Schalldämm-Maß	291

XII Inhaltsverzeichnis

3.7	Norm-Trittschallpegel	292	6.1	Berechnung der Luftschalldämmung in Gebäuden	303
3.8	Bewertung des Schalldämm-Maßes und Norm-Trittschallpegels	293	6.1.1	Grundprinzip	303
3.9	Kennzeichnende Größen für Bauteile	293	6.1.2	Massivbau	307
4	Mindestanforderungen an Wohn- und Arbeitsgebäude	293	6.1.3	Zweischalige Haustrennwände	312
4.1	Mehrfamilienhäuser; Bürogebäude und Gebäude mit Mischnutzung	293	6.1.4	Holz-, Leicht- und Trockenbau	312
4.2	Einfamilien-, Reihen- und Doppelhäuser	293	6.1.5	Skelettbau und Mischbauweisen	312
4.3	Nichtwohngebäude	294	6.2	Trittschalldämmung	313
4.4	Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen	295	6.2.1	Grundprinzip	313
4.5	Anforderungen an „besonders laute“ und schutzbedürftige Räume	300	6.2.2	Massivbau	314
4.6	A-bewertete Schalldruckpegel in fremden und eigenen Räumen	300	6.2.3	Holz-, Leicht- und Trockenbau	315
5	Erhöhte Anforderungen im Hochbau	303	6.3	Außenbauteile	316
5.1	Grundlage und Gültigkeit der erhöhten Anforderungen	303	6.4	Berechnung der Schallübertragung gebäudetechnischer Anlagen	317
5.2	Erhöhte Anforderungen für Gebäude mit Wohn- und Arbeitsbereichen	303	6.5	Sicherheitskonzept der DIN 4109	317
5.3	Erhöhte Anforderungen an Nichtwohngebäude	303	7	Beispielrechnung zur Beurteilung des Schallschutzes einer Mauerwerkswand gegen Außenlärm	320
5.4	Erhöhte Anforderungen an gebäude-technische/raumluftechnische Anlagen	303	7.1	Exemplarische Berechnung für eine Außenwand aus Kalksandstein	320
6	Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen	303	7.2	Vergleich unterschiedlicher Rohdichten, Materialien und Fensterflächen	321
C 3	Erschütterungen bei Mauerwerksbauten – Aspekte zur dynamischen Gebrauchstauglichkeit	331	8	Bauakustische Prüfungen	324
	Andreas Gömmel, Andreas Lackner		8.1	Labor- und Baumessungen	324
1	Motivation	333	8.2	Beispiel einer Schallmessung an einer Mauerwerkswand im Labor	324
2	Begriffsdefinitionen	333	9	Fazit	327
2.1	Emission/Übertragungsweg/ Immission	333	10	Literatur	327
2.2	Erschütterung	333	4.2.2	Einwirkungen auf Menschen in Wohngebäuden	340
2.3	Primärer Luftschall	334	4.2.3	Einwirkungen auf Menschen am Arbeitsplatz	342
2.4	Körperschall/Schwingungen in festen Körpern	334	4.2.4	Einwirkungen auf empfindliche Geräte	342
2.5	Sekundärer Luftschall	334	4.3	Sekundärer Luftschall	343
2.6	A-Bewertung	334	4.4	Bewertungs-Leitfaden der DB	344
2.7	Schmalbandspektrum	335	4.5	Anwendung der Bewertungsgrundlagen	345
2.8	Terzbandspektrum	335	5	Erfassung der Eingangsparameter	345
2.9	Eigenfrequenz	335	5.1	Messungen	345
2.10	Übertragungsfunktionen	336	5.2	Prognose	347
2.11	Bemessungslastfallkombination	338	6	Rechnen mit Pegeln	347
2.12	Abstimmfrequenz	338	7	Prognoseverfahren für Verkehrserschütterungen	347
3	Anregungsarten und Übertragungsmechanismen	338	7.1	Pauschale Prognose	347
4	Normative Vorgaben	338	7.2	Detaillierte Prognose	350
4.1	Allgemeines	338	8	Interne Anregungsquellen	350
4.2	Erschütterungen	339	8.1	Maschinen und Haustechnik	350
4.2.1	Einwirkungen auf Gebäude	339	8.2	Personenbewegungen	350

9	Minderungsmaßnahmen	351	9.3	Maßnahmen am Gebäude	352
9.1	Maßnahmen an der Quelle	351	9.3.1	Konstruktive Maßnahmen	352
9.1.1	Schienengebundener Verkehr	351	9.3.2	Elastische Gebäudelagerung	354
9.1.2	Anregung durch Maschinen	351	9.3.3	Tilger	355
9.2	Maßnahmen am Übertragungsweg	352	10	Literatur	355
C 4	Montage von Fenstern und Türen mit Anforderungen an die Einbruchhemmung	357			
	Jürgen Küenzlen, Eckehard Scheller				
1	Einleitung	360	3.3.2.2	Statische und dynamische Versuche	373
1.1	Allgemeines	360	3.3.2.3	Manuelle Einbruchversuche	373
1.2	Wände, Decken, Böden, Dächer	360	3.3.3	Versuche im Hochlochziegel POROTON-S10-P (Perlite gefüllt)	373
2	Übersicht zum vorhandenen Regelwerk	360	3.3.3.1	Allgemeines	373
2.1	Allgemeines – Bauprodukten- verordnung	360	3.3.3.2	Statische und dynamische Versuche	374
2.2	Vornormenreihe DIN V ENV 1627 bis DIN V ENV 1630	361	3.3.3.3	Manuelle Einbruchversuche	375
2.3	Aktuelle Normenreihe DIN EN 1627 bis DIN EN 1630	361	3.3.3.4	Fazit	375
2.3.1	DIN EN 1627: Anforderungen und Klassifizierung	361	3.3.4	Versuche im Hochlochziegel Plan HLzB 6-0,9 (ungefüllt)	375
2.3.1.1	Allgemeines	361	3.3.4.1	Allgemeines	375
2.3.1.2	Prüfungen zur Klassifizierung nach DIN EN 1627	362	3.3.4.2	Manuelle Einbruchversuche	376
2.3.1.3	Verankerungsgründe nach DIN EN 1627	363	3.3.5	Versuche im Hochlochziegel Thermopor TV 7 (Großkammerziegel Mineralwolle gefüllt)	376
2.3.2	DIN EN 1628: Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung	363	3.3.5.1	Allgemeines	376
2.3.3	DIN EN 1629: Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung	364	3.3.5.2	Statische und dynamische Versuche	377
2.3.4	DIN EN 1630: Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche	364	3.3.5.3	Manuelle Einbruchversuche	377
2.4	Entwurf E DIN EN 1627	365	3.3.5.4	Fazit	379
2.5	Montagebescheinigung nach erfolgtem Einbau einbruchhemmender Elemente nach DIN EN 1627	367	3.3.6	Versuche im Hochlochziegel unipor W07 (Kleinlochung, Mineralwolle gefüllt)	379
2.6	Regelungen der Deutschen Versicherungswirtschaft	367	3.3.6.1	Allgemeines	379
2.6.1	Klassifizierung	367	3.3.6.2	Statische und dynamische Versuche	379
2.6.2	Verankerungsgründe	368	3.3.6.3	Manuelle Einbruchversuche	379
2.7	Zusammenfassung	368	3.3.7	Versuche in „Hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk“	380
3	Erfahrungen aus Versuchen	370	3.3.7.1	Allgemeines	380
3.1	Allgemeines	370	3.3.7.2	Zusammenfassung der wichtigsten Versuchsergebnisse	380
3.2	Übersicht zu den durchgeführten Versuchen	370	3.3.8	Fazit: Konsequenzen für die Normung aus den Versuchen in Hochlochziegeln	381
3.3	Versuche zum Nachweis der Widerstands- klasse WK 2 und RC 2	371	3.3.9	Versuche in Mauersteinen aus Leichtbeton	381
3.3.1	Versuche in Porenbeton-Planblöcken (Festigkeitsklasse 4)	371	3.3.9.1	Allgemeines	381
3.3.1.1	Allgemeines	371	3.3.9.2	Statische und dynamische Versuche	381
3.3.1.2	Statische und dynamische Versuche	372	3.3.9.3	Manuelle Einbruchversuche	381
3.3.1.3	Manuelle Einbruchversuche	372	3.3.10	Versuche in Kalksandlochsteinen (KS L 10)	382
3.3.2	Versuche in Hochlochziegeln (HLz 12)	373	3.3.10.1	Allgemeines	382
3.3.2.1	Allgemeines	373	3.3.10.2	Dynamische Versuche	383
			3.3.10.3	Manuelle Einbruchversuche	383
			3.3.11	Versuche in Normalbeton	383
			3.3.11.1	Allgemeines	383
			3.3.11.2	Manuelle Einbruchversuche	383
			3.4	Versuche zum Nachweis der Widerstands- klasse WK 3 und RC 3	384
			3.4.1	Versuche in Porenbeton-Plansteinen (Festigkeitsklasse 2)	384

XIV Inhaltsverzeichnis

3.4.1.1	Allgemeines	384	3.4.3.2	Manuelle Einbruchversuche	389
3.4.1.2	Statische Versuche in Anlehnung an DIN V ENV 1628	385	3.5	Fazit: Vergleich Versuche in den Klassen WK 2 bzw. RC 2 und in den Klassen WK 3 bzw. RC 3	390
3.4.1.3	Dynamische Versuche in Anlehnung an DIN V ENV 1629	385	3.6	Versuche in der Dämmebene mit Schienen- und Konsolsystemen in Anlehnung an DIN EN 1627 bis DIN EN 1630	390
3.4.1.4	Manuelle Einbruchversuche in Anlehnung an DIN V ENV 1630	385	3.6.1	Schienen-/Konsolsysteme aus Metall	390
3.4.2	Versuche in „Hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk“	387	3.6.1.1	Allgemeines	390
3.4.2.1	Allgemeines	387	3.6.1.2	Versuchsergebnisse	391
3.4.2.2	Zusammenfassung der wichtigsten Versuchsergebnisse	387	3.6.2	Systeme aus Funktionswerkstoff – EPS	391
3.4.2.3	Weitere Erkenntnisse: Untersuchung eines Pfeilers und zweier Ziegelrollladen- kästen	388	3.6.3	Systeme aus Funktionswerkstoff – PUR-Composit	392
3.4.2.4	Versuche in Leichtbetonstein Bisomark Plus 10	388	3.7	Zusammenfassung: Ergebnis der Versuche	393
3.4.3	Tastversuche in Normalbeton	389	4	Fazit	394
3.4.3.1	Allgemeines	389	5	Literatur	394

D Mauerwerk im Bestand

D1 Berechnung und Bemessung bestehender Gewölbebrücken mit der Nachrechnungsrichtlinie für Straßenbrücken 397

Frank Purta, Gero Marzahn, Matthias Müller

1	Einleitung	400	3.2.3	Numerische Lösung	411
1.1	Bestandsbrücken im Bundes- fernstraßennetz	400	3.2.4	Vergleich der Bemessungs- Traglastkurven	412
1.2	Ziel der Nachrechnungsrichtlinie	400	4	Talbrücke Höllenbach	414
1.3	Möglichkeiten der Nachweisführung	401	4.1	Geometrie	415
1.4	Vorgehensweise zum Nachweis der Brückenbögen	404	4.2	Materialkennwerte Bogen	415
2	Materialkennwerte für Brückenkonstruktionen	404	4.3	Bemessungsfestigkeit vom Bogen- mauerwerk unter zentrischer Beanspruchung	416
2.1	Rohdichte	405	4.4	Tragfähigkeit unter exzentrischer Beanspruchung (Bemessungs- Traglastkurve)	416
2.2	E-Modul von Mauerwerk	405	4.5	Modellbildung für den statischen Nachweis	416
2.3	E-Modul Stein	405	4.5.1	Vernetzung des Modells mit finiten Elementen	416
2.4	E-Modul Mörtel	405	4.5.2	Lagerungsbedingungen der Brücke festlegen	416
2.5	Stein-Druckfestigkeit	406	4.5.3	Einwirkungen auf das Brückenbauwerk	416
2.6	Stein-Zugfestigkeit	406	4.5.4	Nachweis der Bogenkonstruktion	417
2.7	Mörtel-Druckfestigkeit	408	4.5.5	Nachweis Pfeiler, Widerlager und Gründung	419
3	Tragfähigkeit von Mauerwerk	408	5	Talbrücke Einsiedelstein	419
3.1	Tragfähigkeit unter zentrischer Beanspruchung	408	5.1	Geometrie	419
3.1.1	Verfahren a und b nach Tabelle 4	408	5.2	Materialkennwerte Bogen	419
3.1.2	Sabha	408	5.3	Bemessungsfestigkeit vom Bogen- mauerwerk unter zentrischer Beanspruchung	421
3.1.3	UIC-Kodex 778-3	408			
3.1.4	EC 6 (Natursteinmauerwerk)	409			
3.1.5	Vergleich der rechnerischen Tragfähigkeit unter zentrischer Beanspruchung	409			
3.2	Tragfähigkeit unter exzentrischer Beanspruchung	410			
3.2.1	Normenstand DIN 1053 (zurückgezogen)	411			
3.2.2	EC 6	411			

5.4	Tragfähigkeit unter exzentrischer Beanspruchung (Bemessungs-Traglastkurve) 421	7.5.3	Einwirkungen auf das Brückenbauwerk 430
5.5	Modellbildung für den statischen Nachweis 421	7.5.4	Ermittlung der Stützlinie im Bogen für jede Laststellung 431
5.5.1	Vernetzung des Modells mit finiten Elementen 421	7.5.5	Nachweis der Bogenkonstruktion 431
5.5.2	Lagerungsbedingungen der Brücke festlegen 421	8	Brücke über die Prießnitz 433
5.5.3	Einwirkungen auf das Brückenbauwerk 421	8.1	Geometrie 433
5.5.4	Ermittlung der Stützlinie im Bogen für jede Laststellung 422	8.2	Materialkennwerte Bogen 433
5.5.5	Nachweis der Bogenkonstruktion 423	8.3	Bemessungsfestigkeit vom Bogenmauerwerk unter zentrischer Beanspruchung 433
6	Brücke über die Mandau 424	8.4	Tragfähigkeit unter exzentrischer Beanspruchung (Bemessungs-Traglastkurve) 433
6.1	Geometrie 424	8.5	Modellbildung für den statischen Nachweis 435
6.2	Materialkennwerte Bogen 424	8.5.1	Vernetzung des Modells mit finiten Elementen 435
6.3	Bemessungsfestigkeit vom Bogenmauerwerk unter zentrischer Beanspruchung 424	8.5.2	Lagerungsbedingungen der Brücke festlegen 435
6.4	Tragfähigkeit unter exzentrischer Beanspruchung (Bemessungs-Traglastkurve) 424	8.5.3	Einwirkungen auf das Brückenbauwerk 435
6.5	Modellbildung für den statischen Nachweis 426	8.5.4	Ermittlung der Stützlinie im Bogen für jede Laststellung 435
6.5.1	Vernetzung des Modells mit finiten Elementen 426	8.5.5	Nachweis der Bogenkonstruktion 435
6.5.2	Lagerungsbedingungen der Brücke festlegen 426	9	Nachrechnungsrichtlinie für Straßenbrücken aus Mauerwerk 436
6.5.3	Einwirkungen auf das Brückenbauwerk 426	9.1	Allgemeines 436
6.5.4	Ermittlung der Stützlinie im Bogen für jede Laststellung 426	9.2	Modellbildung 438
6.5.5	Nachweis der Bogenkonstruktion 426	9.3	Ergänzende Regelungen zur Temperatureinwirkung 439
7	Brücke über die Zschopau 428	9.4	Schnittgrößenermittlung 439
7.1	Geometrie 428	9.4.1	Allgemeines 439
7.2	Materialkennwerte Bogen 428	9.5	Rechnerische Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit 439
7.3	Bemessungsfestigkeit vom Bogenmauerwerk unter zentrischer Beanspruchung 430	9.5.1	Allgemeines 439
7.4	Tragfähigkeit unter exzentrischer Beanspruchung (Bemessungs-Traglastkurve) 430	9.5.2	Stufe 1 439
7.5	Modellbildung für den statischen Nachweis 430	9.5.3	Stufe 2 439
7.5.1	Vernetzung des Modells mit finiten Elementen 430	9.6	Rechnerische Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit 440
7.5.2	Lagerungsbedingungen der Brücke festlegen 430	9.7	Rechnerische Nachweise für gemauerte Anschlussbauteile 441
D 2	Eisenbahngewölbebrücken in Sachsen 443 Johanna Monka, Gregor Schacht, Steffen Marx	9.7.1	Stirnmauern 441
1	Einleitung 445	9.7.2	Stützen, Pfeiler und Widerlager 441
2	Das Eisenbahnnetz und seine Brücken 445	10	Zusammenfassung 441
		11	Literatur 441
		2.1	Entwicklung des Eisenbahnnetzes in Deutschland 445
		2.2	Gewölbebrücken 446
		2.3	Umgang mit Brückenbauwerken 448

XVI Inhaltsverzeichnis

3	Gewölbebrücken in Sachsen	450	4.3.2	Brücke über die Wilde Weißeritz (km 18,77)	455
4	Die Strecke Dresden–Werdau (6258)	451	4.3.3	Brücke über den Seerenbach (km 18,99)	455
4.1	Beschreibung und Geschichte der Strecke	451	5	Die Strecke Leipzig–Hof (6362)	456
4.2	Brücken im Streckenabschnitt Plauenscher Grund	453	5.1	Beschreibung und Geschichte der Strecke	456
4.2.1	Brücke über die Vereinigte Weißeritz (km 4,81)	453	5.2	Göltzschtal-Viadukt (km 95,00)	457
4.2.2	Bachbrücke Weizenmühle (km 5,06)	453	6	Zusammenfassung und Ausblick	460
4.3	Brücken im Streckenabschnitt Edle Krone	454	7	Dank	460
4.3.1	Brücke Edle Krone Bf. (km 18,05)	455	8	Literatur	460
D3	Ermittlung der Druckfestigkeit von Bestandsmauerwerk	463			
Birger Gigla					
1	Einleitung	465	4.3	Druckversuch auf Grundlage von UIC Kodex 778-3	480
2	Rechenwerte zur Bestimmung der Druckfestigkeit von Mauerwerk	467	5	Forschungsergebnisse zum Verfahren der Fugenbohrkerne nach Berger	481
2.1	Mechanische Grundlagen der zentrischen Druckfestigkeit von Mauerwerk	467	5.1	Aktueller Stand des wissenschaftlichen Diskurses	481
2.2	Steindruckfestigkeit	468	5.2	Untersuchung des Geometriefaktors k und des Einflusses von Exzentrizitäten im Fugenbohrkern	481
2.3	Mörteldruckfestigkeit	472	5.3	Untersuchung des Verhältnisses von Fugendicke zu Steinhöhe	486
2.4	Mauerwerkdruckfestigkeit: Rechenwerte nach EC 6 und DIN 1053-1	474	5.4	Untersuchung des Einflusses hochfester Mauerziegel und Vergleich mit dem Verfahren nach UIC 778-3	488
3	Statistische Auswertung: Potenzformel (Eurocode 6)	475	5.5	Untersuchung des Einflusses hochfester Mauerziegel und Vergleich mit dem Verfahren nach UIC 778-3	491
4	Bohrkernproben mit Fugenteilen	477	6	Empfehlungen für die Praxis	494
4.1	Einführung	477	7	Literatur	495
4.2	Verfahren der Fugenbohrkerne nach Berger	477			
4.2.1	Ansatz	477			
4.2.2	Erforderliche mechanische Parameter	478			
4.2.3	Berücksichtigung des Mauerwerkgefüges	478			
4.2.4	Ermittlung der Mauerwerkdruckfestigkeit nach dem Berger-Verfahren	479			
E	Innovationen im Mauerwerksbau				
E 1	Digitale Transformation im Bauwesen – von der Theorie zur Anwendung	499			
Mathias Obergrießer, Michael A. Kraus					
1	Einleitung	501	2.2	Einblick in verschiedene Digitalisierungsstrategien im Bauwesen/Wohnungsbau etc.	504
1.1	Aktueller Stand der Digitalisierung	501	2.2.1	Vorhandene Methoden und digitale Werkzeuge	504
1.2	Gründe und Potenziale für die Digitalisierung	501	2.2.2	Common Data Environment (CDE) und BIM-Anwendungsfälle	506
2	Theoretische Aspekte der digitalen Transformation	502	2.2.3	Nutzung kollaborativer Prozesslandschaft im Bauwesen	508
2.1	Der Weg vom analogen Planen und Bauen zur Vision Planen/Bauen 4.0	502	2.2.4	Robotik und KI als Wegbereiter zum seriellen Bauen	508

3	Stand der digitalen Transformation in der Anwendung 513	3.3	Der Weg zur breiten Adaption von digitalen Werkzeugen und interdisziplinärer Zusammenarbeit 515
3.1	Wie weit sind Akzeptanz und Implementierung der Methode BIM in der Praxis? 513	4	Fazit und Ausblick 517
3.2	Welche Awf lassen sich mit dem aktuellen Wissen wirtschaftlich umsetzen? 513	5	Literatur 518
E 2	Innovationen im Ziegelmauerwerksbau 521 Andreas Jäger, Mario Kubista, Meysam Taghavi, Stefan Puskas, Karina Breitwieser, Stephan Fasching, Clemens Kuhlemann, Gülnaz Atila		
1	Einleitung 523	3.3.2	Mörtelaufragssysteme 542
2	Material und Produktoptimierung 524	3.3.3	Neue Klebesysteme (Dryfix) 543
2.1	Entwicklung von modernen Tools zur Produktoptimierung (Virtual Labs) 524	4	Ressourcenschonende Produktionsprozesse und Technologien für nachhaltiges Bauen mit Ziegeln 545
2.2	Optimierung der Produkteigenschaften mit modernen Tools 527	4.1	Die 3-Säulen-Strategie für eine klimaneutrale Ziegelproduktion 545
2.3	Entwicklung von Systemlösungen für optimiertes Ziegelmauerwerk 529	4.2	Reduktion fossiler CO ₂ -Emissionen in der Ziegelproduktion 548
2.4	Anwendungsbeispiele für ein langlebiges monolithisches Ziegelmauerwerk im mehrgeschossigen Wohnungsbau 531	4.2.1	Ausgangssituation und Zielsetzung für den Energieverbrauch 548
2.4.1	Wohnhausanlage Morogasse, Klagenfurt 531	4.2.2	Projekt DemoPlant und DryFiciency zur Energierückgewinnung 548
2.4.2	Verwaltungsgebäude Cura Cosmetic, Innsbruck 531	5	Digitalisierung in der Bauindustrie 552
2.4.3	Bürobau Interpark FOCUS 40, Röthis 532	5.1	Entwicklung von Prozessen zur digitalen Kooperation mit Kunden 552
2.4.4	Wohn- und Bürobau Loft Living, Sonnwendviertel, Wien 532	5.2	BIM-Elemente für Mauerwerkssysteme 554
2.4.5	Wohnbau Wildgarten – Wohnen am Rosenhügel, Wien 533	5.2.1	Arbeitsweise der Planer im BIM-Projekt 554
3	Bauprozess und Automatisierung im Mauerwerksbau 533	5.2.2	Digitale Datenbereitstellung für Mauerwerkssysteme 555
3.1	Mauerwerksroboter für verschiedene Einsatzgebiete 533	5.2.3	Beispielhafte Lösungsansätze 556
3.2	Modulares Bauen – Vorfertigung mit Redbloc-Ziegelfertigteilen 537	5.2.3.1	Wienerberger BIM Suite (Belgien) 556
3.2.1	Modulbauweise und Ziegelfertigteile – Begriffsklärung 537	5.2.3.2	Wienerberger BIM-Plug-In (Tschechien) 557
3.2.2	Hohe Qualität bei individueller Anfertigung 538	5.2.4	Schnittstelle PIM-BIM – die Herausforderungen 557
3.2.3	Maßgenaue Wände durch vollautomatisierte Produktion 538	5.3	Entwicklung von Softwaretools für Tragwerksplaner 560
3.2.4	Schnelle, einfache und saubere Montage 539	5.3.1	Einleitung 560
3.2.5	Emissionsarmes Bauen mit Ziegelfertigteilen 540	5.3.2	Bemessung der vertikalen Tragfähigkeit – N _{Rd} -Pro-Tool 561
3.2.6	Anwendungsbeispiele 540	5.3.3	Bemessung der Schubtragfähigkeit – V _{Rd} -Pro-Tool 562
3.3	Planziegelmauerwerk – effiziente Mörtelaufragssysteme 541	5.4	Mauerwerksmodul für 3D-Finite-Elemente-Software RFEM von Dlubal 563
3.3.1	Planziegelmauerwerk 541	6	Fazit 565
		7	Literatur 565

XVIII Inhaltsverzeichnis

E 3 Mauerwerk in XXL – Großformatiges Bauen mit bewehrten Porenbetonelementen, vertikal und horizontal 569	
Markus Heße, Mario Schmitz, Andreas Radischewski	
1	Einleitung 571
1.1	Der Baustoff 571
1.2	Herstellung von Porenbeton 571
1.3	Normen und Zulassungen für die Herstellung und Anwendung von Porenbeton 571
1.4	Klassifizierung von bewehrten Porenbetonprodukten 572
2	Einsatzmöglichkeiten in vertikaler oder horizontaler Ausführung 572
2.1	Stehend tragend 572
2.2	Liegend tragend 574
2.3	Stehend nichttragend 575
2.4	Horizontal nichttragend 575
3	Anforderungen an die Produktion 576
4	Architekturplanung mit XXL-Elementen am Beispiel von Systemwandelementen, stehend tragend 577
4.1	Vereinbarung von Planungsgrundsätzen bei stehenden Systemwandelementen 577
4.1.1	Grundrissplanung im Raster 577
4.1.2	Höhenplanung 577
4.1.3	Dach- und Giebelschnitte 577
4.1.4	Wandöffnungen im Raster 578
4.1.5	Sonderbauteile mit Gehrungsschnitten 578
4.2	Vereinbarung von Planungsgrundsätzen bei liegenden Wandelementen 578
4.3	Einsatz von BIM 579
4.4	Weitergehende Hinweise für eine praxisgerechte Anwendung 580
5	Bautechnologische Planung 581
5.1	Statik 581
5.1.1	Bauteile ohne statische Berücksichtigung der Bewehrung 581
5.1.2	Weitergehende Hinweise zur Bemessung von Bauteilen mit statisch nicht ansetzbarer Bewehrung 583
5.1.3	Bewehrte Bauteile mit statischer Berücksichtigung der Bewehrung 583
5.2	Wärmeschutz 584
5.3	Brandschutz – brandsicher bauen mit bewehrten Porenbetonelementen 585
5.4	Schallschutz 587
6	Ausführung auf der Baustelle 588
6.1	Basisanforderungen 588
6.2	Verlegung der XXL-Elemente 589
6.3	Arbeitssicherheit 589
6.4	Vor- und Nachteile gegenüber Mauerwerk 589
7	Ein Blick in andere Länder 590
7.1	Niederlande – Wohnungsbau mit liegenden Wandelementen 590
7.2	Türkei – Erdbebensicheres Bauen mit stehenden Wandelementen 590
7.3	Australien – Siegeszug der Elemente als Verkleidung von Holzkonstruktionen 592
7.4	USA – Vorfertigung mit Leichtmetall-Ständerwänden und Beplankungen aus Porenbeton 593
8	Wie geht es weiter – ein Ausblick auf mehr Effizienz am Bau 593
9	Literatur 594
F Forschung	
F 1 Übersicht über abgeschlossene und laufende Forschungsvorhaben im Mauerwerksbau 595	
Jonathan Schmalz, Ludwig Wingerter	
1	Abgeschlossene Forschungsvorhaben 601
1.1	Übersicht Forschungsprojekte und Forschungsstellen 601
1.2	Kurzberichte 601
1.2.1	Rezyklierte Gesteinskörnungen aus Kalksandstein für vegetationstechnische Bodenverbesserungsmaßnahmen im Erd- und Straßenbau 601
1.2.2	Verbesserte Schalldämmung von Kalksandsteinmauerwerk durch Optimierung der produktionstechnischen Herstellungsparameter – Erhöhung des dynamischen E-Moduls des KS-Materials 602
1.2.3	Einsatz von Füllern aus fein gemahlenem Kalksandstein-Recycling-Material als Upcycling für Kalksandstein-, Beton- und Asphaltprodukte 602
1.2.4	Einsatz natürlicher mineralischer Füller für die Optimierung der Eigenschaftswerte von Kalksandsteinen – Reduzierung der Produktionskosten, des Energieverbrauchs und der CO ₂ -Emissionen 603

1.2.5	Untersuchungen zur Phasenbildung und Gefügeentwicklung bei der hydrothermalen Härtung von Porenbeton mittels In-situ-Röntgendiffraktometrie mit dem Ziel der Sulfatreduzierung und Prozessoptimierung	604	2.2.8	Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Sicherstellung der Dampfgängigkeit von hochverdichteten Kalksandstein-Rohlingen für die werkseigene Produktionskontrolle	622	
2	Laufende Forschungsvorhaben	607	2.2.9	Einsatz von calciniertem Ton zur Nutzung bislang ungeeigneter Sande für die Kalksandsteinproduktion	„Alkalifänger“	623
2.1	Übersicht Forschungsprojekte und Forschungsstellen	607	2.2.10	Eignung von Sägeschlämmen aus der Fertigung von Kalksandstein-Planelement-Bausätzen als Optimierungszusatz für die KS-Produktion	624	
2.2	Kurzberichte	608	2.2.11	Planziegelmauerwerk – Bestimmung der Eingangswerte für die Bemessung auf Basis von Versuchen: Druckfestigkeitsprüfung an Wandprüfkörpern und Ersatzprüfverfahren	625	
2.2.1	KI-basierte Schadensdetektion für das innovative Über- und Unterwasserscansystem 3D HydroMapper	608	2.2.12	Verhalten von Stahlbetonrahmen mit entkoppelten Mauerwerksaufmachungen und Öffnungen unter seismischen Einwirkungen	629	
2.2.2	Fahrbahnwannen auf Gewölbebrücken	611	2.2.13	Einfluss der exzentrischen Lasteinleitung am Außenwand-Decken-Knoten auf die Schubtragfähigkeit von monolithischen Außenwänden aus Ziegelmauerwerk	631	
2.2.3	Schaffung von Bemessungsgrundlagen für Lehmmauerwerk auf Basis von DIN EN 1996-3/NA mittels experimenteller und numerischer Untersuchungen	616	2.2.14	Entwicklung eines innovativen Ansatzes zur Entkopplung von Aufmachungen und nichttragenden Trennwänden aus Mauerwerk von der Tragstruktur	633	
2.2.4	Nachhaltig und zuverlässig bauen mit Lehm – Entwicklung eines semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts für feuchtebeeinflusstes Lehmmauerwerk	618	2.2.15	Neue Ansätze für die realistische Bemessung von Mauerwerksbauten unter Horizontallasten	635	
2.2.5	Entwicklung von Seilrobotern für die Erstellung von Kalksandstein-Mauerwerk auf der Baustelle	619				
2.2.6	Einsatz von metallurgischen Schlacken bei der Kalksandsteinproduktion zur Erhöhung des baulichen Schallschutzes	621				
2.2.7	Kosteneinsparung und Steigerung der Ressourceneffizienz von Kalksandsteinen durch Ansatz von Druckhaltestufen bei der Hydrothermalhärtung – sog. „Treppenkurven“ – CO ₂ -Einsparung	622				

Stichwortverzeichnis 639

