

Inhaltsübersicht

A Baustoffe · Bauprodukte

- I Eigenschaften von Mauersteinen, Mauermörtel, Mauerwerk und Putzen 3
Wolfgang Brameshuber, Aachen
- II Neuentwicklungen beim Mauerwerksbau mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) 35
Wolfram Jäger, Dresden und Roland Hirsch, Berlin
- III Glasfaserbewehrung im Mauerwerksbau 69
Ben Jütte und Werner Venter, Baden-Baden
- IV Befestigungsmittel für den Mauerwerksbau 89
Michael Müller und Eckehard Scheller, Berlin
aktualisiert durch Andreas Kummerow, Berlin

B Konstruktion · Bauausführung · Bauwerkserhaltung

- I Befestigung von Fenstern in Mauerwerk 139
Jürgen Küenzlen, Künzelsau und Eckehard Scheller, Berlin
- II Verankerung von Fassadengerüsten 183
Jürgen Küenzlen, Künzelsau und Christoph-Ludwig Bügler, Berlin
- III Instandsetzung und Ertüchtigung von Mauerwerk Teil 5: Vernadeln, Verankern (Berechnung) 199
Birger Gigla, Lübeck
- IV Nutzung von Verpressankern zur Ertüchtigung von historischem Mauerwerk 231
Sebastian Ortlepp, Dresden
- V Einsatz von Glasfaserbewehrung in historischem Mauerwerk – dargestellt am Beispiel des Wiederaufbaus des erdbebengeschädigten Sistani Hauses in Arg-e-Bam (Iran) 269
Jörg Braun, Dresden und Toralf Burkert, Weimar

C Bemessung

- I Einführung des Eurocode 6, DIN EN 1996-3 Vereinfachte Berechnungsmethoden – Algorithmen, Erläuterungen und Anwendungsbeispiele 325
Wolfram Jäger und Carola Hauschild, Dresden
- II Einführung des Eurocode 6, Nachweis von Wänden mit teilweise aufliegender Deckenplatte nach DIN EN 1996-1-1: Algorithmen, Erläuterungen und Anwendungsbeispiele 353
Wolfram Jäger, Stephan Reichel, Tammam Bakeer, Dresden
- III Ingenieurmodell zur Tragfähigkeit ohne Verbund vorgespannter Kalksandstein-Mauerwerkswände 373
Odontsetseg Dashkhuu, Hemsbach und Erhard Gunkler, Detmold

D Bauphysik · Brandschutz

- I Auswirkungen punktförmiger Wärmebrücken bei Verblendmauerwerk – Einflüsse, rechnerische Quantifizierung und Optimierungspotenzial 405
Frank U. Vogdt, Jan Bredemeyer und Hendrik Keßlau, Berlin
- II Einsatz von Vakuumisolationspaneelen (VIP) bei zweischaligem Verblendmauerwerk 433
Robert Masou, Dresden und Martin Forstner, Neumarkt

E Normen · Zulassungen · Regelwerk

- I Geltende Technische Regeln für den Mauerwerksbau (Deutsche, Europäische und Internationale Normen) (Stand 30.9.2013) 477
Peter Rauh und Immo Feine, Berlin
- II Verzeichnis der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den Mauerwerksbau (Stand 31.8.2013) 493
Wolfram Jäger, Dresden und Roland Hirsch, Berlin

F Forschung

- I Übersicht über abgeschlossene und laufende Forschungsvorhaben im Mauerwerksbau 621
Anke Eis und Sebastian Ortlepp, Dresden

Stichwortverzeichnis 641

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Autoren	XIX
Beiträge früherer Jahrgänge	XXI
A Baustoffe · Bauprodukte	
I Eigenschaften von Mauersteinen, Mauermörtel, Mauerwerk und Putzen	3
Wolfgang Brameshuber, Aachen	
1 Allgemeines	3
2 Eigenschaftskennwerte von Mauersteinen ..	3
2.1 Festigkeitseigenschaften	3
2.1.1 Längsdruckfestigkeit	3
2.1.2 Zugfestigkeiten	4
2.2 Verformungseigenschaften	6
2.2.1 Elastizitätsmodul senkrecht zur Lagerfuge unter Druckbeanspruchung	6
2.2.2 Elastizitätsmodul in Steinlängsrichtung unter Zugbeanspruchung	6
2.2.3 Spannungs-Dehnungs-Linie	7
2.2.4 Querdehnungsmodul	7
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	9
3.3.1 E-Modul (Längsdehnungsmodul) E	9
3.3.2 Querdehnungsmodul E_q	9
3.3.3 Feuchtedehnung (Schwinden ϵ_s)	9
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	9
5 Eigenschaftswerte von Mauerwerk	13
5.1 Druckfestigkeit senkrecht zu den Lagerfugen	13
5.2 Druckfestigkeit parallel zu den Lagerfugen	20
5.3 Zugfestigkeit und -tragfähigkeit	20
5.4 Biegezugfestigkeit und -tragfähigkeit	20
5.5 Verformungseigenschaften	24
5.5.1 Allgemeines	24
5.5.2 Druckbeanspruchung senkrecht zu den Lagerfugen	24
5.5.2.1 Druck-E-Modul E_D	24
5.5.2.2 Querdehnungszahl μ_D und Dehnung bei Höchstspannung $\epsilon_{u,D}$	26
5.5.2.3 Völligkeitsgrad α_0	26
5.5.3 Druckbeanspruchung parallel zu den Lagerfugen	26
5.5.3.1 Druck-E-Modul $E_{D,p}$	26
5.5.3.2 Dehnung bei Höchstspannung $\epsilon_{u,D,p}$	26
5.5.4 Zug-E-Modul E_Z (Zugbeanspruchung parallel zu den Lagerfugen)	27
5.5.5 Feuchtedehnung ϵ_f , (Schwinden ϵ_s , irreversibles Quellen ϵ_q), Kriechen (Kriech- zahl ϕ), Wärmedehnungskoeffizient α_T	27
6 Feuchtigkeitstechnische Kennwerte von Mauersteinen, Mauermörtel und Mauerwerk	28
6.1 Kapillare Wasseraufnahme	28
6.2 Wasserdampfdurchlässigkeit	29
7 Natursteine, Natursteinmauerwerk	29
8 Eigenschaftswerte von Putzen (Außenputz)	29
8.1 Allgemeines	29
8.2 Festigkeitseigenschaften	31
8.2.1 Druckfestigkeit β_D	31
8.2.1 Zugfestigkeit β_Z	31
8.3 Verformungseigenschaften	31
8.3.1 Zug-E-Modul E_Z , dynamischer E-Modul $\text{dyn } E$	31
8.3.2 Zugbruchdehnung $\epsilon_{Z,u}$	31
8.3.3 Zugrelaxation ψ	31
8.3.4 Schwinden ϵ_s , Quellen ϵ_q	31
8.4 Eigenschaftszusammenhänge	31
9 Literatur	32

II	Neuentwicklungen beim Mauerwerksbau mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)	35			
	Wolfram Jäger, Dresden und Roland Hirsch, Berlin				
	Vorbemerkungen	35	7	Trockenmauerwerk	58
1	Mauerwerk mit Normal- oder Leichtmörtel	37	8	Mauerwerk mit PU-Kleber	58
2	Mauerwerk mit Dünnbettmörtel	38	9	Bewehrtes Mauerwerk	62
3	Mauerwerk mit Mittelbettmörtel	58	10	Ergänzungsbauteile	65
4	Vorgefertigte Wandtafeln	58	11	Literatur	66
5	Geschosshohe Wandtafeln	58	12	Bildnachweis	67
6	Schalungsstein-Bauarten	58			
III	Glasfaserbewehrung im Mauerwerksbau	69			
	Ben Jütte und Werner Venter, Baden-Baden				
1	Einleitung	69	5.3	Last- und Schnittgrößenermittlung	80
2	Einführung in die Glasfaserbewehrung	69	5.4	Biegebemessung	81
2.1	Faserverbundwerkstoffe	69	5.5	Querkraftbemessung	81
2.2	Glasfaserbewehrung	70	5.5.1	Bauteile ohne Querkraftbewehrung	81
2.3	Entwicklung der Glasfaserbewehrung – historischer Überblick	71	5.5.2	Bauteile mit Querkraftbewehrung	81
2.4	Normen und Richtlinien für Glasfaser- bewehrung	71	5.6	Verbund	82
3	Begriffe und Formelzeichen	71	5.7	Konstruktionsregeln	82
4	Materialeigenschaften Glasfaserbewehrung	72	5.7.1	Betondeckung	82
4.1	Allgemeines	72	5.7.2	Verankerungslängen	82
4.2	Dauerhaftigkeit / Bedeutung der plan- mäßigen Einsatzdauer	72	5.7.3	Übergreifungsstöße	82
4.3	E-Modul und Zugfestigkeit	73	5.8	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	82
4.3.1	E-Modul	73	5.8.1	Begrenzung der Rissbreiten	82
4.3.2	Kurzzeitzugfestigkeit	73	5.8.2	Durchbiegung	83
4.3.3	Langzeitzugfestigkeit	74	5.9	Heißbemessung	83
4.3.3.1	Restfestigkeitskonzept	74	5.10	Nachträglicher Einbau von Bewehrungs- stäben	83
4.3.3.2	Konzept der Versagensstandzeitlinie	74	6	Bemessung Glasfaserbewehrung im Mauerwerksbau nach EC 6	83
4.4	Verbundverhalten	75	6.1	Bewehrung (EC 6 Abs. 3.4)	84
4.4.1	Kurzzeitverbundverhalten	75	6.2	Verbundfestigkeit der Bewehrung (Abs. 3.6.4)	84
4.4.2	Langzeitverbundverhalten	76	6.3	Dauerhaftigkeit von Mauerwerk (Abs. 4.3)	84
4.5	Thermisches Verhalten	77	6.4	Vertikal beanspruchte Mauerwerkswände (Abs. 5.5.1)	84
4.5.1	Brandverhalten	77	6.5	Maueranker (Abs. 6.5)	84
4.5.2	Niedrigtemperaturen	78	6.6	Grenzzustand der Tragfähigkeit (EC 6 Kapitel 6)	85
4.5.3	Hochtemperaturen	78	6.6.1	Bewehrte Mauerwerksbauteile unter Biegung, Biegung und Längskraft oder Längskraft (Abs. 6.6)	85
4.5.4	Wärmeausdehnungskoeffizient	78	6.6.2	Mauerwerksbauteile unter Schubbelastung (Abs. 6.7)	85
4.6	Elektromagnetische Eigenschaften	78	6.7	Bewehrte Mauerwerksbauteile (Abs. 7.3)	85
4.7	Dynamisches Verhalten	78	6.8	Ausbildung der Bewehrung (Abs. 8.2)	85
4.8	Bügel	78	6.9	Ringanker (Abs. 8.5.1.4)	85
4.8.1	Allgemeines	78	6.10	Zweischalige Wände (Abs. 8.5.2.2)	85
4.8.2	Formen, Biegerollendurchmesser	78	7	Referenzprojekte im Mauerwerksbau	86
4.8.3	E-Modul	79	7.1	Münster Salem	86
4.8.4	Zugfestigkeit	79	7.2	Stephansdom, Wien	86
4.8.5	Verbundeigenschaften der Bügel	79			
5	Bemessung glasfaserbewehrter Beton- bauteile nach EC 2	79			
5.1	Anwendungsbereiche	79			
5.2	Allgemeines	80			

7.3	Sagrada Familia	86	8	Ausblick	87
7.4	Old Palace Katar	86			
7.5	Bam	86	9	Literatur	88
7.6	Baubiologie	87			
IV	Befestigungsmittel für den Mauerwerksbau				89
	Michael Müller und Eckehard Scheller, Berlin aktualisiert durch Andreas Kummerow, Berlin				
1	Einleitung – Allgemeines	89	3.2.3	Verankerungsgrund	107
1.1	Einleitung	89	3.2.4	Versuche	108
1.2	Allgemeines	89	3.2.5	Nutzungskategorien	108
1.3	Dübelarten mit Bohrmontage	90	3.2.6	Baustellenversuche	109
2	Kunststoffdübel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	91	3.2.7	Europäische technische Zulassungen (ETA) nach ETAG 014	109
2.1	Kunststoffdübel zur Befestigung von Fassadenbekleidungen	91	3.2.7.1	Allgemeines	109
2.1.1	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen ..	91	3.2.7.2	fischer Nageldübel PN 8 und CN 8 – Dämmstoffdübel der neusten Generation ..	110
2.1.2	Beschreibung und Wirkungsweise	91	3.2.7.3	„Tellerdübel“ mit versenkter Montage ...	110
2.1.3	Anwendungsbereich	91	3.2.7.4	Hilti-WDVS-Schraubdübel D 8-FV	111
2.1.4	Zulässige Beanspruchungen	92	3.2.7.5	KEW-Thermoschlagdübel KEW TSD-V ..	112
2.1.5	Montage und sonstige Hinweise	96	3.2.7.6	Sonderlösung: POROTON WDF mit fischer TERMOZ 8 U	112
2.2	Kunststoffdübel zur Befestigung von Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) ..	98	3.2.8	Anwendungszulassungen, Technical Reports und Änderung der ETAG 014 ...	114
2.3	Kunststoffdübel zur Befestigung von Putzträgerplatten und Wärmedämm- Verbundelementen	99	4	Injektionsdübel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	114
3	Kunststoffdübel mit europäischer technischer Zulassung	100	4.1	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen	114
3.1	ETAG 020 – Leitlinie für Kunststoff- dübel für Verankerungen in Beton und Mauerwerk	100	4.2	Beschreibung der Komponenten und Wirkungsweise	114
3.1.1	Allgemeines	100	4.3	Anwendungsbereich	115
3.1.2	Geltungsbereich	100	4.4	Zulässige Beanspruchungen	115
3.1.3	Abmessungen und Werkstoffe	100	4.5	Montage und sonstige Hinweise	116
3.1.4	Nutzungskategorien	100	4.6	Beispiel für Sonderlösung: fischer Thermax	117
3.1.5	Zulassungsversuche allgemein	101	5	Injektionsdübel mit europäischer technischer Zulassung	118
3.1.6	Zulassungsversuche im Mauerwerk	101	5.1	ETAG 029 – Leitlinie für Injektionsdübel zur Verankerung im Mauerwerk	118
3.1.7	Anhänge A, B und C	102	5.2	Geltungsbereich	118
3.1.8	Europäische technische Zulassungen (ETA) nach ETAG 020	102	5.3	Wirkungsweise und Abmessungen	118
3.1.8.1	Allgemeines	102	5.4	Nutzungskategorien	118
3.1.8.2	Verwendungszweck	102	5.5	Charakteristische Tragfähigkeitswerte ...	119
3.1.8.3	Merkmale des Produkts und CE-Kenn- zeichnung	103	5.6	Anhänge A, B und C	119
3.1.8.4	Bemessung – Allgemeines	103	6	Weitere Dübel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	119
3.1.8.5	Besondere Bedingungen bei der Bemessung für Mauerwerk und Poren- beton	103	6.1	Porenbetondübel	119
3.1.8.6	Einbau des Dübels	104	6.1.1	Beschreibung und Wirkungsweise	119
3.1.8.7	Vergleich Kunststoffdübel mit abZ und Kunststoffdübel mit ETA nach ETAG 020	105	6.1.2	Anwendungsbereich	121
3.2	ETAG 014 – Leitlinie für Kunststoff- dübel zur Befestigung von Wärmedämm- Verbundsystemen	107	6.1.3	Zulässige Beanspruchungen	121
3.2.1	Allgemeines	107	6.1.4	Montage und sonstige Hinweise	123
3.2.2	Kunststoffdübel für WDVS	107	6.2	Dübel zur nachträglichen Verankerung von Vormauerschalen	123
			6.2.1	Allgemeines	123
			6.2.2	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen	124

6.2.3	EJOT-Verblend-Sanier-Dübel VSD (Z-21.2-1652)	124	7.3.1	Allgemeines	129
6.2.4	fischer-Verblendsanieranker VBS 8 (Z-21.3-1737)	125	7.3.2	Einzelkonsolen	129
6.2.5	Hilti-Mauerwerksvernadelung HIT-MV (Z-21.3-1888)	125	7.3.3	Winkelkonsolen	131
7	Anker, Konsolen und Schienen	125	7.3.4	Einmörtelkonsolen	131
7.1	Allgemeines	125	7.3.5	Konsolwinkel	131
7.2	Anker	126	7.3.6	Auflagerwinkel	132
7.2.1	Allgemeines	126	7.4	Schienen	132
7.2.2	Maueranschlussanker	127	7.4.1	Allgemeines	132
7.2.3	Wandanschlusswinkel	128	7.4.2	Maueranschlussschienen	132
7.2.4	Mauerverbinder	128	7.4.3	Ankerschienen	132
7.2.5	Anker zur Verbindung der Mauerwerks- schalen von zweischaligen Außenwänden	128	7.4.4	Ankerschienen mit Verzahnung	134
7.2.6	Attika-Verblendanker	128	7.4.5	Ankerschienen für Fertigteilstürze	134
7.3	Konsolen	129	7.5	Ergänzungsbauteile für Mauerwerk nach DIN EN 845	135
			8	Zusammenfassung – Ausblick	135
			9	Literatur	135

B Konstruktion · Bauausführung · Bauwerkserhaltung

I	Befestigung von Fenstern in Mauerwerk	139			
	Jürgen Künzlen, Künzelsau und Eckehard Scheller, Berlin				
1	Einführung	139	5.1	Widerstandsfähigkeit bei Windlast	154
2	Definition „Fenster“	140	5.1.1	Auswirkung der Windbelastungen bei einflügeligen Elementen	154
3	Regelwerke	141	5.1.2	Auswirkung der Windbelastungen bei einem zweiflügeligen Element	157
3.1	Anforderungen an die Dübeltechnik	141	5.2	Bedienkräfte nach DIN EN 13115	160
3.2	Allgemeine Technische Vertrags- bedingungen für Bauleistungen	141	5.3	Mechanische Festigkeit nach DIN EN 13115	160
3.3	Normenreihe DIN 18008 „Glas im Bauwesen“	141	5.4	Dauerfunktion nach DIN EN 12400	162
3.3.1	Allgemeines	141	5.4.1	Prüfung von Fenstern und Fenstertüren ..	163
3.3.2	DIN 18008, Teil 1 und Teil 2: Linien- förmig gelagerte Verglasungen	141	5.4.2	Prüfung von Haustüren	163
3.3.3	TRAV wird zu DIN 18008, Teil 4 – Regelungen für absturzsichernde Verglasungen	142	5.5	Differenzklimaverhalten nach DIN EN 13420	163
3.3.3.1	Allgemeines	142	5.6	Stoßfestigkeit nach DIN EN 13049	164
3.3.3.2	Kategorien	142	6	Absturzsichernde Verglasungen	165
3.3.3.3	Statische Einwirkungen	142	7	Abschätzung der Einwirkungen auf die Fensterbefestiger	166
3.3.3.4	Stoßartige Einwirkungen	143	8	Montage in der Dämmebene	169
3.4	Produktnorm DIN EN 14351-1:2010-08 ..	143	9	Montage von Fenstern mit Anforderungen an die Einbruchhemmung	171
3.5	DIN 18055: Anforderungen und Empfeh- lungen an Fenster und Außentüren	144	9.1	Allgemeines	171
3.5.1	Allgemeines	144	9.2	Prüfungen und Verankerungsgründe	171
3.5.2	Merkmale, die ein Fenster erfüllen muss ..	144	9.3	Durchgeführte Versuche	172
3.5.2.1	Widerstandsfähigkeit bei Windlast	144	9.3.1	Versuche nach DIN V ENV 1627 bis 1630:1999-04	172
3.5.2.2	Schlagregendichtheit und Luft- durchlässigkeit	149	9.3.1.1	Widerstandsklasse WK 2	172
3.5.2.3	Tragfähigkeit von Sicherheits- vorrichtungen	149	9.3.1.2	Widerstandsklasse WK 3	174
3.6	ift-Richtlinie MO-02/1	149	9.3.1.3	Vergleich Versuche in den Klassen WK 2 und WK 3	176
4	Einwirkungen auf ein Fenster	150	9.3.2	Versuche nach DIN EN 1627 bis 1630:2011-09	177
5	Prüfung von Befestigern für Fenster am Gesamtsystem	150	9.3.2.1	Widerstandsklasse RC 2	177

9.3.2.2	Montage in der Dämmebene	179	10	Fazit	181
9.4	Montagebescheinigung nach erfolgtem Einbau einbruchhemmender Elemente . . .	180	11	Literatur	181
II	Verankerung von Fassadengerüsten				183
	Jürgen Künzlen, Künzelsau und Christoph-Ludwig Bügler, Berlin				
1	Lasten und Mechanismen bei einem Fassadengerüst	183	2.2.2	DIN 4426: Einrichtungen zur Instand- haltung baulicher Anlagen	188
1.1	Grundsätzliches	183	2.2.3	Zulassungen für Fassadengerüste	189
1.2	Konstruktive Besonderheiten des Gerüstbaus	184	2.2.4	Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeits- und Schutzgerüsten der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft .	189
1.3	Baurechtliche Konsequenzen – Regel- ausführungen	184	2.2.5	Fachinformation Gerüste für Arbeiten an Fassaden mit Wärmedämm-Verbund- systemen (WDVS)	190
1.4	Ankerraster und Ausbildung der Gerüsthalter	185	2.3	Temporäre bzw. dauerhafte Verankerung	191
1.5	Horizontale Beanspruchungen der Fassadengerüste und Ankerkräfte	186	2.4	Einleitung von Druckkräften	192
1.6	Verankerung von Gerüsten an Fassaden mit nicht tragfähigen Aufbauten	186	2.5	Montage und Auswahl von Dübeln	192
2	Verankerung im Untergrund im Detail . . .	187	2.5.1	Bohren	192
2.1	Allgemeines	187	2.5.2	Kunststoffdübel	193
2.2	Regelungen	188	2.5.3	Injektionsdübel	195
2.2.1	DIN EN 12811-1: Temporäre Konstruk- tionen für Bauwerke, Teil 1: Arbeits- gerüste	188	3	Fazit	196
			4	Literatur	196
III	Instandsetzung und Ertüchtigung von Mauerwerk Teil 5: Vernadeln, Verankern (Berechnung)	199			
	Birger Gigla, Lübeck				
1	Einführung	199	4.3.4	Umgebendes Steinmaterial	214
2	Begriffe	199	4.3.5	Vergleich zwischen Verpressankern und Stahlbetonbewehrung	218
2.1	Verpressanker im Mauerwerk	199	4.3.6	Auflasten	219
2.2	Verbundfestigkeit und Ankerwiderstand .	200	4.4	Bemessungswerte der Verbundfestigkeit .	219
2.3	Denkmalschutz und Denkmal- verträglichkeit	201	5	Entwurf und Berechnung	220
3	Konstruktion von Verpressankern im Mauerwerk	202	5.1	Voruntersuchungen	220
3.1	Anforderungen	202	5.2	Voraussetzungen für die Anwendung von Verpressankern	221
3.2	Bohrungen	202	5.3	Wahl der Ankergeometrie und des Ankersystems	221
3.3	Ankerstäbe	202	5.4	Erforderliche Nachweise	221
3.4	Korrosionsschutz	204	5.5	Bemessungsbeispiele	222
3.5	Einbau der Ankerstäbe	204	5.5.1	Ankerzugkraft in monolithischem Postaer Sandstein	222
3.6	Verpresskörper	205	5.5.2	Instandsetzung von Bruchsteinmauer- werk aus Granit	223
3.7	Verpressen	205	5.5.3	Abdeckung von Schub im Ziegelmauer- werk	223
3.8	Weiterentwicklungen und Bauprodukte für Verpressanker	206	6	Qualitätssicherung	224
4	Bemessung von Verpressankern	207	7	Zusammenfassung	229
4.1	Stand der Wissenschaft	207	8	Literatur	230
4.2	Versagensarten	210			
4.3	Maßgebende Einflussfaktoren	211			
4.3.1	Ankerstab	211			
4.3.2	Eigenschaften der Verpresssuspension . .	212			
4.3.3	Druckfestigkeit des Verpresskörpers . . .	214			

IV	Nutzung von Verpressankern zur Ertüchtigung von historischem Mauerwerk	231		
	Sebastian Ortlepp, Dresden			
1	Einleitung und Problemstellung	231	2.6	Nachweis ertüchtigter Mauerwerksbauteile mit Verpressankern unter Querkraftbeanspruchung in Scheibenebene
1.1	Einsatz von Nadeln und Verpressankern zur Ertüchtigung von historischen Mauerwerksbauten	231		252
1.1.1	Mauerwerksverbände	232	3	Numerische Nachbildung von Schubwänden mit vertikalen Verpressankern ..
1.1.2	Mauerwerksgefüge	232		252
1.1.3	Versagensformen von historischem Mauerwerk unter Erdbebenbeanspruchung	235	3.1	Allgemeines
1.2	Seismische Ertüchtigungsstrategien bei historischen Bauten	237	3.2	Untersuchte Modelle
1.3	Sanierung von historischem Mauerwerk durch Injektion	238	3.3	Mauerwerk ohne vertikale Verpressanker ..
1.4	Verbundwirkung von Verpressankern im Natursteinmauerwerk	240	3.3.1	Mauerwerk mit einem vertikalen Verpressanker
2	Theoretische Untersuchung zu Verpressankern im Mauerwerk	241	3.4	Auswertung der Ergebnisse
2.1	Allgemeines	241	4	Bemessung von bewehrtem Mauerwerk ..
2.2	Verpressanker im Mauerwerk	241	5	Mauerwerk mit vertikalen Verpressankern im Experiment
2.3	Kraftübertragung im Verpressanker	242		257
2.3.1	Krafteinleitung in den Ankerstab	242	5.1	Versuche zum Verhalten der Verpressanker
2.3.2	Krafteinleitung in den Verpresskörper ..	242		257
2.3.3	Versagensarten des Verpressankers	242	5.2	Auszugsversuche
2.4	Analytische Beschreibung der Verbundfestigkeit des Verpressankers im Mauerwerk	244	5.2.1	Aufbau
2.4.1	Allgemeines	244	5.2.2	Versuchskörper
2.4.2	Verbundverhalten zwischen Stahlanker und Injektionsmörtel	244	5.2.3	Versuchsprogramm
2.4.3	Verbundverhalten zwischen Injektionsmörtel und Naturstein	246	5.2.4	Statische Ausziehversuche zur Bestimmung der maximalen Ausziehkraft
2.5	Schubfestigkeit von Mauerwerk mit vertikalen Verpressankern	248	5.2.4.1	Statische Ausziehversuche $D_B = 58$ mm, $\varnothing 16$ mm
2.5.1	Bruchkriterium I: Klaffen der Lagerfuge ..	250	5.2.4.2	Statische Ausziehversuche $D_B = 82$ mm, $\varnothing 28$ mm
2.5.2	Bruchkriterium II: Reibungsversagen	250		261
2.5.3	Bruchkriterium III: Steinzugversagen	251	5.2.5	Einfluss der Bohrloch- und Stabdurchmesser
2.5.4	Bruchkriterium IV: Schub-Druckversagen	251		262
			5.3	Versuche zum Verbundverhalten
			5.3.1	Versuchskörper mit großer Verbundlänge
				264
			6	Zusammenfassung und Ausblick
				265
			7	Literatur
				266
V	Einsatz von Glasfaserbewehrung in historischem Mauerwerk – dargestellt am Beispiel des Wiederaufbaus des erdbebengeschädigten Sistani Hauses in Arg-e-Bam (Iran)	269		
	Jörg Braun, Dresden und Toralf Burkert, Weimar			
1	Einführung	269	2.1.3.2	Materialien zum Verpressen von Ankern im Lehmmauerwerk
2	Sanierung von erdbebengeschädigtem Lehmmauerwerk	271		275
2.1	Wissenschaftliche und praxisorientierte Voruntersuchungen	271	2.1.3.3	Zugversuche an Ankern
2.1.1	Stand der Forschung	272		281
2.1.2	Bohrtechnologien für Ankerlöcher im Lehmmauerwerk	273	2.1.4	Verpressen von Rissen im Lehmmauerwerk
2.1.3	Verankerung von Rissen im Lehmmauerwerk	274		284
2.1.3.1	Zuganker für die Rissvernadelung	274	2.1.4.1	Materialien zum Verpressen von Rissen im Lehmmauerwerk
				285
			2.1.4.2	Technologien zum Reinigen und zum Ausfüllen von Rissen
				287
			2.1.5	Ermittlung der Schubfestigkeit von ungeschädigten und sanierten Wänden aus Lehmmauerwerk
				289

2.1.6	Schlussfolgerungen aus den umfangreichen Voruntersuchungen	291	2.2.4.2	Zuganker der Gurtbögen	303
2.1.7	Entwicklung eines optimierten Lehmsteins	293	2.2.4.3	Beispiel für die Bemessung des bewehrten Lehm- mauerwerks im Bereich des Ringbalkens	305
2.2	Statische Berechnungen und numerische Simulationen	294	2.3	Ausführungen vor Ort am Sistani Haus ..	308
2.2.1	Kollaps-Analyse	294	2.3.1	Ertüchtigung der noch verbliebenen Ruineteile	308
2.2.2	Statische Berechnungen	297	2.3.1.1	Stabilisierung der noch verbliebenen Mauerwerksreste	308
2.2.3	Grundlagen für eine ingenieurmäßige Bemessung	298	2.3.1.2	Einbau der Vertikalanker	315
2.2.3.1	Maximale Verankerungskräfte und -längen	299	2.3.2	Wiederaufbau der fehlenden Gebäude- struktur	316
2.2.4	Beispiele für die ingenieurmäßige Bemessung	302	3	Zusammenfassung und Ausblick	319
2.2.4.1	Zugverankerung und Schubverdübelung mit dem Boden	302	4	Literatur	320

C Bemessung

I	Einführung des Eurocode 6, DIN EN 1996-3 Vereinfachte Berechnungsmethoden – Algorithmen, Erläuterungen und Anwendungsbeispiele	325			
	Wolfram Jäger und Carola Hauschild, Dresden				
1	Vorbemerkungen	325	6.2	Normalkraftbeanspruchte zweischalige Außenwand mit voll aufliegender Deckenplatte	338
2	Anwendungsbedingungen	325	6.2.1	Geometrie	338
2.1	Vereinfachtes Verfahren	325	6.2.2	Überprüfung der Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens	338
2.2	Stark vereinfachtes Verfahren nach Anhang A	325	6.2.3	Knicklänge	338
3	Nachweisformat und Einwirkungskombinationen	327	6.2.4	Abminderungsfaktoren	339
4	Nachweis nach DIN EN 1996-3 bei zentrischer und exzentrischer Normalkraftbeanspruchung	327	6.2.5	Nachweise	339
4.1	Charakteristische Druckfestigkeiten von Einsteinmauerwerk nach DIN EN 1996-3/NA, Anhang NA.D	328	6.3	Haustrennwände	339
4.2	Bestimmung der Knicklänge	330	6.3.1	Geometrie	339
4.3	Nachweis überwiegend vertikal beanspruchter Wände	331	6.3.2	Belastung	339
4.4	Teilflächenlasten senkrecht zur Lagerfuge	332	6.3.3	Überprüfung der Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens	340
4.5	Nachweis von Kellerwänden	333	6.3.4	Knicklänge	340
5	Nachweis vertikal nicht beanspruchter Wände mit gleichmäßig verteilter horizontaler Bemessungslast	335	6.3.5	Abminderungsfaktoren	340
6	Beispiele	336	6.3.6	Nachweise	340
6.1	Normalkraftbeanspruchte Außenwand mit teilweise aufliegender Deckenplatte ..	336	6.4	Normalkraftbeanspruchte Innenwand	341
6.1.1	Geometrie	336	6.4.1	Geometrie	341
6.1.2	Belastung	336	6.4.2	Überprüfung der Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens	341
6.1.3	Überprüfung der Anwendbarkeit des vereinfachten Verfahrens	336	6.4.3	Bemessungsschnittgrößen	341
6.1.4	Bemessungsschnittgrößen	337	6.4.4	Knicklänge	341
6.1.5	Knicklänge	337	6.4.5	Abminderungsfaktoren	341
6.1.6	Abminderungsfaktoren	337	6.4.6	Nachweise	341
6.1.7	Nachweise	337	6.5	Kelleraußenwand	342
			6.5.1	Geometrie	342
			6.5.2	Annahmen	342
			6.5.3	Belastung	343
			6.5.4	Nachweis nach DIN EN 1996-3 + NA ..	343
			6.6	Kelleraußenwand mit hoher Erd- anschüttung und geringer Auflast	344
			6.6.1	Geometrie	344
			6.6.2	Annahmen	344
			6.6.3	Belastung	344

6.6.4	Nachweis nach DIN EN 1996-3 + NA ..	345	6.7.4.1	Knicknachweis nach dem vereinfachten Verfahren	348
6.6.5	Nachweis nach DIN EN 1996-1-1 + NA ..	345	6.7.4.2	Knicknachweis nach dem genaueren Verfahren zum Vergleich	349
6.7	Teilflächenbeanspruchung	347	7	Verwendete Bezeichnungen	350
6.7.1	Geometrie	347	8	Literatur	351
6.7.2	Bemessungsschnittgrößen	347			
6.7.3	Nachweis Teilflächenpressung	348			
6.7.4	Weitere Wandnachweise	348			
II	Einführung des Eurocode 6, Nachweis von Wänden mit teilweise aufliegender Deckenplatte nach DIN EN 1996-1-1: Algorithmen, Erläuterungen und Anwendungsbeispiele				353
	Wolfram Jäger, Stephan Reichel, Tammam Bakeer Dresden				
1	Vorbemerkungen	353	5.1.3	Tragwiderstand und Nachweise	366
2	Schnittkraftermittlung	354	5.1.3.1	Wandmitte für LK 2	366
3	Nachweisführung	356	5.1.3.2	Wandfuß für LK 1	367
4	Nachweis nach DIN EN 1996-1-1/NA ..	358	5.2	Wand mit ungleichem Deckenaufleger am Kopf und Fuß	367
4.1	Allgemeines Nachweisformat	358	5.2.1	Geometrie, Baustoffe und Einwirkungen	367
4.2	Schnittkraftermittlung	358	5.2.2	Schnittkräfte	368
4.3	Bestimmung der Knicklänge	362	5.2.2.1	Knicklängen	368
5	Beispiele	363	5.2.2.2	Lastkombinationen	368
5.1	Wand mit gleichem Deckenaufleger am Kopf und Fuß	363	5.2.2.3	Biegemomente	368
5.1.1	Geometrie, Baustoffe und Einwirkungen ..	363	5.2.2.4	Normalkräfte und Ausmitten	370
5.1.2	Schnittkräfte	364	5.2.3	Tragwiderstand und Nachweise	370
5.1.2.1	Knicklänge	364	5.2.3.1	Wandmitte für LK 1	370
5.1.2.2	Lastkombinationen	364	5.2.3.2	Wandfuß für LK 1	371
5.1.2.3	Biegemomente	364	6	Ausblick	371
5.1.2.4	Normalkräfte und Ausmitten	366	7	Literatur	371
III	Ingenieurmodell zur Tragfähigkeit ohne Verbund vorgespannter Kalksandstein-Mauerwerkswände				373
	Odontsetseg Dashkhuu, Hemsbach und Erhard Gunkler, Detmold				
1	Einleitung	373	4.1	Wände mit Beanspruchungen durch Einzellasten – Teilmodul SE	381
2	Ingenieurmodell zur Tragfähigkeit vorgespannter Mauerwerkswände	373	4.2	Biegedruckbeanspruchung vorgespannter Mauerwerkswände – Teilmodul B	383
2.1	Konstruktionsmerkmale für vorgespanntes Mauerwerk	373	4.3	Scheibenschubbeanspruchung vorgespannter Mauerwerkswände – Teilmodul S	386
2.2	Modulare Struktur des Ingenieurmodells ..	373	5	Ergänzende rechnerische Untersuchungen zum Tragverhalten vorgespannter Mauerwerkswände	392
3	Werkstoffsignifikante Ausgangsgrößen des Ingenieurmodells – Teilmodul W ...	375	6	Berechnungsmodelle	398
3.1	Werkstoffverhalten	375	6.1	Normalkraftwiderstand bei Biegedruckbeanspruchung – Modul B	398
3.1.1	Mauersteine	375	6.2	Querkrafttragfähigkeit in Wandebene – Teilmodul S	399
3.1.2	Mauermörtel	376	7	Zusammenfassung	400
3.1.3	Mauerwerk	377	8	Literatur	401
3.1.4	Spannstahl	380			
3.2	Werkstoffgesetze	381			
3.2.1	Einaxial druckbeanspruchtes Mauerwerk ..	381			
3.2.2	Zweiaxial in der Ebene beanspruchtes Mauerwerk	381			
3.2.3	Spannstahl	381			
4	Experimentelle Untersuchungen an Mauerwerkswänden	381			

D Bauphysik · Brandschutz

I	Auswirkungen punktförmiger Wärmebrücken bei Verblendmauerwerk – Einflüsse, rechnerische Quantifizierung und Optimierungspotenzial	405		
	Frank U. Vogdt, Jan Bredemeyer und Hendrik Keßlau, Berlin			
1	Einführung	405	3.2	Ungestörte, ebene Wandflächen
2	Grundlagen	406	3.2.1	Besonderheit 1: Luftschichten
2.1	Wärmetransport	406	3.2.2	Besonderheit 2: Luftschichtanker („Drahtanker“)
2.1.1	Wärmetransportmechanismen	406	3.3	Wärmebrücken (Verblenderkonsolen)
2.1.2	Wärmetransport in Feststoffen	407	3.3.1	Allgemeines
2.1.3	Wärmeübergang und Wärmetransport in Luftschichten	407	3.3.2	Energetische Betrachtung
2.2	Quantifizierung des Wärmetransports	408	3.3.3	Nachweis des Mindestwärmeschutzes
2.2.1	Spezifischer Transmissionswärmegängskoeffizient	408	4	Ansatz für ein Bemessungskonzept für Verblenderkonsolen
2.2.2	Thermischer Leitwert	408	4.1	Vorgehensweise
2.3	Wärmebrücken	409	4.2	Relevante Parameter
2.4	Wärmeschutztechnische Anforderungen	410	5	Wärmeschutztechnische Optimierung von Verblenderkonsolen
2.4.1	Allgemeines	410	5.1	Mögliche Varianten
2.4.2	Anforderungen an Wärmebrücken in energetischer Hinsicht	410	5.2	Bewertung der Varianten
2.4.3	Anforderungen an den Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken	411	5.2.1	Auswirkung in energetischer Hinsicht
3	Wärmeschutz von zweischaligen Mauerwerkskonstruktionen mit Verblenderschalen	411	5.2.2	Auswirkung auf den Mindestwärmeschutz
3.1	Allgemeines	411	6	Zusammenfassung und Ausblick
			7	Literatur
II	Einsatz von Vakuumisolationspaneelen (VIP) bei zweischaligem Verblendmauerwerk	433		
	Robert Masou, Dresden und Martin Forstner, Neumarkt			
1	Einleitung	433	4.2.1	Wandaufbau: Vorwand-Schalenzwischenraum – Hintermauer
1.1	Zum Projekt	433	4.2.2	Luftschichtanker – Stand der normativen Vorgaben
1.2	Problemstellung	433	4.2.3	Sichtung geeigneter Ankersysteme
1.3	Projektziele	434	4.2.3.1	Zum Luftschichtanker DUO
1.4	Lösungsansatz, Methode	434	4.2.3.2	Zum System Multi-Luftschichtanker Plus
1.5	Berichtsinhalte	434	4.2.3.3	Zum System ClickBrick
2	Vakuumisolationspaneel (VIP)	435	4.3	Ausgewählte Aspekte
2.1	Einleitung	435	4.3.1	Toleranzausgleich
2.2	Wirkprinzip und Leistungsrahmen	435	4.3.2	Tendenzen beim Schalenabstand
2.3	Aufbau und Arten	438	4.4	Zeilenförmige bzw. geschosshohe Befestigung
3	Anwendung	440	4.4.1	Gegenüberstellung der Verankerungsformen
3.1	Neubau – Sanierung	440	4.4.2	Stand der Technik in der Schweiz
3.2	Innendämmung – Außendämmung	441	4.5	Stand der Forschung in Deutschland
3.3	Verarbeitung	441	5	Wärmebrücken bei Luftschichtankern
4	Zweischaliges Mauerwerk	444	5.1	Wärmebrücken
4.1	Konstruktion	444	5.2	Punktförmige Wärmebrücken
4.1.1	Bauweise	444	5.2.1	Näherungsweise Ermittlung nach DIN EN ISO 6946
4.1.2	Begriffe	444	5.2.2	Genauere Ermittlung nach DIN EN ISO 10211
4.1.3	Merkmal	445		
4.1.4	Konstruktive Grundsätze	445		
4.1.5	Stand der Technik	445		
4.1.6	Normative Anforderungen	446		
4.2	Konstruktive Elemente	446		

5.3	Einflussgrößen	454	6.1.1	Festlegungen	458
5.3.1	Schalenabstand und Wärmeleitfähigkeit	454	6.1.2	Varianten	459
5.3.2	Wärmeoeffizient und Wärmeleitfähigkeit	454	6.1.3	Ergebnisse der Variantenuntersuchung ..	460
5.3.3	Gesamtwärmedurchgangskoeffizient und Wärmeleitfähigkeit	455	7	Zusammenfassung	466
6	Analyse spezifischer Wärmebrücken im numerischen Modell	457	7.1	Bauphysikalische Zusammenhänge	466
6.1	Einfluss der Ankeranordnung	458	7.2	Rückschlüsse auf die Konstruktion	467
			7.3	Fazit	470
			8	Literatur	470

E Normen · Zulassungen · Regelwerk

I	Geltende Technische Regeln für den Mauerwerksbau (Deutsche, Europäische und Internationale Normen) (Stand 30.9.2013)	477			
	Peter Rauh und Immo Feine, Berlin				

1	Vorbemerkung	477	2.3	Tragwerksbemessung für den Brandfall ..	478
2	Erläuterungen zur Anwendung des Eurocodes 6: „Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten“ vor der Bekanntmachung als Technische Baubestimmung ..	478	2.4	Endgültige bauaufsichtliche Einführung des Eurocodes 6	479
2.1	Allgemeines	478	2.5	Zur Anwendbarkeit des Eurocode 6 bei der Bemessung von Mauerwerk mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (Übergangsregeln)	479
2.2	Tragwerksbemessung für allgemeine Lastfälle (Kaltbemessung)	478	3	Regelwerk	479

II	Verzeichnis der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für den Mauerwerksbau (Stand 31.8.2013)	493			
	Wolfram Jäger, Dresden und Roland Hirsch, Berlin				

1	Mauerwerk mit Normal- oder Leichtmörtel	494	2.1.3	Planverfüllziegel	544
1.1	Mauersteine üblichen Formates	494	2.1.4	Kalksand-Plansteine	547
1.1.1	Mauerziegel	494	2.1.5	Porenbeton-Plansteine	550
1.1.2	Ziegel mit integrierter Wärmedämmung ..	504	2.1.6	Beton-Plansteine	553
1.1.3	Verfüllziegel	505	2.1.6.1	Planvollsteine und Planvollblöcke	553
1.1.4	Kalksandsteine	506	2.1.6.2	Planhohlblocksteine	561
1.1.5	Betonsteine	507	2.1.6.3	Plansteine aus Leichtbeton mit integrierter Wärmedämmung	566
1.1.5.1	Vollsteine und Vollblöcke	507	2.2	Planelemente und dafür zugelassene Dünnbettmörtel	574
1.1.5.2	Hohlblocksteine	512	2.2.1	Planziegel-Elemente	574
1.1.5.3	Hohlblocksteine mit integrierter Wärmedämmung	513	2.2.2	Kalksand-Planelemente	575
1.1.6	Sonstige Mauersteine	513	2.2.3	Porenbeton-Planelemente	581
1.2	Mauersteine größeren Formates	514	2.2.4	Beton-Planelemente	582
1.2.1	Mauerziegel	514	2.3	Wandbauart aus Planelementen in drittel- oder halbgoschosshoher Ausführung	584
1.2.2	Betonsteine	514	2.4	Weitere Dünnbettmörtel	585
1.3	Mauermörtel	515	3	Mauerwerk mit Mittelbettmörtel	586
1.3.1	Leichtmörtel	515	4	Vorgefertigte Wandtafeln	588
1.3.2	Sonstige Mörtel	515	4.1	Goschosshohe Mauertafeln	588
2	Mauerwerk mit Dünnbettmörtel	515	4.2	drittel- oder halbgoschosshohe Mauertafeln	591
2.1	Plansteine üblichen Formates und dafür zugelassene Dünnbettmörtel	515	4.3	Verguss- und Verbundtafeln	591
2.1.1	Planziegel	515	5	Goschosshohe Wandtafeln	592
2.1.2	Planziegel mit integrierter Wärmedämmung	535			

6	Schalungsstein-Bauarten	592	9.3	Stürze	596
7	Trockenmauerwerk	594	10	Ergänzungsbauteile	599
8	Mauerwerk mit PU-Kleber	595	10.1	Mauerfuß-Dämmelemente	599
9	Bewehrtes Mauerwerk	596	10.2	Anker zur Verbindung der Mauerwerks- schalen von zweischaligen Außenwänden	599
9.1	Bewehrung für bewehrtes Mauerwerk . . .	596	10.3	Sonstige Ergänzungselemente	601
9.2	Hochlochziegel für bewehrtes Mauer- werk	596		Anhang Zulassungsübersicht	602

F Forschung

I Übersicht über abgeschlossene und laufende Forschungsvorhaben im Mauerwerksbau 621
 Anke Eis und Sebastian Ortlepp, Dresden

1	Abgeschlossene Forschungsvorhaben	624	2.2.4	SIM Stoffkreislauf im Mauerwerksbau – Verwertungsoptionen für rezyklierte Gesteinskörnungen aus Mauerwerk in der Steine- und Erden-Industrie (AiF-Nr.: 17251-N)	634
1.1	Übersicht Forschungsprojekte und Forschungsstellen	624	2.2.5	Beschleunigung der Härtereaktionen durch mineralische Kalksandstein-Keime (AiF-Nr.: 16468-N)	635
1.2	Kurzberichte	625	2.2.6	Entwicklung eines Prüfverfahrens für Huminstoffe – Teil 2 (AiF-Nr.: 17339-N)	636
1.2.1	Biegezugfestigkeit von tragendem Ziegel- mauerwerk	625	2.2.7	Optimierung des rheologischen Verhal- tens von Kalk-Sand-Rohmischungen zur Steigerung der Scherbenrohddichte und der Festigkeit von Kalksandsteinen (AiF-Nr.: 17692-N)	636
1.2.2	Begleitung der Umstellung der allge- meinen bauaufsichtlichen Zulassungen von Stürzen auf die Eurocodes (DIBt) . . .	626	2.2.8	Kalksandstein-Recycling-Material für den Deponiebau – Methanox II (AiF-Nr.: 16637-N)	637
1.2.3	Nachhaltigkeit von Wohngebäuden aus Mauerwerk – Teil I: Nachhaltigkeit von Ein- und Zweifamilienhäusern aus Mauerwerk	627	2.2.9	Entwicklung einer Methodik zur ressourcenorientierten Steuerung der Werksprozesse in der Kalksandstein- Industrie (AiF-Nr.: 17544-N) – Numerische Simulation des Produktionsprozesses im Kalksandsteinwerk – Optimierung der Kalksandsteinherstellung	637
1.2.4	Nachhaltigkeitsbewertung von Einfamilienhäusern – Ein Beitrag zur Beurteilung und Optimierung der Nachhaltigkeitsqualität von kleinen Wohngebäuden (Dissertation)	628	2.2.10	Einsatz von natürlichen Schwermineral- sanden zur Steigerung der Rohddichte von Kalksandsteinen für einen hohen bau- lichen Schallschutz (AiF-Nr.: 17798-N) . .	639
1.2.5	SIM Stoffkreislauf im Mauerwerksbau – Nachhaltigkeitsanalyse für das Mauer- werksrecycling	629			
2	Laufende Forschungsvorhaben	632			
2.1	Übersicht Forschungsprojekte und Forschungsstellen	632			
2.2	Kurzberichte	632			
2.2.1	Druckfestigkeit von Mauerwerk	632			
2.2.2	Nachhaltigkeit von Wohngebäuden aus Mauerwerk – Teil II: Nachhaltigkeit von Mehrfamilienhäusern aus Mauerwerk	633			
2.2.3	SIM Stoffkreislauf im Mauerwerksbau – Vegetationssubstrate aus rezyklierten Gesteinskörnungen aus Mauerwerk (AiF-Nr.: 17319-N)	634			

Stichwortverzeichnis 641

