

Vorwort	5
1 Grundlegendes zur Innendämmung	17
1.1	Energetische Situation im Gebäudebestand <i>Kai-Uwe Schröder</i>	17
1.2	Energiepreisentwicklung und Motivation zur energieeffizienten Sanierung <i>Kai-Uwe Schröder</i>	18
1.3	Potenzial und Marktchancen energieeffizienter Sanierungen <i>Kai-Uwe Schröder</i>	19
1.4	Energetische Verbesserung durch Innendämmung <i>Kai-Uwe Schröder</i>	21
1.5	Wirtschaftlichkeit und Fördermöglichkeiten <i>Kai-Uwe Schröder</i>	22
1.6	Herausforderungen im Bestand <i>Kai-Uwe Schröder</i>	23
1.7	Vor- und Nachteile von Innendämmung <i>Kai-Uwe Schröder</i>	23
1.8	Vernetzung der Einflussfaktoren auf die Auswahl von Innendämmsystemen <i>Clemens Hecht</i>	25
2 Rechtliche Grundlagen und Anforderungen	27
	<i>Uwe Liebheit</i>	
2.1	Vertragsrecht	27
2.1.1	Werkvertrag	27
2.1.2	VOB/B-Vertrag	27
2.2	Energierrecht – Energieeinspargesetz (EnEG) – Energieeinsparverordnung (EnEV)	27
2.3	Informationspflichten und weitere Pflichten	28
2.3.1	Gesetz zur Umsetzung der Verbraucherrechte-Richtlinie 2011/83/EU	28
2.3.2	Vorvertragliche Aufklärungs- und Informationspflicht	29
2.3.3	Vertragliche Aufklärungs- und Beratungspflicht	30
2.3.4	Prüf- und Bedenkenhinweispflicht	31
2.3.5	Vertragliche Nebenpflichten	33
2.4	Planungsaufgaben	34
2.4.1	Architekten und Fachplaner	34
2.4.2	Ausführende Unternehmer	35
2.5	Technische Regeln	35
2.5.1	Anerkannte Regeln der Technik	35
2.5.2	Stand der Technik	36
2.5.3	WTA-Merkblätter	37
2.5.4	Herstellerrichtlinien	37
2.6	Wohn- und Mietrecht	38
2.7	Dokumentationspflichten	38
2.7.1	Dokumentation der Arbeiten	39
2.7.2	Dokumentation der Zeitabläufe	39
2.8	Abnahme und Gewährleistung	39
2.9	Bauordnungsrecht, Denkmalrecht, Bestandsschutz	41
2.10	Vergaberecht	43

3	Bauphysikalische Grundlagen und Randbedingungen	45
3.1	Wärme- und Feuchteschutz	45
	<i>Bernd Nusser, Martin Epple</i>	
3.1.1	Hygrothermische Grundlagen	45
3.1.2	Temperatur und Feuchtwirkung im/am Bauteil	50
3.1.3	Bemessung und Dimensionierung	53
3.2	Schlagregenschutz	55
	<i>Heiko Twelmeier</i>	
3.2.1	Grundlagen	55
3.2.2	Schlagregenbeanspruchung	56
3.2.3	Schlagregenabwehr	56
3.2.4	Besondere Anforderungen an den Schlagregenschutz innen gedämmter Wandkonstruktionen	57
3.2.5	Bestimmung der kapillaren Wasseraufnahme im Labor	57
3.2.6	Bestimmung der kapillaren Wasseraufnahme in situ	59
3.2.7	Anwendungsempfehlungen zur In-situ-Messung	60
3.3	Brandschutz	61
	<i>Gerd Geburtig</i>	
3.3.1	Bauordnungsrechtliche Grundlagen und Schutzziele des Brandschutzes .	61
3.3.2	Baustoffe und Bauteile nach DIN 4102	62
3.3.3	Ausgewählte Bauteile aus der Sicht des Brandschutzes	64
3.3.4	Notwendige Berücksichtigung eines Brandschutzkonzeptes	65
3.3.5	Dokumentation der Ausführung	66
3.4	Schallschutz	66
	<i>Rainer Pohlenz</i>	
3.4.1	Schalltechnische Grundlagen	66
3.4.1.1	Begriffe und Bewertung der Schalldämmung	66
3.4.1.2	Schalldämmung ein- und zweischaliger Bauteile	66
3.4.1.3	Schallübertragung zwischen Räumen	68
3.4.2	Anforderungen an den Schallschutz	70
3.4.2.1	Anforderungen an den Schallschutz gegen Außenlärm	70
3.4.2.2	Anforderungen an den Schallschutz im Innern des Gebäudes	70
3.4.3	Einfluss innen gedämmter Bauteile auf den Schallschutz	71
3.4.3.1	Einfluss auf den Schallschutz gegen Außenlärm	71
3.4.3.2	Einfluss auf den Schallschutz im Gebäudeinnern	74
4	Werkstoffe und Innendämmsysteme	77
4.1	Wärmedämmstoffe	77
	<i>Christoph Sprengard</i>	
4.1.1	Anforderungen an Dämmstoffe	81
4.1.1.1	Allgemeine Anforderungen	81
4.1.1.2	Bauphysikalische Anforderungen	83
4.1.1.3	Anwendungsspezifische Anforderungen und baukonstruktive Aspekte ..	85
4.1.2	Besondere Anforderungen an Innendämmstoffe	86
4.1.3	Verwendbarkeitsnachweise	89
4.1.4	Qualitätssicherung	89
4.1.5	Wärmedämmstoffe für Innendämmungen	90
4.1.5.1	Polyurethan-Hartschaum (PU)	91
4.1.5.2	Extrudiertes Polystyrol (XPS)	92
4.1.5.3	Mineralwolle (MW)	93
4.1.5.4	Mineralschaum	94
4.1.5.5	Kalziumsilikat (CaSi)	95
4.1.5.6	Kork (ICB)	96
4.1.5.7	Blähperlit und Blähperlit-Platten (EPB)	97
4.1.5.8	Vakuumisolationspaneele (VIP)	98
4.1.5.9	Aerogel-Dämmstoffe	99
4.1.5.10	Schaumglas (CG)	100
4.1.5.11	Expandiertes Polystyrol (EPS)	101
4.1.5.12	Phenolharz-Hartschaum (PF)	102
4.1.5.13	Holzfasern (WF)	103
4.1.5.14	Holzwolle (WW)	104

4.1.5.15	Zellulose	105
4.1.5.16	Hanf und Flachs	106
4.1.5.17	Schilfrohr	107
4.1.5.18	Schafwolle	108
4.1.5.19	Pyrogene Kieselsäure	109
4.1.5.20	Dämmputze und Leichtputze	110
4.1.5.21	Leichtlehm und Wärmedämmlehm	111
4.1.5.22	Zelluloseputz	112
4.1.5.23	Gemauerte Vorsatzschalen	113
4.2	Innendämmsysteme im Vergleich <i>Anatol Worch</i>	114
4.2.1	Ganzheitliche Betrachtung	114
4.2.1.1	Wärmedurchlasswiderstand der Bestandskonstruktion	114
4.2.1.2	Diffusionsdichtigkeit der Bestandskonstruktion	114
4.2.1.3	Berücksichtigung des Schlagregenschutzes	115
4.2.1.4	Nutzung und Lüftung des Gebäudes	115
4.2.2	Forderungen an das Innendämmsystem	116
4.2.3	Entscheidungsgrundlage Tauwassermanagement	117
4.2.4	Entscheidungsgrundlage Materialeigenschaften	117
4.2.4.1	Plastische Materialien	117
4.2.4.2	Plattenförmige Dämmstoffe	118
4.2.4.3	Vorsatzschalen	118
4.2.4.4	Vergleich	119
4.2.5	Entscheidungsgrundlage Regel oder Stand der Technik	119
4.3	Diffusionsverhalten <i>Anatol Worch</i>	120
4.3.1	Kondensatverhindernde, diffusionsdichte Innendämmsysteme	120
4.3.2	Kondensatbegrenzende, diffusionshemmende Innendämmsysteme	122
4.3.3	Kondensattolerierende, diffusionsoffene Innendämmsysteme	124
4.3.4	Anwendung mehrerer Schutzprinzipien	129
5	Innendämmsysteme im Detail	131
5.1	Plastische Innendämmsysteme	131
5.1.1	Wärmedämmputzsysteme <i>Georg Kolbe</i>	131
5.1.2	Wärmedämmlehme <i>Jürgen Gänßmantel</i>	133
5.1.3	Zelluloseputz <i>Jürgen Gänßmantel</i>	134
5.2	Innendämmsysteme mit gemauerten Vorsatzschalen <i>Jürgen Gänßmantel</i>	135
5.3	Innendämmsysteme mit Ständerwerk als Vorsatzschalen	138
5.3.1	Mineralwolle mit Metall-/Holzständer <i>Adam Bialas</i>	138
5.3.2	Sonstige Materialsysteme <i>Jürgen Gänßmantel</i>	139
5.3.2.1	Holzrahmenbaukonstruktion mit Einblasdämmung	139
5.4	Innendämmsysteme mit Platten <i>Jürgen Gänßmantel</i>	139
5.4.1	Kalziumsilikat-Platten <i>Jürgen Gänßmantel</i>	141
5.4.2	Kalziumsilikat-Hydrat-Platten <i>Georg Kolbe</i>	143
5.4.3	Perliteplatten <i>Jürgen Gänßmantel</i>	145
5.4.4	Blähglasplatten (mit/ohne Vlies) <i>Jürgen Gänßmantel</i>	146
5.4.5	Wärmedämmlehm-Platten <i>Jürgen Gänßmantel</i>	148

5.4.6	Holzfasерplatten (WF)	149
	<i>Christoph Sprengard</i>	
5.4.7	EPS-Verbundplatten	151
	<i>Adam Bialas</i>	
5.4.8	Mineralwolle-Verbundplatten	152
	<i>Adam Bialas</i>	
5.4.9	Schaumglasplatten (CG)	152
	<i>Christoph Sprengard</i>	
5.4.10	Vakuumisolationspaneel (VIP)	154
	<i>Georg Kolbe</i>	
5.4.11	Sonstige Materialsysteme	155
	<i>Jürgen Gänßmantel</i>	
5.4.11.1	Schilfrohr-Dämmplatten	155
5.4.11.2	Polyurethan-Platten	156
6	Planung und Bemessung	159
6.1	Anforderungen	159
	<i>Frank Eßmann</i>	
6.1.1	Wärmeschutz nach DIN 4108	159
6.1.2	Wärmeschutz nach EnEV	160
6.1.3	Energieeffizienz-Betrachtung bei Förderprogrammen	163
6.2	Technische Regelwerke	164
	<i>Anatol Worch</i>	
6.2.1	Nachweisfreie Konstruktionen	165
6.2.2	Planungsleitfaden nach WTA	165
6.2.3	Nachweis nach WTA-Merkblatt 6-5 (2014)	167
6.2.4	Weitere Regelwerke	168
6.3	Bestandsanalyse	169
	<i>Frank Eßmann</i>	
6.3.1	Das Gebäude in seiner Umgebung	169
6.3.2	Bestandsaufnahme und Zustandsanalyse	170
6.4	Auswahl und Planung des ID-Systems	174
	<i>Martin Epple</i>	
6.4.1	Kriterien für die Systemauswahl	174
6.4.1.1	Anforderung und Ziele der Maßnahmen	174
6.4.1.2	Bestandserfassung	174
6.4.1.3	Feuchtezustände und Feuchtelasten	174
6.4.1.4	Sonstiges	174
6.4.2	Ausführungs- und Detailplanung	175
6.4.2.1	Regelbereiche der Wandaufbauten	175
6.4.2.2	Bauteilanschlüsse	178
6.4.2.3	Übergangsbereiche zu anschließenden Bauteilen	180
6.4.3	Vorbereitende Maßnahmen	180
6.4.4	Ausschreibung	181
6.4.4.1	Allgemeines	181
6.4.4.2	Leistungsverzeichnis	182
6.4.5	Objektüberwachung und Qualitätssicherung	183
6.4.5.1	Objektüberwachung	183
6.4.5.2	Qualitätssicherung	183
	<i>Jürgen Gänßmantel</i>	
	Checkliste zur Planung und Durchführung einer Sanierungsmaßnahme (erstellt in Anlehnung an WTA-Merkblatt 8-2-07 [2015])	184
	Checkliste Gebäudezustandsanalyse	189
	Checkliste zur Gebäudezustandsanalyse vor Ort und im Labor	191
	Checkliste Bauteilerfassung	192
	Checkliste speziell für Untersuchungen und Befragungen am Bauwerk zur Planung von Innendämmsystemaufbauten	196
	Checkliste Baustellenplanung für Innendämm- und Putzarbeiten	202

6.5	Nachweise und Bemessung	204
	<i>Gregor Scheffler</i>	
6.5.1	Thermischer Nachweis von Innendämmsystemen	204
6.5.1.1	Energetische Anforderung	204
6.5.1.2	Mindestwärmeschutz	205
6.5.2	Feuchtetechnischer Nachweis von Innendämmsystemen	206
6.5.2.1	Schlagregenschutz nach DIN 4108-3	207
6.5.2.2	Dampfdiffusionsnachweis nach DIN 4108-3	208
6.5.2.3	Vereinfachter Diffusionsnachweis nach WTA	211
6.5.2.4	Vollständiger feuchtetechnischer Nachweis nach WTA	213
6.5.3	Sonderfall Sichtfachwerk	216
6.6	Bauteilanschlüsse/Wärmebrücken	217
	<i>Gregor Scheffler</i>	
6.6.1	Bewertung und Bemessung	217
6.6.2	Detailzeichnungen typischer Bauteilanschlüsse	220
	<i>Jürgen Gänßmantel</i>	
6.7	Holzbalkenköpfe bei innen gedämmtem Mauerwerk	226
	<i>Daniel Kehl</i>	
6.7.1	Ursachen von Schäden bei Bestandsbauten (ohne Innendämmung)	226
6.7.1.1	Lang andauernde Neubaufeuchte	226
6.7.1.2	Mangelnde Pflege und fehlender Schlagregenschutz	226
6.7.2	Schlagregenschutz von großer Bedeutung	227
6.7.2.1	Putze	227
6.7.2.2	Steinsichtige Fassaden	227
6.7.3	Auswertungen von Messungen an Holzbalkenköpfen mit Innendämmung	227
6.7.4	Konvektion in die Balkenkopftasche	229
6.7.4.1	Hygrothermische Simulationen der Konvektion	229
6.7.4.2	Auswertung nach WTA	230
6.7.5	Planungsgrundsätze	230
6.8	Luftdichtheit	232
	<i>Wilfried Walther</i>	
6.8.1	Aus Fehlern lernen	232
6.8.1.1	Schadensfall: Schimmelpilzwachstum auf dem alten Putz	232
6.8.1.2	Hinterströmung	233
6.8.1.3	Konsequenzen für die Planung und Ausführung	234
6.8.2	Luftdichtheitskonzept	234
6.8.2.1	Planung	234
6.8.2.2	Ausschreibung	235
6.8.2.3	Ausführung	235
6.9	Kombination mit anlagentechnischen Komponenten	237
	<i>Achim Bauer</i>	
6.9.1	Wandheizsysteme	237
6.9.1.1	Prinzipien der Wärmeübertragung	238
6.9.1.2	Vorteile von Wandheizungen	239
6.9.1.3	Planung	239
6.9.1.4	Kombination von Wandflächenheizungen mit Innendämmsystemen	239
6.9.2	Wandkühlsysteme	242
6.9.3	Fazit	243
6.10	Einbauten und Befestigungen	243
	<i>Jürgen Gänßmantel</i>	
6.10.1	Elektroinstallationen	243
6.10.2	Befestigungen	245
7	Ausführung	249
7.1	Grundlagen	249
	<i>Ralf Henschel</i>	
7.1.1	Prüfung der Ausschreibungsunterlagen	249
7.1.2	Ausführungs- und Anwendungsnormen	249
7.1.3	Abrechnung und Aufmaß nach VOB/C bzw. ATV DIN 18350	251
7.2	Vorbereitende Maßnahmen	251
	<i>Ralf Henschel</i>	

7.2.1	Bauwerksprüfung/Beurteilung der Bestandswände	251
7.2.2	Prüfung und Beurteilung des Untergrundes	253
7.2.3	Entfernen alter Schichten	254
7.2.4	Vorbehandeln bestehender Schichten	254
7.2.5	Grundierungen und Haftbrücken	255
7.3	Ausführung in der Praxis	255
	<i>Ralf Henschel</i>	
7.3.1	Systemkonformität	255
7.3.2	Materialmix und die Folgen	256
7.3.3	Endbeschichtungen und Farben	256
7.4	Dokumentation	257
	<i>Ralf Henschel</i>	
7.4.1	Bauleitung und Gewerküberwachung	257
7.4.2	Festhalten von Abläufen und Zeiten	258
7.4.3	Besonderheiten während der Ausführung	258
7.4.4	Abnahme der Bauleistungen	259
7.5	Wartung und Pflege von Innendämmsystemen	260
	<i>Ralf Henschel</i>	
7.6	Qualitätssicherung vor Ort	261
	<i>Jürgen Gänßmantel</i>	
7.6.1	Baubegleitende Qualitätskontrolle	261
7.6.2	RAL-Gütezeichen Innendämmung	261
7.6.2.1	Qualitätssicherung durch den Gütezeichennutzer	261
7.6.2.2	Qualitätssicherung durch das ausführende Fachunternehmen	262
7.6.2.3	Qualitätssicherung der Planung und Ausführung	263
	Checkliste zur Bestandsaufnahme	264
7.7	Besonderheiten beim Denkmalschutz	270
	<i>Bernd Jäger</i>	
7.7.1	Anforderungen	270
7.7.1.1	Rechtliche Anforderungen: Die Denkmalschutzgesetze der Länder	270
7.7.1.2	Individuelle Anforderungen der Nutzer	271
7.7.1.3	Besonderheiten der geschützten Bausubstanz	272
7.7.2	Handwerklicher Umgang mit dem Denkmalschutz	272
7.7.2.1	Herausforderungen, Problemfelder, Risiken	272
7.7.2.2	Lösungsvorschläge	273
7.8	Ausführungshilfen	274
	<i>Jürgen Gänßmantel, Bernd Jäger</i>	
7.8.1	Dokumentation der Maßnahmen als Zukunftsvorsorge	274
7.8.2	Beispieldokumentation zur Ausführung einer Fachwerksanierung mit Innendämmung	275
8	Qualitätssicherung und Monitoring	279
8.1	Aus Schäden lernen	279
	<i>Jürgen Gänßmantel</i>	
8.1.1	Problemstellung	279
8.1.2	Empirische Langzeiterfahrungen in der Dokumentation	279
8.1.2.1	Positive Langzeiterfahrungen: dauerhafte Eignung	279
8.1.2.2	Negative Langzeiterfahrungen: bekannte Schäden	281
8.1.3	Typische Schäden und Ursachen	281
8.1.3.1	Schadensfälle beim energieeffizienten Bauen und Modernisieren	281
8.1.3.2	Systematik von Bauschäden bei Innendämmungen	282
8.1.3.3	Schäden infolge Feuchtigkeitseinträgen von außen	282
8.1.3.4	Schäden durch Diffusion und Konvektion in die Konstruktion von innen	282
8.1.3.5	Kondensatschäden auf raumseitigen Oberflächen in Anschlussbereichen	286
8.1.3.6	Sonstige Schäden	287
8.1.4	Zusammenfassung, Fazit, Schadensprävention	288
8.2	Gemessene Langzeiterfahrungen	288
	<i>Robert Borsch-Laaks</i>	
8.2.1	Mit oder ohne Dampfbremse? 18-jährige Feuchtemessungen im e.u.[z.] Springe (1988 bis 2006)	288

8.2.2	Innovative Systeme im Praxisvergleich: Messungen an kapillaraktiven und dampfbremsenden Innendämmungen (2007 bis 2010)	291
8.2.2.1	Die Dämmsysteme und ihre Verarbeitung	291
8.2.2.2	Messorte und Messergebnisse	294
8.2.2.3	Simulationen bei Schlagregenbelastung	301
8.2.2.4	Fazit mit Ausblick	302
8.3	Qualitätskontrolle durch Monitoring	302
	<i>Clemens Hecht</i>	
8.3.1	Grundlagen	302
8.3.2	Auswahl	302
8.3.3	Technik	303
8.3.4	Praktisches Beispiel	304
8.3.4.1	Ausgangszustand	304
8.3.4.2	Messmethode zur Untersuchung des Feuchtigkeitsverhaltens	304
8.3.4.3	Messung des thermisch-hygrischen Verhaltens	305
8.3.4.4	Auswertung der Messungen	305
8.3.4.5	Zusammenfassung	305
8.4	Qualitätssicherung durch Thermografie	305
	<i>Wolfgang Böttcher</i>	
8.4.1	Grundlagen	306
8.4.2	Messtechnische Anforderungen	308
8.4.3	Anforderungen an das Personal	308
8.4.4	Sanierungskontrollmessungen	309
8.4.5	Beispiele Infrarotthermografie	309
9	Praxisbeispiele	311
9.1	Samariterhaus Heidelberg	311
	<i>Jürgen Gänßmantel</i>	
9.1.1	Ausgangssituation	311
9.1.2	Eingesetztes Innendämmsystem	312
9.1.3	Erfahrungen	312
9.2	Altbau in Duisburg Hochfeld	313
	<i>Ulrich Röhlen</i>	
9.2.1	Ausgangssituation	313
9.2.2	Eingesetztes Innendämmsystem	314
9.2.3	Erfahrungen	314
9.3	Lange Gasse 7 in Quedlinburg	315
	<i>Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg, Bettina Stöckicht</i>	
9.3.1	Ausgangssituation	315
9.3.2	Eingesetzte Innendämmsysteme	316
9.3.3	Erfahrungen	317
9.4	Wasserturm Flensburg	317
	<i>Jens Roeder</i>	
9.4.1	Ausgangssituation	317
9.4.2	Eingesetztes Innendämmsystem	318
9.4.3	Erfahrungen	318
9.5	Einzelwohnung in Wien	318
	<i>Bernd Nusser</i>	
9.5.1	Ausgangssituation	319
9.5.2	Eingesetzte Innendämmsysteme	319
9.5.3	Erfahrungen	320
9.6	Rote Kaserne	320
	<i>Adam Bialas</i>	
9.6.1	Ausgangssituation	320
9.6.2	Eingesetztes Innendämmsystem	321
	Checkliste zur möglichst vollständigen Erfassung der notwendigen, nachprüfbaren Daten und Informationen zum Anlegen von Objekten mit ausgeführten Innendämmungen	323
	<i>Dirk Schwedland</i>	

10	Nachhaltigkeit, Lebenszyklus und Gesundheit	349
	<i>Tobias Steiner</i>	
10.1	Nachhaltige Entwicklung	349
10.2	Umwelt	349
10.2.1	Vermeidung von Umweltbelastungen	349
10.2.2	Nachhaltige Nutzung von Ressourcen	349
10.3	Klimawandel	350
10.4	Gesundheit	350
10.5	Bewertung der Nachhaltigkeit	350
10.5.1	Allgemeine Rahmenbedingungen	350
10.5.2	Umweltbezogene Qualität	350
10.5.3	Soziale Qualität	352
10.5.4	Ökonomische Qualität	352
10.6	Umweltdeklaration von Bauprodukten	353
10.6.1	Anwendungsbereich	353
10.6.2	Produkt-Kategorie-Regeln (PKR)	353
10.6.3	Umweltdeklaration	353
10.6.4	Stadien des Lebenszyklus	354
10.6.5	Umweltparameter aus der Ökobilanz	356
10.7	Ökobilanz von Bauprodukten	356
10.8	Gütesiegel, Qualitätszeichen, Umweltkennzeichnungen und -deklarationen	356
10.8.1	Allgemeine Grundsätze	356
10.8.2	Übersicht relevanter Gütesiegel	357
10.8.3	natureplus®-Qualitätszeichen	357
10.9	Lebenszyklusbetrachtung Innendämmung	358
10.9.1	Herstellung	358
10.9.2	Einbau	358
10.9.3	Nutzung und Instandhaltung	358
10.9.4	Rückbau, Wiederverwertung und Entsorgung	358
10.9.5	Gebäudelebenszyklusmodell	358
11	Forschung und Entwicklung	361
	<i>Christoph Sprengard</i>	
11.1	Neue Bau- und Dämmstoffe	361
11.1.1	Physikalischer Hintergrund	361
11.1.2	Dämmstoffe auf Basis von Aerogelen	362
11.1.3	Vakuumisolationspaneele (VIP)	363
11.1.4	Kunststoffschäume neuer Typologie	364
11.1.5	Mineralschäume	365
11.1.6	Phasenwechsel-Materialien PCM	365
11.1.7	Fragwürdige Entwicklungen	365
11.2	Neue Systeme und Komponenten	366
11.2.1	Befestigungen	366
11.2.2	Sandwichkonstruktionen und Bauelemente	366
11.2.3	Multifunktionale Dämmstoffe und Systeme	366
11.3	Ausblick und Themen für die Forschung	366
11.3.1	Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit	366
11.3.2	Feuchteinfluss auf die Wärmeleitfähigkeit	367
11.3.3	Verringerung der Bauschadensanfälligkeit	367
11.3.4	Dauerhaftigkeit von Vakuumisolationspaneelen (VIP)	367
11.3.5	Weitere Forschungsthemen im Überblick	367
12	Anhang	369
12.1	Autoren	369
12.2	Normen, Rechtsvorschriften und Literatur	372
12.3	Stichwortverzeichnis	382