

	Seite
<i>Oliver Solcher</i> <b>VORBEMERKUNGEN ZUR ZWEITEN AUFLAGE</b>	8
<i>Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser</i> <b>VORWORT ZUR ERSTEN AUFLAGE</b>	9
<i>Wilfried Walther</i> <b>EINLEITUNG</b>	11
<b>1 GRÜNDE FÜR EINE LUFTDICHTHEIT DER GEBÄUDEHÜLLE</b>	<b>13</b>
<i>Torsten Bolender und Armin Weissmüller</i>	
<b>1.1 Luftdichtheit = Wärmeschutz</b>	14
<b>1.2 Luftdichtheit = Feuchteschutz</b>	14
<b>1.3 Luftdichtheit = Schallschutz</b>	15
<b>1.4 Luftdichtheit = Brandschutz</b>	15
<b>1.5 Kontrollierte Lüftung</b>	16
<b>1.6 Luftdichtheit = Behaglichkeit</b>	16
<b>1.7 Luftdichtheit = Schadstofffreiheit</b>	17
<b>1.8 Normen / Verordnungen</b>	17
<i>Wolfgang Bischof</i>	
<b>1.9 Luftqualität und Luftdichtheit von Gebäuden</b>	19
1.9.1 Raumlufqualität und Außenluft	19
1.9.2 Protektive Effekte luftdichter Gebäude	20
1.9.2.1 Feinstaub	21
1.9.2.2 Stickstoffdioxid	21
1.9.2.3 Ozon	22
1.9.2.4 Pollen und Schimmelpilzsporen	22
1.9.2.5 Radon	22
1.9.3 Anforderungen an das Emissionsverhalten in luftdichten Gebäuden	24
1.9.3.1 Feuchtigkeit	24
1.9.3.2 Bioaerosole	25
1.9.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	25
<b>2 ANFORDERUNGEN IM WANDEL – LUFTDICHTHEIT DAMALS UND HEUTE</b>	<b>29</b>
<i>Anne Fingerling</i>	
<b>2.1 Luftdichtheit im Wandel der Zeit</b>	29
2.1.1 Atmende Wände?	29
2.1.2 Entdeckung der Luftdichtheit	30
2.1.3 Verbände formieren sich	30
2.1.4 Hartnäckige Vorurteile und Irrglaube	31
2.1.5 Anfänge der Normung	31
2.1.6 Einheitlicher Standard	32
2.1.7 Vom „Blower-Window“ zur „Blower-Door“	32
2.1.8 Messungen	32
2.1.9 Luftdichtheit im Baurecht	34
2.1.10 Nach den Regeln der Technik	34

	<i>Joachim Zeller</i>	
<b>2.2</b>	<b>Luftdichtheitsanforderungen in der Vergangenheit</b>	36
2.2.1	Teil A: Zitate aus Regelwerken	36
2.2.1.1	Wärmeschutzverordnung(en) (WSchV)	36
2.2.1.2	DIN 4108 Teil 2, Ausgabe August 1981	36
2.2.1.3	DIN V 4108-7, Ausgabe November 1996	37
2.2.1.4	Bundesanzeiger Nr. 140, 31. Juli 1998, S. 10.885	37
2.2.2	Teil B: Fachliche Argumentationen und Hinweise	37
2.2.2.1	Allgemein anerkannte Regel der Technik?	37
2.2.2.2	Anforderungen an die Dichtheit von Fugen	37
2.2.2.3	Dichtheitsanforderungen an Gebäude mit freier (natürlicher) Lüftung	38
2.2.2.4	Dichtheitsanforderungen an Gebäude mit ventilatorgestützter Lüftung	38
2.2.2.5	Fazit	39
	<i>Joachim Zeller</i>	
<b>2.3</b>	<b>Anforderungen an die Luftdichtheit in der Gegenwart</b>	40
2.3.1	Grenzwerte nach Energieeinsparverordnung	40
2.3.2	Verpflichtung zur Messung	40
2.3.3	Grenzwerte nach DIN 4108, Teil 7	40
2.3.4	Empfohlene Höchstwerte nach DIN 4108, Teil 7	41
2.3.5	Grenzwerte für spezielle Zertifikate	41
2.3.6	Qualitative Anforderungen	41
2.3.7	Spezielle Vereinbarungen	42
	<i>Johannes Werner, Matthias Laidig</i>	
<b>2.4</b>	<b>Empfehlung von Luftdichtheitsanforderungen</b>	45
2.4.1	Zusammenfassung	45
2.4.2	Luftdichtheit als Voraussetzung für bedarfsgerechte Lüftung	45
2.4.2.1	Luftdichtheit als regulierte Eigenschaft	45
2.4.2.2	Gesicherte Lüftung als eine Voraussetzung gesunden Wohnens	45
2.4.3	Zusammenwirken von mechanischer Lüftung und Infiltration	45
2.4.4	Lüftungswärmeverluste von Gebäuden mit balancierten Wärmerückgewinnungsanlagen	46
2.4.5	Auswirkungen von Luftdichtheit auf die Heizlast bei Wärmerückgewinnung	47
2.4.6	Gebäude mit Abluftanlagen	47
2.4.6.1	Luftdichtheit der Gebäudehülle	47
2.4.6.2	Bemessung von Außenluftdurchlässen für Abluftanlagen	47
2.4.7	Gebäude ohne mechanische Lüftung	48
2.4.8	Fazit und Ausblick	48
<b>3</b>	<b>MESSUNG DER LUFTDURCHLÄSSIGKEIT DER GEBÄUDEHÜLLE</b>	51
	<i>Joachim Zeller</i>	
<b>3.1</b>	<b>Messprinzip</b>	51
<b>3.2</b>	<b>Durchführung der Messung</b>	52
3.2.1	Messgeräte	52
3.2.2	Zu untersuchender Gebäudeteil	52
3.2.3	Messzeitpunkt	53
3.2.4	Wetterbedingungen	54
3.2.5	Gebäudevorbereitung	55
3.2.6	Einbau von Gebläse und Druckmessgerät	56
3.2.7	Suche nach Lecks	57
3.2.8	Nullpunkteinstellung und Messung der natürlichen Druckdifferenz	57
3.2.9	Differenzdruck-Messreihe	57

<b>3.3</b>	<b>Auswertung</b>	57
3.3.1	Bezugsgrößen	57
3.3.2	Berechnung des Leckagestroms mit Dichtekorrektur	58
3.3.3	Abgeleitete Größen / Kenngrößen	62
3.3.4	Prüfbericht	63
<b>3.4</b>	<b>Messgenauigkeit und Fehlerrechnung</b>	65
3.4.1	Messfehler von $\dot{V}_{50}$ für Unter- bzw. Überdruck	65
3.4.2	Messfehler des Mittelwertes von $\dot{V}_{50}$	66
3.4.3	Messfehler der abgeleiteten Größen	66
<b>3.5</b>	<b>Hinweise für Messdienstleister</b>	66
3.5.1	Richtigstellung häufiger Irrtümer	66
3.5.2	Weitere Hinweise für Messdienstleister	67
	<i>Markus Renn</i>	
<b>3.6</b>	<b>Hinweise zur Verwendung des Thermo-Anemometers bei der Leckagesuche</b>	70
	<i>Klaus Vogel, Markus Renn</i>	
<b>3.7</b>	<b>Überprüfung der Luftdichtheit</b>	72
<b>4</b>	<b>KLEBEN - MATERIALIEN UND VERARBEITUNG</b>	79
	<i>Ulrich Höing</i>	
<b>4.1</b>	<b>Materialien zur Herstellung luftdichter Ebenen</b>	79
<b>4.2</b>	<b>Kompakte Einführung in das Kleben</b>	80
<b>4.3</b>	<b>Die Verarbeitung</b>	81
<b>4.4</b>	<b>Prüfung von Klebmaterialien</b>	85
<b>4.5</b>	<b>Dauerhaftigkeit von Klebeverbindungen</b>	85
<b>4.6</b>	<b>Normenarbeit zum Thema Klebemittel für die Herstellung luftdichter Ebenen</b>	87
<b>5</b>	<b>LÜFTUNG IN LUFTDICHTEN (WOHN-)GEBÄUDEN</b>	89
	<i>Ehrenfried Heinz</i>	
<b>5.1</b>	<b>Notwendigkeit der Lüftung von Gebäuden bzw. Räumen</b>	89
<b>5.2</b>	<b>Außenluftbedarf zur Erfüllung der Anforderungen an die Lüftung bzw. Luftzuführung</b>	90
5.2.1	Anforderungen an die Lüftung	90
5.2.1.1	Schutz des Menschen und des Gebäudes vor Schäden durch zu hohe (Raum-)Luftfeuchtigkeit	90
5.2.1.2	Sicherung der raumlufthygienischen Erfordernisse	92
5.2.1.3	Sicherung des Verbrennungsluftbedarfs raumluftabhängiger Feuerstätten	92
5.2.2	Außenluftbedarf von Wohnungen bzw. ähnlichen Nutzungseinheiten	92
<b>5.3</b>	<b>Einfluss von Gebäudeumfeld und Gebäudehülle auf die Lüftung</b>	96
5.3.1	Gebäudeumfeld	96
5.3.2	Lüftungstechnische Eigenschaften des Gebäudes	97
5.3.2.1	Externe Undichtheit bzw. Luftdurchlässigkeit (Außenwände und Dachkonstruktion)	97
5.3.2.2	Interne Undichtheit bzw. Luftdurchlässigkeit (Trennwände und -decken)	99
<b>5.4</b>	<b>Lüftungskonzepte</b>	100
5.4.1	Freie Lüftung	100
5.4.1.1	Nicht planbare Lüftung (Nutzerverhalten)	100
5.4.1.2	Geplante Lüftung	101
5.4.2	Ventilatorgestützte Lüftung	103
5.4.2.1	Abluftsysteme	103
5.4.2.2	Zu-/ Abluftsysteme	104
5.4.2.3	Zuluft-Systeme	107

<b>5.5</b>	<b>Hinweise zur Lüftungstechnischen Planung, Ausführung, Abnahme und Instandhaltung</b>	107
5.5.1	Freie Lüftung	107
5.5.1.1	Planung und Ausführung	107
5.5.1.2	Abnahme und Instandhaltung	109
5.5.2	Ventilatorgestützte Lüftung	110
5.5.2.1	Planung und Ausführung	110
5.5.2.2	Abnahme und Instandhaltung	111
<b>5.6</b>	<b>Schlussbemerkungen</b>	112
<b>6</b>	<b>DIE LUFTDICHTHEIT DER GEBÄUDEHÜLLE IM ÖFFENTLICHEN UND PRIVATEN BAURECHT</b>	<b>115</b>
	<i>Ulf Köpcke</i>	
<b>6.1</b>	<b>Luftdichtheit der Gebäudehülle im öffentlichen Recht</b>	115
6.1.1	Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) als grundlegende Rechtsquelle	115
6.1.1.1	Europarechtliche Bezüge	116
6.1.1.2	Innerstaatliche Regelung durch Rechtsverordnungen	116
6.1.1.3	Das Wirtschaftlichkeitsgebot des § 5 EnEG als Eingriffsgrenze	117
6.1.2	Anforderungen an die Luftdichtheit nach WSchVO, EnEV 2002/2004, EnEV 2007 und EnEV 2009	117
6.1.2.1	Luftdichtheit in der Wärmeschutzverordnung (WSchV)	117
6.1.2.2	Luftdichtheit in der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002/2004	119
6.1.2.3	Bedeutung der Luftdichtheitsprüfung nach DIN EN 13829 in der EnEV	119
6.1.2.4	Luftdichtheit in der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2007	120
6.1.2.5	Luftdichtheit in der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009	120
6.1.3	Luftdichtheit nach „Stand der Technik“ und „allgemein anerkannten Regeln der Technik“	120
6.1.3.1	Begriffsklärung (3-Stufen-Modell)	120
6.1.3.2	Technikregeln im Rahmen unbestimmter Rechtsbegriffe	122
6.1.3.3	Luftdichtheit in § 23 EnEV und im Bauproduktrecht	122
6.1.3.4	Zwischenergebnis	123
<b>6.2.</b>	<b>Luftdichtheit der Gebäudehülle im Zivilrecht</b>	123
6.2.1	Garantiehaftung des Werkunternehmers	123
6.2.1.1	Der subjektive Fehlerbegriff im privaten Baurecht	124
6.2.1.1.1	Prüfschema Stufe 1: Beschaffenheitsvereinbarung	124
6.2.1.1.2	Prüfschema Stufe 2: Vertraglich vorausgesetzte Gebrauchstauglichkeit	125
6.2.1.1.3	Prüfschema Stufe 3: Übliche Gebrauchstauglichkeit	126
6.2.1.2	Beachtung des Bauordnungsrechts als geschuldete Gebrauchstauglichkeit	126
6.2.2	Technische Regeln und technische Normen im Werkvertragsrecht	126
6.2.2.1	Die (fragwürdige) Anwendung des § 13 VOB/B in der Rechtsprechung	127
6.2.2.2	Technische Regeln als (Ersatz-)Beurteilungsmaßstab und Beweislastumkehr	128
6.2.2.3	Insbesondere: Fehlerhafte Anwendung von DIN-Normen im Zivilrecht	129
6.2.3	Rechtliche Kontrolle der Luftdichtheit der Gebäudehülle	130
6.2.3.1	Leckagefreiheit als abnahmefähige Gestaltungseigenschaft	130
6.2.3.2	Kein Nachweis der Fehlerfreiheit durch normgerechte Prüfung	130
6.2.3.3	Dauerhaftigkeit der Luftdichtheit als nicht prüfbare Verwendungseigenschaft	130
6.2.4	Mängelhaftung beim mehrgliedrigen Vertrieb von Luftdichtheitsbauprodukten	131
<b>6.3</b>	<b>Haftungsrisiken bei Planung, Ausführung, Beurteilung und Vertrieb luftdichter Gebäudehüllen</b>	132
6.3.1	(Gesamtschuldnerische) Haftung für Planungsfehler	132
6.3.2	(Gesamtschuldnerische) Haftung für unzureichende Bauüberwachung	133
6.3.3	(Gesamtschuldnerische) Haftung bei unterlassener Bedenkenanmeldung	133
6.3.4	(Gesamtschuldnerische) Haftung für Arglist und Organisationsverschulden	133
6.3.5	Haftungsrisiken für Messunternehmer und Sachverständige	134
<b>6.4</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	135