

	Seite
<i>Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser</i>	
VORWORT	7
<i>Wilfried Walther</i>	
EINLEITUNG	9
1 GRÜNDE FÜR EINE LUFTDICHTHEIT DER GEBÄUDEHÜLLE	11
<i>Torsten Bolender und Armin Weissmüller</i>	
1.1 Luftdichtheit = Wärmeschutz	12
1.2 Luftdichtheit = Feuchteschutz	12
1.3 Luftdichtheit = Schallschutz	13
1.4 Luftdichtheit = Brandschutz	13
1.5 Kontrollierte Lüftung	14
1.6 Luftdichtheit = Behaglichkeit	14
1.7 Luftdichtheit = Schadstofffreiheit	15
1.8 Normen / Verordnungen	15
<i>Wolfgang Bischof</i>	
1.9 Luftqualität und Luftdichtheit von Gebäuden	17
1.9.1 Raumlufqualität und Außenluft	17
1.9.2 Protektive Effekte luftdichter Gebäude	18
1.9.2.1 Feinstaub	19
1.9.2.2 Stickstoffdioxid	19
1.9.2.3 Ozon	20
1.9.2.4 Pollen und Schimmelpilzsporen	20
1.9.2.5 Radon	20
1.9.3 Anforderungen an das Emissionsverhalten in luftdichten Gebäuden	22
1.9.3.1 Feuchtigkeit	22
1.9.3.2 Bioaerosole	23
1.9.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	24
2 ANFORDERUNGEN IM WANDEL – LUFTDICHTHEIT DAMALS UND HEUTE	27
<i>Anne Fingerling</i>	
2.1 Luftdichtheit im Wandel der Zeit	27
2.1.1 Atmende Wände?	27
2.1.2 Entdeckung der Luftdichtheit	28
2.1.3 Verbände formieren sich	28
2.1.4 Hartnäckige Vorurteile und Irrglaube	29
2.1.5 Anfänge der Normung	29
2.1.6 Einheitlicher Standard	30
2.1.7 Vom „Blower-Window“ zur „Blower-Door“	30
2.1.8 Messungen	30
2.1.9 Luftdichtheit im Baurecht	32
2.1.10 Nach den Regeln der Technik	32
<i>FLiB</i>	
2.2 Luftdichtheitsanforderungen in der Vergangenheit	34
2.2.1 Teil A: Zitate aus Regelwerken	34
2.2.1.1 Wärmeschutzverordnung(en) (WSchV)	34

2.2.1.2	DIN 4108 Teil 2, Ausgabe August 1981	34
2.2.1.3	DIN V 4108-7, Ausgabe November 1996	35
2.2.1.4	Bundesanzeiger Nr. 140, 31. Juli 1998, S. 10.885	35
2.2.2	Teil B: Fachliche Argumentationen und Hinweise	35
2.2.2.1	Allgemein anerkannte Regeln der Technik	35
2.2.2.2	DIN V 4108-7	35
2.2.2.3	Dichtheitsanforderungen an Gebäude mit freier (natürlicher) Lüftung	36
2.2.2.4	Dichtheitsanforderungen an Gebäude mit ventilatorgestützter Lüftung	36
	<i>Joachim Zeller</i>	
2.3	Anforderungen an die Luftdichtheit in der Gegenwart	38
2.3.1	Grenzwerte nach Energieeinsparverordnung	38
2.3.2	Verpflichtung zur Messung	38
2.3.3	Grenzwerte nach DIN 4108, Teil 7	38
2.3.4	Grenzwerte für spezielle Zertifikate	38
2.3.5	Qualitative Anforderungen	38
2.3.6	Spezielle Vereinbarungen	39
	<i>Johannes Werner, Matthias Laidig</i>	
2.4	Empfehlung von Luftdichtheitsanforderungen	43
2.4.1	Zusammenfassung	43
2.4.2	Luftdichtheit als Voraussetzung für bedarfsgerechte Lüftung	43
2.4.2.1	Luftdichtheit als notwendige Eigenschaft	43
2.4.2.2	Gesicherte Lüftung als eine Voraussetzung gesunden Wohnens	43
2.4.3	Zusammenwirken von mechanischer Lüftung und Infiltration	43
2.4.4	Lüftungswärmeverluste von Gebäuden mit balancierten Wärmerückgewinnungsanlagen	44
2.4.5	Auswirkungen von Luftdichtheit und Wärmerückgewinnung auf die Heizlast	45
2.4.6	Gebäude mit Abluftanlagen	45
2.4.6.1	Luftdichtheit der Gebäudehülle	45
2.4.6.2	Bemessung von Außenluftdurchlässen	45
2.4.7	Gebäude ohne mechanische Lüftung	46
2.4.8	Fazit und Ausblick	46
3	MESSUNG DER LUFTDURCHLÄSSIGKEIT DER GEBÄUDEHÜLLE	49
	<i>Joachim Zeller</i>	
3.1	Messprinzip	49
3.2	Durchführung der Messung	50
3.2.1	Messgeräte	50
3.2.2	Zu untersuchender Gebäudeteil	50
3.2.3	Messzeitpunkt	51
3.2.4	Wetterbedingungen	52
3.2.5	Gebäudevorbereitung	53
3.2.6	Einbau von Gebläse und Druckmessgerät	54
3.2.7	Suche nach Lecks	55
3.2.8	Nullpunkteinstellung und Messung der natürlichen Druckdifferenz	55
3.2.9	Differenzdruck-Messreihe	55
3.3	Auswertung	56
3.3.1	Bezugsgrößen	56
3.3.2	Berechnung des Leckagestroms mit Dichtekorrektur	56
3.3.3	Abgeleitete Größen / Kenngrößen	60
3.3.4	Prüfbericht	61

3.4	Messgenauigkeit und Fehlerrechnung	62
3.4.1	Messfehler von \dot{V}_{50} für Unter- bzw. Überdruck	62
3.4.2	Messfehler des Mittelwertes von \dot{V}_{50}	63
3.4.3	Messfehler der abgeleiteten Größen	63
3.5	Hinweise für Messdienstleister	63
3.5.1	Richtigstellung häufiger Irrtümer	63
3.5.2	Weitere Hinweise für Messdienstleister	64
	<i>Markus Renn</i>	
3.6	Hinweise zur Verwendung des Thermo-Anemometers bei der Leckagesuche	66
3.7	Überprüfung der Luftdichtheit Teil 1	68
	<i>Klaus Vogel, Markus Renn</i>	
3.8	Überprüfung der Luftdichtheit Teil 2	70
4	KLEBEN - MATERIALIEN UND VERARBEITUNG	73
	<i>Ulrich Höing</i>	
4.1	Materialien zur Herstellung luftdichter Ebenen	73
4.2	Kompakte Einführung in das Kleben	74
4.3	Die Verarbeitung	75
4.4	Prüfung von Klebmaterialien	78
4.5	Dauerhaftigkeit von Klebeverbindungen	79
4.6	Normenarbeit zum Thema Klebemittel für die Herstellung luftdichter Ebenen	79
5	LÜFTUNG IN LUFTDICHTEN (WOHN-)GEBÄUDEN	88
	<i>Ehrenfried Heinz</i>	
5.1	Notwendigkeit der Lüftung von Gebäuden bzw. Räumen	88
5.2	Außenluftbedarf zur Erfüllung der Anforderungen an die Lüftung bzw. Luftzuführung	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	91
5.2.1.3	Sicherung des Verbrennungsluftbedarfs raumluftabhängiger Feuerstätten	91
5.2.2	Außenluftbedarf von Wohnungen bzw. ähnlichen Nutzungseinheiten	92
5.3	Einfluss von Gebäudeumfeld und Gebäudehülle auf die Lüftung	95
5.3.1	Gebäudeumfeld	95
5.3.2	Lüftungstechnische Eigenschaften des Gebäudes	96
5.3.2.1	Externe Undichtheit bzw. Luftdurchlässigkeit (Außenwände und Dachkonstruktion)	96
5.3.2.2	Interne Undichtheit bzw. Luftdurchlässigkeit (Trennwände und -decken)	98
5.4	Lüftungskonzepte	99
5.4.1	Freie Lüftung	99
5.4.1.1	Nicht planbare Lüftung (Nutzerverhalten)	99
5.4.1.2	Geplante Lüftung	100
5.4.2	Ventilatorgestützte Lüftung	102
5.4.2.1	Abluftsysteme	102
5.4.2.2	Zu-/ Abluftsysteme	103
5.4.2.3	Zuluft-Systeme	106
5.5	Hinweise zur Lüftungstechnischen Planung, Ausführung, Abnahme und Instandhaltung	106
5.5.1	Freie Lüftung	106

5.5.1.1	Planung und Ausführung	106
5.5.1.2	Abnahme und Instandhaltung	108
5.5.2	Ventilatorgestützte Lüftung	109
5.5.2.1	Planung und Ausführung	109
5.5.2.2	Abnahme und Instandhaltung	110
5.6	Schlussbemerkungen	111

6 DIE LUFTDICHTHEIT DER GEBÄUDEHÜLLE IM ÖFFENTLICHEN UND PRIVATEN BAURECHT 115

Ulf Köpcke

6.1	Luftdichtheit der Gebäudehülle im öffentlichen Recht	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	116
6.1.2	Anforderungen an die Luftdichtheit nach WSchVO, EnEV 2002/2004 und EnEV 2007	116
6.1.2.1	Luftdichtheit in der Wärmeschutzverordnung (WSchV)	117
6.1.2.2	Luftdichtheit in der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2002/2004	118
6.1.2.3	Bedeutung der Luftdichtheitsprüfung nach DIN EN 13829 in der EnEV	118
6.1.2.4	Luftdichtheit in der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2007	119
6.1.3	Luftdichtheit nach „Stand der Technik“ und „allgemein anerkannten Regeln der Technik“	119
6.1.3.1	Begriffsklärung (3-Stufen-Modell)	120
6.1.3.2	Technikregeln im Rahmen unbestimmter Rechtsbegriffe	121
6.1.3.3	Luftdichtheit in § 23 EnEV und im Bauproduktrecht	121
6.1.3.4	Zwischenergebnis	122
6.2.	Luftdichtheit der Gebäudehülle im Zivilrecht	122
6.2.1	Garantiehaftung des Werkunternehmers	122
6.2.1.1	Der subjektive Fehlerbegriff im privaten Baurecht	123
6.2.1.1.1	Prüfschema Stufe 1: Beschaffenheitsvereinbarung	123
6.2.1.1.2	Prüfschema Stufe 2: Vertraglich vorausgesetzte Gebrauchstauglichkeit	124
6.2.1.1.3	Prüfschema Stufe 3: Übliche Gebrauchstauglichkeit	125
6.2.1.2	Beachtung des Bauordnungsrechts als geschuldete Gebrauchstauglichkeit	125
6.2.2	Technische Regeln und technische Normen im Werkvertragsrecht	125
6.2.2.1	Die (fragwürdige) Anwendung des § 13 VOB/B in der Rechtsprechung	126
6.2.2.2	Technische Regeln als (Ersatz-)Beurteilungsmaßstab und Beweislastumkehr	127
6.2.2.3	Insbesondere: Fehlerhafte Anwendung von DIN-Normen im Zivilrecht	128
6.2.3	Rechtliche Kontrolle der Luftdichtheit der Gebäudehülle	129
6.2.3.1	Leckagefreiheit als abnahmefähige Gestaltungseigenschaft	129
6.2.3.2	Kein Nachweis der Fehlerfreiheit durch normgerechte Prüfung	129
6.2.3.3	Dauerhaftigkeit der Luftdichtheit als nicht prüfbare Verwendungseigenschaft	130
6.2.4	Mängelhaftung beim mehrgliedrigen Vertrieb von Luftdichtheits-Bauprodukten	130
6.3	Haftungsrisiken bei Planung, Ausführung, Beurteilung und Vertrieb luftdichter Gebäudehüllen	131
6.3.1	(Gesamtschuldnerische) Haftung für Planungsfehler	131
6.3.2	(Gesamtschuldnerische) Haftung für unzureichende Bauüberwachung	132
6.3.3	(Gesamtschuldnerische) Haftung bei unterlassener Bedenkenanmeldung	132
6.3.4	(Gesamtschuldnerische) Haftung für Arglist und Organisationsverschulden	132
6.3.5	Haftungsrisiken für Messunternehmer und Sachverständige	133
6.4	Zusammenfassung und Ausblick	134

SCHLAGWORTREGISTER

138