

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	19
2	Wesentliche Inhalte der Leitfäden zu Schimmelpilzen in Innenräumen des Landesgesundheitsamtes Baden-Württemberg (LGA 1, LGA 2) und des Umweltbundesamtes (UBA 1, UBA 2)	27
2.1	Leitfaden LGA 1 „Schimmelpilze in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement“	27
2.2	Leitfaden UBA 1 „Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen“	33
2.3	Leitfaden LGA 2 „Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen“	41
2.4	Leitfaden UBA 2 „Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen“	43
3	Feststellung von Feuchte- und mikrobiellen Schäden	47
3.1	Erste Symptome von Feuchte- und mikrobiellen Schäden	48
3.1.1	Flecken und andere Materialveränderungen	50
3.1.1.1	Schimmelflecken	50
3.1.1.2	Stockflecken	54
3.1.1.3	Feuchteflecken	54
3.1.1.4	Salzausblühungen	56
3.1.1.5	Mittelbar sichtbare Feuchte und Mikroorganismen durch Materialschädigungen	58
3.1.1.6	Geometrische Materialveränderungen	60
3.1.1.7	Abgrenzung zu anderen Schadensarten (Staubeintrag über Randfugen, Fogging-Effekt, Shading)	60
3.1.2	Geruch	62
3.1.3	Auftreten von Insekten und anderen Kleintieren	65
3.1.3.1	Silberfischchen	66
3.1.3.2	Staubläuse	66
3.1.3.3	Milben	67
3.1.3.4	Kellerasseln	67
3.1.3.5	Schimmelkäfer, Moderkäfer	69
3.1.3.6	Spinnen	69
3.1.4	Gesundheitliche Beschwerden	69

3.2	Ausdehnung von Feuchteschäden	71
3.2.1	Zusammenhang der Verteilung der Feuchte mit klar erkennbarer/en Ursache/n	74
3.2.2	Zusammenhang der Verteilung der Feuchte mit zwar klar erkennbarer/en Ursache/n, aber ungewöhnlicher Verteilung	76
3.2.3	Zusammenhang der Verteilung der Feuchte mit nicht erkennbarer/en Ursache/n	77
3.2.4	Erfassen der Ausdehnung der Feuchte	78
3.2.4.1	Feuchte in Fußböden	78
3.2.4.2	Feuchte in Wänden	80
3.3	Ausdehnung von mikrobiellen Schäden	81
3.3.1	Sichtbarer mikrobieller Befall	82
3.3.1.1	Kondensationsschäden	82
3.3.1.2	Sonstige Schäden mit sichtbarem Befall	82
3.3.2	Nicht sichtbarer mikrobieller Befall	82
3.3.2.1	Probleme bei der Feststellung mikrobieller Schäden	82
3.3.2.2	Vorgehensweise bei der Feststellung mikrobieller Schäden	86
4	Mess- und Analysemethoden zur Feststellung von Feuchte- und mikrobiellen Schäden	89
4.1	Methoden der Feuchtemessung, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen ..	89
4.1.1	Grundlegendes zum Begriff Feuchte	89
4.1.2	Übersicht über Methoden der Feuchtemessung	94
4.1.3	Messung der Luftfeuchte und anderer Raumklimaparameter	96
4.1.3.1	Kurzzeit- bzw. Einzelmessungen	96
4.1.3.2	Langzeitmessungen	97
4.1.4	Messung der Materialfeuchte – orientierende, qualitative bis halbquantitative Verfahren	98
4.1.4.1	Leitfähigkeitsmethode	98
4.1.4.2	Dielektrische oder kapazitive Methode, Hochfrequenzmethode (HF-Methode)	100
4.1.4.3	Mikrowellen-Verfahren	101
4.1.4.4	Neutronensonde	102
4.1.5	Messung der Materialfeuchte – quantitative Verfahren	103
4.1.5.1	Calciumcarbidmethode	103
4.1.5.2	Gravimetrische Methode (Darrprobe)	104
4.1.5.3	Messung der Ausgleichsfeuchte	105
4.1.6	Methoden zur Überwachung und Abnahme von Trocknungsmaßnahmen	107
4.2	Mikrobiologische Analysemethoden	109
4.2.1	Methoden zum Nachweis mikrobieller Schäden in Baumaterialien ..	110
4.2.1.1	Abklatschproben	111
4.2.1.2	Materialproben mit Suspension	112
4.2.1.3	Mikroskopische Materialanalyse, Folienkontaktproben	118
4.2.2	Methoden zur Überwachung und Abnahme von mikrobiellen Sanierungsmaßnahmen	119

4.3	Sonstige Messungen und Analysen zur Feststellung von Feuchte- und mikrobiellen Schäden	120
4.3.1	Leckageortung	120
4.3.2	Bestimmung des Salzgehaltes	121
4.3.3	Wassereindringprüfung	121
4.3.4	Thermographie	121
4.3.5	Blower-Door-Prüfverfahren (Luftdichtheitsprüfung)	122
4.3.6	Schimmelpilz-Spürhund	124
5	Schadenskatalog	125
5.1	Grundlegende Hinweise zu Schadenserfassung, Untersuchungen und Messungen	128
5.1.1	Lage des Schadens im Objekt, Neubau/Altbau	128
5.1.2	Grundlagenermittlung	129
5.1.3	Feuchtemessungen	130
5.1.4	Kontrollschachtungen/Kontrollöffnungen	131
5.1.5	Mikrobiologische Analysen	132
5.1.6	Hinweise auf Feuchteschäden und mikrobiellen Befall	133
5.2	Schadenstyp A-1: Feuchte Keller/Vertikalsperre	134
5.3	Schadenstyp A-2: Feuchte Keller/Hohlkehle	136
5.4	Schadenstyp A-3: Feuchte Keller/Horizontal Sperre	138
5.5	Schadenstyp A-4: Feuchte Keller/Rohrdurchführungen	140
5.6	Schadenstyp A-5: Feuchte Keller/Dehnungsfugen	142
5.7	Schadenstyp A-6: Feuchte Keller/wasserundurchlässiger Beton – Arbeitsfugen	144
5.8	Schadenstyp A-7: Feuchte Keller/Pumpensumpf-/Hebeanlage	146
5.9	Schadenstyp A-8: Feuchte Keller/Bodenabläufe – Kanalundichtheiten	148
5.10	Schadenstyp A-9: Feuchte Keller/Lichtschächte	150
5.11	Schadenstyp A-10: Feuchte Keller/Erd- oder Kriechkeller	152
5.12	Schadenstyp A-11: Feuchte Keller und feuchtes Souterrain/Sommerkondensation	154
5.13	Schadenstyp B-1: Erdgeschoss/Sockelbereich bei Unterkellerung	156
5.14	Schadenstyp B-2: Erdgeschoss nicht unterkellert/teilunterkellert	158
5.15	Schadenstyp B-3: Erdgeschoss und Obergeschoss/Terrassen und Balkone	160
5.16	Schadenstyp C: Sanitär- und Nassbereiche	162
5.17	Schadenstyp D: Feuchte Schornsteine	164
5.18	Schadenstyp E: Kondensation/Wärmebrücken	166
5.19	Schadenstyp F: Leckagen, Havarien, Überflutungen	168

5.20	Schadenstyp G: Installationsschächte	170
5.21	Schadenstyp H: Regenrinnen und Regenfallrohre	172
5.22	Schadenstyp I: Fensterbänke und Rollläden	174
5.23	Schadenstyp J: Fassaden/Mauerwerk, Putz	176
5.24	Schadenstyp K: Fassaden/Wärmedämmverbundsysteme	178
5.25	Schadenstyp L: Gebäudehülle nicht luftdicht	180
5.26	Schadenstyp M-1: Dächer/Flachdächer	182
5.27	Schadenstyp M-2: Dächer/geneigte Dächer	184
5.28	Schadenstyp N: Neubaufeuchte	186
6	Bewertung von Feuchte- und mikrobiellen Schäden	189
6.1	Ziel der Bewertung – Was ist zu bewerten?	189
6.2	Optische Schäden	189
6.3	Materialschädigung mit Funktionsbeeinträchtigung	190
6.4	Geruchsbelastung	192
6.5	Gesundheitliche Aspekte	192
6.6	Dringlichkeit der Maßnahmen – Sofortmaßnahmen	195
6.6.1	Aspekt S1 „Exposition“	197
6.6.2	Aspekt S2 „Sanierungsaufwand“	197
6.6.3	Aspekt S3 „Risikogruppen“	198
6.6.4	Aspekt S4 „Gesundheitliche Symptome“	199
6.7	Wie groß ist der erforderliche Sanierungsumfang?	200
6.7.1	Aspekt U1 „Sichtbarer mikrobieller Befall auf Oberflächen“	202
6.7.2	Aspekt U2 „Sanierungsaufwand“	202
6.7.3	Aspekt U3 „Materialanalyse“	202
6.7.4	Aspekt U4 „Technische und wirtschaftliche Kriterien“	203
6.8	Maßnahmen zum Umgebungs- und zum Arbeitsschutz	204
6.9	Sonderthemen bei der Festlegung der erforderlichen Maßnahmen ..	205
6.9.1	Schäden durch Abwasser/Oberflächenwasser	205
6.9.2	Die Sanierungskosten sind größer oder gleich dem Wert des Objektes	205
6.9.3	Denkmalschutz, Baugenehmigungen	205
6.9.4	Die Sanierung ist aus technischen Gründen schwierig	207
6.9.5	Der Schaden bezieht sich primär auf mobile Gegenstände	207

7	Sanierungskonzept/Planung der Arbeiten bei Feuchte- und mikrobiellen Schäden	209
7.1	Festlegung des Sanierungskonzeptes	209
7.2	Beauftragung von Sanierungsarbeiten	209
7.2.1	Werkvertragliche Regelungen für die Durchführung von Schimmelpilzsanierungsmaßnahmen	209
7.2.2	Ausschreibung und Vergabe	210
7.3	Leitung und Aufsicht der Arbeiten	211
7.4	Einzelschritte bei der Sanierung von Innenräumen	211
8	Sanierung von Kleinschäden	213
8.1	Vorgehensweise bei der Sanierung von Kleinschäden	214
8.1.1	Ursache ermitteln und beseitigen	214
8.1.2	Umgebung abdecken	215
8.1.3	Partikel binden	215
8.1.4	Entsorgung	216
8.1.5	Trocknung	216
8.1.6	Feinreinigung	216
8.2	Arbeitsschutz bei der Sanierung von Kleinschäden	217
8.3	Materialien und Zubehör für die Sanierung von Kleinschäden	217
9	Schutz der Gebäude-/Raumnutzer (Umgebungsschutz)	219
9.1	Sofortmaßnahmen (Schutzmaßnahmen vor Beginn der eigentlichen Sanierungsarbeiten)	219
9.1.1	Abschottung der Befallsbereiche/Räume	220
9.1.2	Desinfektion	221
9.1.3	Befall zur Vermeidung weiterer Sporenbelastung binden	221
9.1.4	Aufstellen von Luftreinigern	221
9.1.5	Unterdruck erzeugen	222
9.1.6	Sofortmaßnahmen bei mikrobiellem Befall in Speisekammern	223
9.1.7	Sofortmaßnahmen zur wirtschaftlichen Schadensbegrenzung	224
9.2	Schutzmaßnahmen während der Sanierungsarbeiten	225
9.2.1	Freisetzung von Staub während der Sanierung vermindern/verhindern	225
9.2.2	Unnötige Exposition vermeiden	227
9.2.3	Verschleppung verhindern	227
9.2.4	Reinigung nach erfolgtem Rückbau	228
9.3	Praktische Durchführung von Maßnahmen zum Umgebungsschutz ..	229
9.3.1	Abschottungen/Schleusen	229
9.3.2	Abdeckmaßnahmen	230
9.3.2.1	Bodenbereich	230
9.3.2.2	Möbel und andere Gegenstände	231

9.3.3	Ablüften und Filtern von Stäuben mit Unterdruck- und Umluftfiltergeräten	231
9.3.3.1	Unterdruckgeräte	231
9.3.3.2	Umluftfiltergeräte	232
9.3.4	Vermeidung der Umverteilung von Sporen/kontaminierten Stäuben ..	233
9.3.5	Lagerung von Lebensmitteln	233
9.3.6	Verwendung von Desinfektionsmitteln	233
9.3.7	Abschalten von Klima- und Belüftungsanlagen	233
10	Ursachenbeseitigung von Feuchte- und mikrobiellen Schäden	235
10.1	Planung der erforderlichen Maßnahmen	235
10.2	Gebäudeabdichtung erdberührter Bauteile	240
10.3	Herstellung der Schlagregendichtheit von Fassaden	243
10.4	Maßnahmen zur Abwendung hygrothermisch bedingter Feuchteschäden (Kondensationschäden)	244
10.4.1	Erhöhung der Oberflächentemperatur	245
10.4.2	Senken der Luftfeuchte	246
10.4.3	Raumseitige Dämmung mit Calciumsilicatplatten	246
11	Arbeitsschutz	249
11.1	Grundlagen	249
11.2	Verordnungen und zugehörige Technische Regeln	251
11.2.1	Biostoffverordnung	251
11.2.2	Gefahrstoffverordnung	256
11.3	Umsetzung der Vorschriften und Regeln in der Praxis	260
11.3.1	Erstellen der Gefährdungsbeurteilung	260
11.3.2	Erstellen der Betriebsanweisung	268
11.3.3	Hygiene- und Hautschutzplan	270
11.4	Persönliche Schutzausrüstung	271
11.4.1	Grundlegende Anforderungen	271
11.4.1.1	Betriebssicherheitsverordnung	271
11.4.1.2	PSA-Benutzerverordnung	271
11.4.2	Augenschutz	272
11.4.3	Handschutz	272
11.4.4	Schutzkleidung	273
11.4.5	Atemschutz	274
11.4.5.1	Einweg-Feinstaubmasken	274
11.4.5.2	Halb- oder Vollmasken mit Filtergeräten	276
11.5	Unfallverhütungsvorschrift „Verwendung von Flüssiggas“	279

12	Trocknung von Feuchteschäden	281
12.1	Mikrobielle Aspekte bei der Trocknung von Feuchteschäden	281
12.1.1	Problematik der Feststellung mikrobieller Schäden	282
12.1.2	Belastete Geräte zur Trocknung	283
12.2	Art des Feuchteschadens	284
12.2.1	Aktuelle Feuchteschäden	284
12.2.2	Seit längerem bestehende Feuchteschäden	284
12.3	Trocknungsgeräte	285
12.3.1	Kondensattrockner	285
12.3.2	(Ad-)Sorptionstrockner	287
12.3.3	Mikrowellentrockner	288
12.4	Bauheizer	290
12.4.1	Heißluftgeräte	290
12.4.2	Infrarotstrahler	290
12.5	Ventilatoren/Gebälse	290
12.6	Trocknungsverfahren	291
12.6.1	Unterdruckverfahren	291
12.6.2	Überdruckverfahren	293
12.7	Fein-, Mikro- und HEPA-Filter bei der Bautrocknung	295
12.7.1	Allgemeine Erläuterungen	295
12.7.2	Filtertypen/Abscheidegrad	296
12.7.3	Zusammenstellung Filterelemente und Trocknungsanlage	297
12.7.4	Hinweise zur Dekontamination der Anlagen	298
12.8	Methoden zur Reduzierung der Trocknungszeiten	299
12.8.1	Einhausen oder Luftkissenverfahren	299
12.8.2	Putzentfernung	300
12.8.3	Gebälseeinsatz und Wärme	300
12.9	Trocknungsmaßnahmen zur Schadensverhinderung	300
12.9.1	Trocknungsmaßnahmen im Neubau	300
12.9.2	Trocknungsmaßnahmen bei Estrichverlegung und Putzarbeiten	301
13	Materialentfernung und Dekontamination	305
13.1	Entfernung von mikrobiell befallenem Baumaterial	305
13.1.1	Oberflächlicher Befall	305
13.1.2	Tiefer gehender Befall	306
13.1.3	Entfernung von Fugen und Dichtungen	306
13.1.4	Entfernung von Putz und Wandfarbe	306
13.1.4.1	Entfernung von Wandmaterial mittels Putzfräse	306
13.1.4.2	Entfernung von Wandmaterial mittels Sprühextraktion	307
13.1.5	Entfernung von Mauerwerk und Beton	307
13.1.6	Entfernung von Trockenbauwänden	308
13.1.7	Ausbau von Fensterstöcken	308
13.1.8	Entfernung von Zwischendecken und abgehängten Decken	309
13.1.9	Ausbau von Schüttmaterial (Lehm, Stroh, Schlacke usw.)	309

13.1.10	Entfernung von Fußbodenbelägen	309
13.1.11	Entfernung von Estrichen und Dämmungen	309
13.1.12	Entfernung von Randstreifen	309
13.1.13	Entfernung sonstiger Dämmmaterialien	310
13.2	Maßnahmen, wenn die Materialentfernung nicht möglich ist	311
13.2.1	Einkapseln	311
13.2.2	Abflämmen	311
13.2.3	Schäumen	311
13.3	Dekontamination (Feinreinigung) der Innenräume	311
13.4	Dekontamination von Einrichtung, Ausstattung, Inventar	313
13.4.1	Glatte Flächen	313
13.4.2	Möbel	313
13.4.3	Stoffe	315
13.4.4	Kleidung	316
13.4.5	Leder und Schuhe	316
13.4.6	Blumentöpfe	317
13.4.7	Bücher, Akten, Dokumente	317
13.4.8	Heizkörper	318
13.4.9	Holzbalken	318
13.4.10	Kartons	319
13.4.11	Elektrogeräte (PC/TV/Radio/Kühlschrank)	319
13.4.12	Lüftungsgitter und Dunstabzugshauben	320
13.4.13	Teppiche	320
13.4.14	Bilder	321
13.4.15	Staubsauger	322
13.4.16	Betten und Matratzen	323
13.4.17	Spielsachen	324
13.4.18	Fensterrahmen	324
13.4.19	Spülkästen	325
13.4.20	Armaturen, Abflussrohre und Syphons	326
13.4.21	Rollladen – eingebaute Bandaufwickler	327
13.4.22	Kanalisation/Geruchsverschlüsse	328
13.4.23	Mikrobielle Spezialreinigungen für Inventar	329
13.5	Geruchsbeseitigung	330
13.5.1	Oxidation	330
13.5.1.1	Oxidation mit Ozon	330
13.5.1.2	Oxidation mit Singulett-Sauerstoff	332
13.5.2	Einkapseln von Geruchsmolekülen	333
13.5.3	Ausheizen	333
14	Desinfektion bei mikrobiellen Schäden	335
14.1	Methoden zur Desinfektion	336
14.1.1	Abbrennen/Abflämmen	336
14.1.2	Einsprühen mit Desinfektionsmitteln	338
14.1.3	Abwaschen mit Desinfektionsmitteln	340
14.1.4	Foggen	340
14.1.5	Fluten von Randfugen	344
14.1.6	Schaumbehandlung	344

14.1.7	Einsatz von UV-Lampen	346
14.1.8	Einsatz von Heißdampf	347
14.2	Desinfektionsmittel	348
14.2.1	Praxisbewährte Mittel	348
14.2.1.1	Alkohole/Spiritus	349
14.2.1.2	Wasserstoffperoxidlösungen	349
14.2.1.3	Peroxicarbonsäuren	350
14.2.1.4	Laugen	351
14.2.1.5	2-DKL-Methode	352
14.2.2	Weniger/nicht geeignete Mittel	353
14.2.2.1	Säuren	353
14.2.2.2	Chlorhaltige Mittel	353
14.2.2.3	Isothiazolinonhaltige Mittel	353
14.2.2.4	Quaternäre Ammoniumverbindungen	353
14.2.2.5	Salmiakgeislösung	354
14.3	Eindringverhalten von Desinfektionsmitteln	354
15	Ausführung von Sanierungsarbeiten an Fassaden mit mikrobiellem Befall	357
15.1	Mikroorganismen auf Fassaden	357
15.1.1	Algen	359
15.1.2	Schimmelpilze	359
15.1.3	Flechten	363
15.2	Mikroorganismenbildung als Mangel	363
15.3	Beseitigung von mikrobiellen Schäden auf Fassaden	366
15.3.1	Reinigung von Fassaden	366
15.3.2	Beseitigung von Algen	366
15.3.3	Beseitigung von Schimmelpilzen	366
15.3.4	Beseitigung von Flechten	366
16	Abnahme, Gewährleistung und Aufmaß/Abrechnung bei Schimmelpilzsanierungsmaßnahmen	369
16.1	Abnahme der Sanierungsmaßnahmen	369
16.1.1	Grundlagen der Abnahme von Bauleistungen	369
16.1.1.1	Abnahme nach dem BGB	369
16.1.1.2	Abnahme nach der VOB/B	373
16.1.2	Messtechnische Erfolgskontrolle	375
16.1.2.1	Staubprobenanalysen	376
16.1.2.2	Luftkeimmessungen	376
16.1.2.3	Luftpartikelmessungen	376
16.1.2.4	MVOC-Messungen	376
16.1.2.5	Materialprobenanalysen	377
16.1.2.6	Analyse von Abklatschproben	377
16.1.2.7	Analyse von Folienkontaktproben	377
16.1.3	Vorgehensweise bei der Abnahme der Sanierungsmaßnahmen	378

16.2	Gewährleistung bei den Sanierungsmaßnahmen	378
16.2.1	Gewährleistung nach dem BGB	379
16.2.2	Gewährleistung nach der VOB	380
16.3	Aufmaß und Abrechnung bei den Sanierungsmaßnahmen	381
17	Rechtsgrundlagen der Schimmelpilzsanierung	385
17.1	Unterschiedliche Rechtsverhältnisse bei vorhandenem Schimmelpilzbefall	385
17.2	Relevante gesetzliche Regelungen, Verordnungen und Regelwerke ...	387
17.2.1	Allgemeine Regelungen	387
17.2.1.1	Regelungen zu Schadstoffbelastungen von Gebäuden	387
17.2.1.2	Regelungen zum Zweck des Gesundheitsschutzes	389
17.2.2	Spezielle Regelungen	390
17.2.2.1	Regelungen für Planer und Ausführende zur Prävention	390
17.2.2.2	Regelungen für Mieter und Vermieter zur Prävention	391
17.2.2.3	Regelungen für Verkäufer zur Prävention	391
17.2.2.4	Regelungen für alle Arbeitgeber zum Zweck des Arbeitsschutzes	391
17.2.2.5	Regelungen für Arbeitgeber bei der Schimmelpilzsanierung	393
17.2.2.6	Regelungen für Planer und Aufsichtführende bei der Schimmelpilzsanierung	398
17.2.2.7	Regelungen für Auftraggeber und Auftragnehmer	399
	Literaturverzeichnis	401
	Stichwortverzeichnis	404
	Die Autoren	408
	Danksagung	410