

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Fachgerechte Sanierung eines Schimmelschadens</b>	17
1.1	Aufgabe des Sanierers	17
1.2	Allgemein anerkannte Regeln der Technik und Stand der Technik	18
1.3	Richtlinien, Leitfäden, Normen	20
1.4	Maßgebliche Leitfäden und Richtlinien	21
1.4.1	Schimmelleitfaden des Umweltbundesamtes 2016	21
1.4.1.1	Entwicklung	22
1.4.1.2	Inhalte	22
1.4.1.3	Unterschiede zu den bisherigen Leitfäden	23
1.4.2	Biostoffverordnung und DGUV-Information 201-028	28
1.4.2.1	Biostoffverordnung	28
1.4.2.2	DGUV-Information 201-028	30
1.5	Übersicht über einzuhaltende Gesetze und Verordnungen	32
<b>2</b>	<b>Biologische Grundlagen</b>	35
2.1	Begriffe	35
2.2	Namensgebung und Bezeichnung von Mikroorganismen	38
2.3	Morphologie, Keimung, Wachstum und Vermehrung	39
2.3.1	Schimmelpilze	40
2.3.2	Bakterien	42
2.3.3	Flugfähigkeit und Lebensdauer von Sporen	44
2.3.4	Nahrungsaufnahme und Stoffwechsel	45
2.4	Für Keimung und Wachstum relevante Parameter	47
2.4.1	Temperatur	48
2.4.2	pH-Wert	50
2.4.3	Nährstoffe	51
2.4.4	Feuchte	51
2.5	Gesundheitlich relevante mikrobielle Stoffe	53
2.5.1	Mikrobielle Toxine	53
2.5.2	Weitere gesundheitlich relevante Stoffe	56

2.6	Bei Feuchteschäden wachsende Mikroorganismen .....	56
2.6.1	Schimmelpilze .....	57
2.6.2	Hefen .....	59
2.6.3	Bakterien .....	59
2.6.4	Sonstige Mikroorganismen .....	62
<b>3</b>	<b>Bauliche und bauphysikalische Grundlagen .....</b>	<b>65</b>
3.1	Begriffe .....	65
3.2	Feuchte .....	67
3.2.1	Relative Luftfeuchte .....	68
3.2.2	Absolute Luftfeuchte und Taupunkttemperatur .....	69
3.2.3	Einfluss der Temperatur auf die Luftfeuchte .....	74
3.2.4	Materialfeuchte .....	76
3.2.5	Wechselwirkung zwischen Luftfeuchte und Materialfeuchte ..	77
3.2.6	Einfluss der Materialfeuchte auf die Entstehung von Schimmelschäden .....	79
3.2.7	Feuchtehaushalt in Gebäuden .....	80
3.2.8	Baufeuchte (Neubau-Restfeuchte) .....	86
3.3	Temperatur .....	87
3.3.1	Gebäude- und Raumbeheizung .....	87
3.3.2	Wärmebrücken .....	89
3.3.3	Raumseitige Wärmedämmung .....	92
3.4	Sekundäre Schäden .....	94
<b>4</b>	<b>Schadensmerkmale .....</b>	<b>95</b>
4.1	Optische Hinweise auf mikrobielle Schäden .....	96
4.1.1	Schimmelflecken .....	96
4.1.2	Feuchteflecken .....	100
4.1.3	Salzausblühungen .....	102
4.1.4	Materialschäden .....	104
4.1.5	Mit Feuchteschäden assoziierte Tierchen .....	106
4.2	Geruchliche Indikation .....	110
4.3	Gesundheitliche Symptome .....	113
4.4	Abgrenzung zu anderen Schadensarten .....	114
<b>5</b>	<b>Untersuchungen, Messungen, Analysen .....</b>	<b>117</b>
5.1	Inspektion, Befragung, Auswertung von Unterlagen .....	117
5.2	Feuchte in Bauteilen/Messung der Materialfeuchte .....	120
5.2.1	Orientierende, qualitative bis halbquantitative Verfahren ..	122
5.2.1.1	Leitfähigkeits- oder Widerstandsmessung .....	122
5.2.1.2	Kapazitive Messung, Hochfrequenzmethode (HF-Methode) ..	124
5.2.1.3	Messung mittels Mikrowellen .....	125
5.2.1.4	Neutronensonde .....	126

5.2.2	Quantitative Verfahren .....	127
5.2.2.1	Calciumcarbidmethode .....	127
5.2.2.2	Gravimetrische Methode (Darrprobe) .....	128
5.2.2.3	Messung der Ausgleichsfeuchte als Kennzeichen der Wasseraktivität .....	130
5.3	Messung der Luftfeuchte und anderer Raumklimaparameter .....	134
5.3.1	Kurzzeit- bzw. Einzelmessungen .....	134
5.3.2	Langzeitmessungen .....	135
5.3.3	Raumklima-Echtzeitmessungen .....	136
5.4	Bauteilthermogramme .....	138
5.4.1	Thermografie .....	138
5.4.2	Punktmessung .....	140
5.4.3	Langzeitthermogramm .....	141
5.5	Dichtheit von Gebäuden .....	142
5.5.1	Dichtheit gegen Niederschlag und Feuchte .....	142
5.5.2	Luftdichtheit .....	143
5.6	Dichtheit wasserführender Leitungen (Leckageortung) .....	144
5.7	Salzgehalt .....	145
5.8	Mikrobiologische Analysen .....	147
5.8.1	Abklatschproben .....	150
5.8.2	Analyse von Materialproben mit Suspension .....	152
5.8.3	Mikroskopische Materialanalyse, Folienkontaktproben .....	162
5.9	Mikrobielle Methoden zur Überwachung und Endkontrolle von Sanierungsmaßnahmen .....	163
5.10	Probenahme .....	163
<b>6</b>	<b>Ursachen .....</b>	<b>169</b>
6.1	Klassifizierung nach der Feuchtequelle .....	170
6.1.1	Ursachen-Kategorie A: Feuchte oder Wasser von außen .....	170
6.1.2	Feuchte oder Wasser wird im Gebäude freigesetzt .....	182
6.1.3	Feuchteschäden ohne relevante Feuchtequellen .....	189
6.2	Baulich oder durch Nutzung bedingte Ursachen .....	192
<b>7</b>	<b>Beurteilung von Schäden .....</b>	<b>195</b>
7.1	Ziele der Beurteilung .....	195
7.2	Optische Schäden .....	196
7.3	Materialschädigung mit Funktionsbeeinträchtigung .....	198
7.4	Geruchsbelastung .....	198
7.5	Gesundheitliche Aspekte .....	200

7.6	Dringlichkeit der Maßnahmen – Sofortmaßnahmen .....	206
7.6.1	Aspekt S1: Exposition .....	208
7.6.2	Aspekt S2: Sanierungsaufwand .....	208
7.6.3	Aspekt S3: Risikogruppen .....	209
7.6.4	Aspekt S4: Gesundheitliche Symptome .....	210
7.7	Erforderlicher Sanierungsumfang .....	212
7.7.1	Aspekt U1: Sichtbarer mikrobieller Befall auf Oberflächen ...	214
7.7.2	Aspekt U2: Sanierungsaufwand .....	214
7.7.3	Aspekt U3: Materialanalysen .....	215
7.7.4	Aspekt U4: Technische und wirtschaftliche Kriterien .....	215
7.8	Maßnahmen zum Umgebungs- und zum Arbeitsschutz .....	216
7.9	Schadensbeurteilung in Ausnahmesituationen .....	217
7.9.1	Schäden durch Abwasser/Oberflächenwasser .....	217
7.9.2	Sanierungskosten größer als der Wert des Objektes .....	217
7.9.3	Denkmalschutz, Baugenehmigungen .....	218
7.9.4	Die Sanierung ist aus technischen Gründen schwierig .....	219
7.9.5	Der Schaden bezieht sich primär auf mobile Gegenstände ....	219
<b>8</b>	<b>Planung und Vorbereitung der Sanierung .....</b>	<b>221</b>
8.1	Planung .....	223
8.1.1	Sofortmaßnahmen .....	224
8.1.2	Festlegen der Sanierungsziele .....	225
8.1.3	Erforderliche Schritte zur Erreichung der Sanierungsziele ...	226
8.1.4	Erstellen der Gefährdungsbeurteilung .....	227
8.1.5	Planung der Umgebungsschutzmaßnahmen .....	228
8.1.6	Baustellenplan, Messplan, Zeitplan .....	229
8.2	Vorbereitende Arbeiten .....	229
8.3	Leitung und Aufsicht der Arbeiten .....	229
<b>9</b>	<b>Sanierung .....</b>	<b>231</b>
9.1	Sanierung kleiner Schäden .....	231
9.2	Sofortmaßnahmen .....	233
9.2.1	Abschottung der Befallsbereiche/Räume .....	234
9.2.2	Biozidbehandlung (Desinfektion) .....	234
9.2.3	Aufstellen von Luftreinigern .....	234
9.2.4	Unterdruck erzeugen .....	235
9.3	Umgebungsschutzmaßnahmen .....	235
9.3.1	Freisetzung von Staub während der Sanierung vermindern/ verhindern .....	236
9.3.2	Verschleppung verhindern .....	236
9.3.3	Reinigung nach erfolgtem Rückbau .....	237
9.3.4	Klima- und Belüftungsanlagen .....	237
9.3.5	Abdeckmaßnahmen .....	238
9.3.6	Technische Lüftungsmaßnahmen .....	238

9.4	Arbeitsschutzmaßnahmen .....	239
9.4.1	Gesetzliche Grundlagen .....	239
9.4.2	Verordnungen und zugehörige technische Regeln .....	242
9.4.2.1	Biostoffverordnung .....	242
9.4.2.2	Gefahrstoffverordnung .....	245
9.4.3	Gefährdungsbeurteilung nach DGUV-Information 201-028 ..	248
9.4.4	Gefährdungsklassen und Maßnahmen .....	253
9.4.5	Persönliche Schutzausrüstung (PSA) .....	256
9.4.5.1	Bestimmungen .....	256
9.4.5.2	Handschutz .....	257
9.4.5.3	Augenschutz .....	258
9.4.5.4	Schutzkleidung .....	258
9.4.5.5	Atemschutz .....	259
9.4.6	Hygiene- und Hautschutzplan .....	265
9.4.7	Einsatz chemischer Stoffe .....	266
9.4.7.1	Explosionsgefahr .....	266
9.4.7.2	Ozon und Singulett-Sauerstoff .....	266
9.4.7.3	Atemschutz bei Verwendung von Bioziden (Desinfektionsmitteln) .....	267
9.4.8	Maßnahmen beim Einsatz von Brennern zum Abflämmen ..	268
9.5	Trocknung .....	269
9.5.1	Feuchteschäden und fachmännische Trocknung .....	269
9.5.2	Wann sollte getrocknet werden? .....	271
9.5.2.1	Schadensanalyse .....	271
9.5.2.2	Vorgehen bei der Trocknung .....	273
9.5.3	Wie sollte getrocknet werden? .....	273
9.5.3.1	Schadensanalyse .....	273
9.5.3.2	Vorgehen bei der Trocknung .....	275
9.5.4	Trocknung von Bauteilen .....	278
9.5.4.1	Massive Wände und Mauerwerk .....	278
9.5.4.2	Fußböden .....	279
9.5.4.3	Decken .....	282
9.5.4.4	Kanäle und Schächte .....	283
9.5.5	Ziel und Zielwerte einer Trocknung .....	283
9.5.6	Trocknungsgeräte .....	285
9.5.6.1	Heizer .....	285
9.5.6.2	Raumentfeuchter/Trockner .....	286
9.5.6.3	Geräte zur Bestrahlung und Erhitzung .....	289
9.5.6.4	Mikrowellentrockner .....	290
9.5.6.5	Lüfter, Gebläse, Ventilatoren .....	290
9.6	Entfernung befallener Bausubstanz .....	291
9.6.1	Beton .....	291
9.6.2	Bodenbeläge – PVC, Linoleum, Teppichböden .....	292
9.6.3	Dämmmaterialien .....	294
9.6.4	Decken, Zwischendecken .....	296
9.6.5	Dichtungen .....	298
9.6.6	Estrich .....	299
9.6.7	Farbe (Wand- oder Deckenfarbe) .....	301

9.6.8	Fenster .....	303
9.6.9	Fliesen .....	304
9.6.10	Fugen .....	305
9.6.11	Fußboden-Randstreifen .....	306
9.6.12	Leichtbauwände, Verblend- und Vorbaukonstruktionen .....	308
9.6.13	Mauerwerk .....	310
9.6.14	Putz .....	312
9.6.15	Tapeten .....	313
9.6.16	Türen .....	314
9.6.17	Verkleidungen von Wänden und Decken .....	315
9.7	Dekontamination und Reinigung .....	316
9.7.1	Einleitung .....	316
9.7.2	Generelle Vorgehensweise zur effizienten Dekontamination und Reinigung nach Materialausbau .....	317
9.7.3	Dekontamination und Reinigung von Bauteilen, Konstruktionen und festen Einbauten .....	320
9.7.3.1	Vollholz .....	320
9.7.3.2	Fensterrahmen .....	321
9.7.3.3	Heizkörper .....	322
9.7.3.4	Rollläden/Rolladenkästen .....	323
9.7.3.5	Spülkästen .....	324
9.7.3.6	Abwasserrohre/Siphons .....	324
9.7.3.7	Armaturen, Abflüsse .....	325
9.7.3.8	Teppiche .....	326
9.7.3.9	Ventilatoren und Dunstabzugshauben .....	326
9.7.4	Dekontamination und Reinigung von Inventar und Einrichtungsgegenständen .....	327
9.7.4.1	Glas, Hartkunststoff, Keramik, Metall, Porzellan .....	327
9.7.4.2	Möbel mit Holzwerkstoffplatten, Pressspanplatten .....	328
9.7.4.3	Textilien .....	329
9.7.4.4	Leder .....	330
9.7.4.5	Schaumstoffe, Polster, Matratzen .....	331
9.7.4.6	Papier, Pappe .....	332
9.7.4.7	Bilder .....	333
9.7.4.8	Blumentöpfe .....	334
9.7.4.9	Elektrogeräte .....	334
9.7.4.10	Plüschtiere, Puppen .....	335
9.7.4.11	Raumbefeuchter, Zimmerspringbrunnen .....	336
9.7.5	Besondere Maßnahmen und spezielle Verfahren bei der Dekontamination/Reinigung .....	336
9.7.5.1	Reinigung mit Hochdruckreiniger .....	336
9.7.5.2	Sprühextraktion .....	336
9.7.5.3	Abflämmen .....	337
9.7.5.4	Spezialreinigung durch Fachfirmen .....	339
9.7.5.5	Gezielte Luftführung .....	339
9.7.5.6	Einbau diffusionsoffener Estrichfugensysteme .....	341
9.7.6	Geräte und technisches Equipment .....	342
9.7.6.1	Fräsen und Schleifmaschinen .....	342
9.7.6.2	Air Purifiers/Umluftgeräte .....	344

9.7.6.3	Sauger und Entstauber .....	346
9.7.6.4	Staubschutzwände/Schleusen .....	347
9.7.6.5	Schneidgeräte .....	350
9.7.6.6	Unterdruckgeräte .....	351
9.8	Einsatz von Chemikalien – Biozidbehandlung/Desinfektion ..	352
9.8.1	Einleitung .....	352
9.8.2	Desinfektion .....	353
9.8.3	Medizinische Desinfektionsverfahren und Einflussfaktoren ..	354
9.8.4	Einsatz von Chemikalien bei Schimmelschäden .....	356
9.8.5	Prüfung von Desinfektionsmitteln und Wirkstoffen zur Biozidbehandlung .....	362
9.9	Geruchsbeseitigung .....	364
9.10	Abwasserschäden .....	365
<b>10</b>	<b>Beauftragung, Überwachung, Abnahme und Kontrolle der Sanierung</b>	<b>367</b>
10.1	Beauftragung .....	367
10.2	Überwachung .....	369
10.3	Abnahme .....	371
10.4	Kontrolle der Bauteiltrocknung .....	373
10.5	Kontrolle der Ursachenbeseitigung .....	374
10.6	Kontrolle von Demontage und Rückbau des mikrobiell besiedelten oder stark kontaminierten Materials .....	376
10.7	Kontrolle der Feinreinigung .....	376
10.7.1	Oberflächenproben .....	378
10.7.2	Materialanalysen .....	379
10.7.3	Luftmessungen .....	379
10.7.3.1	MVOC-Messungen .....	379
10.7.3.2	Luftkeimmessungen .....	380
10.7.3.3	Gesamtsporenmessung .....	382
<b>11</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>393</b>
<b>12</b>	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>401</b>