

Inhalt

1	Fachgerechte Sanierung eines Schimmelschadens	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	Schimmelleitfäden 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
2	Biologische Grundlagen	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
3	Bauliche und bauphysikalische Grundlagen	65
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
4	Schadensmerkmale	95
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
5	Untersuchungen, Messungen, Analysen	117
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
6	Ursachen	169
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
7	Beurteilung von Schäden	195
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
8	Planung und Vorbereitung der Sanierung	221
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
9	Sanierung	231
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/Rollladenkästen	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	Luftreiniger/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
10	Beauftragung, Überwachung, Abnahme und Kontrolle der Sanierung	367
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
11	Literaturverzeichnis	393
12	Stichwortverzeichnis	401