

# Inhalt

<b>Geleitwort zur 1. Auflage</b> .....	5
<b>Vorwort</b> .....	7
<b>1 Rechtliche und planerische Grundlagen</b> .....	17
1.1 Übersicht über die rechtlichen Grundlagen für das Erkennen, Bewerten und Beseitigen von Schadstoffen in Bauwerken <i>Matthias Wilke</i> .....	19
1.1.1 Überblick und begriffliche Einordnung .....	19
1.1.2 Bauordnungsrecht .....	22
1.1.3 Arbeitsschutzrecht .....	26
1.1.3.1 Arbeitsschutzgesetz .....	27
1.1.3.2 Chemikaliengesetz .....	27
1.1.3.3 Gefahrstoffverordnung .....	27
1.1.3.4 Technische Regeln für Gefahrstoffe .....	28
1.1.3.5 Baustellenverordnung und Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator .....	30
1.1.3.6 Berufsgenossenschaftliche Regeln .....	30
1.1.3.7 Biostoffverordnung .....	31
1.1.4 Richtlinie VDI/GVSS 6202 Blatt 1 .....	31
1.1.5 Umweltschutzrecht .....	32
1.1.5.1 Abfallrecht .....	32
1.1.5.2 Immissionsschutzrecht .....	34
1.1.5.3 Umweltschadengesetz .....	36
1.1.6 Strafrecht .....	36
1.1.6.1 Umweltstrafrecht .....	37
1.1.6.2 Baustrafrecht .....	37
1.1.6.3 Strafrechtliche Nebengesetze .....	37
1.1.6.4 Allgemeines Strafrecht .....	38
1.1.6.5 Recht der Ordnungswidrigkeiten .....	38
1.2 Zivilrechtliche Haftung in Fällen unsachgemäßer oder unterbliebener Sanierung <i>Matthias Wilke</i> .....	39
1.2.1 Einleitung .....	39
1.2.2 Zivilrechtliche Haftung – Abgrenzung zur öffentlich-rechtlichen und strafrechtlichen Verantwortlichkeit .....	40
1.2.3 Vertragliche Haftung .....	40
1.2.3.1 Umfang der Haftung .....	41
1.2.3.2 Der Werkvertrag als regelmäßiger Vertragstyp bei der Sanierung schadstoffbelasteter Gebäude .....	41
1.2.3.3 Vereinbarung der Beschaffenheit .....	41
1.2.3.4 Pflichtverletzungen .....	43

1.2.3.5	Ausnahmefälle der vertraglichen Haftung gegenüber natürlichen und juristischen Personen, die nicht Vertragspartner sind .....	48
1.2.4	Deliktische Haftung .....	50
1.2.4.1	Verletzung der Rechtsgüter des § 823 Abs. 1 BGB ....	50
1.2.4.2	Haftung wegen Verletzung eines Schutzgesetzes (§ 823 Abs. 2 BGB) .....	52
1.2.4.3	Organhaftung .....	52
1.2.5	Gesamtschuldnerhaftung und Haftungsquote .....	53
1.2.6	Haftungsrisiken für den Verkäufer und Vermieter bei unterbliebenen oder unsachgemäßen Schadstoffsanierungen ..	53
1.2.6.1	Die Arglisthaftung des Verkäufers bei verschwiegenen bzw. nicht offenbarten Schadstoffen .....	54
1.2.6.2	Die Haftung des Eigentümers/Vermieters .....	56
1.3	Die Richtlinie VDI/GVSS 6202 Blatt 1 „Schadstoffbelastete bauliche und technische Anlagen – Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten“ <i>Martin Kessel</i> .....	57
1.3.1	Einleitung .....	57
1.3.2	Die besondere Rolle des Bauherrn .....	58
1.3.3	Anforderungen an die weiteren Beteiligten .....	60
1.3.4	Planung .....	60
1.3.4.1	Leistungsstufe 1 – Bestandsaufnahme und Erstbewertung .....	61
1.3.4.2	Leistungsstufe 2 – Technische Erkundung .....	64
1.3.4.3	Leistungsstufe 3 – Sanierungsplanung .....	68
1.3.4.4	Leistungsstufe 4 – Ausführungsvorbereitung .....	70
1.3.4.5	Leistungsstufe 5 – Sanierungsüberwachung .....	72
1.3.4.6	Leistungsstufe 6 – Dokumentation .....	73
1.3.5	Ausführung .....	74
1.3.6	Nebenleistungen, Besondere Leistungen und Abrechnung .....	75
1.4	Vorgehensweise bei Sanierung, Rückbau und Umnutzung <i>Thomas Osberghaus</i> .....	76
1.4.1	Allgemeines .....	76
1.4.2	Bestandsaufnahme (Grundlagenermittlung) .....	78
1.4.3	Bausubstanzuntersuchung .....	80
1.4.4	Schadstoffkataster .....	82
1.4.5	Genehmigungsplanung .....	83
1.4.6	Ausführungsplanung .....	86
1.4.7	Ausführungsunterlagen .....	88
1.4.8	Bauüberwachung .....	88
1.4.9	Risiken bei Umnutzungen .....	89
<b>2</b>	<b>Schadstoffe und andere Gefährdungen .....</b>	<b>91</b>
2.1	Organische Schadstoffe <i>Andreas Stache</i> .....	92
2.1.1	Holzschutzmittel: PCP, Lindan, DDT, Carbolineum <i>Andreas Stache</i> .....	95
2.1.1.1	Einleitung .....	95
2.1.1.2	Pentachlorphenol (PCP) .....	96
2.1.1.3	Lindan ( $\gamma$ -HCH) .....	100
2.1.1.4	DDT .....	103

2.1.1.5	Carbolineum .....	105
2.1.1.6	Untersuchung auf Holzschutzmittelbelastungen .....	105
2.1.1.7	Sanierung holzschutzmittelbelasteter Bauteile .....	109
2.1.1.8	Entsorgung .....	113
2.1.2	Polychlorierte Biphenyle (PCB) <i>Gerd Zwiener</i> .....	114
2.1.2.1	Geschichte .....	114
2.1.2.2	Eigenschaften und Verwendung von PCB .....	115
2.1.2.3	Gesundheitsrisiken .....	120
2.1.2.4	Bewertung .....	120
2.1.2.5	Überprüfung von Gebäuden .....	124
2.1.2.6	Vorläufige Maßnahmen (Minderungsmaßnahmen) ..	126
2.1.2.7	Sanierung .....	127
2.1.3	Dioxine und Furane <i>Hans Gerhard Varbelow</i> .....	133
2.1.3.1	Eigenschaften .....	133
2.1.3.2	Entstehung und Verbreitung .....	133
2.1.3.3	Bewertung .....	136
2.1.3.4	Probenahme .....	139
2.1.3.5	Sanierung .....	142
2.1.3.6	Resümee .....	148
2.1.4	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) <i>Andreas Stache</i> .....	149
2.1.4.1	Einleitung .....	149
2.1.4.2	Entstehung .....	149
2.1.4.3	Begriffe .....	150
2.1.4.4	Vorkommen in Baustoffen und anderen Produkten ..	151
2.1.4.5	Gesundheitsrisiken .....	153
2.1.4.6	Bewertung .....	156
2.1.4.7	PAK-haltige Parkettklebstoffe .....	161
2.1.4.8	Andere PAK-haltige Baustoffe sowie Brandfolge- produkte und deren Bewertung .....	168
2.1.4.9	Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an PAK-haltigen Materialien .....	170
2.1.5	Formaldehyd <i>Martina Clemens-Ströwer</i> .....	173
2.1.5.1	Vorkommen .....	173
2.1.5.2	Gesundheitsrisiken .....	178
2.1.5.3	Bewertung .....	178
2.1.5.4	Analyse- und Messverfahren .....	180
2.1.5.5	Sanierung .....	181
2.1.6	Flüchtige organische Verbindungen (VOC) <i>Martina Clemens-Ströwer</i> .....	183
2.1.6.1	Eigenschaften und Vorkommen .....	183
2.1.6.2	Gesundheitsrisiken .....	186
2.1.6.3	Bewertung .....	186
2.1.6.4	Analyse- und Messverfahren .....	191
2.1.6.5	Sanierung .....	191
2.2	Anorganische Schadstoffe: Blei, Kupfer, Quecksilber <i>Andreas Stache</i> .....	195
2.2.1	Blei .....	198
2.2.1.1	Vorkommen .....	198
2.2.1.2	Gesundheitsrisiken .....	198
2.2.1.3	Bewertung .....	199

2.2.2	Kupfer	200
2.2.2.1	Vorkommen	200
2.2.2.2	Gesundheitsrisiken	200
2.2.2.3	Bewertung	201
2.2.3	Quecksilber	201
2.2.3.1	Vorkommen	201
2.2.3.2	Gesundheitsrisiken	202
2.2.3.3	Bewertung	203
2.3	Mineralfasern	206
	Einleitung <i>Alexander Berg</i>	206
2.3.1	Asbest <i>Alexander Berg</i>	209
2.3.1.1	Eigenschaften und Verwendung	209
2.3.1.2	Gesundheitliche Risiken	212
2.3.1.3	Nachweismethoden	215
2.3.1.4	Erfassung und Kataster	218
2.3.1.5	Asbesthaltige Materialien	225
2.3.1.6	Festlegung der Sanierungsdringlichkeit	241
2.3.1.7	Vorläufige Maßnahmen	247
2.3.1.8	Instandhaltungsarbeiten	247
2.3.1.9	Sanierung	248
2.3.1.10	Ausblick	261
2.3.2	Künstliche Mineralfasern (KMF) <i>Martin Kessel</i>	263
2.3.2.1	KMF-Produkte in Baustoffen und Ausbaumaterialien	263
2.3.2.2	KMF-Produkte im Bereich der Haustechnik	267
2.3.2.3	Bewertung	268
2.3.2.4	Sanierung	272
2.3.2.5	Entsorgung	274
2.4	Biologische Gefährdungen <i>Guido Fischer</i>	276
2.4.1	Schimmelpilze <i>Guido Fischer</i>	277
2.4.1.1	Vorkommen	277
2.4.1.2	Erkennung und Untersuchung mikrobieller Kontaminationen	279
2.4.1.3	Bewertung	281
2.4.1.4	Sanierung	290
2.4.2	Mikrobielle flüchtige organische Verbindungen (MVOC) <i>Guido Fischer</i>	303
2.4.2.1	Geruchsbelästigungen durch MVOC	303
2.4.2.2	Messverfahren und ihre Vergleichbarkeit	304
2.4.2.3	Hintergrundwerte und Sekundärquellen	305
2.4.2.4	MVOC-Konzentrationen als Indikatoren mikrobieller Kontaminationen	306
2.4.2.5	Gesundheitliche Bewertung	308
2.4.2.6	Sanierung	309
2.4.3	Bakterien <i>Peter Kämpfer, Udo Jäckel</i>	311
2.4.3.1	Allgemeines	311
2.4.3.2	Einteilung und Identifizierung von Bakterien	312
2.4.3.3	Bakterien in Innenräumen	312
2.4.3.4	Gesundheitsrisiken	313
2.4.3.5	Nachweismethoden	315
2.4.3.6	Sanierung	317

2.4.4	Legionellen <i>Evelyn Schwarz</i> .....	318
2.4.4.1	Geschichte .....	318
2.4.4.2	Vorkommen .....	318
2.4.4.3	Gesundheitsrisiken .....	318
2.4.4.4	Bewertung .....	319
2.4.4.5	Sanierung .....	323
2.4.5	Taubenkot und Taubenzecken <i>Hubert Theißen</i> .....	326
2.4.5.1	Die verwilderte Haustaube in Städten .....	326
2.4.5.2	Gesundheitsrisiken durch Taubenkot .....	327
2.4.5.3	Beseitigung von Taubenkot und Taubennestern .....	328
2.4.5.4	Arbeitsschutz bei der Taubenkotsanierung .....	332
2.4.5.5	Taubenzecken .....	336
2.4.6	Hausschwamm und andere Holz zerstörende Pilze <i>Ingrid Dill</i> .....	337
2.4.6.1	Einleitung .....	337
2.4.6.2	Einteilung Holz zerstörender Pilze nach Abbautypen ..	338
2.4.6.3	Relevante Holz zerstörende Pilze .....	340
2.4.6.4	Eigenschaften und Vorkommen .....	341
2.4.6.5	Gefährdungen und Gesundheitsrisiken .....	342
2.4.6.6	Gutachterliche Bewertung .....	343
2.4.6.7	Sanierung .....	345
2.5	Ionisierende und nicht ionisierende Strahlung .....	348
2.5.1	Radioaktive Stoffe <i>Andreas Stache</i> .....	348
2.5.1.1	Einleitung .....	348
2.5.1.2	Begriffe .....	348
2.5.1.3	Vorkommen radioaktiver Stoffe .....	349
2.5.1.4	Gesundheitsrisiken .....	350
2.5.1.5	Radionuklide in Baustoffen .....	351
2.5.1.6	Bewertung .....	352
2.5.1.7	Minderung und Vermeidung von Radonbelastungen ..	355
2.5.2	Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder <i>Martin Schauer</i> .....	357
2.5.2.1	Vorbemerkung .....	357
2.5.2.2	Geschichte .....	357
2.5.2.3	Feldkräfte .....	358
2.5.2.4	Gesundheitsrisiken .....	363
2.5.2.5	Bewertung .....	364
2.5.2.6	Maßnahmen bei Neubauten und Sanierung bei Altbauten .....	367
2.6	Sonstige Beeinträchtigungen: Sick-Building-Syndrom und „Fogging“ .....	371
2.6.1	Sick-Building-Syndrom (SBS) <i>Wolfgang Bischof, Gerhard Andreas Wiesmüller</i> .....	371
2.6.1.1	Einleitung .....	371
2.6.1.2	Begriffsbestimmung .....	371
2.6.1.3	Beschwerdebild .....	373
2.6.1.4	Risikofaktoren .....	375
2.6.1.5	Die ProKlimA-Studie .....	382
2.6.1.6	Vermeidung, Minderung und Beseitigung von Risikofaktoren .....	386

2.6.2	„Fogging“ – schwarze Niederschläge in Innenräumen <i>Jörg Thumulla</i> .....	391
2.6.2.1	Beschreibung des Phänomens .....	391
2.6.2.2	Mögliche Ursachen .....	392
2.6.2.3	Gesundheitsrisiken .....	395
2.6.2.4	Untersuchungsverfahren .....	395
2.6.2.5	Sanierung .....	396
<b>3</b>	<b>Katalog typischer Schadstoffvorkommen in Innen- räumen und an Gebäuden</b> <i>Hans-Dieter Bossemeyer</i> .....	399
3.1	Schadstoffe in Bauteilen und Baukonstruktionen .....	400
3.1.1	Gründungen, erdberührte Bauteile und Außenanlagen .....	400
3.1.2	Bauteilfugen .....	402
3.1.3	Außenwände .....	404
3.1.4	Fenster .....	406
3.1.5	Türen und Tore .....	408
3.1.6	Innenwände .....	410
3.1.7	Decken .....	415
3.1.8	Treppen, Schächte und Anschlussfugen .....	418
3.1.9	Balkone, Geländer und Brüstungen .....	420
3.1.10	Böden und Bodenbeläge .....	421
3.1.11	Dächer .....	425
3.1.12	Schornsteine .....	427
3.2	Schadstoffe in technischen Einrichtungen .....	428
3.2.1	Kaltwasserversorgungsanlagen und Abwasseranlagen .....	428
3.2.2	Gas- und Wärmeversorgungsanlagen .....	431
3.2.3	Elektrische Anlagen .....	434
3.2.4	Lufttechnische Anlagen .....	436
3.2.5	Aufzüge .....	440
3.2.6	Bühnenbau und Bühnentechnik .....	440
3.2.7	Stahlbau und Fahrzeugbau .....	441
3.3	Sonstige Vorkommen .....	444
3.3.1	Gebrauchsgegenstände und Kleingeräte .....	444
3.3.2	Brandstellen .....	446
<b>4</b>	<b>Messtechnik</b> .....	447
4.1	Schadstoffmessungen in Gebäuden: Komplexe Bedingungen und Messanforderungen <i>Frank Kuebart</i> .....	447
4.2	Organische Schadstoffe – PCP, Lindan, DDT, PAK, PCB und Dioxine <i>Gabriel Wächter</i> .....	451
4.2.1	Besonderheiten schwerflüchtiger organischer Schadstoffe .....	451
4.2.2	Messstrategie .....	452
4.2.3	Probenahme .....	453
4.2.3.1	Luft .....	453
4.2.3.2	Hausstaub .....	454
4.2.3.3	Materialproben .....	455
4.2.4	Probenaufbereitung und Messtechnik .....	455
4.2.5	Auswertung und Interpretation .....	456

4.3	Organische Schadstoffe – VOC und Formaldehyd	<i>Frank Kuebart</i>	457
4.3.1	Probenahmestrategie		457
4.3.2	Bestimmung von flüchtigen und schwerflüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) in der Innenraumluft		458
4.3.2.1	Kurzzeitmessverfahren – aktive Probenahme zur VOC- und SVOC-Bestimmung		459
4.3.2.2	Langzeitmessverfahren – passive Probenahme zur VOC- und SVOC-Bestimmung		460
4.3.2.3	Materialanalysen zur VOC- und SVOC-Bestimmung		461
4.3.3	Bestimmung von Formaldehyd in der Innenraumluft		461
4.3.3.1	Kurzzeitmessverfahren – aktive Probenahme zur Formaldehydbestimmung		462
4.3.3.2	Langzeitmessverfahren – passive Probenahme zur Formaldehydbestimmung		462
4.3.3.3	Orientierende Messverfahren zur Formaldehydbestimmung (Vorprüfung)		463
4.3.3.4	Materialanalysen zur Formaldehydbestimmung		463
4.3.4	Emissionsmessung eingebauter Materialien mit der Emissionsprüfzelle		464
4.3.5	Messungen in der Prüfkammer		464
4.3.6	Prüfung von Gerüchen aus Bauprodukten		466
4.4	Anorganische Schadstoffe – Schwermetalle	<i>Gabriel Wächter</i>	467
4.4.1	Besonderheiten der Schwermetallanalytik		467
4.4.2	Methoden und Regelwerke		467
4.4.3	Probenahme		468
4.4.3.1	Hausstaub		468
4.4.3.2	Luftproben		469
4.4.3.3	Materialproben		469
4.4.3.4	Gasförmiges Quecksilber		469
4.4.4	Probenaufbereitung und Messtechnik		470
4.5	Mineralfasern – Asbest und KMF	<i>Birgitta Höwing</i>	471
4.5.1	Methoden zur Analyse mineralischer Fasern		471
4.5.1.1	Rasterelektronenmikroskopie		471
4.5.1.2	Lichtmikroskopie		472
4.5.1.3	Infrarotspektroskopie		473
4.5.2	Verfahren zur Probenauswertung		473
4.5.2.1	Raumluftproben		474
4.5.2.2	Materialproben		475
4.5.2.3	Staubproben		476
4.6	Biologische Gefährdungen	<i>Christoph Trautmann</i>	478
4.6.1	Routineuntersuchung auf Legionellen in Trinkwasseranlagen		478
4.6.1.1	Vorbereitung der Probenahme		478
4.6.1.2	Probenahme nach DIN EN ISO 19458, Tabelle 1, Zweck b		480
4.6.1.3	Probenahme nach DIN EN ISO 19458, Tabelle 1, Zweck c		481
4.6.2	Hygieneinspektion raumlufttechnischer Anlagen nach VDI 6022		482
4.6.2.1	Hygiene-Erstinspektion		482

4.6.2.2	Kontinuierliche Hygienekontrollen .....	483
4.6.2.3	Hygiene-Wiederholungsinspektion .....	484
4.6.2.4	Dip-Slide-Probenahme und detaillierte Untersuchung wässriger Flüssigkeiten .....	485
4.6.2.5	Oberflächenuntersuchung .....	485
4.6.2.6	Luftmessung .....	486
4.6.2.7	Staubflächendichtemessung .....	487
4.6.3	Untersuchung auf Schimmelpilze und Bakterien in Feuchteschäden .....	487
4.6.3.1	Feuchtemessung .....	492
4.6.3.2	Folienkontaktuntersuchung .....	492
4.6.3.3	Abklatschuntersuchung .....	493
4.6.3.4	Abstrichuntersuchung .....	494
4.6.3.5	Staubuntersuchung .....	494
4.6.3.6	Materialuntersuchung mittels Suspensionsmethode und direkter Mikroskopie .....	495
4.6.3.7	Luftuntersuchung .....	497
4.6.3.8	Untersuchung der Innenraumluft auf MVOC .....	501
4.6.3.9	Verpackung und Transport der Proben .....	502
4.6.3.10	Nährmedien .....	502
4.6.4	Untersuchung auf Holz zerstörende Pilze und Insekten in Gebäuden .....	503
4.6.4.1	Probenahme für die mikroskopische Bestimmung von Holz zerstörenden Pilzen .....	506
4.6.4.2	Probenahme für die molekularbiologische Bestimmung von Holz zerstörenden Pilzen .....	507
4.6.4.3	Vitalitätsbestimmung .....	507
4.6.4.4	Probenahme für die Bestimmung von Holz zerstörenden Insekten .....	508
4.6.5	Kriterien der Laborauswahl .....	508
<b>5</b>	<b>Entsorgung</b> <i>Frank Koser</i> .....	511
5.1	Regeln der Abfallwirtschaft .....	511
5.1.1	Abfälle – Begriffsdefinition .....	511
5.1.2	Rechtliche Vorgaben für die Abfallwirtschaft .....	511
5.1.3	Unterscheidung zwischen gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen .....	513
5.1.3.1	Grundsätze der Abfalleinstufung .....	513
5.1.3.2	Zuordnung von Abfällen zu Abfallschlüsseln .....	513
5.1.4	Abfallwirtschaftliche Grundziele und Hierarchiestufen .....	514
5.1.5	Wer darf Abfälle entsorgen? .....	515
5.2	Abfallwirtschaftliche Grundpflichten .....	515
5.2.1	Erzeuger und Besitzer von Abfällen .....	516
5.2.2	Verantwortlichkeiten bei der Abfallentsorgung .....	517
5.2.3	Überlassungspflichten (Andienungspflichten) .....	517
5.2.4	Ahndung von Verstößen .....	517

5.3	Entsorgung als integraler Bestandteil der Sanierung und des Abbruchs .....	518
5.3.1	Vorerkundung .....	518
5.3.2	Erstellung eines Entsorgungskonzepts .....	519
5.3.3	Probenahme und Analyse von Abfällen .....	519
5.3.4	Auswahl der Entsorgungsunternehmen .....	520
5.3.5	Baustelleneinrichtung .....	521
5.3.6	Einstufung und Entsorgung belasteter Abfälle aus Gebäudesanierung bzw. -abbruch .....	523
5.3.7	Abfallrechtliches Nachweisverfahren .....	526
5.3.7.1	Das elektronische Nachweisverfahren .....	526
5.3.7.2	Die qualifizierte elektronische Signatur (qeS) .....	528
5.3.7.3	Vorabkontrolle – der Entsorgungsnachweis .....	528
5.3.7.4	Verbleibskontrolle – Begleitschein und Übernahme-schein .....	529
5.3.7.5	Registerführung .....	530
5.3.7.6	Besonderheiten der elektronischen Nachweisführung .....	529
5.4	Abfallentsorgung in den Bundesländern .....	532
5.4.1	Zuständigkeiten der Bundesländer .....	532
5.4.2	Bundesländerübergreifende Entsorgung .....	532
<b>6</b>	<b>Schadstoffe kompakt</b> .....	535
<b>7</b>	<b>Anhang</b> .....	555
7.1	Normen, Rechtsvorschriften, Richtlinien, Merkblätter und Literatur .....	555
7.2	Autorinnen und Autoren .....	597
7.3	Register .....	602