

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
1. Einleitung: Innenraumbelastung und Wohngesundheit	2
1.1. Fallbeispiele – Geschichten einer Entdeckung	4
1.1.1. Duisburger Schulen	4
1.1.2. Grund- und Realschule Nideggen	5
1.1.3. Wilhelm-Busch-Schule Darmstadt-Arheilgen	18
1.1.4. Die Friedrich-Ebert-Grundschule Baunatal	19
1.1.5. Erich Kästner-Realschule Hermeskeil	20
1.1.6. Marienschule Euskirchen	22
1.1.7. Wiesbadener PCB-Schulen	23
1.1.8. Weitere belastete Schulgebäude	27
1.1.9. Sonstige öffentliche Gebäude und Betriebe	30
2. Die wichtigsten Schadstoffe in Innenräumen von (Schul-)Gebäuden	35
2.1. Überblick über die wichtigsten Innenraum-Schadstoffe	38
2.2. Die wichtigsten Schadstoffe in Einzeldarstellungen: Vorkommen, Verbreitung, Belastung	41
2.2.1. Asbest	41
2.2.2. Lösungsmittel	42
2.2.3. Baukleber	43
2.2.4. Farben und Lacke	43
2.2.5. POPs, Persistent Organic Pollutants (PBT-Stoffe)	44
2.2.6. Innenraum-Belastung durch POP-Stoffe	46
2.2.6.1. Flammenschutzmittel	46
Polybromierte Diphenylether	48
Organische Phosphorsäure-Verbindungen (Organophosphate)	49
2.2.6.2. Pestizide: Insektizide und Herbizide	50
Pyrethroide	51
Lindan (γ -Hexachlor-Cyclohexan, γ -HCH)	53
Organophosphate	54
Eulan, Polychlorierte Sulfonamid-Diphenylether	55
Herbizide: Glyphosat	55
2.2.7. Parkett- und Bodenkleber	56
Bestandteile von Bodenbelägen und Dispersionsklebern	56
2.2.8. PCB, Polychlorierte Biphenyle: Anwendung, Verbreitung und Belastung von Gebäuden, Innenräumen	58
Allgemeine Eigenschaften von PCB	59
Zur Herstellung von PCB	60
PCB-Belastung an Schulen	61
Physikalisches Verhalten von PCB	64
Bestimmung der Gesamtkonzentration des PCB-Gemisches	64
PCB-Emissionen durch verschiedene Gebäudeflächen	65
PCB-Belastung von Kindern	69
Bewertungsschema für PCB-Raumluft-Konzentrationen	69
Innenraum-Richtwerte für PCB	71
Referenzwerte für PCB-Konzentrationen im Blut	72
2.2.9. Chlorierte Dioxine	74

2.2.10.	Holzschutzmittel	76
2.2.10.1.	Pentachlorphenol	78
2.2.10.2.	Weitere Beispiele für Holzschutzmittel	79
	Lindan	79
	Dichlofluanid	80
	Chlorthalonil	80
	Furmecyclo (Xyligen B)	81
	Aluminium-HDO (Xyligen Al)	81
	Azol-Fungizide (Propiconazol, Tebuconazol, u.a.)	81
	Sulfuryl-fluorid	82
	Chlor-Naphthaline	82
	Organische Zinnverbindungen	82
2.2.11.	Biozide, Desinfektionsmittel	83
	Benzalkoniumchlorid	84
	2-Methyl-4-isothiazolin-3-on, Chlormethyl-isothiazolinon	84
2.2.12.	Weitere POP/PBT-Stoffe	84
	Alkylphenole: Oktyl- und Nonylphenol	85
	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	86
2.2.13	Weichmacher	86
	Phthalate	87
	Chlorparaffine	90
	Perfluorverbindungen, Perfluor-Tenside (PFT)	91
2.2.14.	Polyurethan-Schaumstoffe und Isocyanate	92
2.2.15	PVC, Polyvinylchlorid	93
2.2.16.	VOC, Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds)	93
	SVOC, schwerflüchtige organische Verbindungen	96
2.2.17	Formaldehyd	97
2.2.18	Duftstoffe	97
	Einsatzgebiete von natürlichen und synthetischen Duftstoffen	98
	Forschungsprojekte untersuchen systematisches Beduften von Schulräumen	100
	Synthetische Moschusverbindungen	101
2.2.19	Feinstaub	102
2.2.20.	Schimmelpilze und Baubiologie	104
3.	Toxische Wirkungen von Schadstoffen und chronische Krankheit	106
3.1.	Eine erste toxikologische Wertung: Schüler-Gesundheit, Schülerleistungen und PISA-Studie	106
3.2.	Fallbeispiele: Schadstoffe an Schulen und ihre Wirkungen	110
3.3.	Ursachen und Auslösung von Umweltkrankheiten: Erkenntnisse aus der Epidemiologie	112
3.4.	Toxikologie von Schadstoffen: Wirkungsmechanismen bei POP-Chemikalien	113
3.4.1.	Allgemeine toxische Eigenschaften am Beispiel von PCB (Polychlorierte Biphenyle)	114
3.4.1.1.	Die Aufnahme in den Körper	114
	Grundlagen zur Stoffaufnahme in den Körper am Beispiel PCB	115
	Die Aufnahme von PCB aus der Luft	118
	Abschätzung und Berechnung der PCB-Aufnahme über die Luft	119
	Die toxikologische Relevanz des Luftpfads	120
	Besondere Gefährdung von Kindern	122
3.4.1.2.	Toxische Wirkungen am Beispiel von PCB	123

	Allgemeine toxische Eigenschaften von PCB	125
	Fortpflanzungs- und Entwicklungstoxizität	128
	Wirkungsmechanismen im Stoffwechsel	129
	Dioxinartige PCB	129
	Wirkungen der nicht-dioxinartigen PCB	131
	Neurotoxische Mechanismen	132
	Gehirnschäden	135
	Wirkungen auf das Immunsystem	139
	PCB als hormonwirksamer Umweltschadstoff: Störung der Schilddrüsen- funktion und Einfluss auf die Reproduktionsfunktionen	141
	Beeinflussung der Geschlechtshormon-Funktionen	144
	Entwicklungstoxische Wirkungen	145
3.4.1.3.	PCB und chronische Krankheiten	146
	Krankheitssymptomatik: Ein Fallbeispiel	146
3.4.1.4.	Zusammenfassung der PCB-Wirkungen und Grenzwert-Betrachtung	147
3.4.1.5.	Chlorierte Dioxine	148
	Symptome der Dioxin-Vergiftung	149
	Toxikologie der Dioxine	149
	Wirkungsmechanismen	152
	Neurotoxische Wirkungen	153
3.4.2.	Toxische Wirkungen weiterer Innenraum-Schadstoffe	153
3.4.2.1.	Holzschutzmittel	153
	Pentachlorphenol (PCP)	154
	Dichlofluanid	158
	Chlorthalonil	159
	Furmecyclox	159
	Azol-Fungizide: Tebuconazol, Propiconazol und andere	159
	Chlor-Naphtaline	160
	Organische Zinnverbindungen	160
3.4.2.2.	Biozide, Konservierungs- und Desinfektionsmittel	161
	Benzalkoniumchlorid	161
	Chlorphenesin	161
	Thiazolinone	161
	Kreosot	161
3.4.2.3.	Weichmacher	162
	Phthalate	161
	Chlorparaffine	163
	Organophosphate als Weichmacher	163
3.4.2.4.	Flammschutzmittel	164
	Polybromierte organische Verbindungen	164
	Organophosphate als Flammschutzmittel	165
3.4.2.5.	Pestizide, Insektizide	166
	Pyrethroide	166
	Lindan	170
	Organophosphat-Insektizide	170
	Chlorierte Cyclodiene: Endosulfan und verwandte Pestizide	172
	Paraquat	173
	Glyphosat	174
	Eulan, Polychlorierte Sulfonamid-Diphenylether	176
3.4.2.6.	Weitere POPs, PBT-Stoffe, persistente organische Stoffe	176
	Bisphenol A (BpA)	177
	Epoxidharze	182

	Nonylphenol	182
	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK),	183
	Benzo(a)pyren	183
	Phenol-Derivate	183
	Benzothiazol	184
	Perfluorierte organische Tenside (PFT), organische Fluorverbindungen	184
3.4.2.7.	Duftstoffe	187
	Toxische Wirkungen der Duftstoffe	188
3.4.2.8	Lösungsmittel	195
	Dichlormethan	195
	Trichlorethylen	196
	Perchlorethylen (PCE)/ Tetrachlorethylen (C ₂ Cl ₄)	197
	Chloroform (Trichlormethan, CHCl ₃)	197
	Kohlenwasserstoffe	198
	Toluol	199
	Diethylenglykol, 2,2'-Dihydroxy-diethylether	201
	Lösungsmittel und Krebs	201
3.4.2.9.	Flüchtige organische Kohlenwasserstoff-Verbindungen (VOC)	201
	Neurotoxikologie der VOC	203
	Formaldehyd als toxisches Beispiel für flüchtige organische Verbindungen (VOC)	204
3.4.2.10.	Mischbelastungen durch flüchtige organische Verbindungen (VOC, volatile organic compounds)	205
	Pathophysiologische Wirkungsmechanismen	207
3.4.2.11.	Feinstaub-Wirkungen	208
	Wirkungsmechanismen	209
3.4.2.12.	Schimmelpilze: Krankheitsursachen und Symptome	212
3.4.2.13.	Wirkungen von Chemikalien auf das Hormonsystem	214
	Polychlorierte Biphenyle (PCB) als hormonwirksame Stoffe	215
	Allgemeine Wirkungsmechanismen von endokrinen Disruptoren	216
4.	Chronische Krankheiten als Folge von Schadstoffbelastungen	218
4.1.	Allgemeine Merkmale chronisch-entzündlicher Multisystem- krankheiten	218
4.1.1.	Allgemeine Krankheitsmechanismen	219
	Neurodegenerative Krankheiten: Schadstoffe bewirken Zell- Selbstmord (Apoptose)	221
	Chronische Entzündungskrankheiten	222
	Stresshormone, Gehirnschäden und chronische Erschöpfung (CFS/ME)	223
4.1.2	Das Sick-Building-Syndrom (SBS)	224
4.1.3.	Chemikalien-Allergien	224
	Autoimmunkrankheiten	228
4.1.4.	Die Multiple Chemikalien-Sensitivität (MCS)	229
4.1.5.	Die Toxische Enzephalopathie (TE)	230
	Pathomechanismen der Toxischen Enzephalopathie	232
4.1.6.	Chronische Krankheiten durch Passivrauchen	234
4.1.7.	Schlussbetrachtung zum Themenkomplex Innenraum- schadstoffe und Krankheit	235
	Chemikalien schädigen Gehirnentwicklung von Kindern	237

5.	Der Umgang öffentlicher Institutionen mit der Problematik	239
5.1.	Fallbeispiele aus dem Schulalltag – Mobbing als „Konfliktbewältigung“	239
	Mobbing als Systemverhalten	241
	Psychiatisierung von Betroffenen als systematisches Mittel	243
	Zur Funktion psychiatrischer Gutachten - Beispiel: die „Steuerfahnder-Affäre“	245
	Fazit: Gutachter-Psychiatisierung zeigt gemeinsame Merkmale	248
	Hintergründe für Mobbing und Psychiatisierung	249
5.2.	Der Umgang von Behörden und staatlichen Institutionen mit Betroffenen	251
5.3.	Rechtliche Aspekte: Pflichten öffentlicher Institutionen bei der Problembehandlung von belasteten Gebäuden	264
5.3.1.	Haftungsregelungen	264
5.3.2.	Rechtslage und Realität	266
5.3.3.	Berufskrankheiten und Berufsgenossenschaften – Wer trägt die Beweislast?	268
5.3.4.	Grundsätzliche Betrachtung der Rechtslage	270
5.3.5.	Das Problem der Kausalität beim Nachweis von komplexen Schädigungsursachen	274
	Beispiel: Der Holzschutzmittel-Prozess	274
	Das spezielle Kausalitätsverständnis von Industrie-Gutachtern	276
	Psychiatisierung	278
5.3.6.	EU-Recht und EU-Politik	279
5.3.7.	Das EU-Chemikalienrecht REACH	280
	Ausnahmen und Mängel der bisherigen Regelungen	284
	Fazit und Kritik zu REACH	287
5.3.7.	Gesetzlicher Rahmen: Die wichtigsten Grenz- und Richtwerte für Luft- und Innenraumluftbelastung	289
5.3.7.1.	MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen)	289
5.3.7.2.	BAT-Wert (Biologischer Arbeitsplatz-Toleranzwert)	290
5.3.7.3.	Human-Biomonitoring-Grenzwerte	291
5.3.7.4.	Grenzwerte für die Luftverschmutzung	291
5.3.7.5.	Regelungen zu Innenraum-Schadstoffen	292
	Probleme mit neuen Innenraum-Schadstoffen	294
	AGÖF-Orientierungswerte für Innenraum-Belastungen	295
	Orientierungswerte für schwerflüchtige Innenraumschadstoffe nach AGÖF (2004)	297
5.3.7.6.	Zur Beurteilung der Grenzwerte – welchen Wert haben sie für Betroffene?	298
	Die Festlegung der Grenzwerte	299
	Kritik an den Grenz- und Eingreifwerten für PCB	301
	Kritik an der Verwendung von Grenzwerten zur Beurteilung toxischer Wirkungen	303
	Fehlende Grenzwerte – keine Belastung, keine toxischen Wirkungen	305
6.	Schadstoffe und käufliche Wissenschaft	306
6.1.	Fallbeispiele: Das Gutachter(un-)wesen	306
	Und wieder die Grundschule Nideggen	312
	Der Fall des Gutachters E.	314
	Weitere Beispiele	316
	Fachliche Mängel der Gutachten	319

7.	Schlussfolgerungen und Forderungen an Behörden, Industrie und Politik	320
	Es ist ein Systemfehler.	321
	Vorschläge und Forderungen	322
	Forderungen an die zuständigen Berufsgenossenschaften	323
8.	Maßnahmen, Sanierung	324
8.1.	Belastung durch Schimmelpilze	324
8.2.	Gesundheitliche Bewertung von Bauprodukten: das AgBB-Prüfschema für Schadstoffemissionen	325
8.3.	Zulassung von Bauprodukten	328
8.4.	Verbraucherkennzeichen	329
8.5.	Sünden beim Bau und bei der Inneneinrichtung vermeiden	329
8.6.	Sanierung von PCB-Gebäuden	330
8.7.	Maßnahmen zur Gesundheitsvorsorge und Therapie für das Personal: Auch Lehrpersonal mit Chemikalien-Überempfindlichkeit (MCS) hat eine Chance	333
	Schlusswort	335
	Literaturnachweis	336
	Angaben zum Autor	382
	Danksagung	382