

## Inhaltsverzeichnis

### Vorwort zur 4. Auflage XV

<b>1</b>	<b>Wissenschaftliche Grundlagen</b>	<b>1</b>
1.1	Grundlagen der Toxikologie	1
1.1.1	Aufnahmewege	2
1.1.1.1	Orale Aufnahme	3
1.1.1.2	Dermale Aufnahme	3
1.1.1.3	Inhalative Aufnahme	5
1.1.2	Metabolismus	6
1.1.3	Akute Wirkung	8
1.1.4	Wirkung bei wiederholter Applikation	9
1.1.5	Sensibilisierende (allergisierende) Wirkung	11
1.1.6	Entwicklungsschädigende Wirkung	14
1.1.7	Fruchtbarkeitsgefährdende Wirkung	17
1.1.8	Krebserzeugende Wirkung	17
1.1.8.1	Krebsauslösende Faktoren	19
1.1.8.2	Chemische Kanzerogene	23
1.1.8.3	Natürliche Kanzerogene	25
1.1.9	Erbgutverändernde Wirkung	27
1.1.10	Aerosole	29
1.2	Physikalisch-chemische Grundlagen	34
1.2.1	Begriffsdefinitionen, sicherheitstechnische Kenndaten	35
1.3	Biologische Arbeitsstoffe	39
1.3.1	Risikogruppen	40
1.3.2	Arten biologischer Arbeitsstoffe	42
1.3.2.1	Pilze	42
1.3.3	Bakterien	45
1.3.4	Viren	49
1.3.5	Parasiten	51
<b>2</b>	<b>Gefährliche Eigenschaften, Einstufung und Kennzeichnung</b>	<b>53</b>
2.1	Einführung in die Einstufungssysteme	53
2.2	Gefährliche Eigenschaften: Physikalische Eigenschaften	55

2.2.1	Explosiv bzw. explosionsgefährlich	55
2.2.1.1	Explosiv gemäß CLP-Verordnung	55
2.2.1.2	Explosionsgefährlich nach EG-Richtlinie 67/548/EWG	57
2.2.2	Entzündbar bzw. entzündlich	58
2.2.2.1	Entzündbare Gase gemäß CLP-Verordnung	58
2.2.2.2	Entzündbare Aerosole gemäß CLP-Verordnung	60
2.2.2.3	Entzündbare Feststoffe gemäß CLP-Verordnung	60
2.2.2.4	Entzündbare Flüssigkeiten gemäß CLP-Verordnung	61
2.2.2.5	Stoffe oder Gemische, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln gemäß CLP-Verordnung	63
2.2.2.6	Gefährlichkeitsmerkmale „hochentzündlich“, „leichtentzündlich“ und „entzündlich“ nach EG-RL 67/548/EWG	64
2.2.3	Oxidierend bzw. brandfördernd	67
2.2.3.1	Oxidierende Gase nach CLP-Verordnung	67
2.2.3.2	Oxidierende Flüssigkeiten nach CLP-Verordnung	68
2.2.3.3	Oxidierende Feststoffe nach CLP-Verordnung	69
2.2.3.4	Gefährlichkeitsmerkmal „brandfördernd“ nach EG-RL 67/548/EWG	70
2.2.4	Organische Peroxide und selbstzersetzliche Stoffe und Gemische	70
2.2.5	Pyrophore Flüssigkeiten und Feststoffe	73
2.2.6	Gase unter Druck	74
2.2.7	Metallkorrosiv	75
2.2.8	Sonstige physikalisch-chemische Eigenschaften nach EG-RL 67/548/EWG	75
2.3	Eigenschaften: Gesundheitsgefahren	77
2.3.1	Akute Toxizität	77
2.3.1.1	Akut toxisch nach CLP-Verordnung	77
2.3.1.2	Sehr giftig, giftig, gesundheitsschädlich nach EG-Stoffrichtlinie 67/548/EWG	80
2.3.1.3	Vergleich der akuten Toxizitäten	81
2.3.2	Ätz-, Reizwirkung	82
2.3.2.1	Ätz-, Reizwirkung auf die Haut nach CLP-Verordnung	82
2.3.2.2	Schwere Augenschädigung / Augenreizung nach CLP-Verordnung	85
2.3.2.3	Gefährlichkeitsmerkmal „ätzend“ nach EG-Stoffrichtlinie 67/548/EWG	86
2.3.2.4	Gefährlichkeitsmerkmal „reizend“ nach EG-Stoffrichtlinie 67/548/EWG	87
2.3.3	Sensibilisierende Wirkung	87
2.3.3.1	Sensibilisierung nach CLP-Verordnung	87
2.3.3.2	Sensibilisierung nach Stoffrichtlinie 67/548/EWG	89
2.3.4	Keimzellmutagen, karzinogen, reproduktionstoxisch	89
2.3.4.1	Keimzellmutagen	91
2.3.4.2	Gefährlichkeitsmerkmal erbgutverändernd	93
2.3.4.3	Karzinogen nach CLP-Verordnung	94
2.3.4.4	Gefährlichkeitsmerkmal „krebsauslösend“	98

2.3.4.5	Einteilung krebserzeugender Stoffe nach der MAK-Kommission	99
2.3.4.6	Einstufung nach TRGS 905	100
2.3.4.7	Reproduktionstoxisch nach CLP-Verordnung	100
2.3.4.8	Gefährlichkeitsmerkmal „fruchtbarkeitsschädigend“	105
2.3.4.9	Einstufung der MAK-Kommission	105
2.3.5	Spezifische Zielorgan-Toxizität und Aspirationsgefahr	107
2.3.5.1	Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition	107
2.3.5.2	Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition	108
2.4	Gefährliche Eigenschaften: Umweltgefahren	110
2.4.1	Umweltgefahren nach CLP-Verordnung	110
2.4.2	Umweltgefährliche Eigenschaften nach Stoffrichtlinie 67/54/EWG	112
2.5	Einstufung von Stoffen und Gemischen / Zubereitungen	113
2.5.1	Allgemeine Grundsätze	113
2.5.2	Einstufung von Stoffen	115
2.5.2.1	Einstufung nach dem Definitionsprinzip	115
2.5.2.2	Einstufung nach dem Listenprinzip	116
2.5.3	Einstufung von Gemischen und Zubereitungen	120
2.5.3.1	Einstufungen von Gemischen nach Anhang I CLP-Verordnung	120
2.5.3.2	Einstufungen von Zubereitungen nach der Zubereitungsrichtlinie 1999/45/EG	123
2.6	Kennzeichnung gefährlicher Stoffe und Gemische bzw. Zubereitungen	126
2.6.1	Kennzeichnung nach CLP-Verordnung	127
2.6.2	Kennzeichnung nach Zubereitungsrichtlinie	129
2.6.3	Spezielle Kennzeichnungsvorschriften	132
2.6.4	Ausnahmen von den Kennzeichnungsvorschriften	134
<b>3</b>	<b>Gefährdungsbeurteilung und Beurteilungsgrundlagen</b>	<b>135</b>
3.1	Rechtliche Grundlagen	135
3.2	Durchführung der Gefährdungsbeurteilung	136
3.2.1	Gefährdungsbeurteilung bei vorgegebenen Maßnahmen	140
3.2.2	Gefährdungsbeurteilung ohne vorgegebene Maßnahmen	144
3.2.3	Substitutionsprüfung	147
3.3	Luftgrenzwerte am Arbeitsplatz	154
3.3.1	Arbeitsplatzgrenzwerte	156
3.3.2	EG-Grenzwerte	159
3.3.3	Grenzwerte der MAK-Kommission	161
3.3.4	DNEL, PNEC und DMEL	168
3.3.5	Internationale Grenzwerte	172
3.3.6	Biologische Grenzwerte	173
3.3.6.1	Der biologische Grenzwert	173
3.3.6.2	Der Biologische Arbeitsplatztoleranzwert	175
3.3.6.3	EKA-Werte	176

3.4	Methoden der Expositionsermittlung	176
3.4.1	Direktanzeigende Messgeräte	178
3.4.1.1	Probenahmeröhrchen	178
3.4.1.2	Indikatorpapiere	181
3.4.1.3	Elektrochemische Sensoren	183
3.4.1.4	Photoionisationsdetektor	184
3.4.2	Personal Air Sampling für Gase und Dämpfe	185
3.4.3	Bestimmung fester Partikel	190
3.4.3.1	Gesamtstaubmessungen	190
3.4.3.2	Feinstaubmessungen	192
3.4.3.3	Fasermessungen	193
<b>4</b>	<b>Europäische Regelungen</b>	<b>195</b>
4.1	REACH	195
4.1.1	Anwendungsbereich	197
4.1.2	Begriffsbestimmungen	199
4.1.3	Die Registrierung	203
4.1.3.1	Allgemeine Registrieranforderungen	205
4.1.3.2	Mengenabhängige Registrieranforderungen	207
4.1.3.3	Stoffsicherheitsbericht	208
4.1.3.4	Forschung und Entwicklung	213
4.1.3.5	Zwischenprodukte	214
4.1.3.6	Expositionsbedingter Verzicht auf Untersuchungen	216
4.1.3.7	Ausnahmen von der Registrierpflicht	217
4.1.3.8	Zulassungspflicht	220
4.1.3.9	Informationen in der Lieferkette	225
4.1.3.10	Nachträgliche Vorregistrierung	228
4.2	Das Sicherheitsdatenblatt	229
4.2.1	ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffes bzw. des Gemisches und des Unternehmens	233
4.2.2	ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren	234
4.2.3	ABSCHNITT 3: Zusammensetzung / Angaben zu Bestandteilen	235
4.2.4	ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen	237
4.2.5	ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung	238
4.2.6	ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung	239
4.2.7	ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung	240
4.2.8	ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition / Persönliche Schutzausrüstung	241
4.2.9	ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften	245
4.2.10	ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität	246
4.2.11	ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben	247
4.2.12	ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben	249
4.2.13	13. ABSCHNITT: Hinweise zur Entsorgung	251
4.2.14	ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport	252
4.2.15	ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften	253

4.2.16	ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben	253
4.3	Das erweiterte Sicherheitsdatenblatt und Expositionsszenarien	254
4.4	Verbote beim Inverkehrbringen	261
4.5	Stoffrichtlinie	271
4.6	Zubereitungsrichtlinie	271
4.7	Agencienrichtlinie	272
4.8	Krebsrichtlinie	274
4.9	Verordnung 689/2008/EG	275
4.10	Verordnung 3677/90/EWG	281
4.11	Verordnung 2037/2000/EG	282
4.12	Die POP-Verordnung	282
<b>5</b>	<b>Deutsche Regelungen</b>	<b>285</b>
5.1	Das Chemikaliengesetz	285
5.1.1	Aufbau des Chemikaliengesetzes	285
5.1.2	Bewertungsstelle für Chemikalien	286
5.1.3	Zulassung von Biozidprodukten	287
5.1.4	Mitteilungspflichten	291
5.1.5	Ermächtigungsgrundlagen	292
5.1.6	Verordnungen des Chemikaliengesetzes	292
5.2	Die Gefahrstoffverordnung	295
5.2.1	Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen	296
5.2.2	Gefahrstoffinformation	301
5.2.3	Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung	302
5.2.4	Grundpflichten	304
5.2.5	Allgemeine Schutzmaßnahmen	306
5.2.5.1	Innerbetriebliche Kennzeichnung	307
5.2.5.2	Hygiene	309
5.2.5.3	Lagerung	309
5.2.6	Zusätzliche Schutzmaßnahmen	310
5.2.7	Besondere Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Gefahrstoffen	311
5.2.8	Besondere Schutzmaßnahmen gegen physikalisch-chemische Einwirkungen	313
5.2.9	Betriebsstörungen, Unfälle oder Notfälle	313
5.2.10	Betriebsanweisung und Unterweisung	314
5.2.10.1	Gruppenbetriebsanweisungen	317
5.2.10.2	Gefahren für Mensch und Umwelt	319
5.2.10.3	Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln	319
5.2.10.4	Verhalten im Gefahrfall	321
5.2.10.5	Erste Hilfe	321
5.2.11	Sachgerechte Entsorgung	322
5.2.11.1	Betriebsunterweisung	323
5.2.12	Expositionsverzeichnis	325

5.2.13	Zusammenarbeit verschiedener Firmen	326
5.2.14	Unterrichtung der Behörde	326
5.2.15	Anhang I der Gefahrstoffverordnung	327
5.2.16	Anhang II der Gefahrstoffverordnung	331
5.2.17	Zoneneinteilung explosionsgefährdeter Bereiche	332
5.2.18	Maßnahmen des Explosionsschutzes	335
5.3	Chemikalien-Verbotsverordnung	336
5.3.1	Verbote des Inverkehrbringens	337
5.3.2	Abgabe an den privaten Endverbraucher	340
5.3.3	Abgabe an berufsmäßige Verwender	344
5.3.4	Sachkunde	345
5.3.5	Straftaten, Ordnungswidrigkeiten	346
5.4	Die Biostoffverordnung	347
5.4.1	Grundprinzipien und Gefährdungsbeurteilung	347
5.4.2	Grundpflichten und grundlegende Schutzmaßnahmen	351
5.4.3	Schutzmaßnahmen für die Risikogruppe 2 bis 4	353
5.4.4	Zusätzliche Maßnahmen	356
5.5	Mutterschutzverordnung und Jugendarbeitsschutzgesetz	358
5.6	Die Arbeitsmittelverordnung / Betriebssicherheitsverordnung	360
5.6.1	Die Anlagen- und Arbeitsmittelverwendungsverordnung	360
5.6.2	Überwachungsbedürftige Anlagen	363
5.6.3	Sichere Reaktionsführung	365
5.7	Das Bundes-Immissionsschutzgesetz und seine Verordnungen	367
5.7.1	Das Bundes-Immissionsschutzgesetz	367
5.7.2	Die Verordnungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes	372
5.7.3	Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen	373
5.7.4	Die Störfall-Verordnung	374
5.8	Das Wasserhaushaltsgesetz	379
<b>6</b>	<b>Persönliche Schutzausrüstungen</b>	<b>383</b>
6.1	Augen- und Gesichtsschutz	383
6.1.1	Schutzbrillen	385
6.1.2	Schutzschirme	388
6.2	Schutzhandschuhe	389
6.2.1	Allgemeine Regeln bei der Benutzung von Schutzhandschuhen	391
6.2.2	Auswahl der Schutzhandschuhe	392
6.2.3	Kennzeichnung von Schutzhandschuhen	396
6.3	Körperschutz	398
6.4	Atemschutz	401
6.4.1	Filtergeräte	405
6.4.1.1	Partikelfilter	406
6.4.1.2	Gasfilter	410
6.4.2	Isoliergeräte	420
6.4.2.1	Schlauchgeräte	421
6.4.2.2	Behältergeräte	425

6.4.2.3	Regenerationsgeräte	425
6.4.3	Atemschutzgeräte für Selbstrettung	427
6.4.3.1	Filtergeräte für Selbstretter	428
6.4.3.2	Isoliergeräte für Selbstretter	429
<b>7</b>	<b>Lagerung von Gefahrstoffen und Tätigkeiten mit ortsbeweglichen Druckgasbehältern</b>	<b>431</b>
7.1	Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern	433
7.1.1	Anwendungsbereich und Aufbau der TRGS	433
7.1.2	Gefährdungsbeurteilung	438
7.1.3	Grundlegende Maßnahmen bei der Lagerung von Gefahrstoffen	438
7.1.4	Grundlegende Schutzmaßnahmen in Gefahrstofflagern	441
7.1.5	Zusätzliche Maßnahmen für spezielle Gefahrstoffe	443
7.1.6	Brandschutz	444
7.1.7	Zusammenlagerungskonzept	445
7.1.8	Lagerung akut toxischer Flüssigkeiten und Feststoffe	450
7.1.9	Lagerung oxidierender Stoffe	452
7.1.10	Lagerung von Gasen	453
7.1.11	Aerosolpackungen und Druckgaskartuschen	456
7.1.12	Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten	457
7.2	Lagerung von Gefahrstoffen in ortsfesten Anlagen sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter	460
7.2.1	Allgemeine Maßnahmen	462
7.2.2	Befüll- und Entnahmeeinrichtungen	463
7.2.3	Bauliche Anforderungen	464
7.2.4	Anforderungen an Ausrüstungsteile	465
7.2.5	Allgemeine Anforderungen für brennbare Flüssigkeiten und Feststoffe	466
7.2.6	Lagerung und Abfüllung brennbarer Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt $\leq 55\text{ °C}$	467
7.2.6.1	Brandschutz	469
7.2.6.2	Lagerräume mit Tanks und Räume mit Füllstellen	471
7.2.7	Lagerung von Feststoffen mit hoher Brandgefährdung	472
7.2.8	Explosionsschutzmaßnahmen	473
7.2.9	Zusammenlagerungsverbote	475
7.3	Lagerung von Gasen in ortsfesten Anlagen	475
7.3.1	Allgemeines und Gefährdungsbeurteilung	475
7.3.2	Stationäre Druckanlagen für Gase	478
7.3.2.1	Lagerbehälter im Freien	480
7.3.2.2	Lagerung entzündbarer Gase	481
7.3.2.3	Zusätzliche Maßnahmen bei sehr giftigen oder giftigen Gasen	482
7.3.2.4	Prüfungen und Kontrollen	484
7.3.2.5	Betrieb der Druckbehälter	485
7.4	Tätigkeiten mit ortsbeweglichen Druckgasbehältern	486
7.4.1	Allgemeine Schutzmaßnahmen	486

7.4.2	Füllen ortsbeweglicher Druckgasbehälter	487
7.4.3	Bereithalten von Druckgasbehältern	488
7.4.4	Entleeren von Druckgasbehältern	489
7.4.5	Innerbetriebliches Befördern	493
<b>8</b>	<b>Transportvorschriften</b>	<b>495</b>
8.1	Internationale Transportvorschriften	496
8.1.1	Eisenbahn	496
8.1.2	Straße	497
8.1.3	Schifffahrt	497
8.1.4	Luftverkehr	498
8.2	Klassifizierung gefährlicher Güter	499
8.2.1	Allgemeines	499
8.2.2	Klasse 1: Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff	502
8.2.3	Klasse 2: Gase	505
8.2.4	Klasse 3: Entzündbare flüssige Stoffe	507
8.2.5	Klasse 4.1: Entzündbare feste Stoffe, selbstzersetzliche Stoffe und de- sensibilisierte explosive feste Stoffe	508
8.2.6	Klasse 4.2: Selbstentzündliche Stoffe	509
8.2.7	Klasse 4.3: Stoffe, die in Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln	510
8.2.8	Klasse 5.1: Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe	510
8.2.9	Klasse 5.2: Organische Peroxide	511
8.2.10	Klasse 6.1: Giftige Stoffe	512
8.2.11	Klasse 6.2: Ansteckungsgefährliche Stoffe	514
8.2.12	Klasse 7: Radioaktive Stoffe	515
8.2.13	Klasse 8: Ätzende Stoffe	515
8.2.14	Klasse 9: Verschiedene gefährliche Stoffe und Gegenstände	518
8.3	Das ADR	520
8.3.1	Geltungsbereich und Anwendbarkeit	523
8.3.2	Verzeichnis der gefährlichen Güter	524
8.3.3	Begrenzte und freigestellte Mengen	528
8.3.4	Sicherheitspflichten der Beteiligten	530
8.3.4.1	Der Absender	531
8.3.4.2	Der Beförderer	531
8.3.4.3	Der Empfänger	531
8.3.4.4	Der Verlader	532
8.3.4.5	Der Befüller	532
8.3.4.6	Der Betreiber von Tankcontainern oder ortsbeweglichen Tanks	533
8.3.4.7	Der Verpacker	533
8.3.5	Die Verpackung	533
8.3.5.1	Die Verpackungsarten	535
8.3.5.2	Verpackungsanweisungen	542
8.3.6	Zusammenpackung und Zusammenladung	544
8.3.7	Kennzeichnung von Versandstücken und Fahrzeugen	546



8.3.7.1	Bezettelung	546
8.3.7.2	Kennzeichnung der Verpackungen	549
8.3.7.3	Die orangefarbene Kennzeichnung	550
8.3.7.4	Die Begleitpapiere	553
8.3.8	Vorschriften für die Beförderung	560
8.3.8.1	Fahrzeugbesatzung und Fahrzeugausrüstung	560
8.3.8.2	Fahrer Ausbildung	563
8.4	Nationale Vorschriften	564
8.4.1	Das Gefahrgutbeförderungsgesetz	564
8.4.1.1	Verordnungen des GGBefG	566

**Literatur** 569

**Glossar** 577

**Anhang: H- und P-Sätze** 595

**Stichwortverzeichnis** 605