

# CHEMISCHE TECHNOLOGIE

BAND 7

Allgemeines

Dritte, neubearbeitete Auflage  
herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Karl Winnacker  
und Prof. Dr. Leopold Küchler

*unter Mitarbeit von*

*Dipl.-Ing. N. Beckmann, Prof. Dr. K. Dialer, Ing. Ph. Emmerich, Dipl.-Ing. H. Friedrich,  
Dr. Ing. E. Gaube, Dipl.-Ing. W. Gleißle, Dipl.-Ing. W. Grein, Dr. H. Grimminger,  
Prof. Dr.-Ing. H. Hammer, Dr.-Ing. H.-P. Hortig, Dr.-Ing. W. Humann, Dr.-Ing. H. Keller†,  
Dipl.-Ing. D. Klee, Dr.-Ing. B. Koglin, Dipl.-Ing. H. P. Kurz, Priv.-Doz. Dr. A. Löwe,  
Dr. G. Lorenz, Dipl.-Ing. G. Mahn, Dipl.-Phys. S. Moser, Prof. Dr. U. Onken,  
Dipl.-Ing. M. H. Pahl, Dr. W. Peinke, Ing. G. Petrich, Ing. B. Poweleit, Dr.-Ing. J. Raasch,  
Dr.-Ing. H. Reichert, Dr.-Ing. H. Reiner, Dr.-Ing. K. Richard, Dr. K. Risch,  
Prof. Dr.-Ing. H. Rumpf, Dipl.-Ing. K. H. Sartor, Dipl.-Ing. G. Schädel, Dr. H. K. Schäfer,  
Dr. V. Schmied-Kowarzik, Prof. Dr.-Ing. K. Schönert, Dr.-Ing. H. Schubert,  
Dipl.-Ing. K. Sommer, Prof. Dr. W. Teske, Dipl.-Ing. W. Thiessen, Dr.-Ing. H. Zürn*

*Mit 343 Bildern und 68 Tabellen*



CARL HANSER VERLAG MÜNCHEN 1975

# Inhaltsverzeichnis

## Mechanische Verfahrenstechnik

Von Prof. Dr.-Ing. *Hans Rumpf*, Karlsruhe

1. Einführung . . . . .	1
1.1. Abgrenzung der Mechanischen Verfahrenstechnik . . . . .	1
1.2. Aufgaben der Mechanischen Verfahrenstechnik . . . . .	2
1.3. Hauptgebiete und Vorgänge . . . . .	4
2. Kennzeichnung der Systemzustände und Zustandsänderungen . . . . .	6
2.1. Disperse Systeme . . . . .	6
2.2. Kennzeichnung und Darstellung von Partikelkollektiven . . . . .	8
2.2.1. Dispersitätsgröße, Feinheitkennwert . . . . .	8
2.2.2. Äquivalentdurchmesser . . . . .	9
2.2.3. Partikelform . . . . .	11
2.2.4. Allgemeine Darstellung von Partikelkollektiven . . . . .	12
2.2.5. Die <i>Gaußsche</i> Normalverteilung . . . . .	15
2.2.6. Partikelverteilungen, Approximationen der Verteilungsfunktionen . . . . .	17
2.2.7. Ähnliche Verteilungen . . . . .	21
2.3. Trennen disperser Systeme . . . . .	22
2.4. Mischen disperser Systeme . . . . .	25
2.4.1. Mischungszustand und Mischgüte . . . . .	25
2.4.2. Die Varianz der Konzentrationsverteilung während des Mischvorgangs. . . . .	28
2.4.3. Auswertung von Mischversuchen . . . . .	29
2.5. Packung . . . . .	31
2.5.1. Systemzustände von Packungen . . . . .	31
2.5.2. Partikel und Hohlraumssystem . . . . .	32
2.5.3. Die Packungsstruktur . . . . .	33
2.5.4. Die Flüssigkeitserfüllung des Hohlraums . . . . .	34
2.5.5. Kapillardruck und Porosimetrie . . . . .	35
2.5.6. Von der Packung übertragbare Kräfte . . . . .	38
3. Grundlegende physikalische Vorgänge und Partikelmeßtechnik . . . . .	39
3.1. Die Bewegung von Partikeln in der Strömung . . . . .	39
3.1.1. Die Kräfte auf eine einzelne Partikel. . . . .	39
3.1.2. Die Bewegung einer einzelnen Partikel . . . . .	51
3.1.3. Die Strömungswechselwirkung von Partikeln . . . . .	54

## VI Inhaltsverzeichnis

3.2. Strömung durch Packungen . . . . .	57
3.21. Dimensionsanalytischer Ansatz . . . . .	57
3.22. Empirische Durchströmungsgesetze . . . . .	58
3.3. Mechanik des Fließbettes . . . . .	59
3.31. Phänomenologie . . . . .	59
3.32. Durchströmungsgesetz . . . . .	62
3.33. Stabilität des Fließbettes . . . . .	62
3.4. Kontinuumsmechanik der Packungen, Schüttgutmechanik . . . . .	63
3.41. Ruhedruckbeiwert. . . . .	63
3.42. Spannungszustand . . . . .	64
3.43. Fließkriterien für Packungen . . . . .	65
3.44. Auslegung von Bunkern nach <i>Jenike</i> . . . . .	70
3.5. Verformung und Bruch von Feststoffen . . . . .	71
3.51. Bruchbedingung . . . . .	72
3.52. Verformung und Bruchvorgänge in beanspruchten Partikeln . . . . .	73
3.53. Zerkleinerungstechnische Stoffeigenschaften . . . . .	75
3.6. Adhäsion . . . . .	79
3.61. Flüssigkeitsbrücken . . . . .	79
3.62. <i>Van der Waals</i> -Kräfte (Dispersionskräfte) . . . . .	80
3.63. Elektrostatische Kräfte . . . . .	81
3.64. Feststoffbrücken . . . . .	81
3.65. Vergleich der ersten drei Haftmechanismen und der Einfluß der Oberflächen- rauigkeit . . . . .	82
3.7. Partikelgrößenmeßtechnik. . . . .	82
3.71. Probenahme und Probenteilung . . . . .	86
3.72. Dispergierung . . . . .	87
3.73. Zählverfahren . . . . .	88
3.74. Sedimentationsverfahren . . . . .	89
3.75. Trennverfahren . . . . .	91
3.76. Oberflächenmeßverfahren . . . . .	92
3.77. Porengrößenmessung . . . . .	94
4. Verfahren . . . . .	95
4.1. Trennverfahren . . . . .	95
4.11. Strömungstrennverfahren . . . . .	96
4.12. Auftriebsortierung . . . . .	102
4.13. Elektrische und magnetische Trennverfahren . . . . .	103
4.14. Trennverfahren unter Ausnutzung der Wandreibung . . . . .	105
4.15. Siebung . . . . .	105
4.16. Kuchenfiltration . . . . .	106

4.2. Mischverfahren . . . . .	108
4.21. Mischen von Gasen . . . . .	108
4.22. Einmischen eines Gases in eine Flüssigkeit (Begasen) . . . . .	109
4.23. Dispergieren einer Flüssigkeit in Gas (Zerstäuben). . . . .	109
4.24. Mischen von Flüssigkeiten . . . . .	110
4.25. Dispergieren von Feststoffen in Gasen . . . . .	111
4.26. Dispergieren von Feststoffen in Flüssigkeiten . . . . .	112
4.27. Mischen von Feststoffen . . . . .	112
4.3. Verfahren der Agglomeration und Koagulation . . . . .	113
4.31. Aufbaugranulation . . . . .	114
4.32. Preßagglomeration . . . . .	115
4.33. Sintern . . . . .	117
4.34. Koagulation . . . . .	118
4.4. Zerkleinerungsverfahren . . . . .	118
4.41. Brecher . . . . .	119
4.42. Wälzmühlen . . . . .	121
4.43. Mühlen mit losen Mahlwerkzeugen . . . . .	122
4.44. Prallzerkleinerungsmaschinen . . . . .	124
4.45. Schneidmühlen . . . . .	126
4.46. Naßmahlung . . . . .	127
4.5. Fördern, Lagern und Dosieren von Schüttgütern . . . . .	128
4.51. Fördern . . . . .	128
4.52. Lagern und Dosieren . . . . .	129
Literaturverzeichnis . . . . .	131

## Thermische Verfahrenstechnik

Von Prof. Dr. *Ulfert Onken*, Dortmund-Wellinghofen

1. Wärmeübertragung . . . . .	135
1.1. Grundlagen des Wärmetransportes . . . . .	135
1.11. Wärmetransport durch Leitung . . . . .	136
1.12. Konvektiver Wärmetransport und Wärmeübergang . . . . .	139
1.13. Wärmetransport durch Strahlung . . . . .	145
1.2. Technischer Wärmetransport . . . . .	147
1.21. Einteilung der Wärmeaustauscher . . . . .	148
1.22. Mittlere treibende Temperaturdifferenzen. . . . .	149
1.23. Wärmedurchgangszahlen und übliche Werte bei gängigen Wärmeaustauscher- typen . . . . .	149
1.24. Einsparen von Austauschfläche durch höhere Strömungsgeschwindigkeit. . . . .	154

## VIII *Inhaltsverzeichnis*

2. Grundlagen thermischer Trennverfahren . . . . .	154
2.1. Phasengleichgewichte . . . . .	155
2.11. Grundbegriffe . . . . .	155
2.12. Gleichgewicht zwischen gasförmiger und kondensierter Phase . . . . .	156
2.13. Gleichgewicht zwischen zwei flüssigen Phasen . . . . .	163
2.14. Gleichgewicht zwischen einer flüssigen und einer festen Phase . . . . .	167
2.2. Stofftransport . . . . .	169
2.21. Stofftransport durch Diffusion . . . . .	169
2.22. Stofftransport durch Konvektion . . . . .	170
2.23. Stofftransport durch Grenzflächen (Stoffdurchgang) . . . . .	171
3. Trennverfahren zwischen fluiden Phasen . . . . .	174
3.1. Einstufige Destillations- und Kondensationsverfahren . . . . .	174
3.11. Einfache Destillation und Verdampfung . . . . .	174
3.12. Molekulardestillation . . . . .	176
3.13. Wasserdampfdestillation . . . . .	176
3.14. Teilkondensation . . . . .	177
3.2. Allgemeine Behandlung von Gegenstromtrennprozessen . . . . .	177
3.21. Die Vervielfachung des Einzeltrenneffektes . . . . .	177
3.22. Die Theorie der Trennstufen . . . . .	179
3.23. Kinetische Theorie der Gegenstromtrennung . . . . .	183
3.3. Rektifikation . . . . .	185
3.31. Kontinuierliche Rektifikation von Zweistoffgemischen . . . . .	185
3.32. Kontinuierliche Rektifikation von Mehrstoffgemischen . . . . .	190
3.33. Absatzweise Rektifikation . . . . .	191
3.34. Rektifikation mit Hilfsstoffen . . . . .	193
3.35. Rektifizierapparate . . . . .	197
3.4. Absorption . . . . .	203
3.41. Trennaufwand . . . . .	203
3.42. Chemische Absorption . . . . .	206
3.43. Absorptionsapparate . . . . .	207
3.5. Flüssigkeitsextraktion . . . . .	208
3.51. Grundlagen . . . . .	209
3.52. Auswahl der Lösungsmittel . . . . .	209
3.53. Trennaufwand . . . . .	210
3.54. Extraktionsapparate . . . . .	212
4. Thermische Trennverfahren mit festen Phasen . . . . .	214
4.1. Kristallisation . . . . .	215
4.11. Kinetik der Kristallisation . . . . .	215
4.12. Kristallisationsverfahren . . . . .	218
4.13. Kristallisatoren . . . . .	220

4.2. Trocknung . . . . .	223
4.21. Der Trocknungsverlauf . . . . .	224
4.22. Wärmebedarf bei der Konvektionstrocknung . . . . .	226
4.23. Bauarten von Trocknern . . . . .	227
4.3. Feststoffextraktion . . . . .	230
5. Thermische Trennverfahren an Grenzflächen . . . . .	231
5.1. Adsorption . . . . .	231
5.11. Grundlagen . . . . .	231
5.12. Anwendung und technische Durchführung . . . . .	232
5.2. Ionenaustausch . . . . .	234
5.3. Membranverfahren . . . . .	236
Literaturverzeichnis . . . . .	237

### Chemische Reaktionstechnik

Von Prof. Dr. *Kurt Dialer*, München,  
und Priv.-Doz. Dr. *Arno Löwe*, Gröbenzell

1. Einleitung . . . . .	242
1.1. Bedeutung der Chemischen Reaktionstechnik . . . . .	242
1.2. Zur Systematik der Chemischen Reaktionstechnik . . . . .	244
1.3. Grundbegriffe . . . . .	245
2. Die chemische Reaktion . . . . .	246
2.1. Stöchiometrie . . . . .	246
2.2. Thermodynamik der chemischen Reaktion . . . . .	248
2.3. Kinetik der chemischen Reaktion . . . . .	251
2.31. Formalkinetik homogener Reaktionen . . . . .	252
2.32. Formalkinetik der heterogenen Katalyse . . . . .	256
3. Reaktion und Transport (Makrokinetik) . . . . .	259
3.1. Reaktionen in einer Phase . . . . .	259
3.2. Heterogene Reaktionen . . . . .	261
3.21. Fluidreaktionen mit Feststoffkatalysatoren . . . . .	261
3.22. Heterogene Fluidreaktionen . . . . .	268
3.23. Umsetzungen von festen Stoffen mit Fluiden . . . . .	275
4. Berechnung von Reaktoren . . . . .	278
4.1. Grundformen technischer Reaktionsapparate . . . . .	279
4.11. Kennzeichnende Merkmale . . . . .	279
4.12. Technische Betriebsformen . . . . .	280

## X Inhaltsverzeichnis

4.2. Modelle isothermer Reaktoren . . . . .	284
4.21. Idealkessel (IK) . . . . .	285
4.22. Idealrohr (IR) . . . . .	287
4.23. Reaktorschaltungen . . . . .	289
4.3. Verweilzeitverhalten . . . . .	291
4.31. Verweilzeitverteilung . . . . .	292
4.32. Verweilzeitmodelle . . . . .	292
4.33. Verweilzeitverteilung und Reaktion . . . . .	295
4.4. Berücksichtigung des Wärmehaushalts in chemischen Reaktoren . . . . .	296
4.41. Adiabatische Reaktionsführung . . . . .	297
4.42. Nichtadiabatische Reaktionsführung . . . . .	298
4.5. Reaktoren für disperse Systeme . . . . .	303
4.51. Festbettreaktoren . . . . .	304
4.52. Wirbelschichtreaktoren . . . . .	306
4.53. Gas-Flüssig-Reaktoren. . . . .	307
4.54. Andere Reaktoren . . . . .	308
5. Wahl der Betriebsbedingungen . . . . .	309
5.1. Zielgröße Umsatz . . . . .	310
5.11. Konzentrationsführung . . . . .	311
5.12. Stoffstromführung. . . . .	315
5.13. Temperaturführung . . . . .	316
5.2. Zielgröße Selektivität. . . . .	319
5.21. Konzentrationsführung . . . . .	319
5.22. Stoffstromführung. . . . .	324
5.23. Temperaturführung . . . . .	326
6. Fragen der Anwendung . . . . .	329
6.1. Datenbeschaffung . . . . .	329
6.2. Maßstabsvergrößerung . . . . .	330
6.3. Optimierung . . . . .	331
Literaturverzeichnis . . . . .	332

## Werkstoffe und Apparatebau in der chemischen Technik

Von Dr.-Ing. Kurt Richard, Bad Soden/Ts.

1. Werkstoffe . . . . .	338
1.1. Anforderungen an die Werkstoffe . . . . .	338
1.11. Mechanische Beanspruchung . . . . .	338
1.12. Temperaturbeanspruchung . . . . .	339
1.13. Korrosionsbeanspruchung . . . . .	340

1.2. Die Werkstoffe und ihre Eigenschaften . . . . .	341
1.21. Metallische Werkstoffe. . . . .	342
1.22. Sinterwerkstoffe. . . . .	362
1.23. Anorganische Werkstoffe. . . . .	363
1.24. Organische Werkstoffe. . . . .	366
2. Anwendung der Werkstoffe im Chemieapparatebau . . . . .	370
2.1. Verarbeitung der Werkstoffe . . . . .	370
2.11. Spanlose Verformung . . . . .	370
2.12. Spangegebene Verformung . . . . .	371
2.13. Fügeverfahren . . . . .	371
2.14. Wärmebehandlung . . . . .	374
2.15. Oberflächenbehandlung . . . . .	375
2.2. Werkstoffgerechtes Konstruieren . . . . .	375
2.3. Qualitätskontrolle . . . . .	377
2.31. Prüfmethode n . . . . .	378
2.32. Funktionsprüfung . . . . .	383
2.33. Umfang und Ablauf der Prüfungen . . . . .	383
2.34. Beurteilung und Auswertung der Prüfergebnisse . . . . .	384
2.4. Überwachung der Anlagen im Betrieb . . . . .	384
Literaturverzeichnis . . . . .	385

## Meß-, Steuer- und Regelungstechnik in der chemischen Industrie

Von Dr. *Walter Peinke*, Ludwigshafen/Rh.

1. Einleitung . . . . .	391
2. Meßgeräte und Meßverfahren . . . . .	392
2.1. Aufnehmer . . . . .	392
2.11. Mengen- und Durchflußmessung . . . . .	392
2.12. Druck- und Differenzdruckmessung . . . . .	402
2.13. Füllhöhenmessung . . . . .	404
2.14. Temperaturmessung . . . . .	408
2.15. Dichtemessung . . . . .	413
2.16. Messung der stofflichen Zusammensetzung (Analysengeräte) . . . . .	415
2.2. Meßumformer, Meßumsetzer . . . . .	432
2.21. Meßumformer . . . . .	432
2.22. Meßumsetzer . . . . .	441
2.3. Ausgeber . . . . .	443
2.31. Anzeiger . . . . .	444

## XII Inhaltsverzeichnis

2.32. Registriergeräte . . . . .	445
2.33. Grenzsinalgeber . . . . .	446
3. Regelungs- und Steuertechnik . . . . .	447
3.1. Grundbegriffe . . . . .	447
3.11. Die Strecke . . . . .	449
3.12. Die Regeleinrichtung . . . . .	452
3.13. Der Regelkreis . . . . .	455
3.2. Regel- und Steuergeräte . . . . .	456
3.21. Regler . . . . .	456
3.22. Steuergeräte und Steuereinrichtungen . . . . .	465
3.23. Stellgeräte . . . . .	470
3.24. Prozeßrechner . . . . .	478
4. Instrumentierung der Prozesse . . . . .	481
4.1. Planung . . . . .	481
4.2. Instrumentierungsbeispiele . . . . .	482
4.3. Gestaltung der Meßwarten . . . . .	486
Literaturverzeichnis . . . . .	487

## Moderne mathematische Methoden in der chemischen Technik

Von Prof. Dr.-Ing. *Hans Hammer*, Aachen

1. Systemanalyse und mathematische Modellierung . . . . .	492
1.1. Statistische Prozeßmodelle . . . . .	492
1.2. Physikalisch-chemische Modelle . . . . .	493
1.3. Stochastische Modelle . . . . .	497
2. Elektronische Rechenmaschinen in der chemischen Technik . . . . .	498
2.1. Digitalrechenmaschinen . . . . .	499
2.2. Elektronische Analogrechner . . . . .	501
2.3. Analogrechner mit Digitalzusatz . . . . .	504
2.4. Hybridrechner . . . . .	506
2.5. Einsatz von Rechenmaschinen . . . . .	506
3. Ausgewählte mathematische Methoden . . . . .	507
3.1. Numerische Mathematik . . . . .	507
3.2. Systeme linearer Gleichungen . . . . .	507
3.3. Approximation . . . . .	508

3.4. Interpolation . . . . .	509
3.5. Numerische Differentiation und Integration . . . . .	511
3.6. Gewöhnliche Differentialgleichungen . . . . .	511
3.7. Partielle Differentialgleichungen . . . . .	513
3.8. Funktionaltransformationen . . . . .	514
4. Statistische Methoden . . . . .	516
4.1. Verteilungen . . . . .	517
4.11. Häufigkeitsverteilungen . . . . .	517
4.12. Theoretische Verteilungen . . . . .	517
4.13. Spezielle Verteilungen . . . . .	518
4.14. Prüfverteilungen . . . . .	519
4.2. Konfidenzintervalle . . . . .	521
4.3. Testen von Hypothesen . . . . .	521
4.31. Tests bei Normalverteilung . . . . .	522
4.32. Parameterfreie Tests . . . . .	523
4.4. Varianzanalyse . . . . .	524
4.41. Einfache Varianzanalyse . . . . .	524
4.42. Zweifache Varianzanalyse . . . . .	526
4.43. Der H-Test (von <i>Kruskall</i> und <i>Wallis</i> ) . . . . .	527
4.44. Prüfung auf Homogenität der Varianzen . . . . .	527
4.5. Korrelation und Regression . . . . .	528
4.6. Faktorielle Versuchspläne . . . . .	529
4.7. Stochastische Methoden . . . . .	530
5. Optimierung . . . . .	531
5.1. Parameteroptimierung . . . . .	532
5.11. Optimierung ohne Nebenbedingungen . . . . .	533
5.12. Optimierung mit Nebenbedingungen . . . . .	536
5.13. Minimierung von Quadratsummen bei nichtlinearen Problemen . . . . .	536
5.14. Lineares Programmieren . . . . .	536
5.2. Funktionenoptimierung . . . . .	538
5.21. Variationsrechnung . . . . .	538
5.22. Dynamisches Programmieren . . . . .	539
6. Netzplantechnik . . . . .	540
6.1. Terminplanung . . . . .	540
6.2. Kapazitäts- und Kostenplanung . . . . .	541
Literaturverzeichnis . . . . .	541

**Allgemeine Fabriksplanung, Versorgungs- und Verkehrsbetriebe**

Von Dipl.-Ing. *Hans Friedrich, Kelkheim/Ts.*

1. Allgemeine Fabriksplanung . . . . .	547
1.1. Vorarbeiten zur Planung . . . . .	549
1.11. Konzessionierung . . . . .	549
1.12. Kostenermittlung . . . . .	552
1.13. Normen . . . . .	555
1.2. Wahl des Standortes . . . . .	556
1.3. Einzelheiten der Planung . . . . .	559
1.31. Aufteilung des Werksgeländes . . . . .	559
1.32. Gebäude für Fabrikationen und Nebenanlagen . . . . .	566
1.33. Sozialanlagen . . . . .	571
1.34. Vorbereitende Arbeiten für Bau und Montage, Terminverfolgung . . . . .	573
2. Energieversorgung . . . . .	573
2.1. Wärme . . . . .	574
2.11. Fremdbezug von Wärme . . . . .	574
2.12. Eigenerzeugung von Wärme . . . . .	574
2.2. Elektrische Energie . . . . .	581
2.21. Fremdbezug von elektrischer Energie . . . . .	581
2.22. Eigenerzeugung von elektrischer Energie . . . . .	582
2.23. Stromversorgungsnetz . . . . .	585
2.24. Verbrauchernetz . . . . .	586
2.3. Wasserversorgung . . . . .	586
2.31. Wasserwerk für die Versorgung mit Oberflächenwasser . . . . .	586
2.32. Rückkühlanlagen . . . . .	588
2.33. Brauch- und Belegschaftswasser . . . . .	589
2.4. Kälte . . . . .	589
2.41. Verfahren der Kälteerzeugung . . . . .	589
2.42. Kälteübertragungsmittel . . . . .	592
2.5. Druckluft . . . . .	592
2.6. Isolierung . . . . .	593
2.61. Wärmeschutz . . . . .	594
2.62. Kälteschutz . . . . .	594
3. Verkehrsbetriebe in Chemiewerken . . . . .	595
3.1. Gleisanlagen und Bahnbetriebe . . . . .	597
3.11. Gleisanlagen (Regelspur 1435 mm) . . . . .	597
3.12. Lokomotiv- und Wagenpark, Bahnwerkstätten . . . . .	598
3.13. Rangierbetrieb . . . . .	599

3.2. Kraftverkehr (Straßenfahrzeuge, Flurfördergeräte) . . . . .	599
3.21. Materialtransporte auf Werkstraßen . . . . .	601
3.22. Transport- und Ladearbeiten in und an Gebäuden. . . . .	603
3.23. Personenverkehr . . . . .	604
3.3. Verlade- und Hafenbetriebe . . . . .	605
3.4. Verkehrswerkstätten . . . . .	607
4. Nachrichtenübermittlung . . . . .	608
4.1. Fernsprech- und Fernschreibanlagen . . . . .	608
4.2. Sonstige Anlagen zur Nachrichtenübermittlung . . . . .	609
4.3. Kabelnetz. . . . .	610
5. Brandschutz . . . . .	611
5.1. Vorbeugender Brandschutz . . . . .	611
5.2. Abwehrender Brandschutz . . . . .	614
Literaturverzeichnis . . . . .	614

**Arbeitsschutz**

Von Dr. *Helmut K. Schäfer*, Frankfurt/Main-Höchst

1. Einleitung . . . . .	617
1.1. Grundlagen des Arbeitsschutzes . . . . .	617
1.2. Unfallstatistik . . . . .	618
2. Sicherheitstechnik . . . . .	620
2.1. Explosionsschutz . . . . .	621
2.11. Sicherheitstechnische Kennzahlen . . . . .	622
2.12. Beurteilung der Gefahr von Raumexplosionen . . . . .	623
2.13. Primärer Explosionsschutz . . . . .	624
2.14. Vermeidung von Zündquellen . . . . .	625
2.15. Maßnahmen gegen Staubexplosionen . . . . .	628
2.2. Lagerung brennbarer Flüssigkeiten . . . . .	632
2.3. Sicherheitsvorkehrungen bei Arbeiten unter erhöhtem Druck . . . . .	635
2.31. Bau und Prüfung von Druckbehältern . . . . .	636
2.32. Verdichtung, Transport und Lagerung von Gasen . . . . .	638
2.33. Ortsbewegliche Behälter und Füllanlagen für Druckgase . . . . .	638
2.4. Schutz vor gesundheitsschädlichen Stoffen. . . . .	639
2.41. Vermeidung des Austritts schädlicher Stoffe . . . . .	640
2.42. Das Erkennen schädlicher und erstickender Gase . . . . .	641
2.5. Maßnahmen gegen Fall und Sturz von Personen sowie gegen mechanische Unfallursachen . . . . .	643

XVI *Inhaltsverzeichnis*

3. Persönlicher Arbeitsschutz . . . . .	645
3.1. Vorbeugender Gesundheitsschutz . . . . .	645
3.2. Gesundheitsschädliche Einwirkungen am Arbeitsplatz . . . . .	645
3.21. Akut wirkende Schadstoffe . . . . .	646
3.22. Chronische Gesundheitsschäden . . . . .	650
3.23. Kennzahlen für die Giftigkeit von Stoffen . . . . .	652
3.24. Schäden durch physikalische Einwirkungen . . . . .	653
3.25. Berufskrankheiten . . . . .	655
3.3. Körperschutzmittel . . . . .	655
3.31. Kopfschutz . . . . .	656
3.32. Schutzbrille . . . . .	657
3.33. Gehörschutz . . . . .	657
3.34. Handschuhe und Sicherheitsschuhe . . . . .	658
3.35. Schutzkleidung . . . . .	658
3.36. Atemschutz . . . . .	659
4. Rechtsvorschriften . . . . .	662
4.1. Gewerbeordnung . . . . .	662
4.2. Gesetzliche Unfallversicherung . . . . .	664
4.3. Weitere Gesetze und Verordnungen . . . . .	667
5. Die Praxis des Arbeitsschutzes . . . . .	669
5.1. Die Verantwortung der betrieblichen Vorgesetzten . . . . .	669
5.2. Arbeitsschutz im Betrieb . . . . .	670
5.3. Die Sicherheitsabteilung . . . . .	671
5.4. Die Sicherheitsbeauftragten . . . . .	672
5.5. Psychologie des Arbeitsschutzes . . . . .	673
Literaturverzeichnis . . . . .	674

**Umweltschutz**

Von Prof. Dr. *Wolfgang Teske*, Kronberg/Ts.

1. Die „Umwelt“ . . . . .	678
1.1. Das Umweltbild der Gegenwart . . . . .	679
1.2. Die globale Aktion . . . . .	679
2. Arten, Quellen und Auswirkungen der Umweltbelastung . . . . .	680
2.1. Luftverschmutzung . . . . .	680
2.11. Die allgemeine Situation . . . . .	680
2.12. Die Emissionen der Chemischen Industrie . . . . .	681
2.13. Schadwirkungen der Luftverunreinigung . . . . .	682

2.2. Gewässerverunreinigung . . . . .	684
2.3. Müll . . . . .	685
2.4. Die Lärmbelastung . . . . .	686
2.5. Einige häufiger verwendete Begriffe . . . . .	686
3. Maßnahmen zur Minderung der Umweltbelastung . . . . .	687
3.1. Reinhaltung der Luft . . . . .	688
3.11. Erscheinungsformen der Luftverunreinigung . . . . .	688
3.12. Technische Verfahren zur Luftreinhaltung . . . . .	689
3.13. Eigenüberwachung der Luftreinhaltung in chemischen Werken . . . . .	697
3.2. Reinhaltung der Gewässer . . . . .	697
3.21. Allgemeine Leitlinien . . . . .	697
3.22. Technische Verfahren zur Abwasserreinigung . . . . .	698
3.23. Die Eigenüberwachung der Wasserreinhaltung in chemischen Werken . . . . .	702
3.3. Die Müllbeseitigung . . . . .	703
3.31. Ablagerung . . . . .	703
3.32. Müllverbrennung . . . . .	705
3.33. Müllverbringung in das Meer . . . . .	705
3.4. Lärmbekämpfung . . . . .	706
3.5. Umweltschonende Technik . . . . .	707
3.6. Umweltschonende Produkte . . . . .	708
4. Institutionen zur Förderung des Umweltschutzes bei Verbänden . . . . .	709
5. Gesetze und Normen (Situation) . . . . .	710
Literaturverzeichnis . . . . .	710

**Grundzüge des gewerblichen Rechtsschutzes und des Erfinderrechts**

Von Dr. *Volker Schmied-Kowarzik*, Frankfurt/Main

1. Definition und Allgemeines . . . . .	714
1.1. Geschichtliches . . . . .	714
2. Organisation des Patentamtes und des Bundespatentgerichtes . . . . .	716
2.1. Das Patentamt . . . . .	716
2.2. Bundespatentgericht . . . . .	717
2.3. Patent-, Gebrauchsmuster- und Warenzeichenrolle . . . . .	718
2.4. Veröffentlichungen des Patentamtes und Patentgerichtes . . . . .	718
2.5. Statistik . . . . .	719

3. Patentrecht . . . . .	720
3.1. Zweck des Patentschutzes . . . . .	720
3.2. Die Erfindung . . . . .	720
3.21. Erfordernisse der Patentfähigkeit . . . . .	721
3.22. Erfindung und Patentkategorie . . . . .	723
3.23. Mehrere Patentkategorien in einer Patentanmeldung und das Problem der Einheitlichkeit . . . . .	724
3.24. Spezielle Probleme des Patentrechts der Chemie . . . . .	725
3.3. Das Recht auf das Patent . . . . .	727
3.4. Das Verfahren vor dem Patentamt und Bundespatentgericht . . . . .	728
3.41. Die Einreichung der Patentanmeldung . . . . .	728
3.42. Das Erteilungsverfahren . . . . .	730
3.43. Einspruchsverfahren . . . . .	731
3.44. Das Beschwerdeverfahren . . . . .	732
3.45. Die Rechtsbeschwerde . . . . .	732
3.46. Vernichtung und Beschränkung . . . . .	733
3.5. Das Recht aus dem Patent und seine Beschränkungen . . . . .	733
3.51. Die Wirkung des Patentés . . . . .	733
3.52. Der Gegenstand des Patentés . . . . .	733
3.53. Benutzungsarten . . . . .	734
3.54. Grenzen des Patentschutzes und des Rechtes aus dem Patent . . . . .	734
3.55. Übertragbarkeit der Rechte, Lizenzen . . . . .	736
3.56. Patentverletzung . . . . .	736
3.6. Weitere Regelungen . . . . .	738
4. Gebrauchsmusterrecht . . . . .	739
5. Warenzeichengesetz (Unlauterer Wettbewerb) . . . . .	741
5.1. Das Warenzeichen . . . . .	741
5.2. Anmeldeverfahren . . . . .	743
5.3. Das Recht aus dem Warenzeichen . . . . .	744
5.4. Sonstige Vorschriften . . . . .	745
6. Erfinderrecht . . . . .	746
6.1. Allgemeines . . . . .	746
6.2. Diensterfindung und freie Erfindung . . . . .	746
6.3. Einreichung von Schutzrechten . . . . .	747
6.4. Vergütung . . . . .	747
6.5. Verbesserungsvorschläge . . . . .	748
6.6. Weitere Regelungen . . . . .	748

7. Vertreterwesen . . . . .	748
8. Internationale Verträge, Gewerblicher Rechtsschutz im Ausland . . . . .	749
8.1. Pariser Verbandsübereinkunft . . . . .	749
8.2. Patent Cooperation Treaty (PCT) . . . . .	750
8.3. Europa- und EWG-Patent, EWG-Vertrag . . . . .	751
8.4. Gewerblicher Rechtsschutz im Ausland . . . . .	755
Literaturverzeichnis . . . . .	755
<b>Sachverzeichnis von Band 7 . . . . .</b>	<b>759</b>
<b>Sachverzeichnis der Bände 1-7 . . . . .</b>	<b>780</b>