

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
4.1 Lösemittel	19
4.1.1	Einführung, Definition	19
4.1.2	Physikalisch-chemische Grundlagen	20
4.1.2.1	Theorie der Lösungen	20
4.1.2.2	Löslichkeitsparameter-Konzept	25
4.1.2.2.1	Einleitung	25
4.1.2.2.2	Empirische Methoden	26
4.1.2.2.2.1	Verdünnungsverhältnis	26
4.1.2.2.2.2	Anilin-Punkt (AP)	27
4.1.2.2.2.3	Kauri-Butanol-Wert (KB)	29
4.1.2.2.3	Theorie des Lösevorganges	29
4.1.2.2.3.1	Löslichkeitsparameter-Konzept nach Hildebrand	30
4.1.2.2.3.1.1	Methoden zur Bestimmung des Löslichkeitsparameters	31
4.1.2.2.3.2	Weiterentwicklungen auf Basis des Löslichkeitsparameter- Konzeptes von Hildebrand; 2-Parameter-Modelle	34
4.1.2.2.3.2.1	Methode von Burrell	34
4.1.2.2.3.2.2	Methode von Gardon	34
4.1.2.2.3.3	Drei-Parameter-Systeme	35
4.1.2.2.3.3.1	System von Crowley, Teague und Lowe	35
4.1.2.2.3.3.2	Löslichkeitsparameter-System nach Hansen	35
4.1.2.2.3.3.3	Drei-Parameter-System nach Nelson, Hemwall und Edwards ...	37
4.1.2.2.4	Anwendungen des Löslichkeitsparameter-Konzeptes	43
4.1.2.2.4.1	Anwendung des Hansen-Systems	44
4.1.2.2.4.2	Anwendung des Systems von Nelson, Hemwall und Edwards (NHE)	44
4.1.2.2.4.2.1	Erstellen des Löslichkeitsdiagramms	47
4.1.2.2.4.2.2	Benutzen der Löslichkeitsdiagramme	48
4.1.2.2.4.3	Anwendung der Löslichkeitsparameter-Systeme mit dem Computer	48
4.1.2.2.4.3.1	Verdunstungsgeschwindigkeit	49
4.1.2.2.4.3.2	Änderung der Zusammensetzung von Mischungen während der Verdunstung	49
4.1.2.2.4.3.3	Lösemittelformulierung in der Praxis	54
4.1.2.2.5	Vergleich der Modelle von Hansen und von Nelson, Hemwall und Edwards	60

4.1.2.3	Dipolmoment, Polarität, Polarisierbarkeit	61
4.1.2.4	Solvatation	62
4.1.2.5	Löser, latente Löser, Nichtlöser	62
4.1.2.6	Einfluss der Molmasse auf die Löslichkeit	62
4.1.2.7	Lösevorgang und Löseeigenschaften	63
4.1.2.7.1	Lösegeschwindigkeit	63
4.1.2.7.2	Mischungslücken	63
4.1.2.7.3	Physikalische Eigenschaften von Mischungen	64
4.1.2.7.4	Azeotrope	65
4.1.3	Physikalische Eigenschaften	65
4.1.3.1	Verdampfung und Verdunstung	65
4.1.3.2	Hygroskopizität und Mischbarkeit mit Wasser	70
4.1.3.3	Dichte, Brechzahl	73
4.1.3.4	Viskosität und Oberflächenspannung	74
4.1.3.5	Dampfdichte	76
4.1.3.6	Dielektrizitätskonstante, spezifische Wärme, Wärmeleitfähigkeit, kritische Daten	76
4.1.3.7	Prüfungen, Normen	78
4.1.3.8	Übersicht der physikalischen Eigenschaften der Lösemittel	78
4.1.4	Chemische und physiologische Eigenschaften	78
4.1.4.1	Chemische Reaktionen	78
4.1.4.2	Physiologische Eigenschaften von Lösemitteln	86
4.1.4.2.1	Toxizität, Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung	86
4.1.4.2.2	Exposition, Arbeitsplatzgrenzwerte, persönliche Schutzmaßnahmen	89
4.1.4.2.3	Geruchsschwelle	91
4.1.4.3	Umweltschutz und Sicherheit beim Umgang mit Lösemitteln	92
4.1.4.3.1	Umweltpolitik, Umweltqualitätsziele	92
4.1.4.3.2	Ozonerzeugung, Ozonabbau, Treibhauseffekt	94
4.1.4.3.3	Erhebliche Geruchsbelästigung	97
4.1.4.3.4	Wassergefährdung	98
4.1.4.3.5	Brand- und Explosionsschutz	99
4.1.4.3.6	Rückgewinnung, Verwertung, Beseitigung	102
4.1.4.3.7	Richtlinien, Gesetze, Verordnungen	102
4.1.4.4	Reinigung und Analyse	111
4.1.5	Anwendung der Lösemittel	112
4.1.5.1	Lösemittel in Lacken	112
4.1.5.1.1	Zusammensetzung von Lacklösemittelmischungen	112
4.1.5.1.2	Einfluss auf den Feststoffgehalt, Anwendungsmöglichkeiten	112
4.1.5.1.2.1	Lackviskosität	112
4.1.5.1.2.2	Lösemittel in High-Solids-Lacken	114
4.1.5.1.2.3	Dickschicht- und Mehrschichtlacke	115
4.1.5.1.3	Lösemittel in Wasserlacken	116
4.1.5.1.4	Glanz und Verlaufseigenschaften, Weißanlaufen	118
4.1.5.1.5	Mechanische Eigenschaften und Lösemittel-Retention	119
4.1.5.1.6	Pigmentbenetzung	119
4.1.5.2	Lösemittel in Abbeizmitteln	120

4.1.5.2.1	Definition	120
4.1.5.2.2	Einsatzbereiche	120
4.1.5.2.3	Entschichtungsmethoden	120
4.1.5.2.4	Chemische Abbeizmittel	121
4.1.5.2.5	Lösemittelhaltige Abbeizmittel	121
4.1.5.2.6	Industrielles Entlacken	122
4.1.5.2.7	Entlacken im Baugewerbe und Handwerk	122
4.1.5.2.8	Marktvolumen	125
4.1.5.2.9	Abbeizmittelhersteller	126
4.1.5.3	Lösemittel in Druckfarben	126
4.1.5.3.1	Einleitung	126
4.1.5.3.2	Einsatz der Lösemittel nach Anwendungsbereich	127
4.1.5.3.2.1	Lösemittel zu Reinigungszwecken	127
4.1.5.3.2.2	Lösemittel in Druckfarbenformulierungen	128
4.1.5.4	Lösemittel zur Oberflächenreinigung	129
4.1.5.4.1	Lösemittelspektrum – Eingesetzte Lösemittel und deren Eigenschaften	130
4.1.5.4.1.1	Halogenorganische Verbindungen	130
4.1.5.4.1.1.1	Chlorierte Kohlenwasserstoff Lösemittel (CKW-Lösemittel)	130
4.1.5.4.1.1.2	Fluorierte/teilfluorierte Kohlenwasserstoff-Lösemittel (FKW oder H-FKW)	134
4.1.5.4.1.1.3	Fluorierte Ether (HFE)	135
4.1.5.4.1.2	Kohlenwasserstofflösemittel	136
4.1.5.4.1.2.1	Erdölprodukte	136
4.1.5.4.1.2.2	Terpene	138
4.1.5.4.1.3	Sauerstoffhaltige Lösemittel	138
4.1.5.4.1.3.1	Alkohole/Ketone	139
4.1.5.4.1.3.2	Ester	139
4.1.5.4.1.3.3	Multifunktionelle Lösemittel – Alkoxy-Propanole	139
4.1.5.4.2	Verfahrens Schritte in der Oberflächenreinigung	141
4.1.5.4.2.1	Reinigen/Spülen	142
4.1.5.4.2.2	Trocknen	143
4.1.5.4.2.3	Destillation	144
4.1.5.4.3	Umgang und Pflege	145
4.1.5.4.3.1	Handhabung und Lagerung	145
4.1.5.4.3.1.1	Emissionsbegrenzung	145
4.1.5.4.3.1.2	Boden- und Grundwasserschutz	146
4.1.5.4.3.2	Lösemittelpflege	146
4.1.5.4.4	Ausblick	148
4.1.5.5	Lösemittel in Aerosollacken	148
4.1.5.5.1	Einleitung	148
4.1.5.5.2	Lackspraydosen	149
4.1.5.5.3	Treibgase	150
4.1.5.5.4	Lacke für Aerosoldosen	150
4.1.5.6	Sonstige Anwendungen für Lösemittel	155
4.1.5.6.1	Extraktion und Verteilung	155
4.1.5.6.2	Extraktive Destillation	155
4.1.5.6.3	Chromatografie	156
4.1.5.6.4	Lösemittel für chemische Reaktionen	156
4.1.5.6.5	Lösemittel zur Umkristallisation	157

4.1.5.6.6	Lösemittel für Gummilösungen	157
4.1.5.6.7	Lösemittel bei der Filmherstellung	157
4.1.5.6.8	Lösemittel für synthetische Fasern	157
4.1.5.6.9	Lösemittel für Kunststoff- und Harzlösungen	157
4.1.5.6.10	Lösemittel zur chemischen Textilreinigung	158
4.1.5.6.11	Lösemittel in Klebstoffen	158
4.1.5.6.12	Lösemittel in Agrochemikalien	158
4.1.5.7	Lösemittelmarkt	158
4.1.6	Lösemittelgruppen	159
4.1.6.1	Aliphatische Kohlenwasserstoffe	159
4.1.6.2	Cycloaliphatische Kohlenwasserstoffe	160
4.1.6.3	Terpenkohlenwasserstoffe und Terpenoide	161
4.1.6.4	Aromatische Kohlenwasserstoffe (DIN 51 633)	162
4.1.6.5	Chlorkohlenwasserstoffe	162
4.1.6.5.1	Definition	162
4.1.6.5.2	Allgemeine Eigenschaften	163
4.1.6.5.3	Physiologische Eigenschaften, Gesundheitsgefahren, Arbeitsschutz	165
4.1.6.5.4	Gebräuchliche CKW-Lösemittel	166
4.1.6.5.5	Technische Anwendungen	166
4.1.6.5.6	Sonstige CKW-Lösemittel	169
4.1.6.5.7	Hersteller und Markennamen	172
4.1.6.5.8	Marktvolumen in Europa und Deutschland	172
4.1.6.6	Alkohole (DIN 53 245)	172
4.1.6.7	Ketone (DIN 53 247)	179
4.1.6.8	Ester	183
4.1.6.9	Ether	187
4.1.6.10	Glykolether	189
4.1.6.11	Sonstige Lösemittel	193
4.1.7	Kurzzeichen für Lösemittel	195
4.1.8	Literatur	196

4.2 Weichmacher	203
------------------------	------------

4.2.1	Historie, Definition, Begriffsbestimmung und Begriffserläuterung	203
4.2.2	Physikalisch-chemische Grundlagen	205
4.2.2.1	Molekulare Deutung des Weichmachungsvorganges	205
4.2.2.1.1	Zwischenmolekulare Kräfte	205
4.2.2.1.2	Wirkungsweise der Weichmacher in Polymeren	207
4.2.2.1.2.1	Innere Weichmachung	208
4.2.2.1.2.2	Äußere Weichmachung	209
4.2.2.1.2.3	Polymere Weichmacher	211
4.2.2.2	Weichmacherstrukturen, physikalische Eigenschaften, technologische Wirkung und Prüfung	212
4.2.2.2.1	Lösevermögen und Verträglichkeit	213

4.2.2.2.2	Weichmacherwirksamkeit	213
4.2.2.2.3	Kältefestigkeit	214
4.2.2.2.4	Wärmebeständigkeit	214
4.2.2.2.5	Elektrische Eigenschaften	214
4.2.2.2.6	Stabilisierende Eigenschaften	215
4.2.2.2.7	Weichmacherwanderung	215
4.2.2.2.8	Flüchtigkeit von Weichmachern und Fogging	216
4.2.2.2.9	Physikalische und chemische Kennzahlen	216
4.2.3	Weichmachergruppen	216
4.2.3.1	Phthalsäureester	216
4.2.3.2	Adipin- und Sebazinsäureester	220
4.2.3.3	Zitronensäureester und Derivate	222
4.2.3.4	Trimellitsäureester	222
4.2.3.5	Benzoate	224
4.2.3.6	Weitere Ester	225
4.2.3.6.1	Alkylsulfonsäureester (ASE)	225
4.2.3.6.2	Cyclohexan-1,2-dicarboxylate (DOCH, DINCH)	225
4.2.3.7	Phosphorsäureester	225
4.2.3.8	Chlorparaffine	227
4.2.3.9	Epoxidweichmacher	230
4.2.3.10	Polymerisierbare Weichmacher	233
4.2.3.11	Polymere Weichmacher	234
4.2.3.12	Polymerblends zum Plastifizieren und Weichmachen von PVC	235
4.2.3.13	Weichmacherkurzzeichen	237
4.2.4	Ökologie und Toxikologie der Phthalate	237
4.2.4.1	Einleitung	237
4.2.4.2	Ökologie	237
4.2.4.2.1	Ökotoxizität	237
4.2.4.2.1.1	Aquatische Toxizität	237
4.2.4.2.1.2	Böden/Sedimente	239
4.2.4.2.2	Biologischer Abbau	240
4.2.4.2.3	Persistenz	241
4.2.4.2.4	Bioakkumulation	243
4.2.4.2.5	Ergebnisse aus dem Risk Assessment	243
4.2.4.2.6	Ausblick	244
4.2.4.3	Toxikologie der Phthalate	244
4.2.4.3.1	Beschreibung der toxikologischen Eigenschaften	246
4.2.5	Anwendungen der Weichmacher	249
4.2.5.1	Weichmacher für Kunststoffe	249
4.2.5.2	Weichmacher in Elastomeren	249
4.2.5.3	Weichmacher für Lacke, Farben, Druckfarben und Klebstoffe	250
4.2.5.4	Weichmacher in Kombination mit Cellulosederivaten	250
4.2.5.4.1	Cellulosenitrat	250
4.2.5.4.2	Andere Celluloseester	254
4.2.5.4.3	Celluloseether	255
4.2.5.5	Weichmacher in Kombination mit natürlichen Hydrokolloiden, wasserlöslichen Harzen und Leimen	255
4.2.5.6	Weichmacher in Kombination mit Kautschukderivaten	256

4.2.5.6.1	Cyclokautschuk	256
4.2.5.6.2	Chlorkautschuk	256
4.2.5.7	Weichmacher in Kombination mit trocknenden Ölen, Alkydharzen und Naturharzen	256
4.2.5.8	Weichmacher in Kombination mit Polyestern	257
4.2.5.9	Weichmacher in Kombination mit ungesättigten Polyestern	258
4.2.5.10	Weichmacher in Kombination mit Vinylharzen	259
4.2.5.10.1	Polyvinylchlorid	259
4.2.5.10.2	Andere Vinylharze	260
4.2.5.11	Weichmacher in Kombination mit Acrylharzen	263
4.2.5.12	Weichmacher in Kombination mit Phenoplasten und Aminoplasten	264
4.2.5.13	Weichmacher in Kombination mit Polyamiden	264
4.2.5.14	Weichmachung von Polyurethanen	265
4.2.5.15	Weichmachung und Flexibilisierung von Epoxidharzen	266
4.2.5.16	Farbmittel zum Einfärben von Kunststoffen	268
4.2.5.17	Hersteller und Handelsnamen von Weichmachern	268
4.2.6	Literatur	271

4.3 Additive	277
---------------------	------------

4.3.1	Rheologie in Farben und Lacken	277
4.3.1.1	Grundbegriffe	277
4.3.1.1.1	Viskoelastizität	280
4.3.1.1.2	Messgeräte	282
4.3.1.1.3	Viskositätsverhalten und Lackeigenschaften	282
4.3.1.2	Verdicker und Rheologieadditive für Farben und Lacke	284
4.3.1.2.1	Verdicker und Rheologieadditive für wässrige Farben und Lacke	285
4.3.1.2.1.1	Celluloseether, Stärke und andere natürliche Hydrokolloide	286
4.3.1.2.1.1.1	Cellulosederivate	286
4.3.1.2.1.1.2	Stärke	289
4.3.1.2.1.1.3	Guar	290
4.3.1.2.1.1.4	Xanthan	291
4.3.1.2.1.1.5	Alginate	292
4.3.1.2.1.1.6	Tamarindenkernmehl	292
4.3.1.2.1.1.7	Synthetische Biopolymere	293
4.3.1.2.1.2	Polyacrylatverdicker	293
4.3.1.2.1.3	Assoziative Verdickungsmittel	293
4.3.1.2.1.3.1	HEUR	296
4.3.1.2.1.3.2	HMPE	296
4.3.1.2.1.3.3	HMPAM	297
4.3.1.2.1.3.4	HASE	297
4.3.1.2.1.3.5	HMHEC	297
4.3.1.2.1.4	Anorganische Verdickungsmittel	298
4.3.1.2.1.5	Titanate	299
4.3.1.2.1.6	Mikrogele	299
4.3.1.2.2	Verdicker und Rheologieadditive für nicht-wässrige Farben und Lacke	300

4.3.1.2.2.1	Metallseifen	300
4.3.1.2.2.2	Wachse	301
4.3.1.2.2.3	Thixotrope Harze	301
4.3.1.2.2.4	Anorganische und organisch modifizierte anorganische Verdickungsmittel	302
4.3.1.2.2.4.1	Amorphe Kieselsäuren	302
4.3.1.2.2.4.2	Organoschichtsilikate	303
4.3.1.3	Verdicker und Rheologieadditive für verschiedene Applikationsarten	304
4.3.1.3.1	Verdicker als Anti-Absetzmittel	305
4.3.1.3.2	Rheologiesteuerung bei der Pinsel- und Rollenapplikation	306
4.3.1.3.2.1	Wandfarben	306
4.3.1.3.2.2	Konventionelle Malerlacke	306
4.3.1.3.2.3	Wässrige Malerlacke und Parkettlacke	307
4.3.1.3.2.4	Schiffsfarben und Korrosionsschutzlacke	307
4.3.1.3.3	Rheologiesteuerung bei der Spritzapplikation	308
4.3.1.3.3.1	Konventionelle Klar-, Decklacke und Grundierungen	308
4.3.1.3.3.2	Wässrige Klarlacke, Decklacke und Grundierungen	309
4.3.1.3.3.3	Metallic-Basislacke	309
4.3.1.3.4	Rheologiesteuerung in Druckfarben	310
4.3.1.3.4.1	Offset-Druckfarben	310
4.3.1.3.4.2	Hoch-, Buch- und Flexodruckfarben	310
4.3.1.3.4.3	Tiefdruckfarben	310
4.3.1.3.4.4	Überdrucklacke	311
4.3.1.3.4.5	Siebdruckfarben	311
4.3.1.3.5	Rheologiesteuerung in Walzlacken (Coil Coating, Can Coating, Holzlacke)	311
4.3.1.3.5.1	Konventionelle Walzlacke	311
4.3.1.3.5.2	Wässrige Walzlacke	312
4.3.1.3.5.3	UV-Lacke	312
4.3.1.3.6	Rheologiesteuerung in Gießlacken	312
4.3.1.3.6.1	Lösemittellacke	312
4.3.1.3.6.2	Wasserlacke	312
4.3.1.3.7	Rheologiesteuerung in Tauchlacken	313
4.3.1.3.7.1	Lösemittellacke	313
4.3.1.3.7.2	Wasserlacke	313
4.3.1.3.8	Rheologiesteuerung in Pulverlacken	313
4.3.1.3.9	Rheologiesteuerung in Pigmentpasten	314
4.3.1.3.10	Rheologiesteuerung in selbstverdichtendem Beton	314
4.3.1.4	Handelsprodukte und Hersteller	315
4.3.2	Netz- und Dispergieradditive	316
4.3.2.1	Einleitung	316
4.3.2.2	Der Dispergierprozess	317
4.3.2.3	Netzadditive	319
4.3.2.4	Dispergieradditive	321
4.3.2.4.1	Elektrostatische Stabilisierung	321
4.3.2.4.2	Sterische Stabilisierung	322
4.3.2.4.2.1	Niedrigmolekulare Polymere mit einer Haftgruppe	324
4.3.2.4.2.2	Hochmolekulare Polymeradditive	325

4.3.2.4.3	Deflockulation und kontrollierte Flockulation	326
4.3.2.5	Ausschwimmerscheinungen	328
4.3.2.6	Pigmentkonzentrate	331
4.3.2.6.1	Anforderungen an Pigmentkonzentrate	331
4.3.2.6.2	Zusammensetzung von Pigmentkonzentraten	332
4.3.2.7	Hinweise für die Praxis	332
4.3.2.7.1	Einarbeitung der Additive	332
4.3.2.7.2	Dosierung	333
4.3.2.7.3	Einzelanreibung/Gemischtanreibung	333
4.3.2.7.4	Oberflächenbehandlung der Pigmente	333
4.3.2.8	Herstellerhinweise	334
4.3.3	Entschäumer	334
4.3.3.1	Einleitung	334
4.3.3.2	Schaum – Physiko-chemische Eigenschaften	335
4.3.3.3	Entschäumer – Eigenschaften und Wirkung	338
4.3.3.4	Formulierung von Entschäumern	339
4.3.3.5	Bewertung von Entschäumern	341
4.3.3.6	Resümee	342
4.3.4	Haftvermittler	342
4.3.4.1	Definition	342
4.3.4.2	Modelle zur Interpretation von Haftungserscheinungen	343
4.3.4.3	Einflussfaktoren	344
4.3.4.4	Haftvermittler	345
4.3.4.4.1	Organofunktionelle Silane	345
4.3.4.4.1.1	Wirkungsweise	345
4.3.4.4.1.2	Auswahl des Silans in Anpassung an das Bindemittel	346
4.3.4.4.1.3	Eigenschaften organofunktioneller Silane und ihre Anwendung	346
4.3.4.4.2	Metallorganische Verbindungen	348
4.3.4.4.2.1	Titanate und Zirkonate	348
4.3.4.4.3	Chlorierte Polyolefine	349
4.3.4.4.4	Spezielle Kondensate	350
4.3.4.4.4.1	Spezielle Polyesterharze	350
4.3.4.4.4.2	Kolophoniumester	350
4.3.4.4.4.3	Saccharoseester	350
4.3.4.4.5	Phosphorsäureester	350
4.3.4.4.6	Silikone und Silikon-modifizierte Polymere	350
4.3.4.4.7	Sonstige	351
4.3.4.4.8	Übersicht	351
4.3.5	Lichtschutzmittel	351
4.3.5.1	Einleitung	351
4.3.5.2	Theoretische Betrachtungen	353
4.3.5.3	Stabilisierungsmöglichkeiten	354
4.3.5.3.1	UV-Absorber	354
4.3.5.3.1.1	UV-Absorber-Klassen	356
4.3.5.3.1.2	Eigenschaften eines UV-Absorbers	359
4.3.5.4	Radikalfänger	359

4.3.5.5	Stabilisierung von Lacken	361
4.3.5.5.1	Zweischichtlackierungen	363
4.3.5.5.2	Einschichtlackierungen	365
4.3.6	Biozide	367
4.3.6.1	Einleitung	367
4.3.6.1.1	Begriffsbestimmung	367
4.3.6.2	Prüfmethoden	369
4.3.6.2.1	Prüfung der Gebindekonservierung	369
4.3.6.2.2	Prüfung der Filmkonservierung	370
4.3.6.3	Gebindekonservierung	372
4.3.6.3.1	Anforderungen an Gebindekonservierungsmittel	372
4.3.6.3.2	Wirkstoffklassen in der Gebindekonservierung	372
4.3.6.3.2.1	Formaldehyd und Formaldehyddepotverbindungen	373
4.3.6.3.2.1.1	Formaldehyd	373
4.3.6.3.2.1.2	O-Formale	373
4.3.6.3.2.1.3	N-Formale	374
4.3.6.3.2.2	Bronopol	376
4.3.6.3.2.3	Chloracetamid	376
4.3.6.3.2.4	Sauerstoffverbindungen	377
4.3.6.3.2.5	N,S-Heterocyclen	377
4.3.6.3.3	Wirkgeschwindigkeit von Gebindekonservierungsmitteln	383
4.3.6.3.4	Dampfphasenwirksamkeit	383
4.3.6.4	Filmkonservierung	384
4.3.6.4.1	Grundanforderungen an ein Filmkonservierungsmittel	384
4.3.6.4.2	Wirkstoffklassen in der Filmkonservierung	385
4.3.6.4.2.1	Harnstoff-Derivate	386
4.3.6.4.2.2	Isothiazolinone	387
4.3.6.4.2.3	Dithiocarbamat-Derivate	388
4.3.6.4.2.4	Benzimidazol-Derivate	389
4.3.6.4.2.5	Triazin-Derivate	390
4.3.6.4.2.6	Benzothiazol-Derivate	391
4.3.6.4.2.7	Carbaminsäure-Derivate	391
4.3.6.4.2.8	Thiophthalimid-Derivate	392
4.3.6.4.2.9	Sulfensäure-Derivate	393
4.3.6.4.2.10	Sulfon-Derivate	394
4.3.6.4.2.11	Triazol-Derivate	395
4.3.6.4.2.12	Pyridin-N-oxid-Derivate	396
4.3.6.4.3	Vergleich verschiedener Wirkstoffe zur Filmkonservierung	396
4.3.6.4.4	Anforderungen an die Qualität des Beschichtungssystems	396
4.3.6.5	Kennzeichnung gemäß Gefahrstoffverordnung	397
4.3.6.6	Biozidrichtlinie (Richtlinie 98/8/EG)	398
4.3.6.7	Zusammenfassung	400
4.3.7	Verlaufs- und Filmbildehilfsmittel	401
4.3.7.1	Verlaufshilfsmittel	401
4.3.7.1.1	Einführung	401
4.3.7.1.2	Begriffsdefinition	401
4.3.7.1.2.1	Verlaufsdefekte	401
4.3.7.1.2.2	Messgeräte	405

4.3.7.1.3	Physikalische Hintergründe	405
4.3.7.1.3.1	Oberflächen und Grenzflächen	405
4.3.7.1.3.2	Oberflächenspannung	406
4.3.7.1.3.3	Grenzflächenspannung	408
4.3.7.1.3.4	Messung der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten	408
4.3.7.1.3.5	Benetzungsvorgänge zwischen Flüssigkeiten und Feststoffen	410
4.3.7.1.3.6	Oberflächenspannung von Feststoffen	411
4.3.7.1.3.7	Kritische Oberflächenspannung	411
4.3.7.1.3.8	Rheologie und Viskosität	412
4.3.7.1.3.9	Filmdicke	413
4.3.7.1.3.10	Konditionen beim Trockenvorgang	413
4.3.7.1.3.11	Applikationsverfahren	413
4.3.7.1.4	Produktgruppen	413
4.3.7.1.4.1	Lösemittel	414
4.3.7.1.4.2	Polysiloxane	414
4.3.7.1.4.3	Polyacrylate/-methacrylate	418
4.3.7.1.4.4	Perfluortenside	420
4.3.7.1.4.5	Weitere Produkte	421
4.3.7.1.5	Anwendungstechnische Aspekte	421
4.3.7.1.6	Produktverzeichnis	422
4.3.7.2	Filmbildungshilfsmittel	425
4.3.7.2.1	Einführung	425
4.3.7.2.2	Struktur und Zusammensetzung von Polymerdispersionen	425
4.3.7.2.3	Der Verfilmungsprozess	426
4.3.7.2.4	Filmbildungsschritte	426
4.3.7.2.5	Filmbildungshilfsmittel	428
4.3.7.2.6	Produktübersicht	431
4.3.7.2.7	Anwendungstechnische Aspekte	432
4.3.8	Mattierungsmittel	433
4.3.8.1	Einleitung	433
4.3.8.2	Synthetische Kieselsäuren	433
4.3.8.3	Polymere Mattierungsmittel und Wachse	441
4.3.8.4	Mattierungsmittel auf Wachsbasis	443
4.3.9	Hautverhinderungsmittel	445
4.3.9.1	Einführung	445
4.3.9.2	Hautbildung in oxidativ trocknenden Lacken	446
4.3.9.3	Hautverhinderungsmittel-Gruppen	446
4.3.9.3.1	Antioxidantien	447
4.3.9.3.2	Oxime	449
4.3.9.3.3	Lösemittel	451
4.3.9.3.4	Retentionsmittel	451
4.3.10	Katalyse	452
4.3.10.1	Einführung	452
4.3.10.2	Katalyse der Lackhärtung	454
4.3.10.3	Melaminharze	455
4.3.10.3.1	Katalyse der Melaminvernetzung	457
4.3.10.3.2	Latente Katalysatoren	460
4.3.10.3.3	Allgemeine Hinweise	461

4.3.10.4	Epoxidharzsysteme	462
4.3.10.4.1	Epoxy-Amin-Systeme	465
4.3.10.4.2	Epoxy-Carboxy-Systeme	466
4.3.10.4.3	Epoxy-Phenol-Formaldehyd-Systeme	468
4.3.10.4.4	Homopolymerisation	470
4.3.10.4.5	Latente Katalysatoren	471
4.3.10.5	Polyurethansysteme	472
4.3.10.5.1	2-K-PUR-Systeme	475
4.3.10.5.2	Asparaginsäureester	476
4.3.10.5.3	Wärmehärtende 1-K-PUR-Systeme	476
4.3.10.5.4	Polyurethan-Pulverlacke	477
4.3.10.5.5	Feuchtigkeitshärtende 1-K-PUR-Systeme	479
4.3.10.6	Oxidative Trocknung	480
4.3.10.7	Katalyse und Selektivität	482
4.3.11	Trockenstoffe	485
4.3.11.1	Einführung	485
4.3.11.2	Trocknungsreaktionen; Autoxidation	486
4.3.11.3	Aufbau und Eigenschaften von Trockenstoffen	489
4.3.11.3.1	Herstellungsprozesse	489
4.3.11.3.2	Metalle	490
4.3.11.3.3	Säure	490
4.3.11.3.4	Lösemittel	491
4.3.11.3.5	Liganden	491
4.3.11.4	Typische Eigenschaften der verschiedenen Metalle	492
4.3.11.4.1	Aktive Trockenstoffe	492
4.3.11.4.2	Hilfstrockenstoffe	494
4.3.11.5	Anwendung von Trockenstoffen	496
4.3.11.5.1	Anwendung in traditionellen Alkydharzsystemen	496
4.3.11.5.1.1	Kombinationstrockenstoffe	497
4.3.11.5.1.2	Verlust an Trocknungsvermögen nach Lagerung	497
4.3.11.5.1.3	Bleifreie Trockenstoffsysteme	498
4.3.11.5.2	Wasserverdünnbare Lacke	499
4.3.11.5.2.1	Typische Trocknungsphänomene wasserverdünnbarer Lacke	500
4.3.11.5.3	High-Solids-Lacke	502
4.3.12	Leitfähigkeitseinstellung	504
4.3.12.1	Einleitung	504
4.3.12.2	Leitfähigkeitseinstellung des flüssigen Lackes	504
4.3.12.3	Leitfähigkeitseinstellung der festen Lackschicht	506
4.3.13	Optische Aufheller	507
4.3.13.1	Definition Optische Aufheller	507
4.3.13.2	Theoretische Aspekte – physikalisches Prinzip der Fluoreszenz	508
4.3.13.3	Chemische Struktur und Anwendungsgebiete	509
4.3.13.4	Lichtstabilität von optischen Aufhellern	510
4.3.13.5	Hersteller von optischen Aufhellern	511
4.3.14	Literatur	512
Register		521