

Inhalt

1	Einführung.....	25
1.1	Aufgaben des Verfahrensmechanikers für Beschichtungstechnik	25
1.2	Aufgaben und Probleme der Lackiertechnik	26
1.3	Wirtschaftliche Bedeutung	29
1.4	Geschichtliche Entwicklung.....	32
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	34
	Literaturhinweise.....	35
2	Der Beschichtungsstoff	36
2.1	Bestandteile und Unterscheidungsmerkmale von Beschichtungsstoffen	37
2.2.1	Aufgaben der Filmbildner.....	39
2.2.2	Eigenschaften der Filmbildner	40
2.2.3	Einteilung nach Löslichkeit bzw. Verdünnbarkeit.....	41
2.2.3.1	Wasserverdünnbare Systeme.....	41
2.2.3.2	Lösemittelverdünnbare Systeme	41
2.2.3.3	Lösemittelfreie Systeme	43
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	43
2.3	Löse- und Verdünnungsmittel.....	44
2.3.1	Aufgaben der Löse- und Verdünnungsmittel	44
2.3.2	Einteilung und Verwendung der Löse- und Verdünnungsmittel.....	45
2.3.3	Eigenschaften der Löse- und Verdünnungsmittel.....	46
2.3.3.1	Chemische Eigenschaften von Lösemitteln	46
2.3.3.2	Physikalische Eigenschaften der Lösemittel	46
2.3.4	Gesundheitsgefährdung durch Lösemittel	48
2.3.5	Kennzeichnung	48
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	48

2.4	Farbmittel und Füllstoffe	48
2.4.1	Pigmente	49
2.4.1.1	Unterteilung der Pigmente	49
2.4.1.2	Aufgaben der Pigmente	50
2.4.1.3	Pigmentanteil im Beschichtungsstoff	50
2.4.1.4	Anforderungen an die Pigmente	51
2.4.2	Füllstoffe	52
2.4.2.1	Aufgaben der Füllstoffe	53
2.4.2.2	Eigenschaften von Füllstoffen	53
2.4.3	Farbstoffe	53
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	54
2.5	Additive	54
2.5.1	Aufgaben der Additive	54
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	56
2.6	Vom Rohstoff zum Beschichtungsstoff	56
2.6.1	Allgemeines	56
2.6.2	Prinzipien der Gestaltung von Lackrezepturen	57
2.6.2.1	Lösemittelhaltige Beschichtungsstoffe	57
2.6.2.2	Umweltgerechte Beschichtungsstoffe	60
2.6.3	Herstellen von Beschichtungsstoffen	61
2.6.3.1	Flüssiglacke	61
2.6.3.2	Herstellung von Pulverlacken	72
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	75
	Literaturhinweise	76
3	Lackieruntergründe	77
3.1	Allgemeine Eigenschaften von Werkstoffen	77
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	80
3.2	Metalle und ihre Eigenschaften	81
3.2.1	Eisenmetalle	82
3.2.2	Nichteisenmetalle	82
3.2.3	Legierungen	83
3.2.4	Vorbehandlung von Metalloberflächen	83
3.2.4.1	Physikalische Vorbehandlungsverfahren	83

3.2.4.2	Physiko-chemische Vorbehandlungsverfahren	85
3.2.4.3	Elektrochemische Vorbehandlungsverfahren	88
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	89
3.3	Kunststoffe.....	89
3.3.1	Kunststoff und seine Eigenschaften	89
3.3.2	Vorbehandlung von Kunststoffoberflächen	90
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	92
3.4	Holz und Holzwerkstoffe	92
3.4.1	Holz (Vollholz) und seine Eigenschaften.....	92
3.4.2	Holzprodukte und Holzwerkstoffe	93
3.4.2.1	Sperrholz oder Lagenholz	94
3.4.2.2	Verbundplatten	94
3.4.2.3	Holzspanwerkstoffe	95
3.4.2.4	Holzfaserwerkstoffe.....	96
3.4.3	Vorbehandlungsmaßnahmen von Holz und Holzwerkstoffoberflächen	97
3.4.3.1	Holztrocknung.....	97
3.4.3.2	Schleifen, Schleifmittel und -geräte	97
3.4.3.3	Wässern.....	98
3.4.3.4	Entharzen	98
3.4.3.5	Entfernen von Klebstoff- oder Leimrückständen	99
3.4.3.6	Spachteln	99
3.4.3.7	Poren füllen.....	99
3.4.3.8	Bleichen	99
3.4.3.9	Beizen.....	100
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	100
3.5	Glas.....	101
3.6	Keramik.....	102
3.7	Fertigungsverfahren und beschichtungs- gerechte Konstruktion	103
3.7.1	Fertigungsverfahren	103
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	104
3.7.2	Beschichtungsgerechte Konstruktion	104
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	105
	Literaturhinweise.....	105

4	Grundlagen der Lackapplikation	106
4.1	Verfahrenstechnische Grundlagen bei der Verarbeitung von Nasslacken	107
4.1.1	Herkömmliche Spritzverfahren	108
4.1.1.1	Druckluftspritzen (pneumatisches Spritzen)	108
	Spritzpistolen und ihre Materialzufuhrsysteme	111
4.1.1.2	Hydraulisches oder Airless-Spritzen	112
4.1.1.3	Airmix	113
4.1.1.4	Heißspritzverfahren	114
4.1.2	Elektrostatische und elektrostatisch unterstützte Verfahren	114
4.1.2.1	Lackzerstäubung durch elektrische Feldkräfte	114
4.1.2.2	Elektrostatisch unterstützte Verfahren.....	115
4.1.3	Tauchverfahren	117
4.1.3.1	Allgemeines	117
4.1.3.2	Konventionelles Tauchen	118
4.1.3.3	Elektrotauchlackierung	119
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	125
4.1.4	Sonstige Verfahren im Überblick.....	126
4.1.4.1	Gießen	126
4.1.4.2	Walzen	127
4.1.4.3	Rakeln	128
4.1.4.4	Streichen, Rollen	128
4.1.4.5	Fluten	128
4.1.4.6	Trommelverfahren.....	128
4.1.4.7	Vakuumlackieren.....	129
4.1.4.8	Zentrifugieren.....	129
4.1.4.9	Rotationsbeschichtung (Spin-Coating)	129
4.1.5	Anorganische und metallische Beschichtungen.....	130
4.1.5.1	Emaillieren	130
4.1.5.2	Plasmaspritzen	131
4.1.5.3	Verzinkung.....	132
4.1.5.4	Eloxieren/Anodisieren.....	133
4.2	Pulverbeschichtung	134
4.2.1	Grundlagen der elektrostatischen Pulverbeschichtung ...	134

4.2.2	Elektrostatische Verarbeitung.....	135
4.2.2.1	Corona-Aufladung.....	135
4.2.2.2	Triboaufladung	136
4.2.2.3	Vergleich Corona- und Triboaufladung	137
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	139
	Literaturhinweise.....	140
5	Filmbildung	141
	<i>Prüfungsaufgabe</i>	141
5.1	Allgemeines	141
5.2	Benetzen und Verlaufen.....	142
5.3.1	Physikalische Trocknung.....	145
5.3.2	Chemische Härtung	146
5.3.2.1	Polyaddition.....	147
5.3.2.2	Polykondensation	147
5.3.2.3	Polymerisation.....	148
5.4	Physikalische Trocknung von Dispersionen und gelösten Lacken im Vergleich	149
5.4.1	Dispersionen.....	149
5.4.2	Gelöste Lacke.....	150
5.5	Sekundäreffekte bei der Filmbildung	151
5.6	Physikalische Grundlagen von Trocknung und Härtung ...	152
5.6.1	Allgemeines	152
5.6.2	Geschwindigkeit der physikalischen Trocknung	153
5.6.3	Geschwindigkeit der chemischen Härtung	154
5.6.3.1	Konvektionstrocknung	154
5.6.3.2	Wärmeübertragung durch Infrarot-Strahlen	156
5.6.3.3	Chemische Härtung durch UV-Strahlung.....	158
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	159
	Literaturhinweise.....	160
6	Technische Aspekte der Vorbehandlung und Lackverarbeitung	161
6.1	Vorbehandlungsanlagen.....	162

6.1.1	Reinigung von Metalloberflächen mit wässrigen Lösungen.....	163
6.1.2	Anlagen für die Vorbehandlung.....	164
6.1.2.1	Spritz-Vorbehandlung.....	164
6.1.2.2	Tauch-Vorbehandlung	165
6.1.3	Anlagen für chemische Vorbehandlungen (Konversionsbeschichten)	168
6.1.3.1	Phosphatieren	168
6.1.3.2	Chromatieren.....	171
6.1.3.3	Alternative Vorbehandlungsverfahren	172
	Projekt für den Unterricht.....	172
6.2	Lackieranlagen für die Spritzapplikation	174
6.2.1	Luftströme in der Lackierkabine	175
6.2.2	Farbnebelabscheidung	176
6.2.2.1	Trockenabscheidung	176
6.2.2.2	Nassabscheidung	177
6.2.2.3	Alternative Systeme der Lacknebelabscheidung	177
6.2.3	Lackschlammaustrag	178
6.2.4	Abluftreinigungsverfahren	178
6.2.5	Zusätzliche Aggregate für Lackieranlagen	179
6.2.5.1	Kompressoren.....	179
6.2.5.2	Öl- und Wasserabscheider	180
6.2.5.3	Materialversorgung durch Ringleitungssysteme.....	181
6.2.6	Wartung von Lackierkabinen	182
	Prüfungsaufgaben	182
6.3	Elektrotauchlackieren	183
6.3.1	Elektrotauchlackieranlagen.....	184
6.3.1.1	Tauchbecken	184
6.3.1.2	Stromquelle und Gleichrichter	184
6.3.1.3	Umwälzsystem.....	185
6.3.1.4	Wärmetauscher	185
6.3.1.5	Filteranlagen	186
6.3.1.6	Nachdosiersystem (Kompensation)	186
6.3.1.7	Anolytkreislauf	187
6.3.1.8	Ultrafiltration	187

6.3.1.9	Einbrennofen	189
6.3.2	Badkontrolle und -steuerung.....	189
6.3.3	Störungen erkennen und beheben	190
6.3.3.1	Wartungspläne und Optimierung der Prozesssteuerung .	190
6.3.3.2	Koagulatbildung im Becken.....	191
6.3.3.3	Störungen der Beschichtung.....	191
6.4	Pulverbeschichtung	192
6.4.1	Prozess des Pulverbeschichtens	192
6.4.2	Pulverbeschichtungskabine	192
6.4.3	Düsen und Pulversprühorgane	194
6.4.4	Einbrennen des Pulverlacks.....	194
6.4.5	Pulverlack auswählen	195
6.4.6	Pulverrückgewinnung	196
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	197
6.5	Lacktrocknung/-härtung: Anlagen und Prozesse	198
6.5.1	Allgemeines	198
6.5.2	Wärmetrockner	199
6.5.2.1	Konvektionstrocknung	200
6.5.2.2	Strahlentrocknung (IR-Trocknung).....	202
6.5.3	„Kaltes“ Härten mit UV- und Elektronenstrahlen.....	203
6.5.3.1	UV-Härtung.....	203
6.5.3.2	Elektronenstrahlhärtung	204
6.5.4	Aufgaben bei der Betreuung einer Trocknungs-/ Härtungsanlage.....	204
6.5.4.1	Ofensteuerung	204
6.5.4.2	Sicherheitsauflagen für Trockenanlagen.....	205
6.6	Fehler und deren Ursachen bei Lacktrocknung/-härtung	205
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	206
	Literaturhinweise.....	207
 7	 Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement	 208
	<i>Prüfungsaufgabe</i>	209
7.1	Allgemeines	209
7.2	Eigenschaften und Prüfungen von Beschichtungsstoffen	211

7.2.1	Allgemeines	211
7.2.2	Viskosität	212
7.2.2.1	Theorie	212
7.2.2.2	Messmethoden zur Viskosität	217
7.2.3	Oberflächenspannung	220
7.2.3.1	Theorie	220
7.2.3.2	Messmethoden	222
7.2.4	Dichte	224
7.2.4.1	Theorie	224
7.2.4.2	Messmethoden für die Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten	225
7.2.4.3	Messmethoden zur Bestimmung der Dichte von Feststoffen	226
7.2.5	Nichtflüchtige Anteile (nfa)	227
7.2.7	Sonstige Kennzahlen	228
7.2.7.1	Säurezahl und Hydroxylzahl	228
7.2.7.2	Verdunstungszahl nach DIN 53170	229
7.2.7.3	Brechungsindex nach DIN 51423-2	229
7.2.7.4	Flammpunkt	230
7.3	Messtechnisches Verfolgen der Filmbildung	230
7.3.1	Verlaufen und Ablaufen	230
7.3.2	Sonstige Kennzahlen zur Charakterisierung der Filmbildung	231
7.4	Eigenschaften und Prüfungen von Beschichtungen	233
7.4.1	Allgemeines	233
7.4.2	Schichtdickenmessungen	233
7.4.2.1	Nassfilmdicke	233
7.4.2.2	Trockenfilmdicke	233
7.4.2.3	Berührungslose Verfahren für Nass- und Trockenfilm	236
7.4.3	Mechanisch-technologische Eigenschaften	237
7.4.3.1	Allgemeines	237
7.4.3.2	Haftfestigkeit	237
7.4.3.3	Elastizität	242
7.4.3.4	Härte	247

7.4.4.	Visuelle Eigenschaften.....	251
7.4.4.1	Allgemeines	251
7.4.4.2	Glanz und Verlauf	251
7.4.4.3	Farbe und Farbmatrik.....	253
7.4.4.4	Deckvermögen	257
7.4.5	Alterung	258
7.4.5.1	Allgemeines	258
7.4.5.2	Alterungsprüfungen	259
	Prüfungsaufgaben	266
7.5	Fehler und Ursachen	267
7.6	Qualitätsmanagement	277
	Prüfungsaufgaben	279
	Literaturhinweise.....	279
8	Umweltschutz, Arbeitsschutz und Gesundheitsschutz	280
8.1	Maßnahmen zum Umweltschutz	280
	Prüfungsaufgabe	281
8.2	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	282
8.2.1	Sicherheitskennzeichnungen	283
8.2.1.1	Verbotszeichen.....	284
8.2.1.2	Warnzeichen	285
8.3.1.3	Gebotszeichen.....	285
8.2.1.4	Rettungszeichen	286
8.2.2	Gefahrstoffe	287
8.3	Umweltgerechtes Lackieren.....	291
8.3.1	Allgemeines	291
8.3.2	High-Solids	291
8.3.3	Einsatz von Reaktivverdünnern.....	292
8.3.4	Wasserlacke.....	293
8.3.4.1	Wasserlösliche Lacke	293
8.3.4.2	Wässrige Dispersionen	294
8.3.6	Umweltfreundliche Applikationsverfahren	296
8.3.7	Übersichtstabelle über die umweltfreundlichen Lackierverfahren	297

	<i>Prüfungsaufgaben</i>	298
	Literaturhinweise.....	298
9	Grundlagen der Chemie	299
9.1	Allgemeines	299
9.2	Basisinformationen über Stoffe.....	299
9.2.1	Atombindung.....	299
9.2.2	Ionenbindung	302
9.2.3	Kohlenwasserstoffverbindungen.....	302
9.2.3.2	Aromatische Kohlenwasserstoffe	304
9.2.3.3	Alkohole	305
9.2.3.4	Carbonsäuren.....	305
9.2.3.5	Ester	306
9.2.3.6	Amine.....	306
9.2.4	Polarität.....	306
9.2.5	pH-Wert.....	308
9.2.6	Säuren	308
9.2.7	Laugen.....	310
9.2.8	Neutralisation	311
9.3	Grundlagen der Polymerchemie	311
9.3.1	Allgemeines	311
9.3.2	Polymerisation.....	311
9.3.3	Polykondensation	315
9.3.4	Polyaddition.....	316
	<i>Prüfungsaufgaben</i>	317
	Literaturhinweise.....	317
10	Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung mit Lösungen ..	318
10.1	Prüfungsfragen	318
10.2	Lösungsvorschläge zur Prüfungsvorbereitung.....	320
10.3	Formelzeichen und Einheiten	323
	Stichwortverzeichnis	324
	Erklärung wichtiger lacktechnischer Begriffe	331
	Stichwortverzeichnis	324
	Erklärung wichtiger lacktechnischer Begriffe	331