

Inhaltsverzeichnis

Jörg Sander

1.	Einleitung.....	13
1.1	Warum Korrosionsschutzbeschichtungen?.....	13
1.2	Literatur	14

Jörg Sander

2	Korrosionsschutzbeschichtungen.....	15
2.1	Funktionsprinzipien.....	15
2.1.1	Elektrochemie der Korrosionsinhibitierung.....	15
2.1.2	Metalloxid-Bildung.....	16
2.1.3	Kathodischer Schutz.....	17
2.1.4	Passivierung und Konversionsbeschichtung.....	18
2.2	Design organischer Beschichtungssysteme	19
2.2.1	Diffusionsbarriere-Eigenschaften - Feuchtigkeitsaufnahme und Elektrolytpermeation	19
2.2.2	Aktive Pigmente.....	20
2.3	Funktion einzelner Beschichtungslagen.....	21
2.4	Literatur	22

Jörg Sander

3	Vorbereitung der Oberflächen.....	25
3.1	Technische Reinigung	25
3.1.1	Bedeutung des Reinigungsprozesses.....	25
3.1.2	Verunreinigungen	25
3.1.3	Oberflächenenergie und Oberflächenspannung	26
3.2	Mechanische Reinigung.....	27
3.3	Chemische Reinigung.....	29
3.3.1	Plasma- und Corona-Prozesse.....	29
3.3.2	Lösemittelentfettung.....	29
3.3.3	Chemie wässriger Reiniger	30
3.3.3.1	Mechanismus: Alkalität, Verseifung und Metallauflösung	30
3.3.3.2	Inhaltsstoffe wässriger Reiniger	32
3.3.4	Physik der wässrigen Reinigung, Badstandzeit und Spülen	35
3.4	Literatur	38

Mircea Manea, Lars Kirmaier, Jörg Sander

4	Organische Beschichtungsmittel	41
4.1	Inhaltsstoffe organischer Beschichtungsmittel	42
4.2	Lackharze	42
4.2.1	Alkydharze.....	43
4.2.1.1	Herstellverfahren für Alkydharze	45
4.2.1.2	Abbau von Alkydharzen.....	46
4.2.1.3	Zusammensetzung von Alkydharzen	47
4.2.1.4	Härtung von Alkydharzen.....	47

4.2.2	Chlorierte Kautschuke	48
4.2.3	Polyvinylchlorid	50
4.2.4	Epoxidharze	51
4.2.4.1	Rohstoffe für Epoxidharze	52
4.2.4.2	Herstellverfahren für Epoxidharze.....	53
4.2.4.3	Vernetzung von Epoxidharzen	54
4.2.5	Epoxidester	55
4.2.6	Acrylatharze.....	58
4.2.6.1	Herstellung von Acrylatharzen.....	58
4.2.6.2	Thermoplastische und duroplastische Acrylatharze.....	59
4.2.7	Polyurethane.....	60
4.2.7.1	Reaktivität der Isocyanatgruppe	61
4.2.7.2	Wasserbasierte Polyurethane	63
4.2.7.3	Isocyanat-freie Polyurethane	64
4.2.8	Polyaspartate.....	64
4.2.8.1	Polyharnstoffsysteme.....	68
4.2.8.2	Polyaspartatsysteme	68
4.2.9	Alkylsilikat.....	70
4.2.9.1	Nomenklatur der Siliciumchemie	71
4.2.9.2	Herstellung von Alkylsilikaten.....	73
4.2.9.3	Reaktionen von Alkylsilikaten.....	74
4.2.10	Polysiloxane.....	75
4.2.10.1	Reaktionen der Siloxane.....	75
4.2.10.2	Herstellung von Siloxanbindemitteln.....	77
4.3	Pigmente	79
4.3.1	Korrosionsschutzpigmente	80
4.3.1.1	Blei- und Chromatpigmente.....	83
4.3.1.1.1	Bleipigmente	83
4.3.1.1.2	Chromatpigmente	84
4.3.1.2	Phosphatpigmente	86
4.3.1.2.1	Zinkphosphat	86
4.3.1.2.2	Modifizierte Orthophosphate	87
4.3.1.2.3	Modifizierte Polyphosphate	88
4.3.1.3	Anorganisch/Organische Synergien	89
4.3.1.4	Universell einsetzbare Korrosionsschutzpigmente	90
4.3.1.5	Phosphite und Phosphide	91
4.3.1.5.1	Zinkhydroxyphosphit	91
4.3.1.5.2	Eisenphosphid.....	91
4.3.1.6	Borate.....	92
4.3.1.6.1	Bariummetaborat	92
4.3.1.6.2	Zinkborat.....	92
4.3.1.6.3	Calciumborosilikat	92
4.3.1.7	Molybdate	92
4.3.1.8	Ionenaustausch-Pigmente	93
4.3.1.9	Zinkcyanamid	93
4.3.1.10	Hybrid-Korrosionsschutzpigmente	93
4.3.2	Barrierepigmente	94
4.3.2.1	Eisenglimmer.....	94
4.3.2.2	Aluminium-Flakes.....	95
4.3.2.3	Zink-Flakes.....	95
4.3.3	Opferpigmente	96

4.3.3.1	Zinkstaub	96
4.3.3.2	Magnesium	96
4.3.4	Farbpigmente	97
4.3.4.1	Weißpigment: Titandioxid	97
4.3.4.2	Rotpigmente	97
4.3.4.3	Gelbpigmente	97
4.3.4.4	Grünpigmente	97
4.3.4.5	Blaupigmente	98
4.3.4.6	Schwarzpigmente	98
4.4	Füllstoffe	98
4.4.1	Carbonate	98
4.4.2	Sulfate	98
4.4.3	Kieselsäuren	99
4.4.4	Silikate	99
4.4.4.1	Talkum	99
4.4.4.2	Kaolin	99
4.4.4.3	Wollastonit	99
4.4.4.4	Glimmer	100
4.5	Additive	100
4.6	Lösemittel	101
4.7	Rohstoffe für Pulverlacke	102
4.8	Literatur	103

Jörg Sander

5	Filmbildung	109
5.1	Physikalische Trocknung	109
5.2	Chemische Härtung	110
5.2.1	Thermische Härtung: Chemie, Mechanismus, vermittelte Eigenschaften ...	110
5.2.2	Strahlungshärtung	111
5.2.2.1	Chemische Grundlagen und intrinsische Eigenschaften	111
5.2.2.2	Anwendungen	116
5.2.2.3	Anlagen und Geräte	117
5.3	Literatur	118

Jörg Sander

6	Schutzmechanismus und Eigenschaften organischer Beschichtungen	119
6.1	Einfluss und Messung physikalischer Eigenschaften	119
6.2	Trockenfilmdicke	119
6.3	Haftung	120
6.3.1	Rolle der Haftung und Einflussfaktoren	120
6.3.2	Messung der Haftung und Elastizität	121
6.3.2.1	Industrielle Methoden	121
6.3.2.2	Labormethoden	122
6.4	Permeation in organischen Beschichtungen	123
6.5	Korrosionsschutzeistung	124
6.5.1	Titan- und Zirkonfluorokomplex-Vorbehandlungen	124
6.5.2	Schweißbare Korrosionsschutzprimer für Automobilblech	126
6.5.3	Thermisch härtende 2-in-1 Primer-Vorbehandlung	129
6.5.4	Chrom(III)-basierte Vorbehandlungen - „Chromitierung“	130
6.5.5	Aktive Pigmente, Ionentauscher und Ionenfänger	130

6.5.6	UV-härtbare Primer-Vorbehandlung.....	131
6.6	Degradation und Alterung.....	132
6.6.1	Bewitterung.....	132
6.6.2	Elektrochemischer Abbau.....	134
6.6.2.1	Kathodische Enthaftung: Sauerstoffreduktion.....	134
6.6.2.2	Anodische Enthaftung: Filiformkorrosion	135
6.7	Literatur	136

Jörg Sander

7	Abprüfung von organischen Beschichtungen.....	139
7.1	Leistungsprüfungen.....	139
7.2	Beschleunigte Korrosionstests	139
7.2.1	Überblick.....	139
7.2.2	Konstantklimatests.....	139
7.2.2.1	Salzsprühnebelprüfung	139
7.2.2.2	Konstantklima, Feuchtebelastung	140
7.2.2.3	Filiformkorrosion	140
7.2.2.4	Kondensation.....	141
7.2.2.5	Kochtest, Wasserlagerung	141
7.2.3	Wechselklimatests.....	141
7.2.3.1	Wechselfeuchte.....	141
7.2.3.2	Prohesion-Test.....	141
7.2.3.3	VDA-Test.....	141
7.2.3.4	UV Test, Bewitterung.....	142
7.3	Elektrochemische Prüfverfahren.....	142
7.3.1	Grundbemerkungen	142
7.3.2	Elektrochemisches Potenzial.....	142
7.3.2.1	Standardpotenzial	142
7.3.2.2	Zyklovoltammetrie.....	142
7.3.3	Elektrochemische Impedanz-Spektroskopie	144
7.3.4	Elektrochemische Verfahren mit hoher räumlicher Auflösung	145
7.3.4.1	Raster-Vibrations-Elektrode (Scanning Vibrating Electrode).....	145
7.3.4.2	Höhenregulierte Raster-Kelvinsonde.....	145
7.3.4.2.1	Allgemeines Verfahren.....	145
7.3.4.2.2	Blasentest.....	146
7.4	Außenbewitterungstests	147
7.5	Literatur	148

Jörg Sander

8	Chemische Konversionsbehandlung.....	151
8.1	Substrate	151
8.2	Vorbehandlungsschemikalien	154
8.2.1	Allgemeines	154
8.2.2	Alkalipassivierung	155
8.2.3	Phosphatierung	155
8.2.3.1	Eisenphosphatierung	155
8.2.3.2	Zinkphosphatierung.....	156
8.2.4	Chromatierung	157
8.2.5	Anodisieren von Aluminium.....	157
8.2.6	„Chromitierung“	158
8.2.7	Chromfreie Vorbehandlung.....	158

8.2.7.1	Titan- und Zirkon-Fluorokomplex-Technologie.....	158
8.2.7.2	Andere chromfreie Vorbehandlungen.....	161
8.2.8	Hybrid-Vorbehandlungen.....	161
8.2.8.1	Silan/Siloxan-Beschichtungen.....	162
8.2.8.2	Kombinierte thermische Prozesse für die Primer-Vorbehandlung	162
8.2.9	Oberflächenbehandlung anderer Substrate - Kupferlegierungen, Weißmetall, Magnesium, Edelstahl	163
8.2.10	Umweltgesichtspunkte	163
8.3	Anwendungstechnik von Vorbehandlungen	165
8.3.1	Tauch- und Spritzbehandlung	165
8.3.2	Anwendungstechnik der Vorbehandlung für Band: Spritzen/Abquetschen, Spritzzelle, Walzenapplikation.....	165
8.4	Literatur	167

Jörg Sander

9	Beschichtungen für Reparaturzwecke.....	171
9.1	Oberflächentolerante Beschichtungen	171
9.1.1	Allgemeines	171
9.1.2	Materialien für oberflächentolerante Beschichtungen.....	171
9.2	Organische Beschichtungen auf Restberostungen und Altlackierungen.....	172
9.3	Literatur	173

Dmitry Shchukin, Ekaterina Skorb

10	Neue Konzepte für den Korrosionsschutz	175
10.1	Dünnfilmbeschichtungen	175
10.1.1	Selbst-anordnende Monoschichten	177
10.1.2	Leitfähige Polymere	182
10.1.3	Biopolymere	191
10.2	Nanomaterialien	194
10.2.1	Nanokomposite	195
10.2.2	Keramische Schichten und Hybridschichten auf Sol-Gel-Basis	198
10.3	Selbstheilende Beschichtungen	201
10.3.1	Selbst-reparierende Polymerfilme	202
10.3.2	Inhibitorfreisetzung	207
10.4	Zusammenfassung	212
10.5	Literatur	213

Jörg Sander

11	Normen und Richtlinien	219
11.1	Allgemeines	219
11.2	Allgemeine Normen	219
11.2.1	Normen zur mechanischen Prüfung von organisch beschichteten metallischen Werkstücken	220
11.2.2	Normen zur Korrosionsprüfung organisch beschichteter metallischer Werkstücke	220
11.3	Ausgewählte europäische Gesetze zum Umweltschutz	221
11.4	Literature	222
	Lebensläufe	223
	Index	225
	Bezugsquellen	237