

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in die chemische Nanotechnologie.....	13
2	Definition der Nanotechnologie	16
2.1	Allgemeine Definition der Nanotechnologie.....	17
2.2	Definition der „Chemischen Nanotechnologie“	17
2.3	Nanotechnologie für den Bereich Farben und Lacke.....	17
3	Silan-Technologie als Schlüssel zur chemischen Nanotechnologie.....	22
3.1	Hydrolyse und Kondensation von Silanen (Grundlagen des „Sol-Gel-Prozesses“)	25
3.2	Netzwerkwanlder zur Flexibilisierung des anorganischen Netzwerkes.....	31
3.3	Co-Kondensation von Metallalkoxiden ins Si-O-Si-Netzwerk.....	34
3.4	Einstellung von Oberflächeneffekten.....	40
3.4.1	Hydrophobe Oberflächen oder der „Easy to Clean“-Effekt	43
3.4.2	Superhydrophobe Oberflächen oder der „Lotus“-Effekt....	48
3.4.3	Hydrophile Oberflächen oder der Antibeschlag-Effekt	51
3.4.4	Superhydrophile Oberflächen.....	54
3.5	Herstellung und Modifizierung von Nanopartikeln	57
3.5.1	Herstellung von Nanopartikeln.....	58
3.5.1.1	Top Down: Kugelmahlen.....	58
3.5.1.2	Bottom Up: Herstellung aus der Gasphase.....	59
3.5.1.3	Bottom Up: „Aerosil“-Verfahren.....	60
3.5.1.4	Bottom Up: Chemische Fällung	62
3.5.1.5	Bottom Up: Sol-Gel-Prozess	62
3.5.1.6	Bottom Up: Mikroemulsionsverfahren.....	63
3.5.2	Oberflächenmodifizierung von Nanopartikeln	64
3.5.2.1	Stabilisierung von Nanopartikeln	64
3.5.2.2	Sonderfall Silanisierung	66
3.5.3	Charakterisierung von Nanopartikeln.....	66
3.5.3.1	Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)	67
3.5.3.2	EDX-Analyse	67
3.5.3.3	Röntgendiffraktometrie (XRD)	68
3.5.3.4	BET-Oberflächenbestimmung	70

3.5.3.5	Photonenkorrelationsspektroskopie (PCS).....	71
3.5.3.6	Röntgenkleinwinkelstreuung (SAXS).....	72
3.5.4	Anwendungen von Nanopartikeln für Beschichtungs- materialien	73
3.5.4.1	SiO ₂ -Nanopartikel	73
3.5.4.2	TiO ₂ -Nanopartikel	76
3.5.4.3	TiO ₂ -Rutil für den UV-Schutz	78
3.5.4.4	TiO ₂ -Anatas für fotokatalytische Effekte	79
3.5.4.5	Vergleich zwischen „Catalytic Clean“-Effekt und „Lotus“-Effekt	81
3.5.4.6	Nanopartikel für Dieselmotorenfilter	84
3.5.4.7	Thermische Zersetzung durch Nanopartikel	87
3.5.4.8	CeO ₂ - und ZrO ₂ -Nanopartikel	88
3.5.4.9	Kohlenstoffnanoröhrchen oder Carbon Nanotubes	89
3.5.5	Antibakterielle Effekte	92
3.5.5.1	Silberverbindungen für antibakterielle Beschichtungen	93
3.5.5.2	Chitosan für bakterienabweisende Beschichtungen	95
3.6	Funktionelle organische Netzwerkbildner	98
3.6.1	Reaktionen des 3-Glycidoxypropyltrialkoxysilan.....	100
3.6.1.1	Organische Polymerisation des 3-Glycidoxypropyltri- alkoxysilanes	100
3.6.1.2	Organische Additionsreaktionen des 3-Glycidoxypropyl- trialkoxysilanes.....	102
3.6.1.3	Einkondensation von Nanopartikeln	108
3.6.1.4	Hydrolyse von 3-Glycidoxypropyltrialkoxysilanen	112
3.6.1.5	Variation der Wassermenge	113
3.6.1.6	Variation der Hydrolysezeit	116
3.6.1.7	²⁹ Si-NMR-spektroskopische Untersuchungen.....	117
3.6.2	Reaktionen von 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan (MPTS).....	122
3.6.2.1	Anorganische Modifizierung mit Böhmit-Nanopartikel.....	123
3.6.2.2	Untersuchung der Viskosität.....	124
3.6.2.3	Untersuchung des Temperaturverlaufes	125
3.6.2.4	Untersuchungen zum pH-Wert	125
3.6.2.5	Modell der Partikelstabilisierung	127
3.6.2.6	Charakterisierung durch die Transmissionselektronen- mikroskopie (TEM).....	128
3.6.2.7	Charakterisierung über Karl-Fischer-Titration	129
3.6.2.8	Charakterisierung über die ²⁹ Si-NMR-Spektroskopie.....	130
3.6.2.9	Charakterisierung der organischen Vernetzung über FTIR- und Foto-DSC Messungen	134

3.6.2.10	Einfluss der Böhmit-Konzentration auf die radikalische Vernetzung	137
3.6.2.11	Polymerisationsmechanismen und Fotoinitiatoren.....	139
3.6.2.12	Flexibilisierung von MPTS/Böhmit über organische Co-Polymerisation	142
3.6.2.13	Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften	144
3.6.2.14	Literaturbewertung zu Nanobeschichtungen auf Basis des MPTS	145
3.6.3	Das Fällungs-Emulsions-Verfahren.....	146
3.6.4	Neuartige Bindemittelklasse – die „Silixane“	151
3.6.5	Korrosionsschutz	158
3.6.5.1	Selbstorganisierende monomolekulare Schichten oder Self Assembling Monolayers (SAMs).....	157
3.6.5.2	Nanopartikel gefüllte Siloxan-Beschichtungen.....	158
3.6.5.3	Kathodischer Korrosionsschutz über nanopartikuläre Ansätze	160
3.6.6	Schutzbeschichtung für Stahl gegen Zunder bei der Warmumformung – Nanotechnologie kombiniert mit Lackchemie	162
4	Schlusswort – Zusammenfassung und Perspektiven.....	166
5	Literatur	168
	Abkürzungsverzeichnis.....	177
	Lebensläufe	179
	Index	180