

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: CIE-Normfarbtafel.....	21
Abbildung 2: Entwicklung des Spot-Preises für Rohöl (weltweiter Durchschnitt) zwischen 2000 und 2007 in US\$/Barrel und €/Barrel .....	38
Abbildung 3: Entwicklung des Spot-Preises für Rohöl (weltweiter Durchschnitt) vom Januar bis November 2007 in US\$/Barrel und €/Barrel .....	38
Abbildung 4: Entwicklung der Ausgangsstoffe zur Herstellung von Titandioxid zwischen 2001 und 2006 in Mio. Tonnen .....	39
Abbildung 5: Weltweiter Verbrauch von Pigmenten zwischen 2000 und 2016, aufgeteilt nach Regionen in Mio. Tonnen .....	40
Abbildung 6: Anteile der einzelnen Pigment-Sorten am weltweiten Verbrauch in den Jahren 2000, 2006 und 2016.....	41
Abbildung 7: Weltweiter Umsatz von Pigmenten zwischen 2000 und 2016 aufgeteilt nach Regionen in Mrd. US\$ und Mrd. €.....	42
Abbildung 8: Anteile der einzelnen Pigment-Sorten am weltweiten Umsatz in den Jahren 2000, 2006 und 2016.....	43
Abbildung 9: Anteile der einzelnen Regionen an der weltweiten Pigmentproduktion in den Jahren 2000, 2006 und 2016 .....	43
Abbildung 10: Weltweiter Verbrauch von anorganischen Pigmenten zwischen 2000 und 2016, aufgeteilt nach Regionen in Mio. Tonnen .....	45
Abbildung 11: Weltweiter Umsatz von anorganischen Pigmenten zwischen 2000 und 2016, aufgeteilt nach Regionen in Mrd. US\$ und Mrd. €.....	47
Abbildung 12: Anteile der einzelnen Regionen an der weltweiten Produktion anorganischer Pigmente in den Jahren 2000, 2006 und 2016 .....	48
Abbildung 13: Weltweiter Verbrauch von organischen Pigmenten zwischen 2000 und 2016, aufgeteilt nach Regionen in 1000 Tonnen .....	49
Abbildung 14: Weltweiter Umsatz von organischen Pigmenten zwischen 2000 und 2016, aufgeteilt nach Regionen in Mrd. US\$ und Mrd. €.....	50
Abbildung 15: Anteile der einzelnen Regionen an der weltweiten organischen Pigmentproduktion in den Jahren 2000, 2006 und 2016 .....	51
Abbildung 16: Verbrauch von Pigmenten in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	52
Abbildung 17: Pigment-Umsatz in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	54

Abbildung 18: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Pigmenten in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	55
Abbildung 19: Anorganischer Pigment-Verbrauch in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen.....	56
Abbildung 20: Vergleich von Produktion und Verbrauch anorganischer Pigmente in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen.....	57
Abbildung 21: Anteile an der anorganischen Pigment-Produktion in Europa im Jahr 2000, 2006 und 2016.....	58
Abbildung 22: Umsatz anorganischer Pigmente in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	58
Abbildung 23: Organischer Pigment-Verbrauch in Europa zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen.....	60
Abbildung 24: Organischer Pigment-Umsatz in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	61
Abbildung 25: Vergleich von Produktion und Verbrauch organischer Pigmente in Europa zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen .....	62
Abbildung 26: Pigment-Verbrauch in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	63
Abbildung 27: Pigment-Umsatz in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	64
Abbildung 28: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Pigmenten in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen.....	65
Abbildung 29: Anorganischer Pigment-Verbrauch in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen.....	66
Abbildung 30: Vergleich von Produktion und Verbrauch anorganischer Pigmente in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen.....	67
Abbildung 31: Anteile an der anorganischen Pigment-Produktion in Nordamerika in den Jahren 2000, 2006 und 2016 .....	68
Abbildung 32: Anorganischer Pigment-Umsatz in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	69
Abbildung 33: Organischer Pigment-Verbrauch in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen.....	70
Abbildung 34: Vergleich von Produktion und Verbrauch organischer Pigmente in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen.....	71

Abbildung 35: Organischer Pigment-Umsatz in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	72
Abbildung 36: Pigment-Verbrauch in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	73
Abbildung 37: Pigment-Umsatz in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	74
Abbildung 38: Organischer und anorganischer Anteil am Pigment-Umsatz in Asien in den Jahren 2000, 2006 und 2016 .....	76
Abbildung 39: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Pigmenten in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	76
Abbildung 40: Anorganischer Pigment-Verbrauch in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen.....	77
Abbildung 41: Vergleich von Produktion und Verbrauch anorganischer Pigmente in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	78
Abbildung 42: Anteile an der anorganischen Pigment-Produktion in Asien im Jahr 2006 und 2016 .....	79
Abbildung 43: Anorganischer Pigment-Umsatz in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	80
Abbildung 44: Organischer Pigment-Verbrauch in Asien zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen .....	82
Abbildung 45: Organischer Pigment-Umsatz in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	83
Abbildung 46: Vergleich von Produktion und Verbrauch organischer Pigmente in Asien zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen .....	84
Abbildung 47: Weltweites Pigment-Handel-Volumen zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	94
Abbildung 48: Anteile einzelner Unternehmen an der weltweiten Titandioxid-Kapazität im Jahr 2000 .....	95
Abbildung 49: Anteile einzelner Unternehmen an der weltweiten Titandioxid-Kapazität im Jahr 2006 .....	96
Abbildung 50: Anteile der einzelnen Regionen am weltweiten Umsatz von Farben und Lacken im Jahr 2006 .....	114
Abbildung 51: Anteile der einzelnen Regionen an der weltweiten Produktion von Druckfarben im Jahr 2006 .....	136

Abbildung 52: Anteile der einzelnen Regionen an der weltweiten Produktion von Kunststoffprodukten im Jahr 2006 .....	148
Abbildung 53: Anteile der einzelnen Regionen an den Kunststoffexporten aus Deutschland 2006 .....	151
Abbildung 54: Verbrauch von Standardkunststoffen in Deutschland im Jahr 2006 in 1.000 Tonnen und Prozent .....	151
Abbildung 55: Verbrauch von technischen Kunststoffen in Deutschland im Jahr 2006 in 1.000 Tonnen und Prozent .....	152
Abbildung 56: Kunststoff-Einsatzgebiete in Deutschland .....	153
Abbildung 57: Anteile der einzelnen Regionen an der weltweiten Produktion von Papier und Pappe im Jahr 2006 .....	170
Abbildung 58: Rohstoffe und Chemikalien für Papier in % .....	174
Abbildung 59: Weltweiter Titandioxid-Verbrauch zwischen 2000 und 2016, aufgeteilt nach Regionen in Mio. Tonnen .....	221
Abbildung 60: Weltweiter Titandioxid-Umsatz zwischen 2000 und 2016 aufgeteilt nach Regionen in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	221
Abbildung 61: Anteile der einzelnen Regionen an der weltweiten Titandioxid-Produktion im Jahr 2000, 2006 und 2016.....	223
Abbildung 62: Titandioxid-Verbrauch in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	227
Abbildung 63: Titandioxid-Umsatz in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	227
Abbildung 64: Preisentwicklung von Titandioxid in Europa zwischen 2000 und 2016 in US\$/Tonne und €/Tonne .....	228
Abbildung 65: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Titandioxid in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	229
Abbildung 66: Titandioxid-Verbrauch in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	230
Abbildung 67: Titandioxid-Umsatz in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	230
Abbildung 68: Preisentwicklung von Titandioxid in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in US\$/Tonne und €/Tonne.....	231
Abbildung 69: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Titandioxid in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen.....	232

Abbildung 70: Titandioxid-Verbrauch in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	233
Abbildung 71: Titandioxid-Umsatz in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	233
Abbildung 72: Preisentwicklung von Titandioxid in Asien zwischen 2000 und 2016 in US\$/Tonne und €/Tonne .....	234
Abbildung 73: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Titandioxid in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	235
Abbildung 74: Weltweiter Verbrauch von Carbon Black als Pigment in den Jahren 2000 bis 2016, aufgeteilt nach Regionen in 1000 Tonnen.....	261
Abbildung 75: Weltweiter Carbon Black-Umsatz zwischen 2000 und 2016, aufgeteilt nach Regionen in Mrd. US\$ und Mrd. €.....	261
Abbildung 76: Anteile der einzelnen Regionen an der weltweiten Carbon Black-Produktion in den Jahren 2000, 2006 und 2016.....	262
Abbildung 77: Carbon Black-Verbrauch in Europa zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen .....	263
Abbildung 78: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Carbon Black in Europa zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen .....	264
Abbildung 79: Carbon Black-Umsatz in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	265
Abbildung 80: Preisentwicklung von Carbon Black in Europa zwischen 2000 und 2016 in US\$/Tonne und €/Tonne .....	265
Abbildung 81: Carbon Black-Verbrauch in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen .....	266
Abbildung 82: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Carbon Black in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen.....	267
Abbildung 83: Carbon Black-Umsatz in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	268
Abbildung 84: Preisentwicklung von Carbon Black in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in US\$/Tonne und €/Tonne.....	268
Abbildung 85: Carbon Black-Verbrauch in Asien zwischen 2000 und 2016 in 1000 Tonnen .....	269
Abbildung 86: Carbon Black-Umsatz in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	270

Abbildung 87: Preisentwicklung von Carbon Black in Asien zwischen 2000 und 2016 in US\$/Tonne und €/Tonne .....	271
Abbildung 88: Weltweiter Eisenoxid-Verbrauch zwischen 2000 und 2016 aufgeteilt nach Regionen in Mio. Tonnen .....	286
Abbildung 89: Anteile der einzelnen Regionen an der weltweiten Eisenoxid-Produktion im Jahr 2000, 2006 und 2016.....	287
Abbildung 90: Weltweiter Eisenoxid-Umsatz zwischen 2000 und 2016, aufgeteilt nach Regionen in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	287
Abbildung 91: Eisenoxid-Verbrauch in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	288
Abbildung 92: Eisenoxid-Umsatz in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	289
Abbildung 93: Preisentwicklung von Eisenoxid in Europa zwischen 2000 und 2016 in US\$/Tonne und €/Tonne .....	290
Abbildung 94: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Eisenoxid in Europa zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	290
Abbildung 95: Eisenoxid-Verbrauch in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	291
Abbildung 96: Eisenoxid-Umsatz in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	292
Abbildung 97: Preisentwicklung von Eisenoxid in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in US\$/Tonne und €/Tonne.....	293
Abbildung 98: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Eisenoxid in Nordamerika zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen.....	294
Abbildung 99: Eisenoxid-Verbrauch in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	295
Abbildung 100: Eisenoxid-Umsatz in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mrd. US\$ und Mrd. € .....	295
Abbildung 101: Preisentwicklung von Eisenoxid in Asien zwischen 2000 und 2016 in US\$/Tonne und €/Tonne .....	297
Abbildung 102: Vergleich von Produktion und Verbrauch von Eisenoxid in Asien zwischen 2000 und 2016 in Mio. Tonnen .....	298

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eigenschaftsvergleich anorganischer und organischer Pigmente.....	12
Tabelle 2: Chemische Konstitution nach Colour Index .....	14
Tabelle 3: Weltweiter Verbrauch von anorganischen Pigmenten im Jahr 2006.....	46
Tabelle 4: Zusammenschlüsse der Druckfarbenindustrie zwischen 2002 und 2005 .....	136
Tabelle 5: Erzeugung von Kunststoffen in Deutschland .....	150
Tabelle 6: Monatliche Pro-Kopf-Ausgaben (umgerechnet in Euro) für dekorative Kosmetik im Länder-Vergleich .....	166
Tabelle 7: Farben auf Basis von Lösungsmitteln .....	183
Tabelle 8: Farben auf Wasser-Basis .....	184
Tabelle 9: Klassifizierung von anorganischen weißen und schwarzen .....	203
Tabelle 10: Klassifizierung von anorganischen Buntpigmenten.....	204
Tabelle 11: Unterschiede von Rutil und Anatas.....	209
Tabelle 12: Die wichtigsten Titan-Mineralien .....	211
Tabelle 13: Weltproduktion von TiO <sub>2</sub> -Pigmenten.....	214
Tabelle 14: Klassifizierung der TiO <sub>2</sub> Pigmente nach Zusammensetzung .....	214
Tabelle 15: Weltweiter Verbrauch von Titandioxid-Pigmenten im Jahr 2003 und..	217
Tabelle 16: Titandioxid-Produzenten (2003).....	226
Tabelle 17: Physikalische und chemische Eigenschaften von Komponenten von Zinksulfid-Pigmenten.....	243
Tabelle 18: Verwendungen von Sachtolith und Lithopon (Anteile am Gesamtverbrauch) .....	246
Tabelle 19: Bezeichnungen von Carbon-Black-Pigmenten nach Teilchengrößen..	248
Tabelle 20: Chemische Zusammensetzung von Carbon Black .....	250
Tabelle 21: Herstellungsprozesse und Ausgangsstoffe für Carbon Black .....	254
Tabelle 22: Die wichtigsten Anwendungen von Carbon Black.....	258
Tabelle 23: Als Pigmente verwendete Eisenoxide.....	280
Tabelle 24: Hauptverwendungsgebiete für Eisenoxid-Pigmente (Mengen in %) ....	284
Tabelle 25: Farbe, chemische Zusammensetzung und C.I.-Nummer von Cadmium-Pigmenten .....	307
Tabelle 26: Verbrauch von Cadmium-Pigmenten .....	309
Tabelle 27: Risiko- und Sicherheitswarnungen in der EU für Bleichromat- Pigmente .....	323

Tabelle 28: Monoazo Gelb- und Orange-Pigmente .....	340
Tabelle 29: Monoazo Gelb- und Orange-Pigment-Lakes .....	341
Tabelle 30: Kommerziell erhältliche Diarylid-Gelb-Pigmente .....	358
Tabelle 31: Kommerziell erhältliche Disazopyrazolon-Pigmente. ....	376
Tabelle 32: Kommerziell erhältliche $\beta$ -Naphthol-Pigmente .....	382
Tabelle 33: kommerziell erhältliche Naphthol AS Pigmente - Gruppe 1 .....	390
Tabelle 34: kommerziell erhältliche Naphthol AS Pigmente - Gruppe 2 .....	392
Tabelle 35: Kommerziell erhältliche $\beta$ -Naphthol Pigment Lakes.....	414
Tabelle 36: Kommerziell erhältliche BONA-Pigment-Lakes.....	420
Tabelle 37: Kommerziell erhältliche Naphthol AS Pigment-Lakes .....	429
Tabelle 38: Kommerziell erhältliche Naphthalen-Sulfonsäure-Pigment-Lakes .....	431
Tabelle 39: Kommerziell erhältliche Benzimidazolone-Pigmente. ....	433
Tabelle 40: Kommerziell erhältliche Disazo-Kondensations-Pigmente.....	450
Tabelle 41: Kommerziell erhältliche Metallkomplex-Pigmente.....	459
Tabelle 42: Kommerziell erhältliche Isoindolinon- und Isoindolin-Pigmente .....	462
Tabelle 43: Kommerziell erhältliche Phthalocyanin-Pigmente .....	468
Tabelle 44: Kommerziell erhältliche Quinacridon-Pigmente .....	479
Tabelle 45: Kommerziell erhältliche Perylen-Pigmente .....	487
Tabelle 46: Kommerziell erhältliche Perinon-Pigmente .....	494
Tabelle 47: Kommerziell erhältliche DPP-Pigmente .....	497
Tabelle 48: Kommerziell erhältliche Alkali-Blau-Sorten .....	519
Tabelle 49: Kommerzielle Produkte von kationischen Dyes (Auswahl) .....	521
Tabelle 50: Überblick zu anorganischen Pigmenten mit Glanz-Effekten .....	559
Tabelle 51: Eigenschaften und Anwendungen von Perlglanz-Pigmenten .....	560
Tabelle 52: Beispiele für Effekt-Pigmente auf Glimmer-Basis mit besonderen koloristischen Eigenschaften.....	566
Tabelle 53: Funktionale Metalloxid-Pigmente .....	567
Tabelle 54: Grenzen für Spurenmetalle und Verunreinigungen (ppm) durch Farbmittel in Lebensmittelverpackungen.....	595
Tabelle 55: Reinheitsanforderungen für Farbmittel in Spielzeug (ng/mg).....	598
Tabelle 56: Grenzwerte für Spurenmetalle (ppm) für ionische Verunreinigungen in Farbmitteln unter den EU-Öko-Label-Kriterien für Textilprodukte .....	604