

# Inhaltsverzeichnis

**Vorwort** XIII

**1 Partner beim Waschprozess** 1

- 1.1 Einführung 1
- 1.2 Der Wäscheschmutz 2
- 1.3 Wasser und Wasserhärte 4
- 1.4 Textilien 8
- 1.5 Waschmaschinen 16
- Literatur 30

**2 Chemie der Tenside** 31

- 2.1 Überblick und wirtschaftliche Bedeutung 31
- 2.2 Anionische Tenside 37
  - 2.2.1 Seife 37
  - 2.2.2 Alkylbenzolsulfonate (TPS, LAS) 40
  - 2.2.3 Alkansulfonate (SAS) 42
  - 2.2.4 Fettalkoholsulfate (FAS) 43
  - 2.2.5 Fettalkoholethersulfate (FAES) 44
- 2.3 Nichtionische Tenside 44
  - 2.3.1 Fettalkoholethoxylate (FAEO) 46
  - 2.3.2 Tenside auf Zuckerbasis 47
  - 2.3.3 Sonstige Niotenside 49
- 2.4 Kationische Tenside 50
- 2.5 Amphotere Tenside 52
- Literatur 53

**3 Eigenschaften der Tenside** 55

- 3.1 Anordnung von Tensiden an Phasengrenzflächen 55
- 3.2 Das Verhalten von Tensiden in wässriger Lösung 56
  - 3.2.1 Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers durch Tenside 56
  - 3.2.2 Micellbildung von Tensiden 58
  - 3.2.3 Schaumbildung von Tensidlösungen 60
  - 3.2.4 Das Benetzungsvermögen von Tensidlösungen 62

3.3	Die Waschwirkung von Tensiden	64
3.3.1	Schmutzablösung von öl- und fetthaltigem Schmutz	65
3.3.2	Schmutzablösung von Pigmentschmutz	68
3.3.3	Schmutzablösung von stark polarem Schmutz	70
3.3.4	Tensidmischungen	70
	Literatur	71
<b>4</b>	<b>Warenkunde der Waschmittel</b>	<b>73</b>
4.1	Waschmitteltypen im Überblick	73
4.2	Vollwaschmittel	76
4.2.1	Vollwaschmittel, pulverförmig	76
4.2.2	Vollwaschmittel, flüssig und gelförmig	78
4.3	Colorwaschmittel	79
4.3.1	Colorwaschmittel, pulverförmig	79
4.3.2	Colorwaschmittel, flüssig und gelförmig	80
4.4	Portionierte Waschmittel (Tabs und Flüssig-Tabs)	81
4.5	Feinwaschmittel	81
4.6	Spezialwaschmittel	82
4.7	Waschmittel mit Zusatznutzen	83
	Literatur	83
<b>5</b>	<b>Inhaltsstoffe von Waschmitteln</b>	<b>85</b>
5.1	Tenside	85
5.2	Enthärter (Gerüststoffe)	88
5.2.1	Pentatriumtriphosphat	91
5.2.2	Zeolithe	92
5.2.3	Spezielle Silicate	95
5.2.4	Citronensäure und Citrate	96
5.2.5	Polycarboxylate	97
5.2.6	Nitrilotriessigsäure und deren Salze (NTA)	99
5.3	Waschalkalien und pH-Wert	100
5.4	Bleichsysteme	101
5.4.1	Bleichmittel auf Sauerstoffbasis	103
5.4.2	Bleichmittel auf Chlorbasis	106
5.4.3	Bleichaktivatoren	107
5.4.4	Bleichkatalysatoren	109
5.4.5	Peroxocarbonsäuren	110
5.5	Enzyme	111
5.6	Sonstige Inhaltsstoffe	116
5.6.1	Polymere Inhaltsstoffe	116
5.6.1.1	Vergrauungsinhibitoren und Soil Release Polymere	117
5.6.1.2	Farbübertragungsinhibitoren	120
5.6.1.3	Farbpflegepolymere	122
5.6.1.4	Folien für Portionierungen	122
5.6.2	Optische Aufheller	123

- 5.6.3 Stabilisatoren und Komplexbildner 125
- 5.6.4 Schauminhibitoren 128
- 5.6.5 Korrosionsinhibitoren 129
- 5.6.6 Duftstoffe 129
- 5.6.7 Farbstoffe 130
- 5.6.8 Füllstoffe und Konfektionierungshilfen 131
- 5.6.9 Konservierungsstoffe 131
- 5.6.10 Sprengmittel 132
- 5.6.11 Geruchsabsorber 132
- Literatur 134
  
- 6 Waschlösungsmittel und Nachbehandlungsmittel 137**
- 6.1 Waschlösungsmittel (Vorbehandlungsmittel und Waschlösungsmittel-additive) 138
- 6.2 Weichspülmittel und Gewebeconditioner 141
- 6.3 Weitere Nachbehandlungsmittel 148
- 6.4 Textilerfrischer 149
- Literatur 150
  
- 7 Technologie der Waschlösungsmittelherstellung 151**
- 7.1 Herstellung von pulverförmigen Waschlösungsmitteln nach dem Tennenverfahren 152
- 7.2 Herstellung pulverförmiger Waschlösungsmittel nach dem Hochdruck-sprühverfahren 153
- 7.3 Herstellung von Kompakt- und Superkompaktwaschlösungsmitteln 155
- 7.4 Herstellung von Waschlösungsmittel-Tabs 157
- 7.5 Herstellung von flüssigen Waschlösungsmitteln 159
- 7.6 Herstellung von Flüssig-Tabs 161
- Literatur 161
  
- 8 Waschlösungsmittel aus Sicht der Verbraucher 163**
- 8.1 Geschichte der Waschlösungsmittel 163
- 8.2 Waschlösungsgewohnheiten heute 173
- 8.2.1 Verwendung von Waschlösungsmitteln in Deutschland 177
- 8.2.2 Waschlösungsverfahren 183
- 8.3 Der Waschlösungsmittelmarkt im internationalen Vergleich 187
- 8.4 Hinweise zum richtigen Waschen 192
- 8.4.1 Sechs „goldene“ Regeln zum Waschen 192
- 8.4.2 Vorbehandlung der Wäsche und Fleckentfernung 198
- 8.4.3 Hinweise zum Trocknen der Wäsche 201
- 8.4.4 Informationen auf der Waschlösungsmittelpackung 201
- 8.5 Verbraucherschutz, Hygiene und Gesundheit 203
- 8.5.1 Welche Warnhinweise und Gefahrenkennzeichnungen finden sich auf einer Waschlösungsmittelpackung? 204

- 8.5.2 Gibt es mögliche Risiken durch Waschmittelrückstände auf den Textilien? 208
- 8.5.3 Welche Wirkung haben Waschmittel und Weichspülmittel auf die Haut? 209
- 8.5.4 Wie groß ist die Gefahr bei Unfällen mit Waschmitteln? 212
- 8.5.5 Gibt es hygienische Probleme, wenn die Wäsche häufiger bei Temperaturen von 20 °C bis 40 °C gewaschen wird? 213  
Literatur 218

**9 Ökologie der Waschmittel 221**

- 9.1 Allgemeine Problemstellung 221
- 9.2 Abwasserbelastung durch Waschmittel 225
- 9.3 Vorkommen von Tensiden in der Umwelt 230
  - 9.3.1 Tenside in Oberflächengewässern 230
  - 9.3.2 Tenside im Klärschlamm und Boden 235
- 9.4 Biologische Abbaubarkeit von Tensiden 235
  - 9.4.1 Überblick 236
  - 9.4.2 Der Primärabbau von Tensiden 238
  - 9.4.3 Der Totalabbau von Tensiden 239
  - 9.4.4 Vergleich der biologischen Abbaubarkeit wichtiger Tenside 243
- 9.5 Wirkung von Tensiden auf Gewässerorganismen (aquatische Toxizität) 245
  - 9.5.1 Die akute Toxizität 245
  - 9.5.2 Die Langzeit-Toxizität 246
- 9.6 Ökologische Bewertung wichtiger Tenside 248
- 9.7 Ökologische Auswirkungen weiterer Inhaltsstoffe von Waschmitteln 250
  - 9.7.1 Phosphate 250
    - 9.7.1.1 Phosphorkonzentration und Gewässergüte in stehenden Gewässern 252
    - 9.7.1.2 Phosphorkonzentration in Fließgewässern 253
    - 9.7.1.3 Ursache der Phosphorbelastung 253
    - 9.7.1.4 Maßnahmen zur Reduktion der Phosphorkonzentration in der Umwelt 254
  - 9.7.2 Phosphatfreie Enthärterssysteme und Komplexbildner 255
  - 9.7.3 Bleichmittel 257
  - 9.7.4 Enzyme 258
  - 9.7.5 Sonstige Inhaltsstoffe 259
  - 9.7.6 Umweltbelastung durch Waschmittelinhaltsstoffe im Überblick 261  
Literatur 263

**10 Ökobilanzen 265**

- 10.1 Was sind Ökobilanzen? 265
- 10.2 Was können Ökobilanzen leisten? 267

- 10.3 DIN/EN/ISO-Normen 268
- 10.4 Wer führt Ökobilanzen durch? 268
- 10.5 Grundlagen zum Erstellen von Ökobilanzen 269
- 10.5.1 Bestimmung von Ziel und Untersuchungsrahmen einer Ökobilanz 269
- 10.5.2 Sachbilanz (Dateninventar) 269
- 10.5.3 Wirkungsabschätzung 270
- 10.5.4 Auswertung und Kritische Prüfung 272
- 10.6 Ökobilanz des Waschens 273
- Literatur 280
  
- 11 Waschmittel und Nachhaltigkeit 283**
- 11.1 Allgemeine Betrachtungen 283
- 11.2 FORUM WASCHEN – eine Initiative zum nachhaltigen Waschen 285
- 11.3 Hersteller und Verbraucher tragen Verantwortung für eine nachhaltige Entwicklung 286
- 11.4 Weitere Initiativen und Ansätze zum „Nachhaltigen Waschen“ 288
- 11.4.1 Umweltzeichen für Waschmittel 288
- 11.4.2 Europäische Nachhaltigkeitsinitiative „Nachhaltiges Waschen und Reinigen“ 289
- 11.4.3 Der „Product Carbon Footprint (PCF)“ – Ein Maß für Ressourcenverbrauch und Klimarelevanz? 290
- 11.5 Der Beitrag nachwachsender Rohstoffe für eine nachhaltige Entwicklung der Waschmittel 291
- 11.6 Ausblick – Wie sieht die Zukunft des Waschens aus? 296
- Literatur 298
  
- 12 Allgemeine Literatur, Übersichtswerke und Internetadressen 299**
  
- A1 Methoden zur Synthese von Tensiden 301**
- A1.1 Herstellung von Seife 301
- A1.2 Herstellung von linearen Alkylbenzolsulfonaten (LAS) 304
- A1.3 Herstellung von sekundären Alkylsulfonaten (SAS) 305
- A1.4 Herstellung von Fettalkoholen und Fettalkoholsulfaten (FAS) 306
- A1.5 Herstellung von Fettalkoholethersulfaten (FAES) 308
- A1.6 Herstellung von Fettalkoholethoxylaten (FAEO) 308
- A1.7 Herstellung von Alkylpolyglucosiden (APG) 310
- A1.8 Herstellung von Kationtensiden (Esterquats) 311
  
- A2 Messverfahren zur biologischen Abbaubarkeit 313**
- A2.1 Methoden zur Untersuchung des Primärabbaus 314
- A2.2 Methoden zur Untersuchung des Totalabbaus 316

XII | *Inhaltsverzeichnis*

A3	<b>Gesetzliche Regelungen, Selbstverpflichtungen und freiwillige Vereinbarungen</b>	319
A4	<b>Rahmenrezepturen</b>	323
A5	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	327
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	330