

# Inhaltsverzeichnis

## Vorwort — V

### 1 Allgemeine Einführung — 1

Literatur — 4

### 2 Allgemeine Klassifizierung von Tensiden — 5

2.1 Anionische Tenside — 5

2.1.1 Carboxylate — 6

2.1.2 Sulfate — 6

2.1.3 Sulfonate — 8

2.1.4 Isethionate — 9

2.1.5 Tauride — 9

2.1.6 Phosphathaltige anionische Tenside — 9

2.2 Kationische Tenside — 10

2.3 Amphoterische (zwitterionische) Tenside — 11

2.4 Nichtionische Tenside — 12

2.4.1 Alkoholethoxylate — 13

2.4.2 Alkylphenoethoxylate — 14

2.4.3 Fettsäureethoxylate — 14

2.4.4 Sorbitan-Ester und ihre ethoxylierten Derivate (Spans und Tweens) — 14

2.4.5 Ethoxylierte Fette und Öle — 16

2.4.6 Amin-Ethoxylate — 16

2.4.7 Amino-Oxide — 16

2.5 Spezielle Tenside — 17

2.5.1 Fluorkohlenwasserstoff- und Silikon-Tenside — 17

2.5.2 Gemini-Tenside — 18

2.5.3 Von Mono- und Polysacchariden abgeleitete Tenside — 19

2.5.4 Natürlich vorkommende Tenside — 20

2.5.5 Bio-Tenside — 23

2.5.6 Polymere Tenside — 27

Literatur — 30

### 3 Aggregation von Tensiden, Strukturen der Selbstorganisation, flüssigkristalline Phasen — 33

3.1 Thermodynamik der Mizellbildung — 39

3.1.1 Kinetische Aspekte — 40

3.1.2 Gleichgewichtsaspekte: Thermodynamik der Mizellbildung — 41

3.2 Enthalpie und Entropie der Mizellbildung — 44

3.3 Treibende Kraft für die Mizellenbildung — 45

- 3.4 Mizellbildung in Tensidmischungen (Mischmizellen) — 47
- 3.5 Selbstorganisation von Tensiden — 50
- 3.5.1 Struktur flüssigkristalliner Phasen — 51
- 3.5.2 Hexagonale Phase — 52
- 3.5.3 Kubische Phase — 52
- 3.5.4 Lamellare Phase — 52
- 3.5.5 Zweigliedrige kubische Phasen — 53
- 3.5.6 Inverse Strukturen — 53
- 3.6 Experimentelle Untersuchungen des Phasenverhaltens von Tensiden — 53
- Literatur — 55
  
- 4 Adsorption von Tensiden an Grenzflächen — 57**
- 4.1 Einführung — 57
- 4.2 Adsorption von Tensiden an den Grenzflächen Luft/Flüssigkeit (A/L) und Flüssigkeit/Flüssigkeit (L/L) — 58
- 4.2.1 Die Gibbssche Adsorptionsisotherme — 59
- 4.2.2 Ansatz der Zustandsgleichung — 64
- 4.2.3 Die Gleichungen von Langmuir, Szyszkowski und Frumkin — 65
- 4.3 Messungen der Grenzflächenspannung — 66
- 4.3.1 Die Wilhelmy-Platten-Methode — 67
- 4.3.2 Die Methode des hängenden Tropfens (Pendent-drop-Methode) — 67
- 4.3.3 Die Du-Noüy-Ring-Methode — 68
- 4.3.4 Die Methode des Tropfenvolumens (Gewichtsmethode) — 69
- 4.3.5 Die Spinning-Drop-Methode — 69
- 4.4 Adsorption von Tensiden an der Fest/flüssig-Grenzfläche — 70
- 4.4.1 Adsorption von ionischen Tensiden an hydrophoben Oberflächen — 72
- 4.4.2 Adsorption von ionischen Tensiden an polaren Oberflächen — 76
- 4.4.3 Adsorption von nichtionischen Tensiden — 77
- Literatur — 79
  
- 5 Tenside als Emulgatoren — 81**
- 5.1 Einführung — 81
- 5.1.1 Art des Emulgators — 81
- 5.1.2 Struktur des Systems — 82
- 5.1.3 Zerfallsprozesse in Emulsionen — 83
- 5.1.4 Industrielle Anwendungen von Emulsionen — 85
- 5.2 Physikalische Chemie von Emulsionssystemen — 85
- 5.2.1 Die Grenzfläche (Gibbssche Trennlinie) — 85
- 5.2.2 Thermodynamik der Emulsionsbildung und -zersetzung — 87

- 5.2.3 Wechselwirkungsenergien (Kräfte) zwischen Emulsionströpfchen und ihren Kombinationen — **89**
- 5.3 Mechanismus der Emulgierung — **94**
- 5.3.1 Methoden der Emulgierung — **96**
- 5.3.2 Die Rolle von Tensiden bei der Emulsionsbildung — **97**
- 5.3.3 Die Rolle von Tensiden bei der Deformation von Tröpfchen — **99**
- 5.4 Auswahl der Emulgatoren — **102**
- 5.4.1 Das Konzept des hydrophil-lipophilen Gleichgewichts (HLB) — **102**
- 5.4.2 Das Konzept der Phaseninversionstemperatur (PIT) — **106**
- 5.5 Stabilisierung von Emulsionen — **108**
- 5.5.1 Aufräumung oder Sedimentation und deren Vermeidung — **108**
- 5.5.2 Ausflockung von Emulsionen und ihre Verhinderung — **110**
- 5.5.3 Ostwald-Reifung und ihre Verringerung — **110**
- 5.5.4 Emulsionskoaleszenz und ihre Verhinderung — **111**
- Literatur — **113**
  
- 6 Tenside als Dispersionsmittel und zur Stabilisierung von Suspensionen — 115**
- 6.1 Einführung — **115**
- 6.2 Die Rolle von Tensiden bei der Herstellung von fest/flüssig-Dispersionen (Suspensionen) — **115**
- 6.2.1 Die Rolle von Tensiden bei Kondensationsverfahren – Keimbildung und Wachstum — **116**
- 6.2.2 Emulsionspolymerisation — **117**
- 6.2.3 Dispersionspolymerisation — **119**
- 6.2.4 Die Rolle von Tensiden bei Dispersionsverfahren — **121**
- 6.3 Bewertung der Benetzbarkeit von Pulvern — **129**
- 6.3.1 Sinkzeit-, Submersions- oder Immersionstest — **129**
- 6.3.2 Messung des Kontaktwinkels von Flüssigkeiten und Tensidlösungen auf Pulvern — **130**
- 6.3.3 Liste der Netzmittel für hydrophobe Feststoffe in Wasser — **130**
- 6.3.4 Stabilisierung von Suspensionen mit Tensiden — **132**
- Literatur — **134**
  
- 7 Tenside zur Schaumstabilisierung — 135**
- 7.1 Einführung — **135**
- 7.2 Vorbereitung des Schaums — **135**
- 7.3 Schaum-Struktur — **137**
- 7.4 Klassifizierung der Schaumstabilität — **138**
- 7.4.1 Entwässerung und Ausdünnung von Schaumfilmen — **139**
- 7.4.2 Theorien zur Schaumstabilität — **140**
- 7.5 Schaum-Inhibitoren — **145**

- 7.5.1 Chemische Inhibitoren, die die Viskosität senken und die Entwässerung erhöhen — **145**
- 7.5.2 Gelöste Chemikalien, die eine Entschäumung bewirken — **146**
- 7.5.3 Tröpfchen und Öllinsen, die eine Antischaum-Wirkung und Entschäumung verursachen — **146**
- 7.5.4 Oberflächenspannungsgradienten (induziert durch Antischäumer) — **147**
- 7.5.5 Hydrophobe Partikel als Antischaummittel — **147**
- 7.5.6 Mischungen aus hydrophoben Partikeln und Ölen als Antischaummittel — **148**
- 7.6 Bewertung der Schaumbildung und -stabilität — **148**
- 7.6.1 Effizienz und Effektivität eines schäumenden Tensids — **149**  
Literatur — **150**
  
- 8 Tenside in Nanoemulsionen — 151**
- 8.1 Einführung — **151**
- 8.2 Grundlegende Prinzipien der Emulgierung — **153**
- 8.2.1 Methoden der Emulgierung und die Rolle von Tensiden — **155**
- 8.3 Herstellung von Nanoemulsionen — **156**
- 8.3.1 Einsatz von Hochdruckhomogenisatoren — **156**
- 8.3.2 Methoden des Phaseninversionsprinzips (Niedrigenergie-Emulgierung) — **157**
- 8.4 Sterische Stabilisierung und die Rolle der Dicke der adsorbierten Schicht — **159**
- 8.5 Ostwald-Reifung — **161**
- 8.6 Beispiele für Nanoemulsionen — **163**  
Literatur — **169**
  
- 9 Tenside in Mikroemulsionen — 171**
- 9.1 Einführung — **171**
- 9.2 Thermodynamische Definition von Mikroemulsionen — **172**
- 9.3 Beschreibung von Mikroemulsionen anhand von Phasendiagrammen — **173**
- 9.4 Thermodynamische Theorie der Bildung von Mikroemulsionen — **176**
- 9.5 Charakterisierung von Mikroemulsionen mit Hilfe von Streuungstechniken — **177**
- 9.5.1 Zeitlich gemittelte Lichtstreuung (statische Lichtstreuung) — **178**
- 9.5.2 Dynamische Lichtstreuung (Photonenkorrelationspektroskopie, PCS) — **181**
- 9.6 Charakterisierung von Mikroemulsionen mittels Leitfähigkeit — **182**
- 9.7 NMR-Messungen — **184**

9.8	Formulierung von Mikroemulsionen — 185
	Literatur — 187
<b>10</b>	<b>Tenside als Benetzungsmittel — 189</b>
10.1	Einführung — 189
10.2	Das Konzept des Kontaktwinkels — 190
10.3	Benetzungsspannung – Haftspannung — 192
10.4	Adhäsionsarbeit $W_a$ — 193
10.5	Kohäsionsarbeit — 193
10.6	Sprenkoeffizient $S$ — 193
10.7	Kontaktwinkel-Hysterese — 194
10.8	Kritische Oberflächenspannung der Benetzung — 195
10.9	Wirkung der Adsorption von Tensiden — 196
10.10	Messung von Kontaktwinkeln — 197
	Literatur — 198
<b>11</b>	<b>Industrielle Anwendungen von Tensiden — 201</b>
11.1	Tenside in Haushalts-, Körperpflege- und Kosmetikprodukten — 201
11.1.1	Rasiermittel-Formulierungen — 207
11.1.2	Seifenstücke — 208
11.1.3	Flüssige Handseifen — 208
11.1.4	Badeöle — 208
11.1.5	Schaumbäder — 209
11.1.6	After-Bath-Präparate — 209
11.1.7	Hautpflegeprodukte — 209
11.1.8	Haarpflegeformulierungen — 211
11.1.9	Sonnenschutzmittel — 215
11.1.10	Make-up-Produkte — 217
11.2	Tenside in der Pharmazie — 220
11.2.1	Oberflächenaktive Arzneimittel — 222
11.2.2	Natürlich vorkommende mizellenbildende Systeme — 223
11.2.3	Biologische Auswirkungen der Anwesenheit von Tensiden in pharmazeutischen Formulierungen — 225
11.2.4	Solubilisierete Systeme — 226
11.2.5	Pharmazeutische Aspekte der Solubilisierung — 227
11.3	Tenside in Agrochemikalien — 228
11.4	Tenside in Farben und Beschichtungen — 238
11.5	Tenside in Detergenzien — 245
	Literatur — 247
	<b>Register — 249</b>

