

Inhalt

Vorwort IX

- 1 Umweltschadstoffe 1**
- 1.1 Die Wirkung von Umweltschadstoffen 2**
- 1.1.1 Schadstoffpfade 2**
- 1.1.2 Die Wirkung von Schadstoffen im menschlichen Körper am Beispiel der Proteine 5**
- 1.1.3 Wege und Wirkungen von Schadstoffen im menschlichen Körper 10**
- 1.1.4 Das menschliche Immunsystem 18**
- 1.1.5 Die Wirkung von Schadstoffen auf die Vegetation 21**
- 1.1.6 Die Wirkung von Schadstoffen auf Materialien 23**
- 1.1.7 Die Wirkung von Schadstoffen auf Gewässer 25**
- 1.2 Die Entstehung und Bewertung von Schadstoffen 27**
- 1.2.1 Stäube 27**
- 1.2.2 Schwefeldioxid 31**
- 1.2.3 Schwefelwasserstoff 37**
- 1.2.4 Kohlenmonoxid und Kohlendioxid 35**
- 1.2.5 Kohlenstoffdisulfid 41**
- 1.2.6 Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid 41**
- 1.2.7 Ozon und Photooxidantien 46**
- 1.2.8 Fluoride 48**
- 1.2.9 Chloride 49**
- 1.2.10 Schwermetalle 50**
Arsen 51 • Blei 51 • Quecksilber 52 • Chrom 53 • Nickel 54 • Mangan 54
Zink 55 • Cadmium 55
- 1.2.11 Benzen 57**
- 1.2.12 Toluol 58**
- 1.2.13 Styren 59**
- 1.2.14 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe 59**
- 1.2.15 Acrylnitril 60**
- 1.2.16 Formaldehyd 61**
- 1.2.17 Aliphatische Halogenkohlenwasserstoffe 61**
Leichtflüchtige organische Verbindungen 61 • Halogenkohlenwasserstoffe 62
Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe 62 • Fluorchlorkohlenwasserstoffe 62
Dichlorethan 63 • Dichlormethan 64 • Trichlorethen 65 • Tetrachlorethen 65
Vinylchlorid 66

| | | | |
|--------|---|-------------------------------|----|
| 1.2.18 | Aromatische Halogenkohlenwasserstoffe | 66 | |
| | Dibenzodioxine und Dibenzofürane | 66 • Polychlorierte Biphenyle | 71 |
| 1.3 | Die Bildung sekundärer Schadstoffe in der Atmosphäre | 72 | |
| 1.3.1 | Umwandlungen des Schwefeldioxids in der Troposphäre | 72 | |
| 1.3.2 | Das photostationäre Gleichgewicht der Troposphäre | 74 | |
| 1.3.3 | Die Bildung von Salpetersäure in der Troposphäre | 75 | |
| 1.3.4 | Die Selbstreinigung der Atmosphäre | 76 | |
| 1.3.5 | Bildung und Abbau des Ozons in der Stratosphäre | 77 | |
| 1.3.6 | Die Bildung von Photooxidantien in der bodennahen Luftschicht | 79 | |
| 1.4 | Die Veränderung der Atmosphäre | 81 | |
| 1.4.1 | Das Ozonloch | 81 | |
| 1.4.2 | Der Treibhauseffekt | 83 | |
| | Literatur | 84 | |

2 Stoffkreisläufe 87

| | | |
|-------|----------------------------------|-----|
| 2.1 | Die Energie in Systemen | 88 |
| 2.1.1 | Die Hauptsätze der Thermodynamik | 89 |
| 2.1.2 | Die Energie in Ökosystemen | 91 |
| 2.2 | Der Stickstoffkreislauf | 93 |
| 2.3 | Der Phosphorkreislauf | 96 |
| 2.4 | Der Schwefelkreislauf | 97 |
| 2.5 | Der Kohlenstoffkreislauf | 99 |
| 2.6 | Interaktive Prozesse | 101 |
| | Literatur | 110 |

3 Emissionsminderungstechnologien 111

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.1 | Die Reinigung kommunaler Abwässer | 112 |
| 3.2 | Die Reinigung von Deponiesickerwässern | 121 |
| 3.3 | Emissionsminderungsmaßnahmen bei Luftschadstoffen | 125 |
| 3.3.1 | Primäre Emissionsminderungsmaßnahmen | 125 |
| 3.3.2 | Filternde Abscheider | 126 |
| 3.3.3 | Rauchgasentschwefelungsverfahren(DESOX-Verfahren) | 129 |
| 3.3.4 | Rauchgasentstickungsverfahren(DENOX-Verfahren) | 132 |
| 3.3.5 | Simultan-Verfahren | 136 |
| 3.4 | Nachverbrennungsverfahren | 138 |
| 3.5 | Die Abgasreinigung bei Verbrennungsmotoren | 738 |
| 3.5.1 | Die Abgasreinigung bei Ottomotoren | 138 |
| 3.5.2 | Die Abgasreinigung bei Dieselmotoren | 142 |
| 3.6 | Die biologische Abluftreinigung | 142 |
| | Literatur | 143 |

4 Produktkreisläufe 145

| | | |
|-------|------------------------------------|-----|
| 4.1 | Kreisläufe in Produktionsprozessen | 146 |
| 4.2 | Die Verwertung von Reststoffen | 148 |
| 4.2.1 | Die Schwefelsäuregewinnung | 148 |
| 4.2.2 | Das Röstverfahren | 149 |

- 4.2.3 Die Zementherstellung 150
- 4.2.4 Die Aluminiumgewinnung 151
- 4.2.5 Die Titangewinnung 151
- 4.3 Recycling-Technologien 152
- 4.3.1 Das Recycling von Elektronikschrott 153
- 4.3.2 Das Recycling von Kunststoffen 156
- 4.3.3 Die Pyrolyse von Kunststoffen und kunststoffhaltigem Müll 163
- 4.3.4 Die Hydrierung von Kunststoffen 164
- 4.3.5 Das Recycling von organischen Lösemitteln, Farben, Lacken, Harzen und Klebstoffen 165
- 4.3.6 Die Aufbereitung von organischen Bestandteilen des Hausmülls sowie von Klärschlamm 165
- 4.3.7 Das Recycling von mineralischen, metallfreien Abfällen 166
- 4.3.8 Das Recycling von metallhaltigen Abfällen 167
- 4.3.9 Das Recycling von Säuren, Laugen und Konzentraten 168
- 4.3.10 Das Recycling von Celluloseabfällen 770
- Literatur 171

5 Die Sanierung von Altlasten 173

- 5.1 Schadstoffe in Pedosphäre und Lithosphäre 174
- 5.2 Die Altlastenproblematik 180
- 5.2.1 Das Gefährdungspotential von Altlasten 180
- 5.2.2 Die Schuldfrage bei Altlasten 182
- 5.3 Maßnahmen zur Sanierung von Altlasten 183
- Literatur 190

6 Grenzwerte 191

- 6.1 Der Grenzwert im rechtlichen Sinne 192
- 6.2 Der Grenzwert im medizinischen Sinne 199
- 6.3 Der Grenzwert im ökologischen Sinne 206
- 6.4 Grenzwerte und Ökonomie 207
- 6.5 Grenzwerte für Schadstoffe 209
- 6.5.1 Grenzwerte im Bereich des Arbeitsschutzes 209
- 6.5.2 Grenzwerte im Umweltmedium Wasser 210
- 6.5.3 Grenzwerte im Umweltmedium Boden 212
- 6.5.4 Grenzwerte im Umweltmedium Luft 212
- Literatur 221

7 ökologiebezogene Planungsinstrumente 235

- 7.1 Stoffströme 237
- 7.2 Ökobilanzen 241
- 7.3 Umwelt-Audits 246
- 7.3.1 Umwelt-Audits als Bestandteile eines Umweltmanagement-Systems 246
- 7.3.2 Elemente des Umweltmanagements und des EG-Umwelt-Audit-Verfahrens 249
- Literatur 252

| | | |
|----------|---|------------|
| 8 | Simulationen und Szenarien | 253 |
| 8.1 | Das Gaußsche Diffusionsmodell | 254 |
| 8.2 | Die technische Simulation von Vorgängen in der Natur | 264 |
| 8.2.1 | Die Smogkammer | 264 |
| 8.2.2 | Der Begasungsversuch | 267 |
| 8.2.3 | DerSapromat | 270 |
| 8.3 | Verkehrsszenarien | 273 |
| 8.3.1 | Die Beurteilung der vom Verkehr ausgehenden Lärmbelastung | 2 74 |
| 8.3.2 | Die Bestandsanalyse einer Verkehrssituation | 2 79 |
| 8.3.3 | Die Erstellung von Verkehrsszenarien | 281 |
| 8.4 | Umweltszenarien | 283 |
| | Literatur | 289 |

9 **Zukunftsweisende Technologien** 293

| | | |
|-------|--------------------------|-----|
| 9.1 | Nachwachsende Rohstoffe | 294 |
| 9.2 | Regenerative Energien | 296 |
| 9.2.1 | Windkraft | 296 |
| 9.2.2 | Solarenergie | 296 |
| 9.3 | Die Kraft-Wärme-Kopplung | 299 |
| 9.4 | Die Brennstoffzelle | 300 |
| 9.5 | Die Stirling-Maschine | 302 |
| 9.6 | Der Methanol-Motor | 307 |
| | Literatur | 309 |

Sachverzeichnis 311