

Willi Gujer

# Siedlungs- wasserwirtschaft

3., bearbeitete Auflage

Mit 217 Abbildungen und 84 Tabellen

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung.....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1      | Umschreibung des Fachgebiets .....                                | 1         |
| 1.2      | Siedlungswasserwirtschaft .....                                   | 1         |
| 1.3      | Geschichte der Siedlungswasserwirtschaft .....                    | 2         |
| 1.4      | Wasserkreislauf in Siedlungen .....                               | 5         |
| 1.5      | Wasserbeschaffung und Wasserversorgung .....                      | 7         |
| 1.6      | Siedlungsentwässerung .....                                       | 10        |
| 1.7      | Abwasserreinigung .....   | 11        |
| 1.8      | Behandlung und Unterbringung von Klärschlamm .....                | 13        |
| 1.9      | Gewässerschutz .....  | 15        |
| 1.10     | Siedlungswasserwirtschaftliche Planung .....                      | 16        |
| 1.11     | Wert und Kosten der Siedlungswasserwirtschaft .....               | 16        |
| 1.12     | Die Produkte der Siedlungswasserwirtschaft .....                  | 17        |
| 1.13     | Fazit .....   | 18        |
| <b>2</b> | <b>Systemanalyse und Massenbilanz .....</b>                       | <b>19</b> |
| 2.1      | Einleitung .....  | 19        |
| 2.2      | Systeme und deren Abgrenzung .....                                | 19        |
| 2.3      | Die Stoffbilanz .....   | 21        |
| 2.4      | Ideale Reaktoren .....  | 23        |
| 2.4.1    | Der Chargenreaktor .....  | 23        |
| 2.4.2    | Der ideale Rührkessel .....                                       | 24        |
| 2.4.3    | Der Röhrenreaktor .....   | 25        |
| 2.5      | Anwendung der Bilanzgleichung .....                               | 26        |
| 2.5.1    | Speicherung .....   | 27        |
| 2.5.2    | Speicherung und Transport .....                                   | 27        |
| 2.5.3    | Keine Speicherung: Stationärer Zustand .....                      | 28        |
| 2.5.4    | Keine Umwandlung: Konservativer Stoff .....                       | 29        |
| <b>3</b> | <b>Charakterisierung von Wasser .....</b>                         | <b>33</b> |
| 3.1      | Vorbemerkungen .....  | 33        |
| 3.2      | Summenparameter und Einzelstoffe .....                            | 33        |
| 3.3      | Filtration, gelöste und partikuläre Stoffe .....                  | 34        |
| 3.3.1    | Filtration .....  | 34        |
| 3.3.2    | Abfiltrierbare Stoffe, TSS .....                                  | 34        |
| 3.3.3    | Glühverlust der abfiltrierbaren Stoffe, VSS .....                 | 35        |
| 3.3.4    | Glührückstand der abfiltrierbaren Stoffe .....                    | 36        |
| 3.4      | Organische Stoffe .....   | 36        |
| 3.4.1    | Chemischer Sauerstoffbedarf CSB .....                             | 36        |
| 3.4.2    | Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen, BSB <sub>5</sub> ..... | 38        |
| 3.4.3    | Organisch gebundener Kohlenstoff, TOC, DOC, POC .....             | 39        |
| 3.5      | Stickstoff .....  | 40        |
| 3.5.1    | Formen von Stickstoff .....                                       | 40        |
| 3.5.2    | Ammonium und Ammoniak .....                                       | 41        |
| 3.5.3    | Organisch gebundener Stickstoff, Kjeldahlstickstoff .....         | 42        |
| 3.5.4    | Nitrit und Nitrat .....   | 43        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 3.5.5    | Totaler Stickstoff, TN, gelöster Stickstoff, GN ..... | 43        |
| 3.5.6    | Elementarer Stickstoff, N <sub>2</sub> .....          | 43        |
| 3.6      | Phosphor, TP, GP, PO <sub>4</sub> -P .....            | 44        |
| 3.7      | pH-Wert und pH-Puffersystem .....                     | 45        |
| 3.7.1    | pH-Wert .....   | 45        |
| 3.7.2    | pH-Puffer .....                                       | 46        |
| 3.7.3    | Alkalinität, Säurebindungsvermögen, SBV .....         | 47        |
| 3.8      | Wasserhärte .....                                     | 47        |
| 3.9      | Gelöster Sauerstoff .....                             | 50        |
| 3.10     | Physikalische Analysen .....                          | 51        |
| 3.10.1   | Leitfähigkeit .....                                   | 51        |
| 3.10.2   | Trübung .....   | 51        |
| 3.10.3   | Temperatur .....                                      | 52        |
| 3.10.4   | Dichte .....  | 53        |
| 3.10.5   | Viskosität, Zähigkeit .....                           | 53        |
| 3.10.6   | Oberflächenspannung .....                             | 53        |
| 3.10.7   | Geruch und Geschmack .....                            | 54        |
| 3.11     | Mikrobiologische und hygienische Parameter .....      | 54        |
| 3.11.1   | Escherichia coli .....                                | 55        |
| 3.11.2   | Beurteilung von Wasser .....                          | 56        |
| 3.12     | Grenzwerte und typische Analysen .....                | 58        |
| 3.12.1   | Flusswasser, Seewasser, Grundwasser .....             | 58        |
| 3.12.2   | Niederschlag und Regenwasser .....                    | 59        |
| 3.12.3   | Trinkwasserzusammensetzung .....                      | 60        |
| 3.12.4   | Städtisches und kommunales Abwasser .....             | 60        |
| 3.12.5   | Abwasser bei Regenereignissen, Mischwasser .....      | 62        |
| 3.13     | Probenahme .....                                      | 62        |
| <b>4</b> | <b>Charakterisierung von Klärschlamm .....</b>        | <b>65</b> |
| 4.1      | Trockensubstanz TS und Trockenrückstand TR .....      | 65        |
| 4.2      | Glühverlust und Glührückstand .....                   | 66        |
| 4.3      | Zusammensetzung von Klärschlamm .....                 | 67        |
| <b>5</b> | <b>Wasserbedarf, Abwasseranfall .....</b>             | <b>69</b> |
| 5.1      | Wasserbedarf und Abwasseranfall .....                 | 69        |
| 5.2      | Trinkwasserbedarf .....                               | 71        |
| 5.2.1    | Nomenklatur .....                                     | 71        |
| 5.2.2    | Wasserverbrauch .....                                 | 72        |
| 5.2.3    | Jahresgang des Wasserverbrauchs .....                 | 75        |
| 5.2.4    | Tagesgang des Wasserverbrauchs .....                  | 76        |
| 5.2.5    | Prognosen des Wasserbedarfs .....                     | 78        |
| 5.2.6    | Planungswerte für einzelne Versorgungsgebiete .....   | 81        |
| 5.3      | Löschwasser .....                                     | 82        |
| 5.4      | Abwasseranfall .....                                  | 83        |
| 5.4.1    | Herkunft des Abwassers .....                          | 83        |
| 5.4.2    | Nomenklatur .....                                     | 84        |
| 5.4.3    | Betriebserfahrungen .....                             | 87        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 5.4.4    | Dimensionierungswerte .....                       | 90         |
| 5.5      | Zukünftige Entwicklung und Planung.....           | 92         |
| 5.6      | Zusammenfassung: Typische Wassermengen.....       | 93         |
| <b>6</b> | <b>Schmutzstoffanfall und Temperatur .....</b>    | <b>95</b>  |
| 6.1      | Herkunft der Schmutzstoffe .....                  | 95         |
| 6.2      | Anforderungen an die Belastungsangaben .....      | 96         |
| 6.3      | Einwohnergleichwerte (EG).....                    | 96         |
| 6.4      | Jahresgang der Belastung.....                     | 99         |
| 6.5      | Tagesgang der Belastung .....                     | 100        |
| 6.6      | Wochengang der Belastung.....                     | 103        |
| 6.7      | Abwassertemperatur.....                           | 104        |
| 6.7.1    | Jahresgang der Temperatur.....                    | 104        |
| 6.7.2    | Tagesgang der Temperatur .....                    | 105        |
| <b>7</b> | <b>Wasserversorgung.....</b>                      | <b>107</b> |
| 7.1      | Ziele der Wasserversorgung.....                   | 107        |
| 7.2      | Mittel der Wasserversorgung .....                 | 108        |
| 7.2.1    | Wasserbeschaffung.....                            | 110        |
| 7.2.2    | Schutzzonen.....                                  | 111        |
| 7.2.3    | Wasseraufbereitung .....                          | 111        |
| 7.2.4    | Pumpwerke .....                                   | 111        |
| 7.2.5    | Wasserspeicherung .....                           | 111        |
| 7.2.6    | Wasserverteilung .....                            | 111        |
| 7.2.7    | Hausinstallationen .....                          | 112        |
| 7.2.8    | Überwachung.....                                  | 112        |
| 7.2.9    | Administration, Finanzplanung .....               | 113        |
| 7.2.10   | Planung.....                                      | 113        |
| <b>8</b> | <b>Wasserbeschaffung .....</b>                    | <b>115</b> |
| 8.1      | Wasserarten und -vorkommen .....                  | 115        |
| 8.2      | Fassung von Quellwasser .....                     | 117        |
| 8.3      | Fassung von Grundwasser .....                     | 119        |
| 8.4      | Berechnungen zum vollkommenen Filterbrunnen ..... | 121        |
| 8.5      | Fassung von Seewasser.....                        | 125        |
| 8.6      | Grundwasseranreicherung.....                      | 126        |
| 8.7      | Schutz von Wasserfassungen (Schutzzonen) .....    | 127        |
| <b>9</b> | <b>Wasseraufbereitung .....</b>                   | <b>131</b> |
| 9.1      | Desinfektion .....                                | 132        |
| 9.2      | Langsamsandfilter.....                            | 135        |
| 9.3      | Schnellfilter.....                                | 136        |
| 9.4      | Aktivkohleadsorption.....                         | 139        |
| 9.5      | Koagulation und Flockung.....                     | 140        |
| 9.6      | Sedimentation .....                               | 141        |
| 9.7      | Mikrosiebe .....                                  | 141        |
| 9.8      | Vorfiltration .....                               | 142        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 9.9       | Abtrennung von partikulären Stoffen.....              | 143        |
| 9.10      | Entfernung von Eisen und Mangan.....                  | 144        |
| 9.11      | Entsäuerung.....                                      | 144        |
| 9.12      | Enthärtung.....                                       | 145        |
| 9.13      | Mehrstufige Aufbereitung: Fallbeispiel Seewasser..... | 146        |
| 9.14      | Aufbereitung von Flusswasser .....                    | 149        |
| 9.15      | Membrantechnologie .....                              | 149        |
| <b>10</b> | <b>Wasserspeicherung .....</b>                        | <b>153</b> |
| 10.1      | Aufgabe der Wasserspeicher (Reservoir).....           | 153        |
| 10.2      | Art der Wasserspeicher .....                          | 153        |
| 10.2.1    | Hochbehälter.....                                     | 153        |
| 10.2.2    | Tiefbehälter.....                                     | 154        |
| 10.3      | Standort und Höhenlage.....                           | 154        |
| 10.4      | Speichervolumen.....                                  | 154        |
| 10.4.1    | Löschreserve.....                                     | 156        |
| 10.5      | Bilanzierung eines Trinkwasserspeichers .....         | 156        |
| 10.6      | Hygienische Anforderungen .....                       | 157        |
| 10.7      | Gestaltung eines Trinkwasserspeichers.....            | 157        |
| 10.8      | Spezialfälle.....                                     | 158        |
| 10.8.1    | Wasserturm.....                                       | 158        |
| 10.8.2    | Löschwasserbehälter.....                              | 159        |
| 10.8.3    | Druckwindkessel .....                                 | 159        |
| <b>11</b> | <b>Wasserverteilung, Netz.....</b>                    | <b>161</b> |
| 11.1      | Stationäre Rohrhydraulik .....                        | 161        |
| 11.1.1    | Grundlagen der Rohrhydraulik.....                     | 162        |
| 11.1.2    | Äquivalente Rohrleitungen.....                        | 168        |
| 11.1.3    | Typische Fließgeschwindigkeiten .....                 | 170        |
| 11.2      | Pumpen .....  | 170        |
| 11.2.1    | Dimensionierung von Kreiselpumpen .....               | 170        |
| 11.2.2    | Bedarf an Förderhöhe .....                            | 171        |
| 11.2.3    | Charakterisierung der Pumpenleistung.....             | 173        |
| 11.2.4    | Betriebspunkt einer Kreiselpumpenanlage .....         | 176        |
| 11.2.5    | Serie- und Parallelbetrieb von Pumpen .....           | 176        |
| 11.2.6    | Anordnung von Pumpen.....                             | 177        |
| 11.3      | Wasserverteilung: Netzberechnungen.....               | 178        |
| 11.3.1    | Elemente eines Verteilnetzes.....                     | 178        |
| 11.3.2    | Einfache Netzberechnungen .....                       | 180        |
| 11.3.3    | Elektronische Netzberechnung.....                     | 183        |
| 11.4      | Gestaltung von Verteilnetzen.....                     | 184        |
| 11.4.1    | Druckhaltung.....                                     | 186        |
| 11.4.2    | Druckzonen.....                                       | 186        |
| 11.5      | Hydraulische Lastfälle – Ziele der Bemessung.....     | 188        |
| 11.6      | Sonderbauwerke.....                                   | 189        |
| 11.6.1    | Druckreduzierventile .....                            | 189        |
| 11.6.2    | Druckbrecherschacht .....                             | 189        |

---

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 11.6.3    | Zonenpumpwerke .....                                | 189        |
| 11.7      | Instationäre Vorgänge: Der Druckstoss .....         | 190        |
| 11.7.1    | Druckstoss nach Joukowsky .....                     | 190        |
| 11.7.2    | Massnahmen gegen Druckstösse .....                  | 193        |
| 11.7.3    | Der hydraulische Widder .....                       | 195        |
| 11.8      | Mess-, Steuer-, Regel- und Fernwirktechnik .....    | 196        |
| 11.9      | Planung der Wasserversorgung .....                  | 196        |
| 11.9.1    | Planungshorizont .....                              | 197        |
| 11.10     | Kosten der Wasserversorgung .....                   | 197        |
| <b>12</b> | <b>Siedlungsentwässerung .....</b>                  | <b>199</b> |
| 12.1      | Aufgaben der Siedlungsentwässerung .....            | 199        |
| 12.2      | Prozesse der Siedlungsentwässerung .....            | 200        |
| 12.3      | Wie sollen Siedlungen entwässert werden? .....      | 201        |
| 12.4      | Elemente der Siedlungsentwässerung .....            | 203        |
| <b>13</b> | <b>Siedlungshydrologie .....</b>                    | <b>205</b> |
| 13.1      | Einführung in die Siedlungshydrologie .....         | 205        |
| 13.2      | Charakterisierung von Regen .....                   | 208        |
| 13.3      | Intensität von Starkregen .....                     | 210        |
| 13.4      | Abflussbeiwert von Siedlungsgebieten .....          | 217        |
| 13.5      | Maximaler Regenabfluss .....                        | 219        |
| 13.5.1    | Jährlichkeit des Regenereignisses .....             | 220        |
| 13.5.2    | Reduzierte Fläche .....                             | 221        |
| 13.5.3    | Massgebende Regenintensität .....                   | 221        |
| 13.5.4    | Fliesszeitverfahren .....                           | 222        |
| <b>14</b> | <b>Entwässerungsverfahren .....</b>                 | <b>227</b> |
| 14.1      | Historische Entwicklung .....                       | 227        |
| 14.2      | Grundlagen .....                                    | 227        |
| 14.3      | Mischsystem .....                                   | 228        |
| 14.4      | Trennsystem .....                                   | 229        |
| 14.5      | Qualifiziertes Trennsystem .....                    | 231        |
| 14.6      | Reale Systeme .....                                 | 232        |
| 14.7      | Alternative Systeme .....                           | 232        |
| 14.8      | Flankierende Massnahmen .....                       | 232        |
| <b>15</b> | <b>Mischwasserbehandlung .....</b>                  | <b>235</b> |
| 15.1      | Problemstellung .....                               | 235        |
| 15.2      | Konzept der Mischwasserbehandlung .....             | 236        |
| 15.3      | Auswirkungen der Mischwasserbehandlung .....        | 240        |
| 15.3.1    | Fallbeispiel Regenüberlaufbecken .....              | 241        |
| 15.3.2    | Fallbeispiel Vorklärung .....                       | 242        |
| 15.3.3    | Fallbeispiel Ammonium .....                         | 243        |
| <b>16</b> | <b>Technik der Siedlungsentwässerung .....</b>      | <b>245</b> |
| 16.1      | Technische Elemente der Siedlungsentwässerung ..... | 245        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 16.1.1    | Liegenschafts- und Strassenentwässerung.....           | 245        |
| 16.1.2    | Retention und Drosselung .....                         | 248        |
| 16.1.3    | Kanalisationen .....                                   | 248        |
| 16.1.4    | Kontrollschächte.....                                  | 253        |
| 16.1.5    | Kanalvereinigungen.....                                | 254        |
| 16.1.6    | Profilwechsel .....                                    | 254        |
| 16.1.7    | Absturzbauwerke .....                                  | 255        |
| 16.1.8    | Düker .....  | 256        |
| 16.1.9    | Entlastungsbauwerke .....                              | 256        |
| 16.1.10   | Drosselstrecken.....                                   | 259        |
| 16.1.11   | Regenbecken.....                                       | 259        |
| 16.1.12   | Siebe und Rechen .....                                 | 267        |
| 16.1.13   | Abwasserpumpwerke.....                                 | 267        |
| 16.1.14   | Drosselorgane.....                                     | 268        |
| 16.1.15   | Einleitbauwerke .....                                  | 268        |
| 16.1.16   | Versickerungsanlagen.....                              | 269        |
| 16.1.17   | Sanierungsleitungen .....                              | 273        |
| 16.2      | Hydraulische Berechnungen .....                        | 274        |
| 16.2.1    | Grundsätze / Lastfälle.....                            | 274        |
| 16.2.2    | Freispiegelleitungen .....                             | 275        |
| 16.2.3    | Steilleitungen.....                                    | 280        |
| 16.2.4    | Gefällswechsel.....                                    | 281        |
| 16.3      | Modelle der Siedlungsentwässerung.....                 | 282        |
| 16.4      | Entwurf von Kanalnetzen.....                           | 285        |
| 16.5      | Abflusssteuerung im Entwässerungsnetz.....             | 285        |
| 16.6      | Messtechnik .....                                      | 286        |
| 16.7      | Betrieb der Siedlungsentwässerung .....                | 286        |
| <b>17</b> | <b>Entwässerungsplanung.....</b>                       | <b>287</b> |
| 17.1      | Generelles Kanalisationsprojekt (GKP) .....            | 287        |
| 17.2      | Genereller Entwässerungsplan (GEP) .....               | 288        |
| 17.3      | Rollenteilung zwischen Politik und Ingenieur .....     | 289        |
| <b>18</b> | <b>Abwasserreinigung.....</b>                          | <b>291</b> |
| 18.1      | Aufgaben der Abwasserreinigung.....                    | 291        |
| 18.2      | Einleitbedingungen von Kläranlagen.....                | 292        |
| 18.3      | Fliessschema einer Kläranlage.....                     | 296        |
| <b>19</b> | <b>Mechanische Abwasserreinigung.....</b>              | <b>301</b> |
| 19.1      | Mechanische Vorreinigung .....                         | 301        |
| 19.1.1    | Rechen .....   | 301        |
| 19.1.2    | Sand- und Fettfang .....                               | 302        |
| 19.2      | Dimensionierungsmodell für die Sedimentation.....      | 305        |
| 19.3      | Vorklärung .....                                       | 308        |
| 19.3.1    | Aufgabe und Leistung der Vorklärung.....               | 308        |
| 19.3.2    | Gestaltung und Dimensionierung des Vorklärbeckens..... | 310        |
| 19.3.3    | Emscherbrunnen .....                                   | 312        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 19.4      | Chemische Abwasserreinigung .....                          | 313        |
| <b>20</b> | <b>Biologische Abwasserreinigung .....</b>                 | <b>317</b> |
| 20.1      | Ziel der biologischen Abwasserreinigung .....              | 317        |
| 20.2      | Mikrobiologische Prozesse .....                            | 318        |
| 20.2.1    | Wachstum .....   | 318        |
| 20.2.2    | Zerfall .....  | 320        |
| 20.2.3    | Hydrolyse .....  | 320        |
| 20.2.4    | Abbau organischer Stoffe, heterotrophe Organismen .....    | 321        |
| 20.2.5    | Nitrifikation .....  | 321        |
| 20.2.6    | Denitrifikation .....                                      | 321        |
| 20.2.7    | Nährstoffbedarf der Mikroorganismen .....                  | 321        |
| 20.3      | Unterschiedliche biologische Verfahren .....               | 322        |
| 20.4      | Belebtschlammverfahren .....                               | 323        |
| 20.4.1    | Fliessschema des Belebtschlammverfahrens .....             | 323        |
| 20.4.2    | Charakterisierung von Belebtschlamm .....                  | 325        |
| 20.4.3    | Dimensionierung des Belebtschlammverfahrens .....          | 328        |
| 20.4.4    | Dynamische Simulation von Belebungsanlagen .....           | 333        |
| 20.4.5    | Gestaltung des Belebungsbeckens, Sauerstoffverbrauch ..... | 333        |
| 20.4.6    | Gestaltung des Nachklärbeckens .....                       | 336        |
| 20.4.7    | Elimination von organischen Stoffen .....                  | 338        |
| 20.4.8    | Nitrifikation .....  | 342        |
| 20.4.9    | Denitrifikation .....                                      | 349        |
| 20.4.10   | Chemische Phosphorelimination .....                        | 354        |
| 20.4.11   | Biologische Phosphorelimination .....                      | 359        |
| 20.4.12   | Biologische Nährstoffelimination: Zusammenfassung .....    | 362        |
| 20.5      | Tropfkörperverfahren .....                                 | 363        |
| 20.5.1    | Bemessung von Tropfkörpern .....                           | 364        |
| 20.5.2    | Phosphorelimination in Tropfkörperverfahren .....          | 368        |
| 20.5.3    | Nachklärung .....  | 368        |
| 20.6      | Tauchkörperverfahren .....                                 | 369        |
| 20.7      | Neuere biologische Verfahren .....                         | 371        |
| 20.7.1    | Biofiltration .....  | 371        |
| 20.7.2    | Membran Bioreaktoren (MBR) .....                           | 372        |
| <b>21</b> | <b>Physikalische Reinigungsverfahren .....</b>             | <b>375</b> |
| 21.1      | Filtration .....   | 375        |
| 21.1.1    | Raumfiltration .....                                       | 375        |
| 21.1.2    | Flächenfiltration .....                                    | 378        |
| 21.2      | Flotation mit gelöster Luft .....                          | 378        |
| <b>22</b> | <b>Umfeld und Kosten der Abwasserreinigung .....</b>       | <b>381</b> |
| 22.1      | Projektbearbeitung .....                                   | 381        |
| 22.2      | Kosten der Abwasserreinigung .....                         | 383        |
| <b>23</b> | <b>Kleinkläranlagen und alternative Konzepte .....</b>     | <b>385</b> |
| 23.1      | Anaerobe Reinigungsverfahren .....                         | 385        |



|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 23.2      | Verfahren mit Bodenpassage .....                        | 386        |
| 23.3      | Abwasserteiche .....                                    | 387        |
| 23.4      | Pflanzenanlagen .....                                   | 387        |
| 23.5      | Varianten der konventionellen Verfahren .....           | 388        |
| 23.6      | Speicher, Trockenklosetts, etc.....                     | 388        |
| 23.7      | Wahl des Verfahrens.....                                | 388        |
| 23.8      | Entsorgung des anfallenden Schlammes.....               | 389        |
| 23.9      | Dezentrale Entsorgungskonzepte .....                    | 389        |
| <b>24</b> | <b>Entsorgung von Klärschlamm .....</b>                 | <b>391</b> |
| 24.1      | Ziel und Aufgabe der Schlammbehandlung.....             | 391        |
| 24.2      | Nutzung und Endlagerung .....                           | 394        |
| 24.3      | Verfahrensablauf und Stoffströme .....                  | 395        |
| 24.4      | Klärschlammkonzepte.....                                | 396        |
| 24.5      | Zukunft der Klärschlamm Entsorgung.....                 | 397        |
| <b>25</b> | <b>Verfahren der Schlammbehandlung .....</b>            | <b>399</b> |
| 25.1      | Eindickung .....  | 399        |
| 25.2      | Hygienisierung.....                                     | 401        |
| 25.2.1    | Aerob thermophile Hygienisierung .....                  | 402        |
| 25.2.2    | Thermische Hygienisierung / Pasteurisierung .....       | 404        |
| 25.3      | Biologische Schlammstabilisierung.....                  | 405        |
| 25.3.1    | Anaerob mesophile Schlammstabilisierung / Faulung ..... | 405        |
| 25.3.2    | Langzeitbelüftung.....                                  | 410        |
| 25.3.3    | Aerobe mesophile Schlammstabilisierung.....             | 411        |
| 25.4      | Stapelung .....   | 412        |
| 25.5      | Entwässerung .....                                      | 413        |
| 25.5.1    | Konditionierung.....                                    | 413        |
| 25.5.2    | Dekanter .....  | 413        |
| 25.5.3    | Filterpressen .....                                     | 413        |
| 25.5.4    | Bandfilterpressen .....                                 | 415        |
| 25.5.5    | Trockenbeete .....                                      | 415        |
| 25.6      | Trocknung.....  | 417        |
| 25.7      | Verbrennung .....                                       | 418        |
|           | <b>Literatur.....</b>                                   | <b>421</b> |
|           | <b>Sachverzeichnis.....</b>                             | <b>427</b> |