

# Inhaltsverzeichnis

---

## I Grundlagen

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Strategien zur Untersuchung von Lebensmitteln.....</b> | <b>3</b> |
| 1.1      | Probenbeschreibung.....                                   | 4        |
| 1.2      | Probenvorbereitung.....                                   | 4        |
| 1.3      | Analysenparameter.....                                    | 5        |
| <b>2</b> | <b>Methodenkategorien.....</b>                            | <b>7</b> |
| 2.1      | Analysenmethoden.....                                     | 8        |
| 2.1.1    | Labormethoden, Schnellmethoden, Sofortmethoden.....       | 8        |
| 2.1.2    | Absolutmethoden.....                                      | 8        |
| 2.1.3    | Relativmethoden.....                                      | 10       |
| 2.1.4    | Aussagekraft.....   | 10       |
| 2.2      | Standardmethoden.....                                     | 10       |
| 2.2.1    | Offizielle Methoden.....                                  | 10       |
| 2.2.2    | Modifizierte Methoden.....                                | 11       |
| 2.3      | Literaturmethoden.....                                    | 11       |
| 2.4      | Hausmethoden.....   | 11       |
|          | Literatur.....  | 12       |

## II Qualität im Labor

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>3</b> | <b>Beurteilung von Methoden und Ergebnissen.....</b>        | <b>15</b> |
| 3.1      | Methoden.....   | 16        |
| 3.1.1    | Kalibrierung.....   | 16        |
| 3.1.2    | Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze.....           | 20        |
| 3.1.3    | Wiederfindung.....  | 22        |
| 3.2      | Ergebnisse.....   | 25        |
| 3.2.1    | Anzahl der Einzelmessungen.....                             | 25        |
| 3.2.2    | Mittelwert, Standardabweichung und Varianz.....             | 25        |
| 3.2.3    | Prüfung auf Normalverteilung (Schnelltest).....             | 26        |
| 3.2.4    | Ausreißer.....  | 27        |
| 3.2.5    | Angabe des Messergebnisses.....                             | 31        |
| 3.2.5.1  | Konfidenzintervall für kleine Stichprobenumfänge.....       | 31        |
| 3.2.5.2  | Vergleich eines Mittelwertes mit einem Soll-/Grenzwert..... | 32        |
| 3.2.5.3  | Messunsicherheit.....                                       | 33        |
|          | Literatur.....  | 37        |
| <b>4</b> | <b>Qualitätsmanagement im Labor.....</b>                    | <b>39</b> |
| 4.1      | Akkreditierung.....   | 40        |
| 4.2      | Qualitätslenkung.....                                       | 40        |
| 4.2.1    | Interne Qualitätssicherung.....                             | 40        |
| 4.2.2    | Externe Qualitätssicherung.....                             | 41        |
| 4.3      | Eignungsprüfungen.....                                      | 42        |

**III Verfahren in der Lebensmittelanalytik**

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>5</b> | <b>Instrumentelle Techniken</b>   | <b>45</b> |
| 5.1      | Chromatographie   | 47        |
| 5.1.1    | Dünnschichtchromatographie (DC)   | 49        |
| 5.1.2    | Hochleistungs-Dünnschichtchromatographie (HPTLC)  | 55        |
| 5.1.3    | Gaschromatographie (GC)   | 58        |
| 5.1.4    | Hochleistungs-Flüssigchromatographie (HPLC)   | 64        |
| 5.1.5    | Denaturierende HPLC   | 72        |
| 5.2      | Massenspektrometrie   | 76        |
| 5.2.1    | Massenspektrometrie mit Gaschromatographie (GC-MS)  | 80        |
| 5.2.2    | Tandem-Massenspektrometrie mit Flüssigchromatographie (LC-MS/MS)                            | 80        |
| 5.2.3    | Matrix-unterstützte Laserdesorption/Ionisierung-Flugzeit-Massenspektrometrie (MALDI-TOF-MS) | 81        |
| 5.2.4    | Massenspektrometrie mit induktiv-gekoppelten Plasma (ICP-MS)                                | 82        |
| 5.3      | Spektrometrie   | 83        |
| 5.3.1    | Ultraviolett/Visuell-Spektrometrie – Photometrie  | 84        |
| 5.3.2    | Infrarotspektrometrie (IR-Spektrometrie)  | 87        |
| 5.3.3    | Kernspinresonanzspektrometrie (NMR-Spektrometrie)   | 90        |
| 5.3.4    | Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)  | 96        |
| 5.3.5    | Flammenphotometrie  | 103       |
| 5.3.6    | Polarimetrie  | 105       |
| 5.3.7    | Refraktometrie  | 109       |
| 5.4      | Polarographie   | 113       |
| 5.5      | Enzymatische Analyse  | 119       |
| 5.6      | Elektrophorese  | 124       |
| 5.6.1    | Agarose-Gelelektrophorese   | 126       |
| 5.6.2    | Natriumdodecylsulfat-Polyacrylamid-Gelelektrophorese (SDS-PAGE)                             | 129       |
| 5.6.3    | Isoelektrische Fokussierung auf Polyacrylamid-Gelen (IEF-PAGE)                              | 132       |
| 5.7      | Immunchemische Verfahren  | 133       |
| 5.7.1    | Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA)   | 136       |
| 5.8      | Molekularbiologische Verfahren  | 137       |
| 5.8.1    | DNA-Isolierungsverfahren  | 139       |
| 5.8.2    | DNA-Konzentrationsbestimmungsverfahren  | 140       |
| 5.8.3    | Qualitative Endpunkts-PCR   | 142       |
| 5.8.4    | PCR-Restriktionsfragmentlängenpolymorphismus (RFLP)   | 145       |
| 5.8.5    | Quantitative Realtime-PCR   | 147       |
|          | Weiterführende Literatur  | 152       |

**IV Untersuchung von Lebensmitteln**

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>6</b> | <b>Allgemeine Parameter</b>                        | <b>159</b> |
| 6.1      | Dichte   | 160        |
| 6.1.1    | Pyknometrische Bestimmung der relativen Dichte     | 161        |
| 6.1.2    | Dichtebestimmung mittels Biegeschwinger            | 163        |
| 6.2      | Wasser   | 165        |
| 6.2.1    | Bestimmung von Wasser durch Karl-Fischer-Titration | 165        |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 6.2.2    | Bestimmung von Wasser durch azeotrope Destillation.....                                     | 168 |
| 6.3      | <b>Trockensubstanz</b> .....  | 170 |
| 6.3.1    | Gravimetrische Bestimmung der Trockensubstanz .....   | 171 |
| 6.3.2    | Refraktometrische Bestimmung der Trockensubstanz .....                                      | 172 |
| 6.3.3    | Pyknometrische Bestimmung der Trockensubstanz .....   | 174 |
| 6.4      | <b>Glührückstand</b> .....  | 175 |
| 6.4.1    | Bestimmung des Glührückstandes durch direkte Veraschung (Aschegehalt)....                   | 175 |
| 6.4.2    | Bestimmung des säureunlöslichen Glührückstandes (Sandgehalt) .....                          | 177 |
| 6.4.3    | Bestimmung der Type von Getreidemehl .....  | 178 |
| 6.4.4    | Bestimmung der Aschenalkalität .....  | 180 |
| 6.5      | <b>Ballaststoff-/Rohfaser</b> .....   | 181 |
| 6.5.1    | Bestimmung der unlöslichen organischen Ballaststoffe nach van Soest.....                    | 181 |
| 6.5.2    | Bestimmung der Rohfaser nach Scharer-Kürschner .....  | 184 |
|          | <b>Weiterführende Literatur</b> .....   | 186 |
| <b>7</b> | <b>Fette, Fettbegleitstoffe</b> .....   | 189 |
| 7.1      | <b>Fett</b> .....   | 191 |
| 7.1.1    | Direkte Extraktion – Methode nach Soxhlet .....   | 193 |
| 7.1.2    | Extraktion nach Säureaufschluss – Methode nach Weibull-Stoldt.....                          | 196 |
| 7.2      | <b>Fett in Milch und Milcherzeugnissen</b> .....  | 197 |
| 7.2.1    | Extraktion nach Ammoniakaufschluss – Methode nach Röse-Gottlieb .....                       | 198 |
| 7.2.2    | Extraktion nach Säureaufschluss – Methode nach Schmid-Bondzynski-Ratzlaff.....              | 200 |
| 7.2.3    | Acidobutyrometrische Bestimmung – Methode nach Gerber .....                                 | 202 |
| 7.3      | <b>Charakterisierung von Fetten und Ölen</b> .....  | 204 |
| 7.3.1    | Chemische Methoden – Kennzahlen.....  | 204 |
| 7.3.1.1  | Bestimmung der Verseifungszahl.....   | 204 |
| 7.3.1.2  | Bestimmung der Iodzahl – Methode nach Kaufmann .....  | 206 |
| 7.3.1.3  | Bestimmung der Säurezahl und des FFA-Gehaltes .....   | 209 |
| 7.3.1.4  | Bestimmung der Peroxidzahl – Methode nach Wheeler .....                                     | 212 |
| 7.3.1.5  | Bestimmung der Anisidinzahl .....   | 214 |
| 7.3.1.6  | Bestimmung der Totox-Zahl. ....   | 216 |
| 7.3.1.7  | Bestimmung der Oxidationsbereitschaft.....  | 217 |
| 7.3.1.8  | Bestimmung der Halbmikro-Buttersäurezahl.....   | 219 |
| 7.3.1.9  | Bestimmung der unverseifbaren Anteile .....   | 223 |
| 7.3.2    | <b>Spektrometrische Methoden</b> .....  | 225 |
| 7.3.2.1  | Charakterisierung von Fetten und Ölen anhand des UV-Spektrums.....                          | 225 |
| 7.3.2.2  | Nachweis der Fettraffination mittels UV-Spektrometrie .....                                 | 227 |
| 7.3.2.3  | Nachweis der Fetthärtung mittels IR-Spektrometrie .....                                     | 229 |
| 7.3.3    | <b>Chromatographische Methoden</b> .....  | 231 |
| 7.3.3.1  | Charakterisierung von Fetten und Ölen mittels DC .....                                      | 232 |
| 7.3.3.2  | Trennung und Identifizierung von Fettsäuren (als Methylester)<br>mittels GC-FID .....       | 233 |
| 7.3.3.3  | Quantifizierung des Milchfettgehaltes mittels GC-FID .....                                  | 236 |
| 7.3.3.4  | Trennung und Identifizierung von trans-Fettsäuren (als Methylester)<br>mittels GC-FID ..... | 238 |
| 7.3.3.5  | Bestimmung der Triglyceridverteilung mittels Hochtemperatur-GC-FID .....                    | 240 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 7.3.3.6 | Bestimmung von Kakaobutteräquivalenten mittels GC-FID (CoCal-Verfahren) .....  | 243 |
| 7.3.3.7 | Nachweis und Identifizierung von Sterinen mittels Kombination von DC und GC-FID .....                                  | 247 |
|         | Weiterführende Literatur .....   | 250 |
| 8       | <b>Aminosäuren, Peptide, Proteine, Nucleinsäuren</b> .....   | 253 |
| 8.1     | <b>Aminosäuren</b> .....   | 258 |
| 8.1.1   | Identifizierung von Aminosäuren mittels DC .....   | 259 |
| 8.1.2   | Bestimmung der Formolzahl .....  | 261 |
| 8.1.3   | Photometrische Bestimmung von Hydroxyprolin .....  | 263 |
| 8.1.4   | Photometrische Bestimmung von Prolin .....   | 266 |
| 8.2     | <b>Proteine</b> .....  | 268 |
| 8.2.1   | Charakterisierung von Proteinen – Übersicht .....  | 268 |
| 8.2.1.1 | Allgemeine Nachweisreaktionen .....  | 269 |
| 8.2.1.2 | Möglichkeiten der Reinigung und Anreicherung .....   | 270 |
| 8.2.1.3 | Möglichkeiten der Identifizierung (Strukturanalyse) .....  | 270 |
| 8.2.2   | Bestimmung von Proteinen .....   | 271 |
| 8.2.2.1 | Bestimmung des Gesamtproteingehaltes über Stickstoff – Methode nach Kjeldahl .....                                     | 271 |
| 8.2.2.2 | Bestimmung des Reinproteingehaltes – Methode nach Barnstein .....  | 279 |
| 8.2.3   | Elektrophoretische Methoden .....  | 280 |
| 8.2.3.1 | Bestimmung der molekularen Masse von Proteinuntereinheiten mittels SDS-PAGE .....                                      | 280 |
| 8.2.3.2 | Differenzierung von Tierarten mittels IEF .....  | 283 |
| 8.2.4   | Immunochemische Methoden .....   | 285 |
| 8.2.4.1 | Bestimmung von Molkenproteinen mittels ELISA .....   | 285 |
| 8.3     | <b>Nucleinsäuren</b> .....   | 288 |
| 8.3.1   | Nachweis von Bt-Mais mittels Qualitativer PCR .....  | 288 |
| 8.3.2   | Differenzierung von Kakaoarten mittels PCR-RFLP .....  | 292 |
|         | Weiterführende Literatur .....   | 294 |
| 9       | <b>Kohlenhydrate</b> .....   | 297 |
| 9.1     | <b>Mono-, Di- und Oligosaccharide</b> .....  | 298 |
| 9.1.1   | Chromatographische Methoden .....  | 299 |
| 9.1.1.1 | Identifizierung von Zuckern mittels DC .....   | 301 |
| 9.1.1.2 | Bestimmung von Zuckern mittels HPLC-RI .....   | 302 |
| 9.1.1.3 | Bestimmung von Zuckern mittels GC-FID .....  | 305 |
| 9.1.2   | Polarimetrische Methoden .....   | 309 |
| 9.1.2.1 | Polarimetrische Bestimmung von Saccharose und Glucose .....  | 310 |
| 9.1.3   | Chemische Summenmethoden .....   | 313 |
| 9.1.3.1 | Bestimmung der direkt reduzierenden Zucker vor der Inversion – Reduktometrische Methode nach Luff-Schoorl .....        | 313 |
| 9.1.3.2 | Bestimmung der gesamtreduzierenden Zucker nach der Inversion – Reduktometrische Methode nach Luff-Schoorl .....        | 317 |
| 9.1.3.3 | Bestimmung von reduzierenden Zuckern (Lactose) und Saccharose – Komplexometrische Methode nach Potterat-Eschmann ..... | 320 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 9.1.4    | Chemische Selektivmethoden .....                                      | 325 |
| 9.1.4.1  | Bestimmung von Fructose – Methode nach Willstätter-Schudel .....      | 325 |
| 9.1.4.2  | Bestimmung von Saccharose – Kalkvorschrift .....                      | 331 |
| 9.1.5    | Enzymatische Methoden .....   | 333 |
| 9.1.5.1  | Enzymatische Bestimmung von Glucose, Fructose und Mannose .....       | 333 |
| 9.1.5.2  | Enzymatische Bestimmung von Glucose und Saccharose .....              | 336 |
| 9.2      | Polysaccharide .....  | 338 |
| 9.2.1    | Nachweis von Stärke .....   | 339 |
| 9.2.2    | Polarimetrische Bestimmung von Stärke .....                           | 340 |
| 9.2.3    | Photometrische Bestimmung von Pektin .....                            | 343 |
|          | Weiterführende Literatur .....  | 346 |
| 10       | <b>Spezielle Inhaltsstoffe</b> .....                                  | 349 |
| 10.1     | <b>Alkohole</b> .....   | 351 |
| 10.1.1   | Pyknometrische Bestimmung des Gesamtalkoholgehaltes .....             | 351 |
| 10.1.2   | Bestimmung von Methanol – Chromotropsäuremethode .....                | 356 |
| 10.1.3   | Identifizierung und Bestimmung von Alkoholen mittels GC-FID .....     | 360 |
| 10.2     | <b>Organische Säuren</b> .....  | 361 |
| 10.2.1   | Identifizierung von organischen Säuren mittels DC .....               | 362 |
| 10.2.2   | Bestimmung der flüchtigen Säuren .....                                | 365 |
| 10.2.3   | Chemisch-photometrische Methoden .....                                | 366 |
| 10.2.3.1 | Photometrische Bestimmung von Weinsäure .....                         | 366 |
| 10.2.3.2 | Photometrische Bestimmung von Milchsäure .....                        | 368 |
| 10.2.3.3 | Photometrische Bestimmung von Äpfelsäure .....                        | 370 |
| 10.2.4   | Enzymatische Methoden .....   | 373 |
| 10.2.4.1 | Enzymatische Bestimmung von L-Äpfelsäure .....                        | 373 |
| 10.2.4.2 | Enzymatische Bestimmung von Citronensäure .....                       | 376 |
| 10.3     | <b>Stickstoffsubstanzen</b> .....                                     | 379 |
| 10.3.1   | Theobromin und Coffein .....  | 380 |
| 10.3.1.1 | Photometrische Bestimmung von Methylxanthinen .....                   | 380 |
| 10.3.1.2 | Bestimmung von Coffein und Theobromin mittels HPLC-UV .....           | 383 |
| 10.3.1.3 | Abschätzung der Kakaobestandteile .....                               | 385 |
| 10.3.2   | Photometrische Bestimmung von Gesamtkreatinin .....                   | 387 |
| 10.3.3   | Identifizierung von biogenen Aminen mittels DC .....                  | 390 |
| 10.3.4   | Fluorimetrische Bestimmung von Histamin .....                         | 393 |
| 10.4     | <b>Vitamine</b> .....   | 396 |
| 10.4.1   | Photometrische Bestimmung von Vitamin A (Retinol) .....               | 397 |
| 10.4.2   | Fluorimetrische Bestimmung von Vitamin B <sub>1</sub> (Thiamin) ..... | 400 |
| 10.4.3   | Bestimmung von Vitamin C (L-Ascorbinsäure) .....                      | 403 |
| 10.4.3.1 | L-Ascorbinsäurebestimmung – Methode nach Tillmanns .....              | 404 |
| 10.4.3.2 | Iodometrische Bestimmung von L-Ascorbinsäure .....                    | 406 |
| 10.4.3.3 | Polarographische Bestimmung von L-Ascorbinsäure .....                 | 407 |
| 10.4.3.4 | Bestimmung von L-Ascorbinsäure mittels HPLC-UV .....                  | 409 |
| 10.5     | Bestimmung von Glycyrrhizin mittels HPLC-UV .....                     | 412 |
| 10.6     | <b>Aktivität von Enzymen</b> .....                                    | 415 |
| 10.6.1   | Photometrische Bestimmung der Amylase-Aktivität .....                 | 415 |
| 10.6.2   | Photometrische Bestimmung der Phosphatase-Aktivität .....             | 418 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 10.7     | <b>Mineralstoffe</b> .....  | 421 |
| 10.7.1   | Bestimmung von Natrium und Kalium mittels Flammenphotometrie .....  | 421 |
| 10.7.2   | Bestimmung von Calcium und Magnesium mittels AAS .....  | 423 |
| 10.7.3   | Photometrische Bestimmung von Eisen .....   | 426 |
| 10.7.4   | Bestimmung von Chlorid .....  | 429 |
| 10.7.4.1 | Chloridbestimmung – Methode nach Mohr .....   | 429 |
| 10.7.4.2 | Chloridbestimmung durch potentiometrische Titration .....   | 432 |
| 10.7.4.3 | Chloridbestimmung – Methode nach Volhard .....  | 434 |
| 10.7.4.4 | Chloridbestimmung durch Titration mit Quecksilber(II)-nitrat .....  | 436 |
| 10.7.5   | Photometrische Phosphatbestimmung .....   | 439 |
| 10.7.6   | Simultanbestimmung von Anionen mittels Ionenchromatographie (SCIC) ....   | 441 |
| 10.8     | <b>Active Principles</b> .....  | 442 |
| 10.8.1   | Bestimmung von Cumarin mittels HPLC-UV und LC-MS/MS .....   | 443 |
| 10.9     | <b>Photometrische Bestimmung von Hydroxymethylfurfural (HMF)</b> .....  | 446 |
|          | <b>Weiterführende Literatur</b> .....   | 447 |
| 11       | <b>Zusatzstoffe</b> .....   | 451 |
| 11.1     | <b>Konservierungsstoffe</b> .....   | 453 |
| 11.1.1   | Identifizierung von Konservierungsstoffen mittels DC .....  | 454 |
| 11.1.2   | Identifizierung/Differenzierung von Benzoesäure und Sorbinsäure<br>mittels DC nach prächromatographischer In-situ-Derivatisierung ..... | 456 |
| 11.1.3   | Photometrische Bestimmung von Sorbinsäure .....   | 460 |
| 11.1.4   | Bestimmung von Konservierungsstoffen in fettarmen Lebensmitteln<br>mittels HPLC-UV .....  | 462 |
| 11.1.5   | Bestimmung von Konservierungsstoffen in fettreichen Lebensmitteln<br>mittels HPLC-UV .....  | 465 |
| 11.1.6   | Bestimmung von Gesamt-Schwefeliger Säure (Gesamt-SO <sub>2</sub> ) .....  | 467 |
| 11.2     | <b>Süßstoffe</b> .....  | 470 |
| 11.2.1   | Identifizierung von Süßstoffen mittels DC .....   | 471 |
| 11.2.2   | Bestimmung von Cyclamat .....   | 473 |
| 11.2.2.1 | Chemisch-gravimetrische Methode .....   | 473 |
| 11.2.2.2 | Bestimmung mittels HPLC-UV .....  | 475 |
| 11.2.3   | Bestimmung von Acesulfam-K, Aspartam und Saccharin mittels<br>Ionenpaar-HPLC-UV .....   | 478 |
| 11.3     | <b>Farbstoffe</b> .....   | 481 |
| 11.3.1   | Identifizierung wasserlöslicher, synthetischer Farbstoffe mittels DC .....  | 483 |
| 11.3.2   | Identifizierung fettlöslicher Farbstoffe mittels DC .....   | 487 |
| 11.4     | <b>Weitere Zusatzstoffe</b> .....   | 489 |
| 11.4.1   | Identifizierung von Antioxidantien mittels DC .....   | 489 |
| 11.4.2   | Photometrische Bestimmung von Nitrit und Nitrat .....   | 493 |
| 11.4.3   | Nachweis von kondensierten Phosphaten mittels DC .....  | 499 |
| 11.4.4   | Photometrische Bestimmung von Phosphat (Ermittlung der P-Zahl) .....  | 501 |
| 11.4.5   | Photometrische Bestimmung von Milcheiweiß .....   | 504 |
| 11.4.6   | Bestimmung von Ammoniumchlorid mittels Titration .....  | 506 |
|          | <b>Weiterführende Literatur</b> .....   | 508 |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| <b>12</b> | <b>Schadstoffe, Kontaminanten, Rückstände</b>  | <b>511</b> |
| 12.1      | Elementanalytik  | 514        |
| 12.1.1    | Bestimmung von Blei mittels AAS  | 514        |
| 12.1.2    | Bestimmung von Quecksilber mittels AAS (Kaldampftechnik)   | 515        |
| 12.1.3    | Bestimmung von Elementen mit ICP-MS – Übersichtsanalyse (TotalQuant)   | 517        |
| 12.2      | Kontaminanten und organische Rückstände  | 519        |
| 12.2.1    | Mykotoxine   | 519        |
| 12.2.1.1  | Bestimmung von Ochratoxin A mittels HPLC-FD  | 519        |
| 12.2.1.2  | Bestimmung von Aflatoxinen mittels HPLC-FD   | 522        |
| 12.2.2    | Bestimmung von Acrylamid mittels LC-MS/MS  | 526        |
| 12.2.3    | Bestimmung von Nitrosaminen in Bier mittels GC-TEA   | 529        |
| 12.2.4    | Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) mittels HPLC-FD am Beispiel Benzo[a]pyren | 534        |
| 12.2.5    | Bestimmung von freiem 3-MCPD mittels GC-MS   | 539        |
| 12.2.6    | Summenbestimmung von 3-MCPD-Fettsäureestern und Glycidyl-Fettsäureestern mittels GC-MS                         | 543        |
| 12.2.7    | Bestimmung von Benzol, Toluol und Xylol-Isomeren mittels GC/MS   | 546        |
| 12.2.8    | Identifizierung und Bestimmung von Tetrachlorethen mittels GC-ECD  | 550        |
| 12.2.9    | Nachweis und Bestimmung von Malachitgrün mittels DC-Densitometrie  | 553        |
|           | Weiterführende Literatur   | 556        |
|           | <b>Anhang</b>  | <b>559</b> |
|           | <b>Sachverzeichnis</b>   | <b>569</b> |