

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen *XI*

Symbole *XV*

1	Grundlagen der Analytischen Chemie	<i>1</i>
1.1	Gegenstand und Bedeutung in der Gesellschaft	<i>1</i>
1.1.1	Historisches	<i>1</i>
1.1.2	Der Analytiker als wissenschaftlicher Detektiv	<i>2</i>
1.1.3	Aufgabenbereiche der Analytik	<i>3</i>
1.2	Der analytische Prozess	<i>7</i>
1.2.1	Probenahme	<i>9</i>
1.2.2	Probenvorbereitung	<i>13</i>
1.2.3	Messung	<i>16</i>
1.2.4	Auswertung und Bericht	<i>17</i>
1.3	Analytische Kenngrößen, statistische Bewertung und Qualitätssicherung	<i>17</i>
1.3.1	Kalibrierung eines Analysenverfahrens	<i>17</i>
1.3.2	Statistische Bewertung	<i>20</i>
1.3.3	Selektivität	<i>24</i>
1.3.4	Aufwand, Zeit und Kosten	<i>24</i>
1.3.5	Qualitätssicherung	<i>25</i>
2	Methoden auf der Grundlage chemischer Reaktionen	<i>33</i>
2.1	Chemisches Gleichgewicht und Elektrolyte	<i>33</i>
2.1.1	Chemisches Gleichgewicht	<i>33</i>
2.1.2	Reaktionstypen	<i>35</i>
2.1.3	Elektrolyte	<i>37</i>
2.1.4	Qualitative und quantitative Analysen	<i>38</i>
2.2	Säure-Base-Reaktionen und Titrationen	<i>39</i>
2.2.1	Säure-Base-Theorie nach Brönsted	<i>39</i>
2.2.2	Beschreibung von Protolysegleichgewichten	<i>40</i>
2.2.3	Säure-Base-Titrationen	<i>56</i>
2.2.4	Titrationen in nicht wässrigen Lösungsmitteln	<i>65</i>
2.3	Fällungsreaktionen für Gravimetrie, Titrimetrie und Maskierungen	<i>67</i>

2.3.1	Beschreibung von Fällungs- und Lösungsgleichgewichten	67
2.3.2	Anwendungen	74
2.4	Komplexbildungsreaktionen und Komplexometrie	78
2.4.1	Typen von Komplexverbindungen	78
2.4.2	Komplexstabilität	80
2.4.3	Kombination mit Fällungsreaktionen	81
2.4.4	Kombination mit Säure-Base-Reaktionen	83
2.4.5	Komplexometrische Titrationsen	85
2.5	Reduktions-Oxidations-Reaktionen und Redox-titrationsen	90
2.5.1	Beschreibung von Redoxreaktionen	90
2.5.2	Beeinflussung von Redoxreaktionen durch die Reaktionsbedingungen	92
2.5.3	Anwendungen	95
2.6	Extraktion und Ionenaustausch	100
2.6.1	Extraktion	101
2.6.2	Ionenaustausch	111
2.7	Kinetische Methoden	115
2.7.1	Zeitgesetze	116
2.7.2	Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit	118
2.7.3	Anwendungen	120
2.8	Thermische Methoden	121
2.8.1	TG – Thermogravimetrie	122
2.8.2	DTA – Differenzthermoanalyse	123
2.8.3	DSC – Differential Scanning Calorimetry	124
3	Spektroskopie	133
3.1	Grundlagen der Spektroskopie	133
3.1.1	Elektromagnetisches Spektrum und spektroskopische Methoden	134
3.1.2	Instrumentierung für die optische Spektroskopie	139
3.2	Atomspektroskopie	150
3.2.1	Theorie	150
3.2.2	Spektrenarten	151
3.2.3	Atomabsorptionsspektrometrie	158
3.2.4	Atomemissionsspektroskopie	171
3.2.5	Röntgen- und Elektronenspektroskopie	182
3.3	Optische Molekülspektroskopie	196
3.3.1	Infrarot- und Raman-Spektroskopie	196
3.3.2	UV/VIS-Spektroskopie	226
3.3.3	Lumineszenzspektroskopie	242
3.4	Magnetische Resonanzspektroskopie	249
3.4.1	NMR	249
3.4.2	EPR	269
3.5	Massenspektrometrie	272
3.5.1	Aufbau eines Massenspektrometers	273
3.5.2	Massenspektren von unterschiedlichen Ionenquellen	282
3.5.3	Anwendungen	289
3.6	Radiometrische Methoden	296

- 3.6.1 Grundlagen 296
- 3.6.2 Messung radioaktiver Strahlung 299
- 3.6.3 Anwendungen 300

- 4 Elektroanalytik 311**
 - 4.1 Grundlagen elektroanalytischer Verfahren 312
 - 4.1.1 Elektroden und galvanische Zellen 312
 - 4.1.2 Transportarten in der Lösung 316
 - 4.1.3 Elektrolytische Leitfähigkeit 317
 - 4.2 Konduktometrie 322
 - 4.3 Potenziometrie 325
 - 4.3.1 Direktpotenziometrie 326
 - 4.3.2 Potenziometrische Titrationsen 336
 - 4.4 Voltammetrie 337
 - 4.4.1 Elektrochemische Prozesse 338
 - 4.4.2 Aufzeichnung der Strom-Potenzial-Kurven 341
 - 4.4.3 Polarographie 342
 - 4.4.4 Rotierende Festelektroden 348
 - 4.4.5 Variationen voltammetrischer Methoden 349
 - 4.4.6 Amperometrie und Voltametrie 353
 - 4.5 Coulometrie 359
 - 4.5.1 Potenziostatische Coulometrie 360
 - 4.5.2 Galvanostatische Coulometrie: coulometrische Titration 361

- 5 Chromatographie 365**
 - 5.1 Grundlagen chromatographischer Trennverfahren 365
 - 5.1.1 Überblick 366
 - 5.1.2 Entwicklung eines Chromatogramms 367
 - 5.1.3 Kenngrößen eines Chromatogramms 369
 - 5.1.4 Die chromatographische Theorie 372
 - 5.1.5 Die Auflösung R_S als Maß für die Peaktrennung 377
 - 5.1.6 Qualitative Analyse 379
 - 5.1.7 Quantitative Analyse 381
 - 5.2 Gaschromatographie 381
 - 5.2.1 Retentionsdaten und Verteilungskoeffizient 381
 - 5.2.2 Trennungen in der Gasphase 383
 - 5.2.3 Aufbau eines Gaschromatographen 384
 - 5.2.4 Stationäre Phasen für die Gas-Flüssig-Chromatographie 391
 - 5.2.5 Anwendungen der Gas-Flüssig-Chromatographie 394
 - 5.2.6 Adsorptionschromatographie 399
 - 5.3 Flüssigchromatographie 401
 - 5.3.1 Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC) 401
 - 5.3.2 Adsorptionschromatographie 419
 - 5.3.3 Ionenchromatographie 420
 - 5.3.4 Gelchromatographie 426
 - 5.3.5 Dünnschichtchromatographie 431
 - 5.4 Superkritische Flüssigchromatographie 436

- 5.4.1 Instrumentierung 438
- 5.4.2 Stationäre und mobile Phase 439
- 5.4.3 Detektoren 439
- 5.4.4 Leistungsparameter der SFC 439
- 5.4.5 Anwendungen 441
- 5.5 Elektrophorese 441
 - 5.5.1 Klassische Elektrophorese 442
 - 5.5.2 Weiterentwicklungen elektrophoretischer Methoden 443
 - 5.5.3 Kapillarelektrophorese 445
- 5.6 Kopplungen von Chromatographie und Spektroskopie 448
 - 5.6.1 GC/MS-Kopplung 449
 - 5.6.2 LC/MS-Kopplung 451
 - 5.6.3 GC/IR-Kopplung 454
 - 5.6.4 Weitere Kopplungen 455
 - 5.6.5 Mehrdimensionale Trennverfahren 456

- 6 Chemometrie 467**
 - 6.1 Statistische Grundlagen 467
 - 6.1.1 Die Verteilung von Zufallsdaten 467
 - 6.1.2 Statistische Prüfverfahren oder das Testen von Hypothesen 471
 - 6.2 Signalanalyse 479
 - 6.2.1 Signal-Rausch-Verhältnis 479
 - 6.2.2 Analoge und digitale Filter 480
 - 6.2.3 Signaltransformationen zur Datenfilterung 482
 - 6.3 Multivariate Methoden 485
 - 6.3.1 Modellierung analytischer Daten 485
 - 6.3.2 Mustererkennung und Klassifizierung 490

- 7 Automatisierung und Prozessanalytik 501**
 - 7.1 Labormechanisierung 501
 - 7.1.1 Diskrete Analysatoren 503
 - 7.1.2 Kontinuierliche Analysatoren 506
 - 7.1.3 Elementaranalysatoren 512
 - 7.1.4 Laborroboter 513
 - 7.2 Chemische Sensoren 514
 - 7.2.1 Anforderungen und Wirkprinzipien 515
 - 7.2.2 Elektrochemische und mikroelektronische Sensoren 517
 - 7.2.3 Optische Sensoren 525
 - 7.2.4 Thermische (kalorimetrische) Sensoren 533
 - 7.2.5 Massensensitive Sensoren 534
 - 7.2.6 Mehrkanalsensoren 535
 - 7.3 Automatisierte Prozesskontrolle 536
 - 7.3.1 Gebiete der Prozessanalytik 537
 - 7.3.2 Nicht selektive Analysenprinzipien 540
 - 7.3.3 IR-Analysatoren 543
 - 7.3.4 Sauerstoffanalysatoren 545
 - 7.3.5 Prozesschromatographie 545

8	Bioanalytik	549
8.1	Proteinanalytik	549
8.1.1	Proteinreinigung	550
8.1.2	Trennungen von Proteinen	554
8.1.3	Enzymatische Methoden	562
8.1.4	Immunoassays	569
8.1.5	Proteinsequenzanalyse	574
8.1.6	Massenspektrometrie	576
8.1.7	MALDI-MS	578
8.1.8	ESI-MS	582
8.2	Nucleinsäureanalytik	584
8.2.1	Reinigung von Nucleinsäuren	585
8.2.2	Gelelektrophorese von Nucleinsäuren	586
8.2.3	DNA-Sequenzierung	587
8.2.4	LC/MS von DNA	589
8.2.5	DNA-Chip	589
9	Umwelt- und Werkstoffanalytik	595
9.1	Umweltanalytik	595
9.1.1	Einführung	595
9.1.2	Individuenanalytik	596
9.1.3	Schnelltests und Langzeitexpositionsmessungen	598
9.1.4	Summen- und Gruppenparameter	599
9.1.5	Kompartimentierung und Spezifizierung	601
9.2	Werkstoffanalytik	604
9.2.1	Grundlagen	604
9.2.2	Methoden der Werkstoffanalytik	606
	Anhang	619
	Lösungen ausgewählter Aufgaben	633
	Stichwortverzeichnis	639

