

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 5. Auflage	V
------------------------------	---

Charakterisierung von Analysemethoden

I

Verzeichnis der Symbole	2	
Rechtliche Grundlagen zur Qualitätskontrolle von Arzneimitteln	3	H. Blasius
1 Über den sinnvollen Umgang mit Messwerten und Messergebnissen	11	M. Neugebauer G. Rücker
1.1 Ermittlung von Messwerten	11	
1.2 Berechnung von Messergebnissen	13	
2 Validierung und Kalibrierung	15	
2.1 Validierung von Analyseverfahren	15	
2.1.1 Qualitätsmerkmale für Analyseverfahren	16	
2.1.2 Erfassung und Bestimmung der Qualitätsmerkmale für Analyseverfahren	20	
2.1.3 Durchführung von Validierungen in der pharmazeutischen Analytik	30	
2.2 Kalibrierung von Messgeräten	33	
2.2.1 Empfindlichkeit von Messgeräten	34	
2.2.2 Nachweisgrenze bzw. Bestimmungsgrenze bei Messgeräten	35	
2.2.3 Bestimmungsgrenze bei Messgeräten	36	
2.3 Abschätzung von Gesamtfehlern, Fehlerfortpflanzung	36	

II

Optische und spektroskopische Analysemethoden

Verzeichnis der Symbole	40	G. Rücker G. Scriba
3 Einführung in die optischen und spektroskopischen Analysemethoden	41	
3.1 Licht als elektromagnetische Wellenbewegung	42	

3.2	Energie der elektromagnetischen Wellen	43
3.3	Spektrum der elektromagnetischen Wellen, Spektralbereiche	43
3.4	Lichtabsorption und Farbe	46
3.5	Übersicht über die spektroskopischen Analysemethoden	46
3.5.1	Atom-spektroskopie und Molekülspektroskopie	47
3.5.2	Emissionsspektroskopie und Absorptionsspektroskopie	47
4	Refraktometrie	48
4.1	Grundlagen der Refraktometrie	48
4.2	Messung der Brechzahl	49
4.2.1	Grenzwinkel der Totalreflexion	49
4.2.2	Abbe-Refraktometer	50
4.3	Anwendungen der Refraktometrie in der Pharmazie ..	51
5	Chiroptische Analysemethoden	53
5.1	Polarimetrie	53
5.1.1	Grundlagen der Polarimetrie	53
5.1.2	Messung der optischen Drehung	56
5.1.3	Anwendungen der Polarimetrie in der Pharmazie	60
5.2	Zirkulardichroismus	62
5.2.1	Wirkung von zirkular polarisiertem Licht auf optisch aktive Substanzen	62
5.2.2	Definition des Zirkulardichroismus	63
5.2.3	Messgrößen für den Zirkulardichroismus	65
5.2.4	Geräte zur Messung des Zirkulardichroismus	67
5.2.5	Anwendung des Zirkulardichroismus zur Untersuchung der Stereochemie von Arzneistoffen	68
5.2.6	Qualitätskontrolle von Arzneistoffen	69
5.2.7	Anwendungen im Arzneibuch	69
5.3	Optische Rotationsdispersion, Cotton-Effekt	70
5.3.1	Normale optische Rotationsdispersion	70
5.3.2	Anomale Rotationsdispersion, Cotton-Effekt	71
6	Einführung in die atomspektroskopischen Analysemethoden	73
6.1	Thermische Anregung von Atomen	73
6.2	Vorgänge in der Flamme	74
6.3	Elektronenanregung und Lichtemission des Natriums	75
7	Spektralanalyse	76
7.1	Prinzip der Spektralanalyse	76
7.2	Messgeräte zur Spektralanalyse	76
7.3	Anwendungen der Spektralanalyse in der Pharmazie ..	77

8	Atomemissionsspektroskopie, Flammenphotometrie	78
8.1	Prinzip der Flammenphotometrie	78
8.1.1	Quantitative Auswertung der Lichtemission	78
8.2	Messgeräte zur Flammenphotometrie	80
8.3	Anwendungen der Flammenphotometrie in der Pharmazie	81
8.4	Emissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma	84
9	Atomabsorptionsspektroskopie	88
9.1	Grundlagen der Atomabsorptionsspektroskopie	88
9.1.1	Lichtabsorption durch Atome, Resonanzabsorption	88
9.1.2	Messgrößen der Atomabsorptionsspektroskopie	88
9.2	Messgeräte zur Atomabsorptionsspektroskopie	89
9.3	Anwendungen der Atomabsorptionsspektroskopie in der Pharmazie	91
10	Einführung in die Molekülspektroskopie	95
10.1	Wechselwirkungen von Licht mit organischen Molekülen	95
10.1.1	Ionisation	96
10.1.2	Elektronenanregung	97
10.1.3	Molekülschwingungen	98
10.1.4	Molekülrotationen	98
10.2	Absorptionsspektrum, Absorptionsbanden	99
10.3	Messgrößen für die Lichtabsorption	100
10.3.1	Transmission	101
10.3.2	Absorption	101
10.4	Lambert-Beer'sches Gesetz	102
10.4.1	Bouguer-Lambert'sches Gesetz	102
10.4.2	Beer'sches Gesetz	102
10.4.3	Kombiniertes Bouguer-Lambert-Beer'sches Gesetz, molarer Absorptionskoeffizient	102
10.4.4	Anwendungen des Lambert-Beer'schen Gesetzes	103
10.4.5	Herleitung des Lambert-Beer'schen Gesetzes	104
10.5	Grundsätzlicher Aufbau von Absorptionsspektrometern	105
11	UV-Vis-Spektroskopie	108
11.1	Grundlagen der UV-Vis-Spektroskopie	108
11.1.1	Chromophores System, Elektronenübergänge	108
11.1.2	Jablonski-Termschema	109
11.1.3	Verbotene Elektronenübergänge	110
11.1.4	Aussehen der Absorptionsbanden, Feinstruktur	110
11.2	Chromophore aus π -Elektronen	112
11.2.1	Alkene, Polyene	112
11.2.2	Alkine	116

11.2.3	Aromaten	117
11.2.4	Unterscheidung von Polyenen, Polyinen und Aromaten	119
11.3	Chromophore aus π - und n-Elektronen	119
11.3.1	Gesättigte Carbonylverbindungen	120
11.3.2	Ungesättigte Carbonylverbindungen	120
11.3.3	Heterocyclische Verbindungen	124
11.3.4	Substanzen mit mehreren voneinander unabhängigen Chromophoren	125
11.4	Anwendungen der UV-Vis-Spektroskopie in der Pharmazie	126
11.4.1	Durchführung von Messungen im UV-Vis-Bereich	126
11.4.2	Anwendung der UV-Vis-Spektroskopie zur Strukturaufklärung	135
11.4.3	Anwendung der UV-Vis-Spektroskopie zur Analyse von Arzneimitteln	137
11.4.4	Photometrische Bestimmung von Arzneistoffen in Gemischen; Mehrkomponentenanalysen	148
11.4.5	Charge-Transfer-Spektren	150
11.4.6	Photometrische Bestimmungen in biologischem Material	151
11.4.7	Stabilitätsuntersuchungen an Arzneistoffen	157
11.4.8	Differentialspektroskopie, Derivativspektroskopie, Ableitungsspektroskopie	157
11.4.9	Untersuchung von Reaktionsabläufen, Isosbestische Punkte	160
12	Fluorimetrie	169
12.1	Grundlagen der Fluorimetrie	169
12.1.1	Anregungsspektrum und Fluoreszenzspektrum	169
12.1.2	Fluoreszenzintensität	170
12.1.3	Fluoreszenz und Struktur	171
12.2	Messung der Fluoreszenz	173
12.2.1	Messgeräte	173
12.2.2	Lösungsmittel	174
12.2.3	Lumineszenzminderung zur Detektion von Substanzen auf der Dünnschichtplatte	175
12.3	Anwendungen der Fluorimetrie in der Pharmazie	175
12.3.1	Identitätsprüfung von Arzneistoffen	176
12.3.2	Reinheitsprüfung von Arzneistoffen	176
12.3.3	Gehaltsbestimmung von Arzneistoffen	177
12.3.4	Analyse von biologischem Material	178
12.3.5	Kopplungen der Fluorimetrie mit chromatographischen Verfahren	179
12.4	Lumineszenzmethoden durch andere Anregungsarten	179
12.4.1	Chemilumineszenz	179
12.4.2	Röntgenfluoreszenzspektroskopie	180

13	IR-Spektroskopie, Raman-Spektroskopie	181
13.1	Prinzip der IR-Spektroskopie	181
13.2	Grundlagen der IR-Spektroskopie	181
13.2.1	Infraroter Bereich des Spektrums der elektromagnetischen Wellen	181
13.2.2	Molekülschwingungen	182
13.3	Praktische IR-Spektroskopie	188
13.3.1	IR-Spektrum	188
13.3.2	IR-Spektrometer	189
13.3.3	Messung von IR-Spektren	190
13.3.4	Charakterisierung der Molekülschwingungen	197
13.4	Anwendungen der IR-Spektroskopie in der Pharmazie	198
13.4.1	Kontrolle und Optimierung von IR-Spektrometern nach dem Arzneibuch	199
13.4.2	Strukturaufklärung	200
13.4.3	Analyse von Arzneimitteln	215
13.4.4	Weitere Anwendungen der IR-Spektroskopie	219
13.5	Nicht-dispersive IR-Spektroskopie, NIR-Spektroskopie	220
13.6	Spektroskopie im Nahen IR-Bereich, NIR-Spektroskopie	221
13.7	Raman-Spektroskopie	227
13.7.1	Grundlagen und Theorie der Raman-Spektroskopie ..	227
13.7.2	Aufbau des Raman-Spektrometers	231
13.7.3	Weitere Techniken der Raman-Spektroskopie	233
13.7.4	Anwendung der Raman-Spektroskopie	234
14	¹H-NMR-Spektroskopie	237
14.1	Prinzip der Kernresonanzspektroskopie	237
14.1.1	Kernspin und magnetisches Moment von Atomkernen	238
14.2	Grundlagen der ¹ H-NMR-Spektroskopie	240
14.2.1	Verhalten der Wasserstoffkerne im Magnetfeld Kreiselmodell	240
14.2.2	Energieniveaus der Wasserstoffkerne im Magnetfeld ..	241
14.2.3	Larmor-Gleichung	243
14.2.4	Besetzungsunterschied und Magnetisierung	243
14.2.5	Kernresonanz, Quermagnetisierung und Kerninduktion	244
14.2.6	Relaxation und Relaxationszeit	246
14.2.7	Messung der Kernresonanz	247
14.3	¹ H-NMR-Spektrum	252
14.3.1	Chemische Verschiebung	252
14.3.2	Integrationskurve	261
14.3.3	Spin-Spin-Kopplung	262
14.4	Anwendungen der ¹ H-NMR-Spektroskopie in der Pharmazie	276

14.4.1	Kontrolle und Optimierung des ^1H -NMR-Spektrometers nach dem Arzneibuch	277
14.4.2	Durchführung von ^1H -NMR-Messungen nach dem Arzneibuch	278
14.4.3	Strukturaufklärung	278
14.4.4	Konformationsanalyse von Arzneistoffen	284
14.4.5	Untersuchungen des Zustandes von Arzneistoffen in Lösung	285
14.4.6	Identifizierung, Reinheitsprüfung und quantitative Bestimmung von Arzneistoffen	290
14.4.7	Untersuchungen über Struktur und Wirkung von Arzneistoffen	291
14.4.8	Kopplung HPLC-NMR-Spektroskopie	291
15	^{13}C-NMR-Spektroskopie	293
15.1	Prinzip der ^{13}C -NMR-Spektroskopie	293
15.1.1	Resonanzfrequenz der ^{13}C -Atome	293
15.2	Chemische Verschiebung der ^{13}C -Atome	293
15.2.1	Einfluss des Hybridisierungsgrades	294
15.2.2	Substituenteneinflüsse und γ -Effekt	295
15.2.3	Einfluss der Elektronendichte	297
15.2.4	Inkrement-Regeln zur Abschätzung von ^{13}C -Verschiebungen	298
15.3	Spin-Kopplungen	307
15.3.1	$^1\text{H}/^{13}\text{C}$ -Kopplungen	308
15.3.2	Andere heteronukleare Kopplungen	309
15.4	Entkopplungsverfahren in der ^{13}C -NMR-Spektroskopie	310
15.4.1	Protonen-Breitband-Entkopplung	310
15.4.2	Protonen-Off-Resonance-Entkopplung	311
15.4.3	Selektive ^1H -Entkopplungen	311
15.4.4	Gepulste Protonen-Entkopplung	311
15.5	Integration von ^{13}C -Signalen	313
15.6	^{13}C -NMR-Spektroskopie durch Pulsfolgen	313
15.6.1	Eindimensionale (1D)- ^{13}C -NMR-Spektroskopie	314
15.6.2	Zweidimensionale (2D)- ^{13}C -NMR-Spektroskopie	315
15.7	Anwendungen der ^{13}C -NMR-Spektroskopie in der Pharmazie	317
15.8	NMR-Spektroskopie zur Untersuchung lebender Gewebe	318
15.8.1	Klinische NMR-Spektroskopie, <i>In-vivo</i> -Spektroskopie	318
15.8.2	^1H -NMR-Tomographie, Kernspin-Tomographie. Protonen-Imaging (MRT, MRI)	320
15.9	Festkörper-NMR	321
16	Massenspektrometrie	323
16.1	Prinzip der Massenspektrometrie	323

16.1.1	Grundvorgänge der Massenspektrometrie	323
16.1.2	Masseneinheiten	324
16.2	Grundlagen der Massenspektrometrie durch Elektronenstoß-Ionisation, EI-Massenspektrometrie ..	325
16.2.1	Ionisierung durch Elektronenstoß – Bildung von Molekülionen	326
16.2.2	Zerfall der Molekülionen; Fragmentierung	327
16.2.3	Massenspektrum	331
16.2.4	Aufbau des EI-Massenspektrometers	332
16.2.5	Fragmentierungsreaktionen in der EI-Massenspektrometrie	339
16.3	Anwendung der EI-Massenspektrometrie zur Strukturaufklärung	349
16.3.1	Interpretation von EI-Massenspektren	349
16.3.2	Formulierung massenspektrometrischer Zerfallsreaktionen	356
16.3.3	Verlauf der Auswertung von EI-Massenspektren	360
16.4	Massenspektrometrie mit anderen Ionisationsmethoden	363
16.5	Analysatoren in der Massenspektrometrie	377
16.5.1	Elektrostatische Analysatoren	378
16.5.2	Quadrupol-Analysatoren	378
16.5.3	Flugzeit-Analysatoren	379
16.5.4	Ionenfallen-Analysatoren	381
16.5.5	Fouriertransformations-Ionen-Zyklotron-Resonanz- Analysatoren	383
16.5.6	Orbital-Ionenfalle	383
16.6	Spezielle Methoden in der Massenspektrometrie	384
16.6.1	Kombination von Analysatoren	384
16.6.2	Kopplung der Massenspektrometrie mit Trennverfahren	387
16.6.3	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma	389
16.7	Anwendung der Massenspektrometrie in der Pharmazie	390
17	Radiochemische Analysenverfahren	394
17.1	Grundlagen radiochemischer Messmethoden	394
17.1.1	Zerfallsgesetz und Halbwertszeit	394
17.2	Messgrößen für radioaktive Strahlung	396
17.3	Messgeräte zur Messung radioaktiver Strahlung	397
17.3.1	Ionisationsdetektoren	397
17.3.2	Szintillationsdetektoren	401
17.3.3	Halbleiterzähler	402
17.4	Gammaskpektrometrie	403
17.5	Anwendung radiochemischer Analysenmethoden in der Pharmazie	404
17.5.1	Analytik von Radiopharmaka	404
17.5.2	Isotopenverdünnungsanalyse	407
17.5.3	Radioimmunoassay	407

17.5.4	Tracer-Methoden	409
17.5.5	Neutronenaktivierungsanalyse	409
17.5.6	Medizinische Anwendungen	409

III

Chromatographische Analysemethoden

M. Neugebauer

	Verzeichnis der Symbole	414
18	Einführung in die chromatographischen Methoden	415
18.1	Chromatographische Trennmechanismen	417
18.2	Chromatographische Symbole und Kenngrößen	421
18.2.1	Retentionsdaten	421
18.2.2	Kenngrößen zur Beschreibung von Peakform und Trennqualität	422
18.2.3	Quantitative Kenngrößen und Methoden	434
18.2.4	Zusammenfassung: Parameter zur Beschreibung von Chromatogrammen	438
18.3	Häufig verwendete Abkürzungen	440
19	Gaschromatographie	441
19.1	Prinzip der Gaschromatographie	441
19.2	Aufbau des Gaschromatographen	442
19.2.1	Probenaufgabesysteme	443
19.2.2	Trennsäulen	446
19.2.3	Detektoren	453
19.2.4	Signalregistrierung, Integratoren	457
19.3	Durchführung gaschromatographischer Analysen	458
19.3.1	Auswahl der Trennbedingungen	458
19.3.2	Praktische Durchführung	461
19.3.3	Derivatisierungen	461
19.4	Auswertung des Gaschromatogramms	463
19.4.1	Retentionsindizes	464
19.4.2	Quantitative Bestimmungen	465
19.5	Anwendung der Gaschromatographie in der Pharmazie	468
19.5.1	Anwendungen der Gaschromatographie im Arzneibuch	468
20	Hochleistungs-Flüssigchromatographie	472
20.1	Prinzip der Hochleistungs-Flüssigchromatographie ...	472
20.2	Aufbau von Geräten zur Hochleistungs-Flüssig- chromatographie	474
20.2.1	Elutionsmittel	476
20.2.2	Pumpen	477
20.2.3	Gradientenmischer	477

20.2.4	Probeneinlasssystem	478
20.2.5	Trennsäulen	479
20.2.6	Säulenfüllung und Trennmaterialien	480
20.2.7	Detektoren	483
20.3	Durchführung flüssigchromatographischer Analysen ..	487
20.3.1	Die Trennverfahren der Hochleistungs- Flüssigchromatographie	487
20.3.2	Auswahl der Trennbedingungen	493
20.3.3	Elutionsgeschwindigkeit	494
20.3.4	Temperatureinflüsse	495
20.3.5	Elutionsmittelgradienten	495
20.4	Anwendungen der Hochleistungs-Flüssig- chromatographie in der Pharmazie	497
20.4.1	Anwendungen der Hochleistungs-Flüssig- chromatographie im Arzneibuch	497
21	Dünnschichtchromatographie	500
21.1	Prinzip der Dünnschichtchromatographie	500
21.1.1	Geräte und Materialien zur Durchführung der Dünnschichtchromatographie	501
21.1.2	Durchführung der Dünnschichtchromatographie	504
21.1.3	Anwendung der Dünnschichtchromatographie in der Pharmazie	508
21.2	Prinzip der quantitativen Dünnschicht- chromatographie	510
21.2.1	Messgeräte und Messprinzip der quantitativen Dünnschichtchromatographie	511
21.2.2	Durchführung quantitativer, dünnschicht- chromatographischer Messungen	512
21.2.3	Fehlermöglichkeiten	516
21.2.4	Anwendung der quantitativen Dünnschicht- chromatographie in der Pharmazie	517

Elektrochemische Analysenmethoden

	Verzeichnis der Symbole	520
22	Allgemeine Einführung in die Elektrochemie	524
22.1	Elektrodevorgänge	524
22.2	Elektrodenpotentiale; Nernst'sche Gleichung	526
22.3	Arten von Elektroden	528
22.3.1	Metall(ionen)elektroden	528
22.3.2	Gaselektroden	531
22.3.3	Redoxelektroden	532

IV

G. G. Willems
M. A. Hubert

22.4	Elektrochemische Zellen	533
22.4.1	Aufbau der galvanischen Zelle	534
22.4.2	Spannung der galvanischen Zelle; Elektrochemische Spannungsreihe	535
22.4.3	Elektrolytische Umsetzungen	538
22.4.4	Elektrolytische Leitfähigkeit	546
22.4.5	Anhang: Ein Ersatzschaltbild der elektrochemischen Zelle	550
23	Potentiometrie	553
23.1	Grundlagen der Direktpotentiometrie	553
23.1.1	Messung von pH-Werten	554
23.1.2	Konzentrationsbestimmungen mit ionenspezifischen Elektroden	558
23.2	Durchführung direktpotentiometrischer Messungen ..	563
23.3	Grundlagen potentiometrischer Titrationsen	565
23.3.1	Säure-Base-Titrationsen	566
23.3.2	Fällungstitrationsen	568
23.3.3	Komplexometrische Titrationsen	571
23.3.4	Redox-titrationsen	571
23.4	Durchführung potentiometrischer Titrationsen	574
23.5	Pharmazeutische Anwendungen potentiometrischer Titrationsen	578
24	Elektrogravimetrie	585
24.1	Grundlagen der Elektrogravimetrie	585
24.2	Instrumentelle Anordnung und Durchführung elektrogravimetrischer Bestimmungen	589
24.3	Anwendungsbereich der Elektrogravimetrie	591
25	Coulometrie	594
25.1	Grundlagen der Coulometrie	595
25.2	Durchführung coulometrischer Bestimmungen	598
25.3	Instrumentelle Anordnung	599
25.4	Anwendungen der Coulometrie	601
26	Voltammetrische Verfahren; Polarographie	604
26.1	Einführung in die Voltammetrie und Polarographie ..	604
26.2	Grundlagen der Voltammetrie	608
26.2.1	Grundlagen der Gleichspannungspolarographie	608
26.2.2	Grundlagen der Voltammetrie an stationären Elektroden	612
26.2.3	Der voltammetrische Grundstrom	613

26.2.4	Auswertung voltammetrischer Strom-Spannungs- Kurven; Simultanbestimmungen	616
26.2.5	Voltammogramme bei nichtreversiblen Elektrodevorgängen	617
26.2.6	Cyclische Voltammetrie	619
26.3	Durchführung voltammetrischer Bestimmungen	620
26.3.1	Voltammetrische Zellen	620
26.3.2	Instrumentelle Anordnung	622
26.3.3	Experimentelle Durchführung	623
26.4	Anwendungen der Voltammetrie	623
26.4.1	Voltammetrie anorganischer Substanzen	624
26.4.2	Voltammetrie organischer Verbindungen	627
26.4.3	Voltammetrie in der pharmazeutischen Analytik	635
26.5	Anhang: Spezielle voltammetrische Verfahren	636
26.5.1	Inverse Voltammetrie	636
26.5.2	Pulsverfahren	637
26.5.3	Wechselspannungsvoltammetrie	639
27	Amperometrie und Voltametrie	643
27.1	Einführung in die amperometrischen und voltammetrischen Indizierungsverfahren	643
27.2	Grundlagen und Anwendungsbereiche der amperometrischen und voltammetrischen Verfahren	645
27.2.1	Amperometrie mit einer Indikatorelektrode	645
27.2.2	Amperometrie mit zwei Indikatorelektroden	650
27.2.3	Voltammetrie mit einer Indikatorelektrode	654
27.2.4	Voltammetrie mit zwei Indikatorelektroden	655
27.3	Durchführung amperometrischer und voltammetrischer Titrationsen mit einer und mit zwei Indikatorelektroden	657
27.3.1	Messanordnungen und experimentelle Durchführung .	657
27.3.2	Elektroden und Zellen	658
27.3.3	Durchführung amperometrischer Methoden des Arzneibuchs	659
27.4	Pharmazeutische Anwendungen amperometrischer und voltammetrischer Indizierungsmethoden	661
28	Konduktometrie	664
28.1	Grundlagen der Konduktometrie	664
28.2	Durchführung konduktometrischer Messungen	665
28.2.1	Instrumentelle Anordnung	666
28.2.2	Messzellen	666
28.3	Anwendungen der Konduktometrie	668
28.3.1	Absolute Leitfähigkeitsmessungen	668
28.3.2	Konduktometrische Titrationsen	668

29	Elektrophoretische Verfahren	674
29.1	Grundlagen elektrophoretischer Verfahren	684
29.2	Durchführung elektrophoretischer Verfahren	686
29.3	Anwendungen elektrophoretischer Verfahren	690

V

G. G. Willems
M. A. Hubert

Thermische Analysenmethoden

	Verzeichnis der Symbole	694
30	Grundlagen der thermischen Analysenmethoden	695
30.1	Einführung in die Methoden	695
30.2	Grundprinzipien	697
30.3	Modifikationsübergänge und Thermodynamik	699
31	Thermogravimetrie	702
31.1	Grundlagen der Thermogravimetrie	702
31.2	Durchführung der Thermogravimetrie	702
31.3	Anwendungen der Thermogravimetrie	705
32	Thermoanalyse, Differenzthermoanalyse	708
32.1	Grundlagen der Thermoanalyse	708
32.2	Durchführung der Differenzthermoanalyse	708
32.3	Anwendungen der Differenzthermoanalyse	710
33	Kalorimetrische Verfahren	711
33.1	Grundlagen der Dynamischen Differenz-Kalorimetrie	711
33.2	Durchführung der Dynamischen Differenz- Kalorimetrie	712
33.3	Anwendungen der Dynamischen Differenz- Kalorimetrie	714
33.4	Kopplungssysteme	718
	Sachregister	721
	Die Bearbeiter	734