

CHROMATOGRAPHIE IN DER GASPHASE

von

RUDOLF KAISER

Erster Teil

GAS-CHROMATOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM

INHALT

Einleitung	9
Übersicht über die 4 Grundmethoden der Chromatographie — Anwendungsgrenzen, Definition und Verfahren der Gas-Chromatographie — Nomenklatur — Zur Geschichte der Gas-Chromatographie.	
1. Theorie des Trennvorganges.	48
Definition und Ableitung der gas-chromatographischen Kennwerte — Retentionsvolumen und Verteilungskoeffizient — Retentionswerte und Trennflüssigkeit — Die Trennstufenhöhe — Trennformel der GC-Methoden — Selektivität, Trennleistung und Auflösung — Retentionswerte und Trenntemperatur, Retentionstemperatur — Trennstufenzahl und Form der Chromatogrammbanden — Thermo-Gas-Chromatographie nach der Kreislauftechnik — Literatur zur Theorie.	
2. Die Apparatur.	48
2.1 Die Trennsäule.	49
Die Säulenfüllung — Bewertung der gefüllten Säule — Berechnung der Trennstufenzahl, der Trennleistung und des Trennfaktors — Die Auflösung — Berechnung der für eine bestimmte Trennung nötigen Trennstufenzahl oder Säulenlänge — Die Belastbarkeit — Der Leistungsindex — Analysenzeit und Auflösung — Säulenmaterial — Durchmesser der Säule — Das Trägermaterial — Beseitigung der restlichen Adsorptionsaktivität — Teilchendurchmesser — Die Trennflüssigkeit — Menge der Trennflüssigkeit — Imprägnierung des Trägermaterials — Zur Prüfung der Säulenfüllung — Bandenform — Kontrolle der Menge flüssiger Phase — Temperaturbelastbarkeit — Füllung der Trennsäule — Prüfung der Trennsäule — Alterung der Säulenfüllung — Übersicht über die Faktoren zur Herstellung und zum Betrieb wirksamer Trennsäulen—Literatur zur Trennsäule.	
2.2 Das Trägergas.	77
Gasreinigung — Die Mengenstromregelung des Trägergases — Störungen der Mengenstromkonstanz — Herstellen eines konstanten Gasmengenstromes — Gasdichtheit — Mengenstrom-	

2.3	<i>Probengeber.</i>	90
	Probengeber für Gase — Probengeber für Flüssigkeiten — Literatur über Probengeber.	
2.4	<i>Detektoren.</i>	110
	Wünschenswerte und notwendige Eigenschaften der Detektoren — Meßprinzipien von Detektoren erster Art — Meßprinzipien von Detektoren zweiter Art — Die Wärmeleitfähigkeitszelle — Der Flammenionisationsdetektor — Detektorenprüfung — Empfindlichkeitsvergleich — Literatur über Detektoren.	
2.5	<i>Schreiber.</i>	137
2.6	<i>Temperatur.</i>	139
	Die optimale Arbeitstemperatur — Temperierung der Geräte — konstante Temperatur — Zur Wärmeisolation -Variable Temperatur — Literatur über den Temperaturfaktor.	
2.7	<i>Betriebs- Oas-Chromatographen und andere spezielle Apparaturen</i>	155
	Hochtemperaturgeräte — Mehrfachsäulengeräte — Apparate für präparative Arbeiten—Ausfriersysteme—Vollautomatische Geräte — Geräte zur Spurenanalyse — Unterdruckgeräte-Literatur über spezielle Geräte	
3.	Das analytische Ergebnis.	176
3.1	<i>Das qualitative Analysenergebnis.</i>	178
	Vorbereitung der Probe — Auswahl der geeigneten Trennsäule und der Betriebsbedingungen — Qualitative Auswertung Qualitative Testung der Trennsäule — Literatur über die qualitative Gas-Chromatographie.	
3.2	<i>Das quantitative Ergebnis</i>	189
	Bedingungen für die quantitative Auswertbarkeit der GC-Analysen — Messung der Bandenflächen — Auswertung der Analyse nach der Flächenmethode — Direkte Flächenmethode — Auswertung nach der Flächenmethode unter Ermittlung spezifischer Eichfaktoren — Auswertung der Analyse nach Eichmethoden — Äußere Eichung der Bandenhöhen — Äußere Eichung der Bandenflächen—Innere Eichung mit Fremdstoffzumischung Innere Eichung mit substanzzeitigem Stoff — Auswertung nach der Höhen- und Flächenmethode bei konstanter Probenmenge — Auswerteverfahren bei Integraldetektoren.	
3.3	<i>Anwendung der Gas-Chromatographie zur Bestimmung thermodynamischer Werte.</i>	200
	Literatur zur quantitativen Gas-Chromatographie — Monographien und Tagungsberichte über Gas-Chromatographie.	

CHROMATOGRAPHIE IN DER GASPHASE

RUDOLF KAISER

Zweiter Teil

KAPILLAR-CHROMATOGRAPHIE



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM

INHALT

Einleitung	8
1. Theorie der Kapillar-Chromatographie.	9
Trennvorgang in der Kapillare - Die Retentionszeit als charakteristischer Wert - Die Trennleistung der Kapillare - Die VAN DEEMTER-GOLAY-Gleichung - Optimale Gasströmungsgeschwindigkeit und maximale Trennstufenhöhe - Die Belastbarkeit der Trennkapillare - Zusammenfassende Betrachtung der Einflüsse zur Erzielung hoher Trennleistungen - Filmdicke d_F - Trägergasart und Trägergasgeschwindigkeit - Analysenaufgabe, Analysenzeit und nötige Trennleistung - Die nötige Trennleistung - Trennstufenzahlbestimmung - Die nötige Trennstufenzahl - Schnellanalysen - Die kleinstmögliche Kapillarenlänge - Der Temperatureinfluß - Literatur zur Theorie	
2. Methodisches, Apparatives	
<i>Das Trägergas.</i>	39
Gasart - Gasreinigung	
<i>Gasmengenstrommessung und Meßgeräte.</i>	41
Gasdurchflußmessungen am Probengeber - Feinstmessung	
<i>Die Trennkapillare.</i>	48
Material für Trennkapillaren - Herstellung langer Kapillaren - Glaskapillaren - Prüfung der Kapillare	
<i>Die Gasströmung in der Trennkapillare.</i>	60
Prüfung auf Reinheit der Kapillare - Reinigung der Kapillare	
<i>Imprägnierung d. er Kapillare.</i>	67
Die. Pfropfenmethode - Filmdicke und deren Beeinflussung - Hilfslösemittel - Imprägniergeschwindigkeit — Einstellung des zur Imprägnierung nötigen Gasmengenstromes - Imprägnierung nach der Pfropfenmethode mit Hilfe einer Mikroelektrolysezelle - Nötige Menge Imprägnierlösung - Trocknung und Alterung der Imprägnierung - Die Verdampfungsmethode - Konzentration der Imprägnierlösung und Filmdicke — Hilfslösemittel - Imprägniergeschwindigkeit — Imprägniertemperatur — Alterung der Kapillarimprägnierung	

<i>Der Probengeber.</i>	82
Dosierung gasförmiger Substanzen - Dosierung flüssiger Substanzen - Dosierung fester Stoffe	
<i>Der Teiler.</i>	90
Zusammenfassung zur Dosierung	
<i>Der Detektor.</i>	96
Der Mikroflammenionisationsdetektor - Prinzip - Theorie des Mikroflammenionisationsdetektors	
<i>Verstärker.</i>	105
Messung der Verstärkerempfindlichkeit und der Linearität — Das Rauschen des Verstärkers — Zur Berechnung der Verstärkerempfindlichkeit — Zur Prüfung der Empfindlichkeit des Detektors - Berechnung der Detektorfaktoren für quantitative Analysen	
<i>Konstruktive Einzelheiten des MFID.</i>	118
Soll die Düse negatives oder positives Potential besitzen? — Zündung der Flamme - 3-Elektrodenvariante für Wechselstrombetrieb des MFID - Beheizung der Detektorkammer - Optimierung der Arbeitsbedingungen - Grundlinienstabilität - Schlußfolgerungen - Empfindlichkeitsstabilität	
<i>Strahlungsionisationsdetektoren.</i>	130
Prinzip — Empfindlichkeit — Variante des Strahlungsionisationsdetektors - Anschluß an den Schreiber - Konstruktive Einzelheiten - Störungsempfindlichkeit - Literatur zum Abschnitt II -	
 3. Anwendung	
<i>Qualitative Analyse.</i>	139
Identifikationsverfahren - Direkte chromatographische Identifikation - Identifikation mit selektiver Vortrennung - Physikalische Identifikation - Identifikation durch Synthese - Identifikation durch Verwendung von Literaturwerten	
<i>Quantitative Analyse.</i>	152
Literatur zum Abschnitt III	

CHROMATOGRAPHIE IN DER GASPHASE

RUDOLF KAISER

CHEMIKER IN DER BADISCHEN ANILIN- UND SODAFABRIK AG
LUDWIGSHAFEN

Dritter Teil

TABELLEN ZUR GAS-CHROMATOGRAPHIE



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM

INHALTSVERZEICHNIS

1. Tabellen zu Trennaufgabe und Säulenfüllung

Allgemeine Vorbemerkungen	9
Zur Verwendung der Tabelle.	12
Organische Verbindungen	
Alkane — Alkene — Aromaten — Naphthene - Terpene — Gruppen-	
trennungen	
Äther.	21
Gruppentrennungen	
Aldehyde.	22
Gruppentrennungen	
Alkohole.	24
Gruppentrennungen	
Monokarbonsäuren.	26
Dikarbonsäuren - Ester.	27
Ketone.	29
Gruppentrennungen	
Kohlenhydrate.	29
Peroxide - Phenole.	30
Alkaloide.	31
Amine — Aminosäuren — Chinolinbasen — Nitrile - Nitroalkane -	
Pyrazine - Pyridinbasen.	31
Schwefel Verbindungen.	33
Halogenkohlenwasserstoffe - Sonstiges.	34
Spezielle Spurenanalysen.	36
Steroide.	36
Anorganische Verbindungen	
Aluminium - Antimon - Beryllium - Borhydride - Bortrialkyle -	
Cadmium - Chrom - Germaniumhydride - Halogene - Halogen-	
verbindungen - Niob - Phosphornitrilchloride - Silane - Tantal -	
Titan - Uran - Zink — Zinn	36
Gase.	38
Gasgemische.	39
2. Tabellen zu Trennflüssigkeit und Adsorptionsmittel	
Zur Verwendung der Tabelle.	41
Obere Grenzanwendungstemperatur und Siedepunkt	42
Bezugsnachweise.	43
Hochtemperaturtrennflüssigkeiten.	50

Molekularsiebe.	51
Kommerzielle Säulenfüllungen.	53
Silikagele.	57
Trägermaterialien.	58
3. Tabelle der Trägermaterialien	
Beladbarkeit - Oberfläche - katalytische Aktivität	60
4. Tabelle zur Umrechnung von mesh-Angaben in metrisches Ma-	
 schenmaß bzw. von mesh- Werten in zugehörige Partikeldurch-	
 messer.	64
5. Tabelle der Trägergase	
Molgewicht - Dichte - Viskosität - Wärmeleitfähigkeit - spe-	
zifische Wärme - Flaschendaten.	65
6. Tabelle der Druckkorrekturfaktoren	
7. Tabellen der Retentionswerte	
Vorbemerkungen.	72
Absolute Retentionswerte.	74
Retentionsvolumen - Spezifisches Retentionsvolumen - Ver-	
teilungskoeffizient	
Relative Retentionswerte.	77
Retentionsindex.	78
Berechnung des Retentionsindex.	80
Zur Benutzung der Tabellen.	81
Tabellenwerte.	82
8. Stoff spezifische Korrekturfaktoren für quantitative Analysen	
Definition.	116
Allgemeines.	116
Unterschiede bei den verschiedenen Detektoren im quantitativen	
Verhalten.	118
Praktische Bedeutung der Korrekturfaktoren.	118
Quantitative Auswertung des Chromatogramms.	118
Korrekturfaktoren bei Anwendung der Wärmeleitzelle als	
Detektor.	119
Einschränkende Bemerkungen zu den angegebenen Werten . . .	121
Wasserstoff als Trägergas.	123
Helium als Trägergas.	124
Stickstoff als Trägergas.	127
Korrekturfaktoren bei Anwendung des Flammenfarben-	
detektors nach GRANT.	128
Korrekturfaktoren bei Anwendung von Strahlungsionisations-	
detektoren (1).	128

Inhaltsverzeichnis

Korrekturfaktoren bei Anwendung von Strahlungsionisationsdetektoren (2). . . . .	.130
Korrekturfaktoren bei Anwendung von Flammenionisationsdetektoren. . . . .	.133
Korrekturfaktoren für Detektoren, die mit vorgeschaltetem Verbrennungsrohr arbeiten. . . . .	.136
Korrekturfaktoren bei Anwendung der Martin-Gasdichtewaage	140
für Wasserstoff als Trägergas. . . . .	.141
für Stickstoff als Trägergas. . . . .	.141
für Helium als Trägergas. . . . .	.141
für Argon als Trägergas. . . . .	.141
für Kohlensäure als Trägergas. . . . .	.141
Ermittlung von stoffspezifischen Korrekturfaktoren durch eigene Messungen «. . . . .	.142
relative Wärmeleitfähigkeitswerte bezogen auf Benzol	146
absolute Wärmeleitfähigkeitswerte für He, N ₂ und Benzol	147
9. Formelsammlung . . . . .	.148
10. Tabelle der englischen und amerikanischen Maße	173
11. Englische, französische und amerikanische Fachausdrücke und Nomenklaturbegriffe. . . . .	.174
12. Literatur zu den Tabellen. . . . .	.181
13. Tabelle einiger Gerätehersteller und Geräteeigenschaften	197
Sachregister zum Band 1.	210
Band 2.	213
Band 3.	215

CHROMATOGRAPHIE IN DER GASPHASE

VON

RUDOLF KAISER

CHEMIKER IN DER BADISCHEN ANILIN- UND SODAFABRIK AG
LUDWIGSHAFEN

DRITTER BAND • TEIL 2

TABELLEN ZUR GAS-CHROMATOGRAPHIE

2. wesentlich erweiterte Auflage 1969



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM/ZÜRICH

HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

INHALTSVERZEICHNIS

1. Trennaufgabe und Trennsystem	
Empfehlungen . . . . .	.11
1.1 Tabelle Trennaufgabe. . . . .	.13
1.2 Tabelle Gastrennungen. . . . .	.21
Literaturhinweise. . . . .	.24
2. Tabelle der Trennflüssigkeiten	
Einleitendes. . . . .	.25
Faustregeln zur Auswahl der Trennflüssigkeit . . . . .	.26
Zum Gebrauch der Tabellen 2 und 3. . . . .	.28
Trennflüssigkeiten. . . . .	.31
Lieferantenadressen. . . . .	.80
Charakterisierung von Trennflüssigkeiten nach Rohrschneider. . . . .	.81
Tabelle einiger Stoffpolaritäten. . . . .	.88
3. Tabelle der Trägermaterialien. . . . .	.90
Hinweise über Molekularsiebe. . . . .	.108
Angaben zur Herstellung der Trennsäule. . . . .	.109
Drei Imprägnierungsmethoden. . . . .	.117
Qualitätstest . . . . .	.125
4. Mesh-Tabelle. . . . .	.130
5. Tabelle der Trägergase. . . . .	.132
Einige Bemerkungen zur Gasreinigung	

Inhaltsverzeichnis

6. Tabelle der Druckkorrekturfaktoren.	.137
7. Tabellen der Retentionswerte.	.143
Einleitendes	
7.1 Tabelle der Retentionsindices	
Definition	.146
Berechnung des Retentionsindex.	.148
Retentionsindices.	.156
7.2 Tabelle der Funktionsindices.	.182
Zum Gebrauch der Tabelle.	.182
Funktionsindices.	.186
7.3 Tabelle der Retentionsvolumina	.24C
8. Stoffspezifische Korrekturfaktoren für quantitative	
Analysen	.252
Definition.	.252
Praktische Bedeutung	.255
Rechnerische Umwandlung von Korrekturfaktoren.	.255
Zur quantitativen Auswertung des Chromatogramms . . .	.256
Vorausberechenbarkeit von Korrekturfaktoren	.259
Gang des Korrekturfaktors mit der Menge.	.263
Stoffspezifische Korrekturfaktoren.	.266
Ermittlung von stoffspezifischen Korrekturfaktoren	
durch eigene Messung.	.283
Relative Wärmeleitfähigkeitswerte.	.287
Absolute Wärmeleitfähigkeitswerte von He, Benzol, N ₂ in Abhängigkeit von der Temperatur.	.288
9. Konzentrationsangaben und -Umrechnungen.	.289
Umrechnung von Konzentrationsmaßen.	.290
10. Tabelle der englischen und amerikanischen Maße	.292

Inhaltsverzeichnis

11. Englische und amerikanische Fachausdrücke, deutsche, englische und französische	
GC-Nomenklatur.	293
12. Formelsammlung und Definitionen.	303
13. Fehlererkennung am Gas-Chromatographen durch	
Auswertung des Chromatogrammbildes.	322
Stichwortverzeichnis.	341

CHROMATOGRAPHIE IN DER GASPHASE

von

RUDOLF KAISER

CHEMIKER IN DER BADISCHEN ANILIN- & SODA-FABRIK AG
LUDWIGSHAFEN AM RHEIN

Vierter Teil

QUANTITATIVE AUSWERTUNG



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM

HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	8
Einleitung	9
Fehler	15
Ein typisches Fehlerbeispiel	15
Fehlerrechnung in der Gas-Chromatographie	26
Berechnung der Näherungsstandardabweichung	32
Berechnung mit Rechenerleichterungen	35
Der Q-Test	40
Beurteilung des analytischen Ergebnisses	45
Vertrauensbereich	46
F-Test	49
t-Test	50
Literatur zur mathematischen Statistik	51
Methodisch und apparativ bedingte Fehler	53
Probennahme, Probenlagerung	53
Dosieren	57
Trennen	60
Fehler auf Grund falscher Annahmen über die Probenzusammensetzung	68
Detektorfehler, Nachweisen, Registrieren	70
Verstärkerfehler	74
Schreiberfehler	74
Fehler durch Umschalten der Empfindlichkeit	79
Fehlerhafte Arbeitsbedingungen	81
Fehlervermeidung, Zusammenfassung in Stichworten	82
Fehlererkennung und Fehlersuche	85
Methoden der quantitativen Auswertung	86

Auswertung des Differentialchromatogrammes.	88
Peakflächenmessung und Basislinie.	88
Ausmessen bzw. Integrieren der Peakflächen.	97
Ausmessen mit dem Planimeter.	97
Ausmessen durch maschinelles (automatisches) Planimetrieren .	98
Ausmessen durch Umzeichnen in geometrisch einfache Flächen .	99
Ausmessen als Höhe mal Breite in 15 und 85% der Höhe (nach Condal-Bosch).	101
Ausmessen durch Ausschneiden und Wiegen.	104
Ausmessen durch Schnellmethoden und Näherungsmethoden . .	106
Peakhöhenmethode.	107
Näherungsmethode Höhe mal Gesamtretentionszeit	115
Ausmessen durch Höhe mal Breite in halber Höhe.	118
Halbautomatische und automatische Integration.	130
Genauigkeit von Integratoren.	144
Mechanische Integratoren.	146
Elektromechanische Integratoren.	149
Elektrische und elektrochemische Integratoren.	152
Elektronische Digitalintegratoren.	156
Integratorreproduzierbarkeit bei Kapillaranalysen.	162
Automatische Basislinienkorrektur.	164
Erfassung ‚schneller‘ Peaks.	166
Systematische Integratorfehler.	168
Integratorfehler bei Bestimmung niederer Konzentrationen .	171
Literatur über Integratoren.	173
Hersteller von Integratoren.	175
Ausmessen kaum getrennter Peaks.	177
Auswertung integraler Chromatogramme.	184
Umwandlung der GC-Meßwerte in das Analyseergebnis.	190
Korrekturfaktoren.	190
Rechnerische Umwandlung von Korrekturfaktoren.	193
Vorausberechenbarkeit von Korrekturfaktoren.	195
Vorausberechenbarkeit von Korrekturfaktoren für den Wärme- leitdetektor.	196
Vorausberechenbarkeit von Korrekturfaktoren für den Flam- menionisationsdetektor.	198

Gang des Korrekturfaktors mit der absoluten Menge	202
Faktorendrift über lange Zeit	204
Endauswertung	
100%-Methode.	206
Absolute Eichung.	207
Auswertung mit innerem Standard.	209
Einfluß von Menge und Art des inneren Standards.	213
Zumischmethode.	214
Anwendung der verschiedenen Auswertemethoden bei speziellen Problemen der quantitativen GC.	216
Konzentrationsangaben und -Umrechnungen.	217
Umrechnung von Konzentrationsmaßen.	219
Buchführung im Routinelabor.	220
Allgemeinere Literatur zur quantitativen GC.	221
Methoden zur Kontrolle des analytischen Ergebnisses.	222
Die Kopplung GC-DC.	222
Apparative und methodische Einzelheiten.	231
Tabelle der Quadratzahlen von 1-1000.	241
Fünfstellige Mantissen der dekadischen Logarithmen der Zahlen	
100-1000.	249
Stichwortverzeichnis.	269

CHROMATOGRAPHIE IN DER GASPHASE

RUDOLF KAISER

CHEMIKER IN DER BADISCHEN ANILIN- & SODA-FABRIK AG
LUDWIGSHAFEN AM RHEIN

Vierter Band, Teil 2

QUANTITATIVE AUSWERTUNG

2., erweiterte Auflage 1969



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM/ZÜRICH

HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

INHALTSVERZEICHNIS

Band IV • 2. Teil

Auswertung integraler Chromatogramme.	186
Umwandlung der GC-Meßwerte in das Analysenergebnis.	192
Korrekturfaktoren.	192
Rechnerische Umwandlung von Korrekturfaktoren.	195
Vorausberechenbarkeit von Korrekturfaktoren.	197
Vorausberechenbarkeit von Korrekturfaktoren für den Wärmeleitdetektor.	198
Vorausberechenbarkeit von Korrekturfaktoren für den Flammenionisationsdetektor.	200
Gang des Korrekturfaktors mit der absoluten Menge	204
Faktorendrift über lange Zeit.	206
Endauswertung	
100%-Methode.	208
Absolute Eichung.	209
Auswertung mit innerem Standard.	211
Einfluß von Menge und Art des inneren Standards.	215
Zumischmethode.	216
Anwendung der verschiedenen Auswertemethoden bei speziellen Problemen der quantitativen GC.	218
Konzentrationsangaben und -Umrechnungen.	19
Umrechnung von Konzentrationsmaßen.	221
Buchführung im Routinelabor.	222
Allgemeinere Literatur zur quantitativen GC.	223
Methoden zur Kontrolle des analytischen Ergebnisses.	224
Die Kopplung GC-DC.	224
Apparative und methodische Einzelheiten.	233
Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit.	242
wichtige Begriffe bei Liefervereinbarungen.	242
Computerauswertung in der Gas-Chromatographie.	249
Tabelle der Quadratzahlen von 1-1000.	263

Fünfstellige Mantissen der dekadischen Logarithmen der Zahlen 100-1000.	271
Stichwortverzeichnis.	291

INHALTSVERZEICHNIS

Band IV • 1. Teil

Vorwort.	10
Einleitung.	11
Fehler.	17
Ein typisches Fehlerbeispiel.	17
Fehlerrechnung in der Gas-Chromatographie.	28
Berechnung der Näherungsstandardabweichung.	34
Berechnung mit Rechenerleichterungen.	37
Der Q-Test.	42
Beurteilung des analytischen Ergebnisses.	47
Vertrauensbereich.	48
F-Test.	51
t-Test.	52
Literatur zur mathematischen Statistik.	53
Methodisch und apparativ bedingte Fehler.	55
Probennahme, Probenlagerung.	55
Dosieren.	59
Trennen.	62
Fehler auf Grund falscher Annahmen über die Probenzusammensetzung.	70
Detektorfehler, Nachweisen, Registrieren.	72
Verstärkerfehler.	76
Schreiberfehler.	76

Fehler durch Umschalten der Empfindlichkeit	81
Fehlerhafte Arbeitsbedingungen	83
Fehlervermeidung, Zusammenfassung in Stichworten	84
Fellernererkennung und Fehlersuche	87
Methoden der quantitativen Auswertung	88
Auswertung des Differentialchromatogrammes	90
Peakflächenmessung und Basislinie	90
Ausmessen bzw. Integrieren der Peakflächen	99
Ausmessen mit dem Planimeter	99
Ausmesseii durch maschinelles (automatisches) Planimetrieren	100
Ausmessen durch Umzeichnen in geometrisch einfache Flächen	101
Ausmessen als Höhe mal Breite in 15 und 85% der Höhe (nach Condal-Bosch)	103
Ausmessen durch Ausschneiden und Wiegen	106
Ausmessen durch Schnellmethoden und Näherungsmethoden	108
Peakhöhenmethode	109
Näherungsmethode Höhe mal Gesamtretentionszeit	117
Ausmessen durch Höhe mal Breite in halber Höhe	120
Halbautomatische und automatische Integration	132
Genauigkeit von Integratoren	146
Mechanische Integratoren	148
Elektromechanische Integratoren	151
Elektrische und elektrochemische Integratoren	154
Elektronische Digitalintegratoren	158
Integratorreproduzierbarkeit bei Kapillaranalysen	164
Automatische Basislinienkorrektur	166
Erfassung ‚schneller‘ Peaks	168
Systematische Integratorfehler	170
Integratorfehler bei Bestimmung niederer Konzentrationen	173
Literatur über Integratoren	175
Hersteller von Integratoren	177
Ausmessen kaum getrennter Peaks	179