

# Inhalt

Vorwort — v

## Teil I Einleitung

### 1 Bewertung von Trennverfahren — 3

- 1.1 Ideale und reale Trennungen — 3
- 1.2 Trennfaktor – Anreicherungsfaktor – Abreicherungsfaktor — 3
- 1.3 Bei analytischen Trennungen erforderliche Trennfaktoren — 4
- 1.4 Grenzen der Anwendbarkeit des Trennfaktors – Selektivität und Spezifität von Trennungen — 5

### 2 Einteilung von Trennverfahren — 7

- 2.1 Trennungen durch unterschiedliche Verteilung zwischen zwei nicht mischbaren Phasen — 7
- 2.2 Trennungen durch unterschiedliche Wanderungsgeschwindigkeiten in einer Phase — 7

### 3 Chemische Reaktionen bei Trennungen — 9

- 3.1 Reaktionen der abzutrennenden Substanz — 9
- 3.2 Maskierung von Störungen — 9
- 3.3 Trennung durch Transportreaktion in der Gasphase — 11
- 3.4 Zerstörung von Kontaminanten — 12

### 4 Analytische Anwendung unvollständiger Trennungen — 15

- 4.1 Allgemeines — 15
- 4.2 Empirische Ausbeutebestimmung — 15
- 4.3 Ausbeutebestimmung mit Hilfe von Verteilungskoeffizienten — 15
- 4.4 Isotopenverdünnungsmethode — 16
- 4.5 Trennungen mit substöchiometrischer Reagenszugabe — 19
- 4.6 Standardadditionsverfahren — 22

### 5 Konzentrationsangaben — 25

## Teil II Trennungen durch unterschiedliche Verteilung zwischen zwei nicht mischbaren Phasen

### 6 Einführung — 29

- 6.1 Merkmale des Einzelschrittes – Hilfsphasen – Verteilungskoeffizient – Verteilungsisotherme — 29

6.2	Wirksamkeit von Trennungen durch Verteilung – Trennfaktor – graphische Darstellung der Wirksamkeit —	31
6.3	Praktisch erreichbare Trennfaktoren —	34
6.4	Verbessern von Trennungen durch optimierte Wahl der Bedingungen —	35
6.5	Verbessern von Trennungen durch Zwischenschieben von Hilfssubstanzen —	35
6.6	Verbessern von Trennungen durch Ausnutzen unterschiedlicher Geschwindigkeiten bei der Einstellung der Verteilungsgleichgewichte oder von unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten —	36
6.7	Verbessern von Trennungen durch Wiederholung des Einzelschrittes —	36
6.8	Übersicht —	61
<b>7</b>	<b>Verteilung zwischen zwei Flüssigkeiten —</b>	<b>65</b>
7.1	Allgemeines —	65
7.2	Trennungen durch einmalige Gleichgewichtseinstellung —	80
7.3	Trennungen durch einseitige Wiederholung —	82
7.4	Trennungen durch systematische Wiederholung: Trennreihe —	86
7.5	Trennungen durch systematische Wiederholung: Säulenverfahren (Verteilungs-Chromatographie) —	89
7.6	Trennungen durch systematische Wiederholung: Dünnschicht-Technik (Dünnschicht-Verteilungs-Chromatographie) —	96
7.7	Gegenstromverteilung —	96
<b>8</b>	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten —</b>	<b>99</b>
8.1	Allgemeines —	99
8.2	Trennungen durch einmalige Gleichgewichtseinstellung —	101
8.3	Trennungen durch einseitige Wiederholung —	105
8.4	Trennungen durch systematische Wiederholung: Säulenverfahren (Gas-Chromatographie) —	106
8.5	Gegenstromverfahren —	121
8.6	Kreuzstromverfahren —	121
<b>9</b>	<b>Adsorption und Absorption von Gasen an Festkörpern —</b>	<b>123</b>
9.1	Allgemeines —	123
9.2	Trennungen durch einmalige Gleichgewichtseinstellung —	131
9.3	Trennungen durch einseitige Wiederholung —	132
9.4	Trennungen durch systematische Wiederholung: Säulenverfahren (Gas-Adsorptions-Chromatographie) —	133
9.5	Gegenstromverfahren —	137

<b>10</b>	<b>Adsorption von gelösten Substanzen an Festkörpern — 141</b>
10.1	Allgemeines — 141
10.2	Trennungen durch einmalige Gleichgewichtseinstellung — 150
10.3	Trennungen durch einseitige Wiederholung — 151
10.4	Trennungen durch systematische Wiederholung: Trennreihe — 153
10.5	Trennungen durch systematische Wiederholung: Säulenmethoden (Adsorptions-Chromatographie) — 154
10.6	Trennungen durch systematische Wiederholung: Planar-Verfahren (Dünnschicht-Chromatographie, Papier-Chromatographie) — 163
10.7	Kreuzstrom-Verfahren — 167
<b>11</b>	<b>Ionenaustausch — 173</b>
11.1	Allgemeines — 173
11.2	Trennungen durch einmalige Gleichgewichtseinstellung — 190
11.3	Trennungen durch einseitige Wiederholung — 191
11.4	Trennungen durch systematische Wiederholung: Säulenmethoden (Ionenaustausch-Chromatographie) — 193
11.5	Trennungen durch systematische Wiederholung: Planar-Technik (Dünnschicht-Ionenaustausch-Chromatographie) — 200
11.6	Gegenstromverfahren — 201
<b>12</b>	<b>Löslichkeit: Fällungsmethoden — 203</b>
12.1	Allgemeines — 203
12.2	Trennungen durch einmalige Gleichgewichtseinstellung: Arbeitsweise mit einer Hilfsphase — 217
12.3	Trennungen durch einmalige Gleichgewichtseinstellung: Arbeitsweise mit zwei Hilfsphasen — 236
12.4	Trennungen durch einseitige Wiederholung — 243
12.5	Trennungen durch systematische Wiederholung: Fällungs-Chromatographie — 245
12.6	Trennungen durch systematische Wiederholung: Dünnschicht-Technik (Fällungs-Papierchromatographie) — 245
<b>13</b>	<b>Löslichkeit: Extraktion und Phasenanalyse — 249</b>
13.1	Allgemeines – Definitionen – Hilfsphasen — 249
13.2	Trennungen durch einmalige Gleichgewichtseinstellung — 249
13.3	Trennungen durch einseitige Wiederholung — 250
13.4	Gegenstromverfahren — 256
<b>14</b>	<b>Löslichkeit: Kristallisation — 259</b>
14.1	Allgemeines (Definitionen – Hilfsphasen – Schmelz- und Löslichkeitsdiagramme) — 259

14.2	Trennungen durch einmalige Kristallisation —	261
14.3	Trennungen durch einseitige Wiederholung —	262
14.4	Systematische Wiederholung (Kristallisation im Dreieckschema – Trennreihe – Säulenverfahren) —	265
14.5	Gegenstromverfahren —	267
<b>15</b>	<b>Verflüchtigung: Destillation und verwandte Verfahren —</b>	<b>269</b>
15.1	Allgemeines —	269
15.2	Trennungen durch einmalige Gleichgewichtseinstellung —	284
15.3	Trennungen durch einseitige Wiederholung ohne Hilfssubstanz —	290
15.4	Trennungen durch einseitige Wiederholung mit Hilfssubstanz —	296
15.5	Gegenstromverfahren ohne Hilfssubstanz —	305
15.6	Gegenstromverfahren mit Hilfssubstanz —	314
15.7	Wirksamkeit und Anwendungsbereich der Methode —	315
<b>16</b>	<b>Verflüchtigung: Sublimation —</b>	<b>321</b>
16.1	Allgemeines —	321
16.2	Trennungen durch einseitige Wiederholung —	322
<b>17</b>	<b>Kondensation —</b>	<b>331</b>
17.1	Allgemeines —	331
17.2	Trennungen durch einmalige Gleichgewichtseinstellung —	331
17.3	Systematische Wiederholung von Kondensationen —	333
<b>Teil III</b>	<b>Trennungen durch unterschiedliche Wanderungsgeschwindigkeiten in einer Phase</b>	
<b>18</b>	<b>Einführung —</b>	<b>337</b>
<b>19</b>	<b>Wanderung von Ladungsträgern in elektrischen und magnetischen Feldern (Massenspektrometrie) —</b>	<b>339</b>
19.1	Geschichtliche Entwicklung —	339
19.2	Allgemeines —	339
19.3	Eindimensionale massenspektrometrische Trennungen (Flugzeit-Massenspektrometer) —	346
19.4	Zweidimensionale massenspektrometrische Trennungen —	348
19.5	Wirksamkeit der Methode – Auflösungsvermögen —	355
<b>20</b>	<b>Wanderung gelöster Ladungsträger im elektrischen Feld (Elektrophorese; Elektrodialyse) —</b>	<b>361</b>
20.1	Geschichtliche Entwicklung —	361
20.2	Allgemeines —	361

20.3	Eindimensionale elektrophoretische Trennungen ohne Träger (Tiselius-Methode) —	369
20.4	Eindimensionale elektrophoretische Trennungen mit Träger (Trägerelektrophorese) —	370
20.5	Spezielle Effekte bei inhomogenen Trennstrecken —	375
20.6	Eindimensionale Trennungen mit semipermeabler Membran (Elektrodialyse) —	383
20.7	Gegenstrom-Elektrophorese —	384
20.8	Zweidimensionale Arbeitsweise —	385
20.9	Wirksamkeit und Anwendungsbereich der Methode —	387
<b>21</b>	<b>Wanderung von Teilchen im Konzentrationsgradienten (Diffusion) —</b>	<b>391</b>
21.1	Geschichtliche Entwicklung —	391
21.2	Allgemeines —	391
21.3	Eindimensionale Trennungen durch Diffusion —	395
21.4	Pervaporation —	397
21.5	Gegenstromverfahren —	397
21.6	Zweidimensionale Trennungen durch Diffusion —	398
21.7	Wirksamkeit und Anwendungsbereich der Methode —	403
<b>22</b>	<b>Wanderung von Teilchen im Gravitationsfeld (Sedimentation – Flotation) —</b>	<b>409</b>
22.1	Allgemeines – Definitionen – Zentrifugalkraft —	409
22.2	Trennungen mit Hilfe von schweren Flüssigkeiten —	410
22.3	Trennungen durch Sedimentation im Gravitationsfeld der Erde —	410
22.4	Trennungen mit Hilfe der Ultrazentrifuge —	411
22.5	Wirksamkeit und Anwendungsbereich der Methode —	412
<b>23</b>	<b>Trennung von Teilchen im gekreuzten Kraftfeld —</b>	<b>415</b>
23.1	Allgemeines – Definitionen – Asymmetrische Feldflussfraktionierung – Anwendungen —	415
Stichwortverzeichnis —		419