

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b> .....	1
<b>2 Das chemische Gleichgewicht</b> .....	3
2.1 Die Herausbildung der Lehre vom chemischen Gleichgewicht. ....	4
2.2 Warum spielen chemische Gleichgewichte eine besondere Rolle in der Konzentrationsanalytik? .....	8
2.3 Kann man die Geschwindigkeit der Einstellung eines chemischen Gleichgewichts auch analytisch nutzen? .....	8
2.4 Die thermodynamische Beschreibung des chemischen Gleichgewichts. ....	8
2.5 Die Rolle der Entropie für die Gleichgewichtslage .....	11
2.6 Die kinetische Beschreibung des chemischen Gleichgewichts .....	12
2.7 Reversibilität und Irreversibilität chemischer Reaktionen (chemischer Gleichgewichte). ....	13
2.8 Katalyse – der „Zauberweg“, die Einstellung von Gleichgewichten zu beschleunigen. ....	14
2.9 Leitfaden zur rechnerischen Behandlung chemischer Gleichgewichte. ....	15
Literatur. ....	15
<b>3 Säure-Base-Gleichgewichte</b> .....	17
3.1 Die historische Entwicklung der Säure-Base-Theorien .....	17
3.2 Die Quantifizierung der Säure- und Basestärke auf der Basis der Brønsted-Lowry-Theorie .....	27
3.2.1 Säure-Base-Konstanten .....	27
3.2.2 Der pH-Wert. ....	32
3.2.3 Die Stärke von Säuren und Basen .....	34
3.2.4 Gesetzmäßigkeiten bei den Stärken anorganischer Säuren .....	37
3.2.5 Gesetzmäßigkeiten bei den Stärken organischer Säuren und Basen. ....	49
3.2.6 Nichtwässrige Lösungsmittel. ....	52

3.3	Die mathematische und grafische Beschreibung von Säure-Base-Gleichgewichten. . . . .	57
3.3.1	Ein- und mehrbasige Säuren . . . . .	57
3.3.2	pH- $\text{lg}c_1$ -Diagramme . . . . .	59
3.3.3	Berechnung von pH-Werten in wässrigen Lösungen mit Näherungsgleichungen. . . . .	71
3.3.4	pH-Werte von Salzlösungen. . . . .	75
3.4	Der Protolysegrad und das Ostwald'sche Verdünnungsgesetz. . . . .	78
3.5	Säure-Base-Gleichgewichte von Aminosäuren . . . . .	83
3.6	Säure-Base-Gleichgewichte an Festkörperoberflächen . . . . .	88
3.7	Pufferlösungen . . . . .	92
	Literatur. . . . .	96
<b>4</b>	<b>Komplexgleichgewichte</b> . . . . .	<b>99</b>
4.1	Ein- und mehrzählige Liganden . . . . .	99
4.2	Nebenreaktionskoeffizienten und effektive Stabilitätskonstanten . . . . .	102
4.2.1	Nebenreaktionen der Liganden . . . . .	103
4.2.2	Nebenreaktionen der Metallionen . . . . .	104
4.2.3	Konditionelle (effektive) Stabilitätskonstanten . . . . .	105
4.2.4	Die pH-Abhängigkeit der Nebenreaktionskoeffizienten und der effektiven Stabilitätskonstanten . . . . .	106
4.3	Der Chelateffekt. . . . .	109
4.4	Biochemisch wichtige Metall-Chelatkomplexe. . . . .	111
4.4.1	Die Häme . . . . .	112
4.4.2	Chlorophylle. . . . .	115
4.4.3	Cobalamine . . . . .	115
4.4.4	Zinkfingerproteine . . . . .	116
4.4.5	Ionophore . . . . .	116
4.5	Anwendungen von Komplex-Gleichgewichten . . . . .	117
	Literatur. . . . .	119
<b>5</b>	<b>Löslichkeitsgleichgewichte</b> . . . . .	<b>121</b>
5.1	Die Sättigungskonzentration . . . . .	123
5.2	Die pH-Abhängigkeit der Sättigungskonzentration. . . . .	127
5.2.1	Die pH-Abhängigkeit der Sättigungskonzentration von Metallhydroxiden, -oxid-hydroxiden und -oxiden. . . . .	127
5.2.2	Grafische Darstellung der Löslichkeit von Metallhydroxiden als Funktion des pH-Werts. . . . .	131
5.2.3	Löslichkeitsgleichgewichte von Metallhydroxiden in Anwesenheit von Komplexbildnern. . . . .	134
5.2.4	Die pH-Abhängigkeit der Sättigungskonzentration von Metallsulfiden . . . . .	138

---

5.3 Mitfällungen.....	142
Literatur.....	145
<b>6 Redoxgleichgewichte.....</b>	<b>147</b>
6.1 Quantitative Beschreibung von Redoxgleichgewichten.....	149
6.2 Berechnung der Gleichgewichtskonstanten beliebiger Redoxreaktionen.....	155
6.3 Formalpotenziale.....	157
6.3.1 Formalpotenziale, die nur Aktivitätskoeffizienten berücksichtigen.....	159
6.3.2 Formalpotenziale, die Aktivitätskoeffizienten und Nebenreaktionen (Nebengleichgewichte) berücksichtigen.....	159
6.4 pH-abhängige Redoxpotenziale.....	162
6.4.1 Redoxgleichgewichte, an denen Säure-Base-Gleichgewichte beteiligt sind, die sich experimentell von den Elektronenübertragungen abtrennen lassen.....	162
6.4.2 Redoxgleichgewichte, an denen Säure-Base-Gleichgewichte beteiligt sind, die sich experimentell nicht von den Elektronenübertragungen abtrennen lassen.....	167
6.5 Beziehungen zwischen den Standardpotenzialen von Elementen mit mehreren Oxidationsstufen: Die Luther'sche Regel.....	169
6.6 Biochemische Standardpotenziale.....	172
6.7 Redoxpotenziale in nichtwässrigen Lösungsmitteln.....	173
6.8 Grafische Darstellung von Redoxgleichgewichten.....	175
6.9 Kinetische Aspekte von Redoxgleichgewichten.....	177
Literatur.....	179
<b>7 Verteilungsgleichgewichte.....</b>	<b>181</b>
7.1 Die Verteilung neutraler Moleküle.....	181
7.2 Die Verteilung von Salzen.....	183
7.3 Verteilung von Ionen zwischen der Oberfläche einer festen Phase und der angrenzenden flüssigen Phase.....	187
7.4 Zusammenspiel von Verteilungsgleichgewichten mit homogenen Lösungsgleichgewichten.....	188
7.5 Bedeutung von Verteilungsgleichgewichten für biologische Systeme.....	188
7.6 Anwendung von Verteilungsgleichgewichten in der Chemie.....	189
Literatur.....	189
<b>8 Titrationsen.....</b>	<b>191</b>
8.1 Historische Einführung.....	191
8.2 Allgemeine Theorie der Titrationsen.....	195

---

8.3	Titrationenvarianten . . . . .	197
8.3.1	Direkte Titration . . . . .	197
8.3.2	Inverse Titration . . . . .	198
8.3.3	Rücktitration . . . . .	198
8.3.4	Substitutionstitration . . . . .	200
8.3.5	Indirekte Titration . . . . .	201
8.4	Theoretische Betrachtungen und grafische Darstellung des Verlaufs einer Titration . . . . .	202
8.4.1	Säure-Base-Titrationen . . . . .	204
8.4.2	Komplexometrische Titrationen . . . . .	212
8.4.3	Fällungstitrationen . . . . .	217
8.4.4	Redox-titrationen . . . . .	222
8.5	Indikationsverfahren für Titrationen . . . . .	230
8.5.1	Klassische Verfahren . . . . .	230
8.5.2	Titrationenfehler bei klassischen Titrationen . . . . .	244
8.5.3	Instrumentelle Indikationsverfahren für Titrationen . . . . .	251
	Literatur . . . . .	264
	<b>Namensverzeichnis . . . . .</b>	<b>267</b>
	<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>269</b>