

LEHRBUCHREIHE GALVANOTECHNIK

J. N. M. Unruh

Lehrbuch der Elektrochemie

1. Auflage

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	11
1.1	Grundbegriffe und -definitionen	11
1.1.1	Grundlegende Erläuterungen	11
1.2	Elektrolyte und ihre Eigenschaften	17
1.2.1	Elektrolyte als Mischphasen	17
1.2.2	Kolligative Eigenschaften von Elektrolyten	23
1.2.3	Physikalische Eigenschaften von Elektrolyten	34
1.2.4	Chemische Eigenschaften von Elektrolyten	42
1.2.5	Anwendung der Elektrolyteigenschaften zur Elektrolytführung	52
1.2.6	Elektrolyteinteilung	55
1.3	Grundbegriffe der Thermodynamik	56
1.3.1	Energie, Arbeit und chemisches Potenzial	56
1.3.2	Phasenübergänge	58
1.3.3	Reaktionswahrscheinlichkeit	59
1.3.4	Energieumsatz	59
1.3.5	Elektrochemische Thermodynamik	60
1.4	Elektrische Grundbegriffe und Grundtatsachen	62
1.4.1	Atom und Ion	62
1.4.2	Ladung	64
1.4.3	Molanzahl n	66
1.4.4	Elektrischer Strom	68
1.4.5	Spannung	71
1.4.6	Widerstand	72
1.4.7	Leistung	73
1.4.8	Energie	73
1.4.9	Stromwärme	73
1.4.10	Elektrochemische Zelle	73
1.4.11	Coulombsches Gesetz	74
1.5	Strömungsfelder im Vergleich	75
2	Stromlose Elektrolyte	80
2.1	Dissoziation und Elektrolytarten	80
2.1.1	pH-Wert	95
2.1.2	Dissoziations- und Hägg-Diagramme	102

2.1.3	Indikatoren.....	114
2.1.4	Potenzial-pH-Diagramme.....	115
2.2	Hydratation der Ionen.....	116
2.3	Hydrolyse.....	124
2.3.1	Puffer.....	126
2.4	Ionenreaktionen.....	132
2.4.1	Fällung.....	132
2.4.2	Komplexierung.....	133
2.4.3	Nomenklatur.....	135
2.4.4	Farbe der Ionen.....	136
3	Stromtransport in Elektrolyten.....	138
3.1	Bewegung der Ionen im elektrischen Feld.....	138
3.1.1	Elektrolytische Leitfähigkeit.....	142
3.1.2	Molare Leitfähigkeit.....	145
3.1.3	Äquivalentleitfähigkeit.....	145
3.1.4	Grenzleitfähigkeiten.....	146
3.1.5	Überführungszahlen.....	148
3.2	Aktivitätskoeffizienten.....	155
3.2.1	Dissoziationsgrade.....	155
3.2.2	Theorie der interionischen Wechselwirkung.....	157
3.2.3	Osmotischer und Leitfähigkeitskoeffizient.....	160
3.2.4	Chemisches Potenzial.....	161
3.2.5	Aktivitätskoeffizienten.....	161
3.2.6	Aktivitätskoeffizienten in den verschiedenen Konzentrationsmaßen ..	165
3.3	Äquivalentleitfähigkeit, Ionenbeweglichkeit und Diffusionskoeffizienten.....	171
3.3.1	Äquivalentleitfähigkeit.....	171
3.3.2	Ionenbeweglichkeit.....	172
3.3.3	Diffusionskoeffizienten.....	173
3.4	Nicht-wässrige Elektrolyte, aprotische Elektrolyte.....	174
3.5	Salzschmelzen.....	177
3.6	Ionische Flüssigkeiten.....	180
4	Stromlose Elektroden und Zellen, Potenzialbildung.....	184
4.1	Potenzialbildung, chemisches und elektrisches Potenzial, Austausch stromdichte.....	184
4.1.1	Wasser und feste Oberflächen.....	184
4.1.2	Doppelschichten.....	186
4.1.3	Potenzialbildung.....	188
4.2	Spannungsreihen.....	195
4.3	Zellenspannung.....	198
4.3.1	Reale elektrochemische Systeme.....	198

4.4	Anwendung und Anwendbarkeit der Nernstschen Gleichung.....	200
4.4.1	Anwendbarkeit bei hohen und geringen Konzentrationen.....	201
4.4.2	Konzentrationsangaben in Legierungen.....	202
4.5	Elektrodenarten	203
4.5.1	Elektroden 1. Art.....	206
4.5.2	Elektroden 2. Art.....	207
4.5.3	Elektroden 3. Art.....	211
4.5.4	Redoxelektroden	212
4.5.5	Mehrfache Elektroden – Mischpotenziale.....	219
4.5.6	Glaselektroden.....	221
4.5.7	Ionensensitive Elektroden	223
4.5.8	Referenzelektroden.....	227
4.6	Diffusionsspannungen, Diffusions- und Membranpotenziale	230
4.6.1	Diaphragmen	233
4.7	Konzentrationselemente.....	239
5	Zellen unter Strom	243
5.1	Elektrochemische Reaktionen und Faradaysche Gesetze.....	243
5.2	Antransport der Ionen.....	247
5.2.1	Antransport zur Kathode.....	248
5.2.2	Diffusionsgrenzschicht	250
5.3	Polarisation und Überspannung, Stromdichte-Potenzial-Kurven	254
5.3.1	Überspannungsarten	255
5.3.2	Widerstandspolarisation	256
5.3.3	Stromdichte-Potenzial-Kurven	256
5.4	Zersetzungsspannungen	259
5.5	Durchtrittsüberspannung.....	263
5.5.1	Austauschstromdichte.....	268
5.6	Diffusionsüberspannung	270
5.6.1	Bewegungsformen galvanischer Elektrolyte und Hydrodynamik	273
5.6.2	Grenzschichten an der Elektrode.....	278
5.7	Reaktionsüberspannung	280
5.8	Konzentrationspolarisation	286
5.9	Kristallisationsüberspannung.....	290
5.10	Anodische Prozesse.....	295
5.11	Depolarisation.....	303
6	Metallkristallisation.....	305
7	Elektrochemie der Kolloide, elektrokinetische Erscheinungen	316
7.1	Elektrochemie der Kolloide.....	319
7.2	Elektroosmose und andere elektrokinetische Erscheinungen	321
7.3	Elektrophorese	324

8 Technische Anwendungen	326
8.1 Elektrochemische Betriebsanlagen	328
8.2 Elektrometallurgie wässriger Lösungen	334
8.2.1 Zinkgewinnung	335
8.2.2 Kupferraffination	335
8.3 Galvanotechnik	337
8.3.1 Galvanoplastik	338
8.3.2 Elektrochemisches Abtragen	338
8.4 Metallpulverherstellung	339
8.5 Nichtmetallurgische elektrochemische Verfahren	340
8.6 Elektrolysen geschmolzener Salze	342
8.7 Primärelemente und Akkumulatoren	344
8.7.1 Primärelemente	344
8.7.2 Sekundärelemente – Akkumulatoren	346
8.8 Korrosion und Passivität	347
8.9 Elektrophoretische Verfahren	350
8.9.1 ETL – elektrophoretische Tauchlackierung	350
8.9.2 KTL – Duplexbeschichtungen	351
8.9.3 Emailauftrag	351
8.9.4 Gelelektrophorese	351
9 Analytische Anwendungen	353
9.1 Elektrogravimetrie	353
9.2 Endpunktanzeigen bei Titrationsen	355
9.2.1 Konduktometrie	355
9.2.2 Potenziometrie	356
9.3 Apparative Analyseverfahren	358
10 Elektrochemie in der Umwelt	361
10.1 Sekundäre Prozesse	363
10.2 Wasseraufbereitung	369
10.3 Abwasserbehandlung	369
10.3.1 Elektrochemische Trennverfahren	372
10.4 Altlastsanierung	377
10.5 Wertstoffrecycling und -herstellung	381
Stichwortverzeichnis	382