

Quantitative Analyse durch Elektrolyse.

Von

Alexander Classen.

Fünfte Auflage in durchaus neuer Bearbeitung.

Unter Mitwirkung von **H. Cloeren.**

Mit 54 Textabbildungen und 2 Tafeln.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1908

ISBN 978-3-662-40587-1

ISBN 978-3-662-41065-3 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-41065-3

Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>

HANS LANDOLT

IN FREUNDSCHAFT UND VEREHRUNG

GEWIDMET

Vorwort.

Als ich im Jahre 1882 als erster eine „Anleitung zur quantitativen Analyse auf elektrolytischem Wege“ herausgab, enthielt das Schriftchen in der Hauptsache die Methoden, welche im hiesigen Laboratorium aufgefunden worden waren. Auch wurde schon die Anwendbarkeit der Methoden zur Analyse von technischen Produkten an Beispielen gezeigt. Die folgenden Auflagen des Buches enthalten die Neuerungen und Vervollkommnungen, welche in der Zeit von 1882 bis 1897 gemacht wurden, und in den allgemeinen Teil der 4. Auflage wurden auch einige auf die damals noch neue Theorie der Lösungen gegründete theoretische Betrachtungen aufgenommen. Im letzten Jahrzehnt jedoch erstreckt sich die Ausbildung, welche die elektroanalytischen Methoden hier, sowie in anderen Instituten des In- und Auslandes erfahren haben, nicht allein auf deren praktische Seite, sondern infolge der Entwicklung der physikalischen Chemie, speziell der Elektrochemie, hat die Elektroanalyse auch eine wissenschaftliche Grundlage erhalten. Die Fortschritte sind nach beiden Richtungen derart bedeutend, daß eine vollständige Umarbeitung des Buches erforderlich war, so daß die vorliegende neue Auflage als ein neues Werk angesehen werden kann.

Neu aufgenommen sind u. a. die in den letzten Jahren ausgebildeten schnellelektroanalytischen Methoden, darunter die Bestimmung und Trennung der Halogene, sowie der Metalle der Alkalien und alkalischen Erden, und ein spezieller angewandter

Teil. Zur Ausführung der Schnellmethoden wurde die im hiesigen Laboratorium vorhandene Einrichtung beschrieben. Diese Anlage, welche die erste ihrer Art in Deutschland ist, hat in der kurzen Zeit ihres Bestehens bereits mehrfach als Muster für ähnliche Einrichtungen gedient.

Aachen,
Anorganisches und elektrochemisches Laboratorium
der Kgl. technischen Hochschule,
30. Mai 1908.

A. Classen.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
Wanderung der Ionen	14
Widerstand	17
Elektromotorische Kraft oder Spannung	23
Ausführung der Elektroanalyse	46
Einwirkung des Stromes auf die Elektrolyte	46
Einfache Elektrolyte	47
Komplexe Elektrolyte	51
Form des Niederschlags und Dauer der Fällung	55
Elektrodenformen	57
Elektroanalyse mit bewegtem Elektrolyten (Schnellelektroanalyse)	65
Schnellelektroanalyse mittels magnetischer Rührung	79
Elektrolytische Bestimmung eines Metalls und Trennungen	86
Über die Abscheidung der Metalle in einfachen und in komplexen Elektrolyten	89
Einfluß der Temperatur auf die Trennungen von Metallen in kom- plexen Elektrolyten	101
Geschichtliches	106
Elektroanalytische Bestimmungen	112
Kupfer	112
Abscheidung des Kupfers aus schwefelsaurer Lösung	112
Abscheidung des Kupfers aus salpetersaurer Lösung	117
Abscheidung des Kupfers aus ammoniakalischer Lösung	120
Schnellfällung des Kupfers aus ammoniakalischer Lösung	121
Blei	123
Schnellfällung des Bleisuperoxyds in salpetersaurer Lösung	126
Cadmium	127
Abscheidung aus schwefelsaurer Lösung	127
Abscheidung des Cadmiums aus cyankalischer Lösung	130
Schnellfällung des Cadmiums aus cyankalischer Lösung	131
Abscheidung des Cadmiums aus Oxalatlösung	132
Wismut	133
Silber	142
Abscheidung aus salpetersaurer Lösung	143
Abscheidung des Silbers aus cyankalischer Lösung	144
Quecksilber	145
Abscheidung aus salpetersaurer Lösung	145

	Seite
Schnellfällung des Quecksilbers aus salpetersaurer Lösung . . .	146
Abscheidung des Quecksilbers aus cyankalischer Lösung	147
Antimon	148
Ausführung der Antimonabscheidung in Schwefelnatriumlösung	153
Zinn	154
Abscheidung des Zinns aus der Oxalatlösung	155
Schnellfällung des Zinns aus Schwefelammoniumlösung	157
Arsen	158
Gold	159
Abscheidung aus cyankalischer Lösung	159
Schnellfällung des Goldes aus cyankalischer Lösung	160
Abscheidung des Goldes aus der Lösung in Schwefelnatrium .	161
Abscheidung des Goldes aus der Lösung in Ammoniumsulfocyanid	161
Platin	162
Schnellfällung des Platins aus schwefelsaurer Lösung	163
Palladium	164
Rhodium	165
Schnellfällung des Rhodiums in schwefelsaurer Lösung	165
Molybdän	166
Schnellfällung des Molybdänsesquioxids	168
Analyse des Molybdänglanzes	168
Vanadin	168
Eisen	169
Ausführung der Eisenbestimmung	171
Schnellfällung des Eisens aus Oxalatlösung	173
Zink	174
Abscheidung des Zinks aus alkalischer Lösung	174
Schnellfällung des Zinks aus alkalischer Lösung	175
Schnellfällung des Zinks in ammoniakalischer Lösung	176
Abscheidung des Zinks aus saurer Lösung	177
Schnellfällung des Zinks aus essigsaurer Lösung	178
Schnellfällung des Zinks aus essigsaurer Lösung nach Sand . .	179
Schnellfällung des Zinks aus essigsaurer Lösung nach anderen Autoren	180
Nickel	182
Abscheidung aus ammoniakalischer Lösung	183
Schnellfällung des Nickels aus ammoniakalischer Lösung	187
Abscheidung des Nickels aus der Oxalatlösung	188
Schnellfällung des Nickels aus Oxalatlösung	189
Kobalt	190
Mangan	190
Abscheidung des Mangans aus ameisensaurer Lösung	193
Schnellfällung des Mangansuperoxyds in der Acetatlösung . . .	194
Uran	195
Thallium	196
Abscheidung des Thalliums als Oxyd	196

	Seite
Indium	198
Schnellfällung aus Ameisensäurer Lösung	198
Chrom	199
Oxydation der Chromosalze zu Chromat	199
Schnelloxydation der Chromosalze zu Chromat	199
Abscheidung des Chroms als Chromamalgan	200
Aluminium	201
Barium, Strontium, Calcium	202
Bestimmung der Halogene	202
Trennung der Halogene durch Elektroanalyse	204
Ausführung der Trennung des Jods von Brom und Chlor	205
Trennung des Broms von Chlor	206
Elektrolytische Bestimmung von Halogenen und anderen Anionen, nebst maßanalytischer Bestimmung der zugehörigen Kationen	207
Ausführung der Bestimmungen	210
Trennung der Metalle der Alkalien und der alkalischen Erden von Magnesium und von Schwermetallen	212
Kalium, Ammonium (Stickstoff)	216
Tellur	216
Schnellfällung des Tellurs	217
Bestimmung der Salpetersäure in Nitraten	217
Trennungen der Metalle	
Kupfer	220
Trennung des Kupfers von Silber	220
Schnelltrennung des Kupfers von Silber	222
Trennung des Kupfers von Cadmium	223
Abscheidung des Kupfers in salpetersaurer Lösung	223
Abscheidung des Kupfers in schwefelsaurer Lösung	224
Abscheidung des Cadmiums in cyankalischer Lösung	224
Schnelltrennung des Kupfers von Cadmium	225
Trennung des Kupfers von Quecksilber	226
Schnelltrennung des Kupfers von Quecksilber	226
Trennung des Kupfers von Blei	226
Schnelltrennung des Kupfers von Blei	228
Trennung des Kupfers von Arsen	229
Schnelltrennung des Kupfers von Arsen	231
Trennung des Kupfers von Aluminium, Magnesium, Barium, Strontium, Calcium und den Alkalimetallen	231
Schnelltrennung des Kupfers von den vorhin genannten Metallen	232
Trennung des Kupfers von Wismut	232
Trennung des Kupfers von Chrom	233
Trennung des Kupfers von Antimon	233
Trennung des Kupfers von Eisen	234
Schnelltrennung des Kupfers von Eisen	235
Trennung des Kupfers von Mangan	237
Trennung des Kupfers von Magnesium	237

	Seite
Trennung des Kupfers von Kobalt und von Nickel	237
Schnelltrennung des Kupfers von Nickel	238
Analyse einer Nickelmünze	238
Trennung des Kupfers von Molybdän und von Wolfram	239
Trennung des Kupfers von Palladium und von Platin	239
Schnelltrennung des Kupfers von Platin	240
Trennung des Kupfers von Selen	240
Trennung des Kupfers von Tellur	240
Trennung des Kupfers von Wolfram	240
Trennung des Kupfers von Uran	241
Schnelltrennung des Kupfers von Uran	241
Trennung des Kupfers von Zink	241
Schnelltrennung des Kupfers von Zink	241
Trennung des Kupfers von Zinn	242
Cadmium	243
Trennung des Cadmiums von Aluminium, Barium, Strontium, Calcium, Magnesium und den Alkalimetallen	243
Schnelltrennung des Cadmiums von Aluminium	243
Trennung des Cadmiums von Antimon	243
Trennung des Cadmiums von Arsen	243
Trennung des Cadmiums von Wismut	244
Trennung des Cadmiums von Kobalt	244
Trennung des Cadmiums von Eisen	245
Schnelltrennung des Cadmiums von Eisen	245
Trennung des Cadmiums von Blei	245
Trennung des Cadmiums von Mangan	246
Trennung des Cadmiums von Quecksilber	246
Trennung des Cadmiums von Nickel	246
Trennung des Cadmiums von Silber	247
Trennung des Cadmiums von Zink	248
Blei	250
Trennung des Bleis von anderen Metallen	250
Trennung des Bleis von Antimon	251
Silber	251
Trennung des Silbers von Aluminium	251
Schnelltrennung des Silbers von Aluminium	251
Trennung des Silbers von Antimon	252
Abscheidung des Silbers in salpeter-weinsaure Lösung	252
Abscheidung des Silbers in cyankalischer Lösung	253
Trennung des Silbers von Arsen	254
Trennung des Silbers von Blei	254
Schnelltrennung des Silbers von Blei	255
Trennung des Silbers von Wismut	256
Schnelltrennung des Silbers von Wismut	256
Trennung des Silbers von Platin	256
Trennung des Silbers von Selen	257
Trennung des Silbers von Zink	257

	Seite
Schnelltrennung des Silbers von Zink	258
Quecksilber	258
Trennung des Quecksilbers von Aluminium	258
Trennung des Quecksilbers von Antimon, Arsen, Zinn	258
Trennung des Quecksilbers von Barium, Strontium, Calcium, Magnesium und den Alkalimetallen	258
Trennung des Quecksilbers von Cadmium, Kobalt, Nickel, Eisen	259
Trennung des Quecksilbers von Mangan	259
Trennung des Quecksilbers von Selen	259
Trennung des Quecksilbers von Tellur	260
Trennung des Quecksilbers von Zink	260
Schnelltrennung des Quecksilbers von Wismut	260
Antimon	260
Trennung des Antimons von Zinn	260
Bestimmung des Zinns nach der Abscheidung des Antimons	263
Trennung des Antimons von Arsen	263
Trennung von Antimon, Zinn und Arsen	265
Trennung des Antimons von Wismut	266
Gold	266
Trennung des Goldes von Platin	266
Schnelltrennung des Goldes von Platin	266
Trennung des Goldes von Palladium	267
Schnelltrennung des Goldes von Palladium	267
Platin	267
Trennung des Platins von Iridium	267
Molybdän	267
Trennung des Molybdäns von Vanadin	267
Eisen	268
Trennung des Eisens von Kobalt und von Nickel	268
Trennung des Eisens von Zink	269
Trennung des Eisens von Mangan	270
Gleichzeitige Abscheidung von Eisen und Mangansuperoxyd	271
Trennung des Eisens von Aluminium	272
Schnelltrennung des Eisens von Aluminium	273
Trennung des Eisens von Uran	274
Trennung des Eisens von Chrom	274
Schnelltrennung des Eisens von Chrom	275
Trennung von Eisen, Aluminium und Chrom	275
Trennung von Eisen, Chrom und Uran	276
Trennung des Eisens von Beryllium	276
Trennung von Eisen, Beryllium und Aluminium	277
Trennung des Eisens von Aluminium, Uran und seltenen Erden mit Hilfe einer Quecksilberkathode und rotierenden Anode (Schnelltrennung)	277
Trennung des Eisens von Vanadin	279
Trennung des Eisens von Blei	279

	Seite
Kobalt	279
Trennung des Kobalts von Zink	279
Trennung des Kobalts von Aluminium, Chrom, Uran	280
Trennung des Kobalts von Nickel	280
Nickel	283
Trennung des Nickels von Blei	283
Trennung des Nickels von Zink	284
Schnelltrennung des Nickels von Zink	287
Abscheidung des Zinks neben Nickel in alkalischer Tartratlösung	287
Trennung des Nickels von Chrom	288
Schnelltrennung des Nickels von Chrom	288
Trennung des Nickels von Aluminium und Uran	289
Zink	289
Trennung des Zinks von Mangan	289
Trennung des Zinks von Aluminium	290
Trennung des Zinks von Blei	290
Trennung des Zinks von Wismut	290
Spezieller Teil	291
Analyse des Handelskupfers	291
Methode von A. Hollard und L. Bertiaux	291
Einzelheiten der Methode zur Analyse des Handelskupfers	294
Bestimmung des Kupfers in stark eisenhaltigen Materialien	298
Kupferstein (Bleistein)	301
Bronzen	302
Legierungen von Blei, Zinn, Antimon, Kupfer	304
Weißmetall	306
Analyse des Handelszinks	307
Bestimmung des Zinks in Zinkstaub, Ofenbruch und Zinkerzen	309
Zinkblende	310
Blei (Weichblei)	312
Hartblei	314
Werkblei	314
Eisenerze und Eisensorten (Stahl)	315
Nickel	316
Bestimmung des Nickels in Nickelstahl	317
Chromnickelstahl	318
Zinn	319
Antimon	321
Cupromangan	322
Mangansilicid	323
Bestimmung des Quecksilbers im Zinnober	323
Nachtrag zur Trennung des Nickels von Zink	324
Sachregister	325