

Inhalt

1. Allgemeine Theorie der Lösungsmittlextraktion

1.1. Einleitung	1
1.2. Thermodynamische Grundlagen	3
1.3. Grundlagen der Chemie der Extraktionssysteme	7
1.4. Kinetik der Lösungsmittlextraktion	17
<i>Literatur zum Kapitel 1.</i>	18

2. Besprechung spezieller Extraktionssysteme

2.1. Extraktion einfacher anorganischer Moleküle durch physikalische Verteilung	22
<i>Literatur zum Abschnitt 2.1.</i>	24
2.2. Extraktion durch Bildung einer extrahierbaren Verbindung	25
2.2.1. Extraktion neutraler Metallchelate	25
2.2.1.1. Einführung	25
2.2.1.2. Quantitative Behandlung der Extraktionsgleichgewichte bei der Extraktion neutraler Metallchelate	30
2.2.1.2.1. Vereinfachtes Modell der Extraktion neutraler Metallchelate	30
2.2.1.2.2. Einfluß verschiedener Versuchsparameter auf das Extraktionsverhalten bei der Chelatextraktion	36
2.2.1.3. Erweiterung des vereinfachten Modells der Chelatextraktion	39
2.2.1.4. Kinetik der Extraktion neutraler Metallchelate	44
<i>Literatur zu den Abschnitten 2.2.1.1. bis 2.2.1.4.</i>	45
2.2.1.5. Die wichtigsten Chelatextraktionsreagentien	47
<i>Literatur zum Abschnitt 2.2.1.5.</i>	47
2.2.1.5.1. β -Diketone	47
<i>Literatur zum Abschnitt 2.2.1.5.1.</i>	51
2.2.1.5.2. Oxin und verwandte Verbindungen	51
<i>Literatur zum Abschnitt 2.2.1.5.2.</i>	54
2.2.1.5.3. Oxime und Dioxime	55
<i>Literatur zum Abschnitt 2.2.1.5.3.</i>	55

2.2.1.5.4.	Hydroxylaminderivate, Nitrosoaryl- hydroxylamine, N-Acylhydroxyl- amine und Hydroxamsäuren	56
	<i>Literatur zum Abschnitt 2.2.1.5.4.</i>	58
2.2.1.5.5.	Diphenylthiocarbazon (Dithizone) . .	58
	<i>Literatur zum Abschnitt 2.2.1.5.5.</i>	61
2.2.1.5.6.	Dithiocarbamate, Xanthate und Dithiol	61
	<i>Literatur zum Abschnitt 2.2.1.5.6.</i>	63
2.2.1.5.7.	Nitrosophenole, Pyridilazonaphthol und verwandte Verbindungen	64
	<i>Literatur zum Abschnitt 2.2.1.5.7.</i>	65
2.2.2.	Extraktion von Carboxylaten und Sulfonaten	65
2.2.2.1.	Extraktion von Carboxylaten	66
2.2.2.2.	Extraktion von Sulfonaten	67
	<i>Literatur zum Abschnitt 2.2.2.</i>	68
2.2.3.	Extraktion mit sauren Organophosphorverbindungen	70
2.2.3.1.	Allgemeine Übersicht über Organophosphorver- bindungen als Extraktionsmittel	70
2.2.3.2.	Herstellung und Reinigung saurer Organophosphor- verbindungen	72
2.2.3.3.	Extraktion mit Dialkylestern	73
2.2.3.3.1.	Allgemeine Eigenschaften der Dialkyl- ester	73
2.2.3.3.2.	Assoziation und Verteilung der Dialkylester	74
2.2.3.3.3.	Extraktion von Metallen mit Dialkyl- estern	75
2.2.3.4.	Extraktion mit Monoalkylphosphorsäureestern . .	83
	<i>Literatur zum Abschnitt 2.2.3.</i>	84
2.3.	Extraktion durch Solvataion	90
2.3.1.	Extraktionsmittel mit koordinationsfähigem Sauerstoff in einer C—O-Bindung (Alkohole, Ketone, Ester und Äther) . .	92
2.3.1.1.	Extraktion von Säuren	93
2.3.1.2.	Extraktion von Metallen	98
2.3.1.2.1.	Extraktion von Metallnitrat.	99
2.3.1.2.2.	Extraktion von Metallhalogeniden . .	106
	<i>Literatur zu den Abschnitten 2.3. und 2.3.1.</i>	112
2.3.2.	Extraktionsmittel mit koordinationsfähigem Sauerstoff in einer P—O-Bindung (Neutrale Organophosphorverbindungen) .	116
2.3.2.1.	Löslichkeit neutraler Organophosphorverbindungen in wässrigen Lösungen	118
2.3.2.2.	Löslichkeit neutraler Organophosphorverbindungen in organischen Lösungsmitteln (Verdüner)	119
2.3.2.3.	Extraktion von Säuren mit neutralen Organo- phosphorverbindungen	120

2.3.2.4.	Extraktion von Metallsalzen und komplexen Metallsäuren	124
2.3.2.4.1.	Extraktion von Metallnitrat	126
2.3.2.4.2.	Extraktion von Metallhalogeniden . .	129
2.3.2.4.3.	Extraktion von Metallsulfaten, -perchloraten und protonisierten Oxyanionen	135
	<i>Literatur zum Abschnitt 2.3.2.</i>	135
2.4.	Extraktion durch Bildung von Ionenpaaren	144
2.4.1.	Extraktion mit hochmolekularen Aminen oder Ammoniumsalzen	145
2.4.1.1.	Die Extraktionsmittel	145
2.4.1.2.	Aggregation von Aminsalzen in organischen Lösungsmitteln	147
2.4.1.3.	Der Extraktionsmechanismus	150
2.4.1.4.	Extraktion von Säuren	152
2.4.1.5.	Extraktion von Metallen	155
2.4.2.	Extraktion mit quartären Phosphonium-, Arsonium- und verwandten Verbindungen	166
2.4.3.	Extraktion mit anderen großen, nicht hydratisierten Anionen oder Kationen	168
	<i>Literatur zum Abschnitt 2.4.</i>	168
2.5.	Synergismen bei der Lösungsmittlextraktion	176
2.5.1.	Synergismus in Systemen, die neben einem sauren Chelatbildner noch ein neutrales, solvatisierendes Reagens enthalten	177
2.5.2.	Synergismus in Systemen, die neben einem sauren Organophosphorsäureester (einer Carboxyl- oder einer Sulfonsäure) noch ein neutrales, solvatisierendes Reagens enthalten	181
2.5.3.	Synergismus in Systemen, die zwei saure Chelatbildner enthalten	185
2.5.4.	Synergismus in Systemen mit zwei neutralen Liganden	185
2.5.5.	Synergische Steigerung der Extrahierbarkeit eines Metalles durch die Gegenwart eines anderen Metalles	185
	<i>Literatur zum Abschnitt 2.5.</i>	186

3. Verteilungsverfahren in der Analytik

3.1.	Theorie ein- und mehrstufiger Verteilungstechniken	190
3.1.1.	Einstufige Verteilung	190
3.1.2.	Mehrstufige Verteilungen	195
3.1.2.1.	Mehrfache Extraktion	195
3.1.2.2.	Mehrfache Extraktion, wiederholtes Waschen	198
3.1.2.3.	Verfahren mit mehrfacher Extraktion und mehrfachen Waschschritten	198
3.1.2.4.	CRAIG-Verteilung	199
3.1.3.	Flüssig-flüssig-Verteilungschromatographie	202

3.1.3.1.	Allgemeine Theorie der Flüssig-flüssig-Verteilungs- chromatographie	203
3.1.3.2.	Theorie der Extraktionschromatographie an Trenn- säulen	207
3.1.3.2.1.	Theorie der theoretischen Trennstufen nach MARTIN und SYNGE	207
3.1.3.2.2.	Theorie der theoretischen Trennstufen nach GLUECKAUF	213
3.1.3.2.3.	Dynamische Theorien der Chromato- graphie	221
3.1.3.3.	Theorie der Dünnschicht- und Papierchromato- graphie mit umgekehrten Phasen	223
3.2.	Praxis der Verteilungstechniken (Arbeitstechnik und Apparaturen)	224
3.2.1.	Allgemeine Arbeitstechnik	224
3.2.2.	Batch-Extraktion	227
3.2.3.	Kontinuierliche Extraktion	229
3.2.4.	Diskontinuierliche Gegenstromverteilung	232
3.2.5.	Verteilungschromatographische Methoden	233
3.2.5.1.	Extraktionschromatographie an Trennsäulen	233
3.2.5.2.	Extraktionschromatographie an Trennschichten (Papier- und Dünnschichtchromatographie mit umgekehrten Phasen)	237
	<i>Literatur zum Abschnitt 3.</i>	238

4. Einführung in die Literatur zur Lösungsmittelextraktion aus- gewählter Metalle

4.1.	Alkalimetalle	241
	<i>Literatur zum Abschnitt 4.1.</i>	244
4.2.	Beryllium	245
	<i>Literatur zum Abschnitt 4.2.</i>	247
4.3.	Erdalkalimetalle	248
	<i>Literatur zum Abschnitt 4.3.</i>	251
4.4.	Gallium, Indium, Thallium	252
	<i>Literatur zum Abschnitt 4.4.</i>	262
4.5.	Germanium	265
	<i>Literatur zum Abschnitt 4.5.</i>	266
4.6.	Selen, Tellur, Polonium	266
	<i>Literatur zum Abschnitt 4.6.</i>	273
4.7.	Scandium, Yttrium, Lanthan und Lanthanoide	275
	<i>Literatur zum Abschnitt 4.7.</i>	285
4.8.	Titan	287
	<i>Literatur zum Abschnitt 4.8.</i>	290
4.9.	Zirkonium und Hafnium	291
	<i>Literatur zum Abschnitt 4.9.</i>	294
4.10.	Vanadin	295
	<i>Literatur zum Abschnitt 4.10.</i>	298

4.11. Niob und Tantal	299
<i>Literatur zum Abschnitt 4.11.</i>	305
4.12. Molybdän und Wolfram	307
<i>Literatur zum Abschnitt 4.12.</i>	314
4.13. Technetium und Rhenium	316
<i>Literatur zum Abschnitt 4.13.</i>	319
4.14. Silber	319
<i>Literatur zum Abschnitt 4.14.</i>	322
4.15. Gold	322
<i>Literatur zum Abschnitt 4.15.</i>	326
4.16. Platinmetalle	327
<i>Literatur zum Abschnitt 4.16.</i>	336
4.17. Actinium und Actinoide	338
<i>Literatur zum Abschnitt 4.17.</i>	353
Sachregister	357