

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------|
| Vorwort | V |
| Zur Geschichte des „Jander/Blasius“ | VII |
| Abkürzungsverzeichnis | VIII |

TEIL A Theoretische Grundlagen

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einführung in die Allgemeine Chemie | 3 |
| 1.1 | Chemische Grundgesetze – Historischer Rückblick | 3 |
| 1.2 | Aufbau der Atome | 5 |
| 1.2.1 | Atommodell nach <i>Rutherford</i> | 5 |
| 1.2.2 | Bohr'sches Modell des Wasserstoffatoms | 6 |
| 1.2.3 | Bahnradien und Größe des H-Atoms | 7 |
| 1.2.4 | Termenergie | 8 |
| 1.2.5 | Orbitalmodell | 9 |
| 1.2.6 | Aufbau von Mehrelektronensystemen | 11 |
| 1.3 | Periodensystem der Elemente (PSE) | 13 |
| 1.3.1 | Allgemeine Zusammenhänge | 13 |
| 1.3.2 | Periodizität der Eigenschaften | 14 |
| 1.4 | Chemische Bindung | 17 |
| 1.4.1 | Ionenbindung | 17 |
| 1.4.2 | Atombindung oder kovalente Bindung | 22 |
| 1.4.3 | Metallbindung | 34 |
| 1.4.4 | Übergänge zwischen den Bindungstypen | 35 |
| 1.4.5 | Van-der-Waals-Bindungen | 37 |
| 2 | Chemie der wässrigen Lösungen und Ionenlehre | 41 |
| 2.1 | Struktur von Wasser | 41 |
| 2.2 | Wasser als Lösemittel: Elektrolytische Dissoziation | 42 |
| 2.3 | Elektrolytlösungen – Ionenreaktionen | 43 |
| 2.4 | Konzentration von Lösungen | 44 |
| 2.4.1 | Gefrierpunktserniedrigung und Siedepunktserhöhung | 44 |
| 2.5 | Löslichkeit und Kristallwachstum | 45 |
| 2.5.1 | Teilchengröße und übersättigte Lösungen | 45 |
| 2.5.2 | Keimbildung und Kristallwachstum | 47 |
| 2.5.3 | Kristallsysteme | 49 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 2.6 | Löslichkeit und chemische Bindung | 50 |
| 2.6.1 | Löslichkeit aufgrund der Hydratisierung | 50 |
| 2.6.2 | Einfluss der Polarisierung der Elektronenhülle auf die Löslichkeit .. | 51 |
| 3 | Chemisches Gleichgewicht – Massenwirkungsgesetz | 53 |
| 3.1 | Massenwirkungsgesetz | 53 |
| 3.1.1 | Veränderung der Gleichgewichtslage: Das Prinzip von <i>Le Chatelier</i> .. | 55 |
| 3.1.2 | Heterogene Gleichgewichte | 56 |
| 3.2 | Massenwirkungsgesetz und Ionenlehre | 58 |
| 3.2.1 | Schwache Elektrolyte: Dissoziationskonstante und Dissoziationsgrad | 58 |
| 3.2.2 | Starke Elektrolyte: Aktivitäten und Ionenstärke | 59 |
| 3.2.3 | Nernst'sches Verteilungsgesetz | 62 |
| 4 | Säuren und Basen | 65 |
| 4.1 | Definition nach <i>Brønsted</i> | 65 |
| 4.2 | Definition nach <i>Lewis</i> | 66 |
| 4.2.1 | HSAB-Konzept nach <i>Pearson</i> | 67 |
| 4.3 | Schwache Säuren und Basen: Säurekonstante, Basenkonstante .. | 67 |
| 4.3.1 | Einwertige Säuren und Basen | 67 |
| 4.3.2 | Mehrwertige Säuren | 68 |
| 4.4 | Wasserstoffionenkonzentration und pH-Wert | 68 |
| 4.4.1 | Dissoziation von Wasser | 68 |
| 4.4.2 | Ionenprodukt von Wasser | 69 |
| 4.4.3 | Definition des pH-Werts | 69 |
| 4.5 | pK-Werte von Säuren und Basen | 70 |
| 4.5.1 | Starke Säuren und starke Basen | 70 |
| 4.5.2 | Schwache Säuren und schwache Basen | 71 |
| 4.5.3 | pH-Indikatoren | 72 |
| 4.6 | Hydrolyse | 74 |
| 4.6.1 | Verdünnung und Temperaturänderung | 75 |
| 4.6.2 | Änderung der Konzentration der Reaktionsprodukte | 75 |
| 4.7 | Pufferlösungen | 77 |
| 4.8 | Ausgewählte Säuren und Basen | 79 |
| 4.8.1 | Eigenschaften höher geladener Kationen in wässriger Lösung | 79 |
| 4.8.2 | Hydroxide und Sauerstoffsäuren der Elemente | 79 |
| 4.8.3 | Säure- und Basenstärke in Abhängigkeit von der Stellung im PSE .. | 80 |
| 4.8.4 | Säure- und Basenstärke in Abhängigkeit von der Oxidationsstufe .. | 81 |
| 4.8.5 | Säuretypen und Nomenklatur | 81 |
| 4.8.6 | Element-Wasserstoff-Verbindungen | 82 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5 | Löslichkeitsprodukt und Löslichkeit schwer löslicher Elektrolyte | 85 |
| 5.1 | Löslichkeitsprodukt | 85 |
| 5.2 | Molare Löslichkeit | 86 |
| 5.3 | Fällung schwer löslicher Elektrolyte | 88 |
| 5.3.1 | Fällungen ohne pH-Änderung | 88 |
| 5.3.2 | Fällungen mit pH-Änderung | 89 |
| 5.4 | Löslichkeit in Abhängigkeit von Fremdionen | 95 |
| 5.4.1 | Bildung von Komplexionen | 95 |
| 5.4.2 | Erniedrigung der Aktivitätskoeffizienten | 96 |
| 5.5 | Auflösung schwer löslicher Elektrolyte | 96 |
| 6 | Elektrochemie | 99 |
| 6.1 | Oxidation und Reduktion | 99 |
| 6.1.1 | Oxidationsstufe | 99 |
| 6.1.2 | Redox-Gleichungen | 100 |
| 6.2 | Redoxpotenziale und Spannungsreihe | 102 |
| 6.2.1 | Standardpotenziale und die Spannungsreihe | 103 |
| 6.3 | Elektrochemische Abscheidung | 107 |
| 6.3.1 | Faraday'sche Gesetze | 107 |
| 6.3.2 | Einfluss der Redoxpotenziale | 107 |
| 7 | Stöchiometrie und Wertigkeitsbegriff | 109 |
| 7.1 | Stöchiometrisches Rechnen | 109 |
| 7.1.1 | Chemische Reaktionsgleichungen | 109 |
| 7.1.2 | Bestimmung von chemischen Bruttoformeln | 110 |
| 7.2 | Wertigkeitsbegriff | 112 |
| 7.3 | Beständigkeit der Oxidationsstufen | 113 |
| 7.3.1 | Maximal mögliche Oxidationsstufen | 113 |
| 7.3.2 | Minimal mögliche Oxidationsstufen | 114 |
| 7.3.3 | Oxidationsstufe und Magnetismus | 114 |
| 8 | Komplexchemie | 119 |
| 8.1 | Eigenschaften von Komplexen | 119 |
| 8.2 | Aufbau der Komplexe | 121 |
| 8.2.1 | Zentralatome und Liganden | 121 |
| 8.2.2 | Isomerie bei Komplexverbindungen | 125 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 8.3 | Bildung und Stabilität von Komplexen | 126 |
| 8.3.1 | Komplexbildungskonstante | 126 |
| 8.3.2 | Löslichkeitsprodukt und Komplexbildungskonstante | 127 |
| 8.3.3 | Komplexstabilität | 130 |
| 8.4 | Chemische Bindung in Komplexen | 130 |
| 8.4.1 | Modell der elektrostatischen Bindung | 132 |
| 8.4.2 | Modell der koordinativen Bindung | 132 |
| 8.4.3 | Ligandenfeld-Theorie der Komplexe | 134 |
| 9 | Chemie der Chelatliganden | 141 |
| 9.1 | Komplexliganden | 142 |
| 9.2 | Farblacke | 148 |
| 9.3 | Analytisch wichtige Reaktionen mit organischen Verbindungen .. | 150 |
| 10 | Kolloidchemie und Chemie an Grenzflächen | 155 |
| 10.1 | Größe und Oberfläche von Partikeln | 155 |
| 10.2 | Nanostrukturen | 156 |
| 10.2.1 | Einfluss der Partikelgröße auf Materialeigenschaften | 157 |
| 10.2.2 | Kohlenstoff-Nanostrukturen | 158 |
| 10.3 | Bildung und Herstellung von Kolloidlösungen | 160 |
| 10.4 | Koagulation und Peptisation | 161 |
| 10.4.1 | Koagulation geladener Teilchen | 161 |
| 10.4.2 | Koagulation ungeladener Teilchen | 162 |
| 10.4.3 | Schutzkolloide und Kern-Schale-Partikel | 162 |
| 10.5 | Alterung von Niederschlägen | 163 |
| 10.6 | Verunreinigung der Niederschläge durch Mitfällung | 164 |
| 10.6.1 | Adsorption | 164 |
| 10.6.2 | Okklusion, Mischkristalle und feste Lösungen | 165 |
| 10.6.3 | Definierte chemische Verbindungen | 165 |
| 10.6.4 | Praktische Folgerungen | 166 |
| 11 | Zur Nomenklatur anorganischer Verbindungen | 169 |

TEIL B Qualitative Analyse

| | | |
|-----------|---|------------|
| 12 | Arbeitstechniken und Methoden in der Analytischen Chemie und in der Qualitativen Analyse | 177 |
| 12.1 | Allgemeine Arbeitsregeln im Labor | 177 |
| 12.2 | Mikroskopieren und Tüpfelreaktion | 179 |
| 12.2.1 | Geräte | 179 |
| 12.2.2 | Mikroskopieren | 188 |
| 12.2.3 | Tüpfelreaktionen | 189 |
| 12.3 | Papierchromatographie | 190 |
| 12.3.1 | Arbeitstechnik und Geräte | 190 |
| 12.3.2 | Grundlagen der papierchromatographischen Trennung | 194 |
| 12.3.3 | Grenzkonzentration und Erfassungsgrenze | 196 |
| 13 | Nichtmetalle und ihre Verbindungen | 197 |
| 13.1 | Wasserstoff | 197 |
| 13.2 | Elemente der 7. Hauptgruppe | 200 |
| 13.2.1 | Fluor | 200 |
| 13.2.2 | Chlor | 206 |
| 13.2.3 | Brom | 220 |
| 13.2.4 | Iod | 224 |
| 13.3 | Elemente der 6. Hauptgruppe | 231 |
| 13.3.1 | Sauerstoff | 231 |
| 13.3.2 | Schwefel | 236 |
| 13.3.3 | Selen | 258 |
| 13.3.4 | Tellur | 261 |
| 13.4 | Elemente der 5. Hauptgruppe | 263 |
| 13.4.1 | Stickstoff | 264 |
| 13.4.2 | Phosphor | 275 |
| 13.5 | Elemente der 4. Hauptgruppe | 286 |
| 13.5.1 | Kohlenstoff | 286 |
| 13.5.2 | Silicium | 309 |
| 13.6 | Elemente der 3. Hauptgruppe | 313 |
| 13.6.1 | Bor | 314 |
| 14 | Metalle und ihre Verbindungen | 319 |
| 14.1 | Salzsäure-Gruppe | 320 |
| 14.1.1 | Silber | 320 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 14.2 | Reduktionsgruppe | 325 |
| 14.2.1 | Gold | 325 |
| 14.2.2 | Platin | 327 |
| 14.2.3 | Palladium | 330 |
| 14.3 | Schwefelwasserstoff-Gruppe | 332 |
| 14.3.1 | Quecksilber | 333 |
| 14.3.2 | Blei | 340 |
| 14.3.3 | Bismut | 344 |
| 14.3.4 | Kupfer | 349 |
| 14.3.5 | Cadmium | 356 |
| 14.3.6 | Thallium | 359 |
| 14.3.7 | Arsen | 364 |
| 14.3.8 | Antimon | 370 |
| 14.3.9 | Zinn | 375 |
| 14.3.10 | Germanium | 380 |
| 14.4 | Ammoniumsulfid-Urotropin-Gruppe | 383 |
| 14.4.1 | Nickel | 383 |
| 14.4.2 | Cobalt | 386 |
| 14.4.3 | Mangan | 391 |
| 14.4.4 | Zink | 397 |
| 14.4.5 | Eisen | 401 |
| 14.4.6 | Aluminium | 410 |
| 14.4.7 | Beryllium | 417 |
| 14.4.8 | Chrom | 419 |
| 14.4.9 | Gallium und Indium | 427 |
| 14.4.10 | Lanthan und Cer | 434 |
| 14.4.11 | Thorium | 437 |
| 14.4.12 | Uran | 440 |
| 14.4.13 | Titan | 443 |
| 14.4.14 | Zirconium | 446 |
| 14.4.15 | Vanadium | 449 |
| 14.4.16 | Niob und Tantal | 452 |
| 14.4.17 | Molybdän | 456 |
| 14.4.18 | Wolfram | 460 |
| 14.5 | Ammoniumcarbonat-Gruppe (2. Hauptgruppe des PSE) | 462 |
| 14.5.1 | Calcium | 463 |
| 14.5.2 | Strontium | 467 |
| 14.5.3 | Barium | 470 |
| 14.6 | Lösliche Gruppe (1. Hauptgruppe des PSE) | 474 |
| 14.6.1 | Natrium | 474 |
| 14.6.2 | Kalium | 477 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 14.6.3 | Ammonium und Ammoniak | 484 |
| 14.6.4 | Rubidium und Caesium | 488 |
| 14.6.5 | Lithium | 491 |
| 14.6.6 | Magnesium | 493 |
| 15 | Vorproben, Lösen und Aufschließen | 499 |
| 15.1 | Vorproben | 499 |
| 15.1.1 | Spektralanalyse bzw. Flammenfärbung | 500 |
| 15.1.2 | Lötrohrreaktion | 502 |
| 15.1.3 | Phosphorsalz- und Boraxperle | 504 |
| 15.1.4 | Glühröhrchen-Vorprobe | 507 |
| 15.1.5 | Schwefelsäure-Vorprobe | 507 |
| 15.2 | Lösen und Aufschließen | 509 |
| 15.3 | Weitere Aufschlussverfahren | 511 |
| 15.3.1 | Soda-Pottasche-Aufschluss | 511 |
| 15.3.2 | Saurer Aufschluss | 512 |
| 15.3.3 | Oxidationsschmelze | 513 |
| 15.3.4 | Freiberger Aufschluss | 513 |
| 16 | Kationennachweise – Systematik und Trennungsgänge | 515 |
| 16.1 | Säureschwerlösliche und Salzsäure-Gruppe | 515 |
| 16.1.1 | Säureschwerlösliche Gruppe | 516 |
| 16.1.2 | Salzsäure-Gruppe | 516 |
| 16.2 | Reduktionsgruppe | 518 |
| 16.3 | Schwefelwasserstoff-Gruppe | 521 |
| 16.3.1 | Trennungsgang I: Standardtrennungsgang für die Schwefelwasserstoff-Gruppe | 522 |
| 16.3.2 | Trennungsgang II: Erweiterter Trennungsgang für die Schwefelwasserstoff-Gruppe unter Berücksichtigung von Ge, Se, Te, Mo und Tl | 528 |
| 16.3.3 | Durchführung der H ₂ S-Trennung im HM-Maßstab | 529 |
| 16.4 | Ammoniumsulfid-Urotropin-Gruppe | 538 |
| 16.4.1 | Trennungsgang I: Fällung mit Ammoniumsulfid | 540 |
| 16.4.2 | Trennungsgang II: Fällung mit Urotropin (bei Abwesenheit der selteneren Elemente) | 545 |
| 16.4.3 | Trennung und Nachweis der Urotropin-Gruppe (in Gegenwart der selteneren Elemente) | 549 |
| 16.4.4 | Ammoniumsulfid-Gruppe: Ni(II), Mn(II), Co(II), Zn(II) und Fe(II) | 556 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 16.5 | Ammoniumcarbonat-Gruppe | 560 |
| 16.5.1 | Trennungsgang I: Trennung und Nachweis der Ammoniumcarbonat-Gruppe | 560 |
| 16.5.2 | Trennungsgang II: Praktische Durchführung im HM-Maßstab | 563 |
| 16.6 | Lösliche Gruppe | 564 |
| 16.6.1 | Trennung und Nachweis von Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Li^+ , Mg^{2+} , Rb^+ , Cs^+ | 564 |
| 17 | Anionennachweise – Systematik und Trennungsgänge .. | 567 |
| 17.1 | Nachweis der am häufigsten vorkommenden Anionen | 567 |
| 17.2 | Nachweis aller Anionen | 568 |
| 17.3 | Trennungsgang der Anionen | 570 |

Anhang

| | | |
|-------------|---|------------|
| 18 | Gefährliche Stoffe | 587 |
| 18.1 | Umgang mit gefährlichen Stoffen | 587 |
| 18.1.1 | Einstufung von Chemikalien | 588 |
| 18.1.2 | Kennzeichnung und Verpackung | 588 |
| 18.2 | Technische Regeln für Gefahrstoffe | 592 |
| 18.2.1 | Arbeitsplatzgrenzwerte TRGS 900 | 592 |
| 18.2.2 | Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten TRGS 555 .. | 593 |
| 18.3 | Entsorgung von Laborabfällen | 593 |
| 18.3.1 | Hinweise auf besondere Entsorgungsmaßnahmen | 593 |
| 19 | Tabellen | 597 |
| | Antworten zu den Übungsfragen | 609 |
| | Verzeichnis der Zeichen und Symbole | 617 |
| | Literaturverzeichnis | 619 |
| | Bildnachweis | 620 |
| | Sachregister | 621 |
| | Der Autor | 637 |
| | Spektraltafel | 639 |