

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Allgemeiner Teil – Theoretische Grundlagen

<b>1.1</b>	<b>Chemische Grundgesetze – Historischer Rückblick</b> . . . . .	1
<b>1.2</b>	<b>Aufbau der Atome</b> . . . . .	4
<b>1.2.1</b>	<b>Atommodell nach Rutherford</b> . . . . .	4
<b>1.2.2</b>	<b>Aufbau der Elektronenhülle der Atome</b> . . . . .	5
1.2.2.1	Das Bohrsche Modell des Wasserstoffatoms . . . . .	5
1.2.2.2	Das Orbitalmodell . . . . .	9
1.2.2.3	Aufbau der Mehrelektronensysteme . . . . .	10
<b>1.3</b>	<b>Das Periodensystem der Elemente</b> . . . . .	14
<b>1.3.1</b>	<b>Allgemeine Zusammenhänge</b> . . . . .	14
<b>1.3.2</b>	<b>Periodizität der Eigenschaften</b> . . . . .	15
1.3.2.1	Atom- und Ionenradien . . . . .	15
1.3.2.2	Ionisierungsenergie . . . . .	16
1.3.2.3	Metallcharakter . . . . .	17
1.3.2.4	Elektronenaffinität . . . . .	17
1.3.2.5	Elektronegativität . . . . .	17
1.3.2.6	Ionenpotential . . . . .	18

<b>1.4</b>	<b>Chemische Bindung</b> . . . . .	19
<b>1.4.1</b>	<b>Ionenbindung</b> . . . . .	19
1.4.1.1	Ionentypen und ihre Beständigkeit . . . . .	21
<b>1.4.2</b>	<b>Atombindung oder kovalente Bindung</b> . . . . .	22
1.4.2.1	Oktett-Regel und Valenzstrichformeln . . . . .	23
1.4.2.2	Molekülorbitale . . . . .	24
1.4.2.3	Struktur der Moleküle und Hybridisierung . . . . .	27
1.4.2.4	Mehrfachbindungen und die Doppelbindungsregel . . . . .	31
1.4.2.5	Koordinative Bindung und die 18-Elektronen-Regel . . . . .	32
<b>1.4.3</b>	<b>Die Metallbindung</b> . . . . .	33
<b>1.4.4</b>	<b>Übergänge zwischen den Bindungstypen</b> . . . . .	34
1.4.4.1	Elektronegativität . . . . .	35
<b>1.4.5</b>	<b>Van der Waals-Bindungen</b> . . . . .	36
<b>1.5</b>	<b>Chemie der wäßrigen Lösungen und Ionenlehre</b> . . . . .	39
<b>1.5.1</b>	<b>Struktur des Wassers</b> . . . . .	39
<b>1.5.2</b>	<b>Dielektrizitätskonstante</b> . . . . .	40
<b>1.5.3</b>	<b>Wasser als Lösungsmittel: Elektrolytische Dissoziation</b> . . . . .	40
1.5.3.1	Der Auflösevorgang bei Salzen . . . . .	40
1.5.3.2	Der Auflösevorgang bei Molekülverbindungen . . . . .	41
<b>1.5.4</b>	<b>Elektrolytlösungen – Ionenreaktionen</b> . . . . .	41
<b>1.5.5</b>	<b>Ionenwanderung im elektrischen Feld</b> . . . . .	42
<b>1.5.6</b>	<b>Konzentration von Lösungen – Stoffmengenkonzentration, Molalität und Normalität</b> . . . . .	42
<b>1.5.7</b>	<b>Gefrierpunktserniedrigung und Siedepunktserhöhung</b> . . . . .	43
<b>1.5.8</b>	<b>Löslichkeit und Kristallwachstum</b> . . . . .	44
1.5.8.1	Teilchengröße und übersättigte Lösungen . . . . .	45
1.5.8.2	Keimbildung und Kristallwachstum . . . . .	46
1.5.8.3	Folgerungen . . . . .	47
<b>1.5.9</b>	<b>Löslichkeit und chemische Bindung</b> . . . . .	48
1.5.9.1	Löslichkeit und Stellung im PSE . . . . .	49
1.5.9.2	Löslichkeit aufgrund der Hydratisierung . . . . .	49
1.5.9.3	Einfluß der Polarisierung der Elektronenhülle auf die Löslichkeit . . . . .	50
<b>1.5.10</b>	<b>Allgemeine Regeln zur Löslichkeit von Salzen</b> . . . . .	50
<b>1.6</b>	<b>Chemisches Gleichgewicht – Massenwirkungsgesetz</b> . . . . .	52
<b>1.6.1</b>	<b>Massenwirkungsgesetz</b> . . . . .	52

<b>1.6.2</b>	<b>Veränderung der Gleichgewichtslage: Das Prinzip von Le Chatelier . . . . .</b>	<b>54</b>
<b>1.6.3</b>	<b>Heterogene Gleichgewichte . . . . .</b>	<b>55</b>
1.6.3.1	Gleichgewichte: fest – gasförmig . . . . .	55
1.6.3.2	Gleichgewichte: Lösung – feste Phase. . . . .	56
<b>1.6.4</b>	<b>Katalyse . . . . .</b>	<b>56</b>
<b>1.6.5</b>	<b>Massenwirkungsgesetz und Ionenlehre . . . . .</b>	<b>57</b>
1.6.5.1	Schwache Elektrolyte: Dissoziationskonstante und Dissoziationsgrad . . . . .	58
1.6.5.2	Starke Elektrolyte: Aktivitäten und Ionenstärke . . . . .	59
<b>1.6.6</b>	<b>Nernstsches Verteilungsgesetz . . . . .</b>	<b>62</b>
<b>1.7</b>	<b>Säuren und Basen . . . . .</b>	<b>64</b>
<b>1.7.1</b>	<b>Definition von Säuren und Basen nach Brønsted. . . . .</b>	<b>64</b>
<b>1.7.2</b>	<b>Definition von Säuren und Basen nach Lewis . . . . .</b>	<b>65</b>
1.7.2.1	HSAB-Konzept nach Pearson . . . . .	66
<b>1.7.3</b>	<b>Schwache Säuren und Basen: Säurekonstante, Basenkonstante . . . . .</b>	<b>66</b>
1.7.3.1	Schwache einwertige Säuren und Basen . . . . .	66
1.7.3.2	Mehrwertige Säuren . . . . .	67
<b>1.7.4</b>	<b>Wasserstoffionenkonzentration und pH-Wert . . . . .</b>	<b>67</b>
1.7.4.1	Dissoziation des Wassers . . . . .	67
1.7.4.2	Ionenprodukt des Wassers . . . . .	68
1.7.4.3	Definition des pH-Werts . . . . .	68
<b>1.7.5</b>	<b>pH-Wert von Säuren und Basen . . . . .</b>	<b>69</b>
1.7.5.1	Beziehung zwischen $K_S$ und $K_B$ . . . . .	69
1.7.5.2	Starke Säuren und Basen . . . . .	70
1.7.5.3	Schwache Säuren und schwache Basen . . . . .	70
<b>1.7.6</b>	<b>pH-Indikatoren . . . . .</b>	<b>71</b>
<b>1.7.7</b>	<b>Hydrolyse . . . . .</b>	<b>73</b>
1.7.7.1	Einflüsse auf die Hydrolyse . . . . .	74
<b>1.7.8</b>	<b>Pufferlösungen . . . . .</b>	<b>76</b>
1.7.8.1	Pufferkapazität . . . . .	77
<b>1.7.9</b>	<b>Ausgewählte Säuren und Basen. . . . .</b>	<b>78</b>
1.7.9.1	Verhalten höhergeladener Kationen in wäßriger Lösung. . . . .	78
1.7.9.2	Hydroxide und Sauerstoffsäuren der Elemente . . . . .	79
1.7.9.3	Säuretypen und Nomenklatur . . . . .	81
1.7.9.4	Element-Wasserstoff-Verbindungen . . . . .	82

<b>1.8</b>	<b>Löslichkeitsprodukt und Löslichkeit schwerlöslicher Elektrolyte</b> . . . . .	84
<b>1.8.1</b>	<b>Das Löslichkeitsprodukt</b> . . . . .	84
<b>1.8.2</b>	<b>Molare Löslichkeit</b> . . . . .	85
<b>1.8.3</b>	<b>Fällung schwerlöslicher Elektrolyte</b> . . . . .	87
1.8.3.1	Fällungen ohne pH-Änderung . . . . .	87
1.8.3.2	Fällungen mit pH-Änderung . . . . .	87
<b>1.8.4</b>	<b>Löslichkeit in Abhängigkeit von Fremdionen</b> . . . . .	94
1.8.4.1	Bildung von Komplexionen . . . . .	94
1.8.4.2	Erniedrigung der Aktivitätskoeffizienten . . . . .	94
<b>1.8.5</b>	<b>Auflösung schwerlöslicher Elektrolyte</b> . . . . .	95
<b>1.9</b>	<b>Oxidation und Reduktion – Elektrochemie</b> . . . . .	97
<b>1.9.1</b>	<b>Oxidation und Reduktion</b> . . . . .	97
1.9.1.1	Definition von Oxidation und Reduktion . . . . .	97
1.9.1.2	Die Oxidationsstufe . . . . .	97
1.9.1.3	Redox-Gleichungen . . . . .	98
<b>1.9.2</b>	<b>Redoxpotentiale und Spannungsreihe</b> . . . . .	100
1.9.2.1	Standardpotentiale und die Spannungsreihe . . . . .	101
1.9.2.2	Konzentrationsabhängigkeit der Redoxpotentiale: Nernstsches Gesetz . . . . .	103
1.9.2.3	Redoxpotentiale an indifferenten Elektroden . . . . .	103
<b>1.9.3</b>	<b>Elektrochemische Abscheidung: Faradaysche Gesetze</b> . . . . .	105
<b>1.10</b>	<b>Stöchiometrie und Wertigkeitsbegriff</b> . . . . .	106
<b>1.10.1</b>	<b>Stöchiometrisches Rechnen</b> . . . . .	106
1.10.1.1	Chemische Reaktionsgleichungen . . . . .	106
1.10.1.2	Bestimmung von chemischen Bruttoformeln . . . . .	107
<b>1.10.2</b>	<b>Der Wertigkeitsbegriff</b> . . . . .	109
<b>1.10.3</b>	<b>Beständigkeit der Oxidationsstufen</b> . . . . .	110
1.10.3.1	Maximal mögliche Oxidationsstufen . . . . .	110
1.10.3.2	Beständigkeit der maximalen Oxidationsstufe . . . . .	111
1.10.3.3	Intervall der Oxidationsstufen . . . . .	111
1.10.3.4	Minimal mögliche Oxidationsstufen . . . . .	111
1.10.3.5	Oxidationsstufe und Magnetismus . . . . .	111

<b>1.11</b>	<b>Komplexchemie</b>	112
1.11.1	Eigenschaften von Komplexen	112
1.11.2	Aufbau der Komplexe	114
1.11.2.1	Zentralatom	115
1.11.2.2	Liganden	115
1.11.2.3	Koordinationszahl und Struktur	120
1.11.2.4	Komplexisomerie	121
1.11.3	Bildung und Stabilität der Komplexe	122
1.11.3.1	Komplexbildungskonstante	122
1.11.3.2	Stufenweise Dissoziation	123
1.11.3.3	Löslichkeitsprodukt und Komplexbildungskonstante	123
1.11.3.4	Kinetische Stabilität	125
1.11.3.5	Der Chelateffekt	126
1.11.4	Chemische Bindung in Komplexen	126
1.11.4.1	Modell der elektrostatischen Bindung	127
1.11.4.2	Modell der koordinativen Bindung	127
<b>1.12</b>	<b>Kolloidchemie und Chemie an Grenzflächen</b>	130
1.12.1	Größe und Oberfläche der Teilchen	130
1.12.2	Bildung und Herstellung von Kolloidlösungen	131
1.12.3	Stabilität kolloiddisperser Systeme	132
1.12.3.1	Hydrophobe Kolloide	132
1.12.3.2	Hydrophile Kolloide	133
1.12.4	Koagulation und Peptisation	133
1.12.4.1	Koagulation geladener Teilchen	133
1.12.4.2	Koagulation ungeladener Teilchen	134
1.12.4.3	Schutzkolloide	134
1.12.4.4	Peptisation	135
1.12.5	Alterung	135
1.12.6	Verunreinigung der Niederschläge durch Mitfällung	135
1.12.6.1	Adsorption	136
1.12.6.2	Okklusion	137
1.12.6.3	Definierte chemische Verbindungen	138
1.12.6.4	Nachfällung	138
1.12.7	Praktische Folgerungen	138
1.12.7.1	Größe der Oberfläche	138
1.12.7.2	Umfällung zur Entfernung von Adsorptivionen	139

1.12.7.3	Einfluß des pH-Werts . . . . .	139
1.12.7.4	Rückhalteträger . . . . .	140
1.12.7.5	Flockung und Verhinderung der Peptisation . . . . .	140
1.12.7.6	Verhinderung der Nachfällung . . . . .	140

## 2 Giftgefahren und Arbeitsschutz

<b>2.1</b>	<b>Das Chemikaliengesetz . . . . .</b>	<b>141</b>
2.1.1	Gefährliche Stoffe und gefährliche Zubereitungen (§3a ChemG) .	142
<b>2.2</b>	<b>Die Gefahrstoffverordnung . . . . .</b>	<b>143</b>
2.2.1	<b>Begriffsbestimmungen (§15 GefStoffV) . . . . .</b>	<b>143</b>
2.2.1.1	Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich (TRGS 451) .	144
2.2.1.2	Grenzwerte (TRGS 900) . . . . .	144
2.2.2	<b>Die Betriebsanweisung (§20 GefStoffV) . . . . .</b>	<b>146</b>
2.2.2.1	Betriebsanweisung und Unterweisung nach §20 GefStoffV (TRGS 555) . . . . .	147
2.2.2.2	Beispiel einer Betriebsanweisung . . . . .	149
2.2.3	<b>Verpackung und Kennzeichnung bei der Verwendung von Chemikalien (§23 GefStoffV) . . . . .</b>	<b>151</b>
2.2.4	<b>Aufbewahrung und Lagerung von Chemikalien (§24 GefStoffV) .</b>	<b>151</b>
2.2.5	<b>Anhang I der Gefahrstoffverordnung . . . . .</b>	<b>152</b>
2.2.5.1	Gefahrensymbole und Gefahrbezeichnung . . . . .	152
2.2.5.2	Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) . . . . .	153
2.2.5.3	Sicherheitsratschläge (S-Sätze) . . . . .	154
2.2.6	<b>Weitere Anhänge der Gefahrstoffverordnung . . . . .</b>	<b>155</b>
<b>2.3</b>	<b>Allgemeine Arbeitsregeln im Labor . . . . .</b>	<b>156</b>
<b>2.4</b>	<b>Entsorgung von Laborabfällen . . . . .</b>	<b>159</b>
2.4.1	<b>Hinweise auf besondere Entsorgungsmaßnahmen . . . . .</b>	<b>159</b>

## 3 Präparative Chemie

<b>3.1</b>	<b>Geräte und Arbeitstechnik</b> . . . . .	162
<b>3.1.1</b>	<b>Glasgeräte</b> . . . . .	162
3.1.1.1	Reinigen von Glasgeräten . . . . .	163
3.1.1.2	Glasbearbeitung . . . . .	164
3.1.1.3	Durchbohren von Gummistopfen . . . . .	166
<b>3.1.2</b>	<b>Platingeräte</b> . . . . .	166
<b>3.1.3</b>	<b>Arbeitstechnik</b> . . . . .	167
3.1.3.1	Erhitzen und Kühlen . . . . .	167
3.1.3.2	Trocknen und Trockenmittel . . . . .	169
3.1.3.3	Trennung durch Kristallisation oder Niederschlagsbildung . . . . .	170
3.1.3.4	Destillieren, Sublimieren, Extrahieren und Eindampfen . . . . .	172
3.1.3.5	Schmelzpunktbestimmung . . . . .	174
<b>3.1.4</b>	<b>Arbeiten mit Ionenaustauschersäulen</b> . . . . .	175
<b>3.2</b>	<b>Synthesevorschriften</b> . . . . .	179
<b>3.2.1</b>	<b>Gase</b> . . . . .	179
<b>3.2.2</b>	<b>Alkali- und Erdalkalimetalle</b> . . . . .	186
<b>3.2.3</b>	<b>Darstellung von Metallen aus ihren Oxiden</b> . . . . .	188
3.2.3.1	Aluminothermische Verfahren – Darstellung von Chrom, Mangan, Silicium, Bor . . . . .	188
3.2.3.2	Zinn . . . . .	190
<b>3.2.4</b>	<b>Darstellung von Metallen aus ihren Sulfiden – Blei, Antimon</b> . . . . .	190
<b>3.2.5</b>	<b>Aufarbeitung von Rückständen</b> . . . . .	192
<b>3.2.6</b>	<b>Oxide, Peroxoverbindungen, Sulfide, Nitride und verwandte Verbindungen</b> . . . . .	196
<b>3.2.7</b>	<b>Säuren und Basen</b> . . . . .	201
<b>3.2.8</b>	<b>Salze</b> . . . . .	206
<b>3.2.9</b>	<b>Kovalente Verbindungen</b> . . . . .	216
3.2.9.1	Halogenide der Elemente der VI. Hauptgruppe des PSE . . . . .	216
3.2.9.2	Halogenide der Elemente der V. Hauptgruppe des PSE . . . . .	220

3.2.9.3	Halogenide der Elemente der IV. Hauptgruppe des PSE . . . .	225
3.2.9.4	Halogenide der Elemente der III. Hauptgruppe des PSE . . . .	226
3.2.9.5	Halogenide der Elemente der Nebengruppen des PSE . . . .	228
<b>3.2.10</b>	<b>Ester, Alkohole, Ether</b> . . . . .	<b>230</b>
<b>3.2.11</b>	<b>Komplexverbindungen</b> . . . . .	<b>231</b>
<b>3.2.12</b>	<b>Kolloide</b> . . . . .	<b>238</b>

## **4 Analytische Chemie**

<b>4.1</b>	<b>Grundsätzliches</b> . . . . .	<b>241</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Geräte und Arbeitstechniken der Halbmikroanalyse</b> . . . . .	<b>241</b>
4.1.1.1	Geräte . . . . .	241
4.1.1.2	Mikroskopieren . . . . .	249
4.1.1.3	Tüpfelreaktionen . . . . .	251
<b>4.1.2</b>	<b>Papierchromatographie</b> . . . . .	<b>251</b>
4.1.2.1	Arbeitstechnik und Geräte . . . . .	252
4.1.2.2	Grundlagen . . . . .	255
4.1.2.3	Beispiele . . . . .	255
<b>4.1.3</b>	<b>Grenzkonzentration und Erfassungsgrenze</b> . . . . .	<b>256</b>
<b>4.2</b>	<b>Nichtmetalle und ihre Verbindungen</b> . . . . .	<b>258</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Wasserstoff</b> . . . . .	<b>258</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Elemente der 7. Hauptgruppe</b> . . . . .	<b>261</b>
4.2.2.1	Fluor . . . . .	261
4.2.2.2	Chlor . . . . .	266
4.2.2.3	Brom . . . . .	280
4.2.2.4	Iod . . . . .	283
<b>4.2.3</b>	<b>Elemente der 6. Hauptgruppe</b> . . . . .	<b>290</b>
4.2.3.1	Sauerstoff . . . . .	290
4.2.3.2	Schwefel . . . . .	295
4.2.3.3	Selen . . . . .	315
4.2.3.4	Tellur . . . . .	318
<b>4.2.4</b>	<b>Elemente der 5. Hauptgruppe</b> . . . . .	<b>320</b>
4.2.4.1	Stickstoff . . . . .	320
4.2.4.2	Phosphor . . . . .	333

<b>4.2.5</b>	<b>Elemente der 4. Hauptgruppe</b> . . . . .	343
4.2.5.1	Kohlenstoff . . . . .	343
4.2.5.2	Silicium . . . . .	364
<b>4.2.6</b>	<b>Elemente der 3. Hauptgruppe</b> . . . . .	369
4.2.6.1	Bor . . . . .	369
<b>4.3</b>	<b>Metalle und ihre Verbindungen</b> . . . . .	373
<b>4.3.1</b>	<b>Lösliche Gruppe, 1. Hauptgruppe</b> . . . . .	374
4.3.1.1	Natrium . . . . .	375
4.3.1.2	Kalium . . . . .	377
4.3.1.3	Ammonium . . . . .	381
4.3.1.4	Rubidium und Caesium . . . . .	384
4.3.1.5	Lithium . . . . .	386
4.3.1.6	Magnesium . . . . .	388
<b>4.3.2</b>	<b>Ammoniumcarbonatgruppe, 2. Hauptgruppe</b> . . . . .	391
4.3.2.1	Calcium . . . . .	392
4.3.2.2	Strontium . . . . .	395
4.3.2.3	Barium . . . . .	397
<b>4.3.3</b>	<b>Ammoniumsulfid-Urotropin-Gruppe.</b> . . . . .	400
4.3.3.1	Nickel . . . . .	400
4.3.3.2	Cobalt . . . . .	403
4.3.3.3	Mangan . . . . .	406
4.3.3.4	Zink . . . . .	412
4.3.3.5	Eisen . . . . .	415
4.3.3.6	Aluminium . . . . .	423
4.3.3.7	Beryllium. . . . .	427
4.3.3.8	Chrom. . . . .	429
4.3.3.9	Gallium und Indium . . . . .	435
4.3.3.10	Sc, Y, La und Lanthanoide . . . . .	438
4.3.3.11	Actinoide. . . . .	444
4.3.3.12	Titan . . . . .	450
4.3.3.13	Zirkonium . . . . .	453
4.3.3.14	Vanadium . . . . .	455
4.3.3.15	Niob und Tantal . . . . .	458
4.3.3.16	Molybdän . . . . .	461
4.3.3.17	Wolfram . . . . .	464
<b>4.3.4</b>	<b>Schwefelwasserstoffgruppe</b> . . . . .	467
4.3.4.1	Quecksilber. . . . .	468
4.3.4.2	Blei . . . . .	474
4.3.4.3	Bismut. . . . .	477
4.3.4.4	Kupfer . . . . .	481
4.3.4.5	Cadmium . . . . .	486
4.3.4.6	Thallium . . . . .	488

## XX Inhaltsverzeichnis

---

4.3.4.7	Arsen . . . . .	491
4.3.4.8	Antimon . . . . .	497
4.3.4.9	Zinn . . . . .	502
4.3.4.10	Germanium. . . . .	505
<b>4.3.5</b>	<b>Reduktionsgruppe . . . . .</b>	<b>507</b>
4.3.5.1	Gold. . . . .	508
4.3.5.2	Platin . . . . .	510
4.3.5.3	Palladium . . . . .	513
<b>4.3.6</b>	<b>Salzsäuregruppe . . . . .</b>	<b>515</b>
4.3.6.1	Silber . . . . .	516

# 5 Systematischer Gang der Analyse. TRENNUNGSGÄNGE

<b>5.1</b>	<b>Vorproben . . . . .</b>	<b>520</b>
5.1.1	Spektralanalyse bzw. Flammenfärbung . . . . .	521
5.1.2	Lötrohrreaktion . . . . .	523
5.1.3	Phosphorsalz- und Boraxperle . . . . .	524
5.1.4	Weitere Vorproben . . . . .	526
<b>5.2</b>	<b>Lösen und Aufschließen . . . . .</b>	<b>529</b>
<b>5.3</b>	<b>Aufschlußverfahren. . . . .</b>	<b>531</b>
5.3.1	Soda-Pottasche-Aufschluß . . . . .	531
5.3.2	Saurer Aufschluß . . . . .	532
5.3.3	Oxidationsschmelze . . . . .	533
5.3.4	Freiberger Aufschluß . . . . .	533
<b>5.4</b>	<b>Allgemeiner Kationentrennungsgang. . . . .</b>	<b>534</b>
5.4.1	Die Säureschwerlösliche und die Salzsäure-Gruppe. Trennung und Nachweis von Ag, Pb, Hg(I), W(VI), Nb(V) und Ta(V) . . . . .	534
5.4.1.1	Allgemeines . . . . .	534
5.4.1.2	Die Säureschwerlösliche Gruppe . . . . .	535
5.4.1.3	Die Salzsäure Gruppe . . . . .	535

<b>5.4.2</b>	<b>Die Reduktionsgruppe – Trennung und Nachweis der Elemente Pd, (Pt), Au, Se und Te</b>	537
<b>5.4.3</b>	<b>Behandlung von Spuren Gold, Silber und Platin in einem Erz oder einem unedlen Metall nach dem Kuppellationsverfahren</b>	539
<b>5.4.4</b>	<b>Die H<sub>2</sub>S-Gruppe</b>	540
5.4.4.1	Allgemeines	540
5.4.4.2	TRENNUNGSGANG I: Trennung und Nachweis von Hg, Pb, Bi, Cu, Cd, As, Sb und Sn (s. Poster)	542
5.4.4.3	TRENNUNGSGANG II: Trennung und Nachweis der Elemente der H <sub>2</sub> S-Gruppe unter Berücksichtigung von Ge, Se, Te, Mo, und Tl	547
5.4.4.4	TRENNUNGSGANG III: Nachweis und Trennung von Mo, Hg, As, Sb, Se, Te, Cu, Cd, Pb, Sn, Ge, Tl und Bi. Praktische Durchführung der H <sub>2</sub> S-Trennung im Halbmikromaßstab	549
<b>5.4.5</b>	<b>Trennungsgänge der Ammonsulfid Urotropingruppe</b>	557
5.4.5.1	TRENNUNGSGANG I:	558
5.4.5.2	TRENNUNGSGANG II: Trennung mit Urotropin unter Berücksichtigung der „selteneren“ Elemente Ga, In, La <sup>1</sup> , Th, U, Ti, Zr, V und W	567
5.4.5.3	TRENNUNGSGANG III: Praktische Durchführung der Urotropintrennung im HM-Maßstab bei Anwesenheit der Elemente Fe, Al, Cr, U, V, Ti, W, Co, Ni, Zn, Mn, Mo	573
<b>5.4.6</b>	<b>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S-Gruppe: Ni(II), Mn(II), Co(II), Zn(II) und Fe(II)</b>	579
5.4.6.1	Allgemeines	579
5.4.6.2	Ausführung der (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S-Gruppenfällung (s. auch Poster)	581
<b>5.4.7</b>	<b>Die (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Gruppe</b>	582
5.4.7.1	TRENNUNGSGANG I: Trennung und Nachweis von Ba <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup>	582
5.4.7.2	TRENNUNGSGANG II: Praktische Durchführung im Halbmikromaßstab	583
<b>5.4.8</b>	<b>Die Lösliche Gruppe</b>	586
5.4.8.1	Trennung und Nachweis von Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Li <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Rb <sup>+</sup> , Cs <sup>+</sup>	586
<b>5.5</b>	<b>Nachweis der Anionen</b>	588
<b>5.5.1</b>	<b>Die häufigsten Anionen und ihr Nachweis</b>	588
<b>5.5.2</b>	<b>Nachweis aller Anionen</b>	589
5.5.2.1	Trennungsgang der Anionen	591

<sup>1</sup> La steht anstelle von folgenden Elementen: Sc, Y, La und Lanthanoide.

## 6 Organische Spezialreagenzien und ihre Anwendung in der qualitativen Analyse

<b>6.1</b>	<b>Übersicht der organischen Spezialreagenzien: Klassifizierung nach der Gefahrstoffverordnung . . .</b>	<b>606</b>
<b>6.2</b>	<b>Aufbau und Wirkungsweise organischer Reagenzien</b>	<b>608</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Bildung von Komplexverbindungen . . . . .</b>	<b>608</b>
6.2.1.1	Komplexe . . . . .	608
6.2.1.2	Farblacke . . . . .	615
<b>6.2.2</b>	<b>Bildung von Oxidations- bzw. Reduktionsprodukten . . . . .</b>	<b>616</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Sonstige Veränderungen der organischen Verbindungen . . . . .</b>	<b>618</b>
<b>6.2.4</b>	<b>Bildung normaler schwerlöslicher Salze . . . . .</b>	<b>619</b>
<b>6.3</b>	<b>Nachweisreaktionen für Kationen . . . . .</b>	<b>621</b>
<b>6.3.1</b>	<b>HCl-Gruppe: Ag(I), Pb(II) . . . . .</b>	<b>621</b>
<b>6.3.2</b>	<b>H<sub>2</sub>S-Gruppe . . . . .</b>	<b>622</b>
6.3.2.1	Kupfergruppe: Bi(III), Cd(II), Cu(I), Cu(II), Hg(II), Pb(II), Tl(I)	622
6.3.2.2	Arsen-Zinn-Gruppe: Sb(III), Sb(IV), Sn(IV), Mo(VI), Se(IV) . .	626
<b>6.3.3</b>	<b>Urotropingruppe: Al(III), Be(II), Cd(VI), Fe(II), Ti(IV), Zr(IV), V(V), U(VI) . . . . .</b>	<b>630</b>
<b>6.3.4</b>	<b>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S-Gruppe: Mn(II), Ni(II), Co(II), Zn(II) . . . . .</b>	<b>638</b>
<b>6.3.5</b>	<b>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-Gruppe: Ca(II), Sr(II), Ba(II), Mg(II), K(I) . . . .</b>	<b>639</b>
<b>6.4</b>	<b>Nachweisreaktionen für Anionen . . . . .</b>	<b>645</b>

## 7 Anhang

<b>7.1</b>	<b>Nomenklatur anorganischer Verbindungen . . . . .</b>	<b>653</b>
<b>7.2</b>	<b>Tabellen . . . . .</b>	<b>661</b>
<b>7.3</b>	<b>Verzeichnis der Zeichen und Abkürzungen . . . . .</b>	<b>666</b>
<b>7.4</b>	<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>669</b>
<b>7.4.1</b>	<b>Allgemeine und anorganische Chemie . . . . .</b>	<b>669</b>
<b>7.4.2</b>	<b>Präparative Chemie . . . . .</b>	<b>669</b>
<b>7.4.3</b>	<b>Qualitative anorganische Analyse . . . . .</b>	<b>670</b>
<b>7.4.4</b>	<b>Quantitative anorganische Analyse . . . . .</b>	<b>670</b>
<b>7.4.5</b>	<b>Sicherheit, Gifte und Gefahrstoffe . . . . .</b>	<b>670</b>

## 8 Register

<b>Namenregister . . . . .</b>	<b>672</b>
<b>Sachregister . . . . .</b>	<b>673</b>

## 9 Kristallaufnahmen und Linienspektren ausgewählter Ionen

<b>Kristallaufnahmen und Linienspektren ausgewählter Ionen . . . . .</b>	<b>697</b>
--------------------------------------------------------------------------	------------