

Inhaltsverzeichnis

1 Praktikum anorganisch-qualitative Analyse	7
1.1 Einführung und Organisation	8
1.1.1 Einführung	8
1.1.2 Organisation des Praktikums	10
1.1.2.1 Allgemeines	10
1.1.2.2 Arbeitsablauf	10
1.1.2.3 Zeitplan	11
1.1.2.4 Laborordnung	12
1.1.2.5 Arbeitsplatzausrüstung	14
1.1.2.6 Chemikalienliste	16
1.1.2.6.1 Chemikalien des Reagenziensatzes	16
1.1.2.6.2 Feststoffe im allgemeinen Chemikalienregal	17
1.1.2.6.3 Flüssigkeiten im allgemeinen Chemikalienregal	19
1.1.2.7 Arbeitskasten zur Mineralanalyse	20
1.2 Versuchsbeschreibungen	21
1.2.1 Gasbrenner	21
1.2.1.1 Funktionsbeschreibung	21
1.2.1.2 Erhitzen mit dem Gasbrenner	23
1.2.1.3 Reinigung des Gasbrenners	25
1.2.2 Glasbearbeitung	26
1.2.2.1 Trennen von Glasrohren und Glasstäben	26
1.2.2.2 Rundschmelzen von Glasrohren und Glasstäben	26
1.2.2.3 Ausziehen von Glasrohren	26
1.2.2.4 Biegen von Glasrohren	27
1.2.3 Chemie wässriger Lösungen	28
1.2.3.1 Wasser, H ₂ O	28
1.2.3.1.1 Wasseraufbereitung	28
1.2.3.1.2 Abwasserbelastungen	32
1.2.3.2 Säuren und Basen	35
1.2.3.2.1 Salzsäure, HCl	35
1.2.3.2.2 Salpetersäure, HNO ₃	37
1.2.3.2.3 Schwefelsäure, H ₂ SO ₄	40
1.2.3.2.4 Essigsäure, CH ₃ COOH	41
1.2.3.2.5 Natronlauge, NaOH	43
1.2.3.2.6 Ammoniak, NH ₃	44
1.2.4 Arbeitsgerät und Grundoperationen	45
1.2.4.1 Lösen und Aufschließen	45
1.2.4.2 Herstellen von Reagenzlösungen	47
1.2.4.2.1 Lösungen von Säuren und Basen	48
1.2.4.2.2 Sonstige Reagenzlösungen	51
1.2.4.3 Füllen, Sedimentieren und Dekantieren	53

1.2.4.4 Fällen, Zentrifugieren und vollständige Fällung	53
1.2.4.5 Filtrieren und Abnutschen	54
1.2.4.6 Blindprobe und Kontrollprobe	55
1.2.5 Anionennachweise (erster Teil)	57
1.2.5.1 Chlorid als AgCl	57
1.2.5.2 Sulfat als BaSO ₄	57
1.2.5.3 Carbonat als CO ₂	58
1.2.5.4 Nitrat als Nitrosylkomplex [Fe(H ₂ O) ₅ NO] ²⁺ (Ringprobe)	59
1.2.5.5 Nitrat als Azofarbstoff	60
1.2.6 Modifizierter klassischer Trennungsgang	62
1.2.6.1 Allgemeines	62
1.2.6.2 Ammonium als NH ₃	64
1.2.6.3 Die Kationengruppe VI (Mg ²⁺ , Li ⁺ , Na ⁺)	64
1.2.6.3.1 Flammenfärbungen und Spektralanalyse	64
1.2.6.3.2 Magnesium als Mg(OH) ₂	66
1.2.6.3.3 Magnesium als MgNH ₄ PO ₄	67
1.2.6.4 Die Kationengruppe V (Ca ²⁺ , Ba ²⁺)	68
1.2.6.4.1 Die Carbonatfällung	68
1.2.6.4.2 Flammenfärbungen und Spektralanalyse	68
1.2.6.4.3 Barium als BaSO ₄	69
1.2.6.4.4 Calcium als CaC ₂ O ₄	69
1.2.6.4.5 Übersicht: Analytik der Kationengruppen V und VI	70
1.2.6.4.6 Erläuterungen: Analytik der Kationengruppen V und VI	71
1.2.6.5 Die Kationengruppe III (Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Al ³⁺)	72
1.2.6.5.1 Die Hydroxidfällung	72
1.2.6.5.2 Eisen als Fe(OH) ₃	73
1.2.6.5.3 Eisen als Thiocyanatkomplex	75
1.2.6.5.4 Eisen als Berlinerblau	75
1.2.6.5.5 Aluminium als Al(OH) ₃	77
1.2.6.5.6 Aluminium als Morinkomplex, Fluoreszenz	78
1.2.6.5.7 Der Sodauszug	81
1.2.6.5.8 Übersicht: Analytik der Kationengruppe III	82
1.2.6.5.9 Erläuterungen: Analytik der Kationengruppe III	83
1.2.6.6 Schmelzaufschlußverfahren	84
1.2.6.6.1 Der saure Schmelzaufschluß	84
1.2.6.6.2 Der basische Schmelzaufschluß	85
1.2.6.6.3 Die Oxidationsschmelze	87
1.2.6.7 Das Löslichkeitsprodukt	89
1.2.6.8 Die Kationengruppe IV (Zn ²⁺ , Co ²⁺ , Ni ²⁺)	91
1.2.6.8.1 Die Sulfidfällung (pH 4 - 9)	91
1.2.6.8.2 Zink als ZnS	94
1.2.6.8.3 Cobalt als Co(BO ₂) ₂ (Boraxperle)	94
1.2.6.8.4 Cobalt als [Co(SCN) ₄] ²⁻	95
1.2.6.8.5 Nickel als Diacetyldioximkomplex	96
1.2.6.8.6 Übersicht: Analytik der Kationengruppe IV	97
1.2.6.8.7 Erläuterungen: Analytik der Kationengruppe IV	98
1.2.6.9 Die Kationengruppe I (Ag ⁺ , Pb ²⁺)	98
1.2.6.9.1 Die Chloridfällung	98
1.2.6.9.2 Silber als AgCl	99

1.2.6.9.3 Blei als PbI_2	100
1.2.6.9.4 Blei als $PbSO_4$	100
1.2.6.9.5 Übersicht: Analytik der Kationengruppe I	101
1.2.6.9.6 Erläuterungen: Analytik der Kationengruppe I	102
1.2.6.10 Die Kationengruppe II (Pb^{2+} , Cu^{2+})	102
1.2.6.10.1 Die Sulfidfällung (pH 1 - 2)	102
1.2.6.10.2 Blei als $Pb(OH)_2$	102
1.2.6.10.3 Kupfer als $[Cu(NH_3)_4(H_2O)_2]^{2+}$	103
1.2.6.10.4 Übersicht: Analytik der Kationengruppe II	104
1.2.6.10.5 Erläuterungen: Analytik der Kationengruppe II	105
1.2.6.11 Übersicht: Gesamter Trennungsgang	106
1.2.7 Anionennachweise (zweiter Teil)	112
1.2.7.1 Sulfid als Ag_2S	112
1.2.7.2 Phosphat als $FePO_4$	113
1.2.7.3 Borat als $B(OCH_3)_3$	113
1.2.7.4 Fluorid bzw. SiO_2 /Silicat als SiF_4 (Wassertropfenprobe)	114
1.2.8 Analyse von Mineralien	116
1.2.8.1 Mineralien und die Geschichte der qualitativen anorganischen Analyse	116
1.2.8.2 Vorkommen von Mineralien	117
1.2.8.3 Physikalische Eigenschaften von Mineralien	120
1.2.8.3.1 Farbe und Strichfarbe	120
1.2.8.3.2 Glanz	120
1.2.8.3.3 Ritzhärte	121
1.2.8.4 Einführung in die Kristallographie	122
1.2.8.5 Chemische Eigenschaften von Mineralien	124
1.2.8.6 Technische Verwendung von Mineralien	126
1.2.8.6.1 Sulfide	126
1.2.8.6.2 Halogenide	127
1.2.8.6.3 Oxide und Hydroxide	127
1.2.8.6.4 Carbonate und Borate	128
1.2.8.6.5 Sulfate	129
1.2.8.6.6 Phosphate	129
1.2.8.6.7 Silicate	129
1.3 Entsorgung und Recycling	131
1.4 Übungsaufgaben	135
1.5 Lösungen der Übungsaufgaben	156
1.6 Hinweise für Dozenten	171
1.6.1 Leistungsbewertung	171
1.6.2 Analysesubstanzen	173
1.6.3 Protokolle zu Kapitel 1.2.8	174

2 Praktikum anorganisch-quantitative Analyse	175
2.1 Einführung und Organisation	176
2.1.1 Einführung	176
2.1.2 Organisation des Praktikums	176
2.1.2.1 Allgemeines	176
2.1.2.2 Arbeitsablauf	178
2.1.2.3 Zeitplan	180
2.1.2.4 Arbeitsplatzausrüstung	184
2.1.2.5 Chemikalienliste	181
2.1.2.5.1 Maßlösungen	181
2.1.2.5.2 Feststoffe	181
2.1.2.5.3 Flüssigkeiten	182
2.2 Versuchsbeschreibungen	183
2.2.1 Verfahren der quantitativen Analyse	183
2.2.2 Gehaltsangaben	183
2.2.2.1 Massen-, Stoffmengen- und Volumenanteil	183
2.2.2.2 Massen-, Stoffmengen- und Volumenkonzentration	184
2.2.3 Volumenmeßgeräte	185
2.2.3.1 Allgemeines	185
2.2.3.2 Pipetten	187
2.2.3.3 Büretten	188
2.2.4 Gravimetrie	190
2.2.5 Volumetrie (Maßanalyse)	193
2.2.5.1 Zur Geschichte der Volumetrie	193
2.2.5.2 Maßlösungen	196
2.2.5.3 Neutralisationsanalyse	198
2.2.5.3.1 Säuren und Basen	198
2.2.5.3.2 Säure- und Basenstärke	199
2.2.5.3.3 Titrationsen starker Säuren mit starken Basen	201
2.2.5.3.4 pK_a und pK_b -Wert	208
2.2.5.3.5 Titrationsen schwacher Säuren mit starken Basen	210
2.2.5.3.6 Säure-Base-Indikatoren	213
2.2.5.3.7 Zusammenfassung	217
2.2.5.3.8 Neutralisationsanalyse und Ionenaustauscher	218
2.2.5.3.9 Neutralisationsanalyse und Rücktitration	221
2.2.5.4 Redoxtitration	222
2.2.5.4.1 Manganometrie	222
2.2.5.4.2 Iodometrie	223
2.2.5.5 Komplexometrie	227
2.2.5.6 Fällungstitration	229
2.2.5.7 Mikroanalytische Wasseruntersuchungen	230
2.2.5.7.1 Zur Geochemie von Wasser	230
2.2.5.7.2 Elektrische Leitfähigkeit	231

2.2.5.7.3 Carbonathärte	235
2.2.5.7.4 Gesamthärte	235
2.2.5.7.5 Calcium	236
2.2.5.7.6 Chlorid	236
2.2.5.7.7 Sauerstoff	237
2.2.6 Physikalisch-chemische Verfahren	240
2.2.6.1 Konduktometrie	240
2.2.6.2 Spektralphotometrie	244
2.3 Entsorgung und Recycling	249
2.4 Übungsaufgaben	262
2.5 Lösungen der Übungsaufgaben	262
2.6 Hinweise für Dozenten	271
2.6.1 Leistungsbewertung	271
2.6.2 Analysesubstanzen	272
2.6.3 Exkursionsbeispiele	274
3 Anhang	279
3.1 Gefahrensymbole und R- und S-Sätze	280
3.2 Tabellen	287
3.2.1 SI-Basiseinheiten	287
3.2.2 Abgeleitete SI-Einheiten	287
3.2.3 Vorsätze von SI-Einheiten	287
3.2.4 Umrechnungsfaktoren Druck	288
3.2.5 Umrechnungsfaktoren Energie	288
3.2.6 Physikalische Konstanten	288
3.2.7 Molare Massen der stabilen Elemente	289
3.3 Literatur	290
3.4 Abkürzungen	292
Stichwortverzeichnis	293