

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
	Teil I: Grundlagen	5
2	Geowissenschaftliche Grundlagen der Gesteinsanalyse	6
3	Analytische Problematik bei der Bestimmung von Haupt-, Neben- und Spurenelementen	9
4	Arbeitsprogramm für Lehrveranstaltungen “Quantitative Gesteins- und Mineralanalyse”	12
5	Größen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren	17
5.1	Größen, Einheiten	18
5.2	Gehaltsgrößen	27
5.3	Korngrößen	27
5.4	Rechenhilfen	33
5.5	Umrechnungen	36
5.6	Atommassen	40
5.7	Molare Massen	43
5.8	Umrechnungsfaktoren	47
5.9	Zeichen, Abkürzungen	61
6	Probenahme	65
6.1	Grundlagen	65
6.2	Methoden zur Entnahme von Proben	66
6.3	Schieds-Probenahme	71
6.4	Bezeichnung und Verpackung der Proben	72
6.5	Mittelwerte und Standardabweichungen	72
6.6	Mindestmenge einer Probe	74
6.7	Anzahl der Proben	78
6.8	Probenahme- und Analysenfehler	79

X Inhaltsverzeichnis

7	Probearbeitung	80
7.1	Reinigung der Rohproben	80
7.2	Zerkleinerung	81
7.3	Siebung	85
7.4	Verjüngung	87
7.5	Mineraltrennungen	90
7.6	Kontamination durch Probearbeitung	95
8	Beurteilung von Analysendaten	100
8.1	Formulierung von Analysendaten für Silicate	100
8.2	Präzision, Richtigkeit, Nachweisgrenze	101
8.3	Normalverteilung, Standardabweichung	103
8.4	Einzel- und Mittelwerte (Streu- und Vertrauensbereich)	113
8.5	Vergleich von Standardabweichungen und Mittelwerten	117
8.6	Überwachung der Reproduzierbarkeit und Richtigkeit von Analysenergebnissen	121
8.7	Bewertung von Gesteinsanalysen	127
8.8	Angabe von Dezimalstellen	129
8.9	Geochemische Referenzproben	130
9	Analytische Einrichtungen	142
9.1	Chemische Laboratorien	142
9.2	Meßlaboratorien	143
9.3	Analysenprotokoll, Tagebuch	144
9.4	Sauberkeit und Sicherheit am Arbeitsplatz	147
10	Grundlagen der Analysen- und Meßverfahren	151
10.1	Gravimetrie	151
10.2	Titrimetrie	156
10.3	Titrimetrie mit physikalischer Bestimmung des Äquivalenzpunktes	175
10.4	Spektralphotometrie	181
10.5	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)	191
10.6	Flammen-Atomemissionsspektrometrie (AES)	223
10.7	Graphitrohrfen-Atomabsorptionsspektrometrie (Graphitrohrfen-AAS)	228
10.8	Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES)	247

10.9	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)	264
10.10	Verdampfungsanalyse	276
	Teil II: Analysenmethoden	291
11	Analysenschema	292
12	Berechnung von Meßdaten	293
13	Aufschlüsse	312
13.1	Grundlagen	312
13.2	Schmelzaufschlüsse	323
13.2.1	Natriumcarbonat	323
13.2.2	Mischung Natriumcarbonat und di-Natriumtetraborat (Borax)	330
13.2.3	Lithiummetaborat	331
13.2.4	Lithiummetaborat-Lithiumtetraborat-Aufschluß zur SiO ₂ -Bestimmung	333
13.2.5	Kaliumdisulfat	334
13.2.6	Kaliumhydroxid	336
13.3	Säureaufschlüsse für Silicate und Oxide	338
13.3.1	Aufschlüsse in offenen Gefäßen unter Atmosphärendruck	338
13.3.2	Aufschlüsse in Autoklaven	339
13.3.3	Flußsäure und Perchlorsäure	344
13.3.4	Flußsäure und Schwefelsäure	348
13.3.5	Flußsäure-Schwefelsäure-Aufschluß für die Bestimmung von Fe(II)	350
13.3.6	Flußsäure, Salpetersäure und Perchlorsäure	352
13.3.7	Salpetersäure und Perchlorsäure	354
13.3.8	Salpetersäure	356
13.4	Säureaufschlüsse für Carbonate	357
13.4.1	Lösen der Carbonate mit Salzsäure	358
13.4.2	Lösen der Carbonate mit Chloressigsäure	360
13.5	Aufschlußverfahren für Evaporitgesteine	361
13.5.1	Aufschluß der Evaporite mit verdünnter Salzsäure	362
13.5.2	Abtrennung der wasserunlöslichen Mineralfraktionen mit NaCl-Lösung oder Wasser	364
13.6	Aufschlüsse für Sulfate, Sulfide und Arsenide	367
13.6.1	Säure- und Schmelzaufschlüsse für Sulfate	367

XII Inhaltsverzeichnis

13.6.2	Säureaufschlüsse für Sulfide und Arsenide	369
13.6.2.1	Brom, Salzsäure und Salpetersäure oder Königswasser	371
13.6.3	Schmelzaufschlüsse für Sulfide	372
13.6.3.1	Ammoniumhydrogensulfat und Ammoniumnitrat	374
14	Verfahren zur Bestimmung von Haupt- und Neben-	
	bestandteilen	375
14.1	SiO ₂	375
14.1.1	Gravimetrie	375
14.1.2	Titrimetrie	383
14.1.3	Spektralphotometrie	386
14.2	TiO ₂	392
14.2.1	Spektralphotometrie	392
14.3	Al ₂ O ₃	398
14.3.1	Gravimetrie (Sesquioxide), Fortsetzung des Trennungs- ganges nach der SiO ₂ -Bestimmung	398
14.3.2	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie	408
14.4	Fe ₂ O ₃ (Gesamteisen)	411
14.4.1	Gravimetrie (Sesquioxide)	411
14.4.2	Spektralphotometrie	411
14.4.3	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie	415
14.5	FeO	420
14.5.1	Titrimetrie	420
14.6	MnO	424
14.6.1	Spektralphotometrie	424
14.6.2	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie	429
14.7	CaO	431
14.7.1	Gravimetrie, Fortsetzung des Trennungsganges nach den Sesquioxiden	431
14.7.2	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie	435
14.8	MgO	438
14.8.1	Gravimetrie, Fortsetzung des Trennungsganges nach der CaO-Bestimmung	438
14.8.2	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie	443
14.9	Na ₂ O	445
14.9.1	Flammen-Atomemissionsspektrometrie	445
14.9.2	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie	448
14.10	K ₂ O	451
14.10.1	Flammen-Atomemissionsspektrometrie	451
14.10.2	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie	453

14.11	H ₂ O	454
14.11.1	Beurteilung der Wasserwerte	454
14.11.2	Gesamtwasser durch Glühverlust	455
14.11.3	Gesamtwasser mittels Penfield-Verfahren	457
14.11.4	Gesamtwasser mittels Karl-Fischer-Titration	463
14.11.5	H ₂ O ⁻ durch Trocknen bei 110 °C	468
14.12	CO ₂ (Gesamt-, Carbonat- und Nichtcarbonat- Kohlenstoff)	469
14.12.1	Gravimetrie	470
14.12.2	Coulometrische Titration	475
14.13	P ₂ O ₅	482
14.13.1	Spektralphotometrie	482
14.14	F	488
14.15	S	492
14.15.1	Gesamt-Schwefel, Coulometrische Titration	492
14.15.2	Sulfid- und Sulfatschwefel	496
15	Abtrennung der Lanthaniden (Seltenen Erden) für die Bestimmung mit der ICP-AES	498
16	Spektrometrische Elementbestimmungen	504
16.1	Ag	505
16.2	Al	507
16.3	As	511
16.4	B	513
16.5	Ba	517
16.6	Be	521
16.7	Bi	524
16.8	Ca	524
16.9	Cd	528
16.10	Co	532
16.11	Cr	532
16.12	Cu	538
16.13	Fe	538
16.14	Ga	546
16.15	K	546
16.16	La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Yb, Lu	550
16.17	Li	562
16.18	Mg	565
16.19	Mn	565

XIV Inhaltsverzeichnis

16.20	Mo	572
16.21	Na	572
16.22	Nb	572
16.23	Ni	576
16.24	P	576
16.25	Pb	582
16.26	Rb	585
16.27	S	588
16.28	Sb	590
16.29	Sc	590
16.30	Se	593
16.31	Si	593
16.32	Sn	597
16.33	Sr	597
16.34	Ti	602
16.35	Tl	605
16.36	V	607
16.37	Y	607
16.38	Zn	611
16.39	Zr	611
17	Kontaminationen	617
18	Behandlung von Platingeräten	625
19	Reinigung von Analysengeräten	629
20	Erste Hilfe bei Unfällen	631
21	Umgang mit Perchlorsäure	634
22	Sammlung und Beseitigung von Laborabfällen	636
23	Literaturverzeichnis	640
24	Sachverzeichnis	660