Inhaltsverzeichnis

1.	**Geschichte, Aufgaben, Stellung und Gliederung der Geochemie**	15
1.1.	Geschichte	15
1.2.	Aufgaben der Geochemie	16
1.3.	Stellung und Gliederung der Geochemie	17
	Literatur	19
2.	**Chemische und physikalische Grundbegriffe**	22
2.1.	Chemische Elemente und Periodensystem	22
2.2.	Bausteine der Materie	32
2.3.	Atombau	32
2.4.	Bau der Atomkerne, Isotope	38
	Literatur	48
2.5.	Ionisationspotential	50
2.6.	Elektronenaffinität	54
2.7.	Größe der Atome und Ionen	54
2.7.1.	Allgemeine Gesetzmäßigkeiten	55
2.7.2.	Wertigkeit	65
2.7.3.	Polarisation	68
2.7.4.	Ionenpotential	69
2.7.5.	Koordination	70
2.8.	Bindungsarten	71
2.9.	Elektronegativität	71
	Literatur	73
2.10.	Physikalische Konstanten von Atomen und Verbindungen	76
	Literatur	76
2.11.	Thermodynamische Daten	91
2.11.1.	Entropie S	91
2.11.2.	Freie Energie F	91
2.11.3.	Enthalpie H und freie Enthalpie G	91
	Literatur	101
3.	**Geochemische Migrationsfaktoren**	102
3.1.	Geochemische Migration	102
3.2.	Innere Migrationsfaktoren	103
	Literatur	104

3.2.1. Ionen- bzw. Atomwichte ... 104
3.2.2. Energetik der Kristalle ... 105
3.2.2.1. Gitterenergie ... 105
3.2.2.2. Energiekoeffizient *EK* und Paragenbegriff von A. E. Fersman ... 109
3.2.2.3. Potentialwerte als Ausdruck der Bindungskräfte ... 112
Literatur ... 113
3.2.3. Ismorphiebeziehungen und Diadochie ... 114
3.2.3.1. Isomorphie ... 114
3.2.3.2. Diadochie ... 116
Literatur ... 120
3.2.4. Radioaktivität ... 121
Literatur ... 122
3.3. Äußere Migrationsfaktoren ... 122
3.3.1. Gravitationsenergie ... 123
3.3.1.1. Einige Definitionen und Daten ... 123
3.3.2. Sonnenenergie und kosmische Energie ... 126
3.3.3. Radioaktive Vorgänge ... 127
3.3.4. Wärmeinhalt und -abgabe der Erde (Wärmefluß) ... 129
Literatur ... 131
3.3.5. *pTx*-Abhängigkeit mineralogisch-geochemischer Systeme (Physikalische Geochemie) ... 132
3.3.5.1. Einige Begriffe und Gesetze ... 133
Literatur ... 137
3.3.5.2. Beispiele für die *p-T*-Abhängigkeit mineralogisch-geochemischer Systeme ... 138
3.3.5.3. Geologische Thermometer ... 141
Literatur ... 146
3.3.6. Redoxpotential *Eh* ... 146
Literatur ... 155
3.3.7. Wasserstoff-Ionen-Konzentration und pH-Wert ... 155
Literatur ... 160
3.3.8. Sorption, Kolloide, Ionenumtausch ... 161
Literatur ... 165

4. Geochemische Arbeits- und Untersuchungsmethodik ... 166
4.1. Probenahme und Probenvorbereitung ... 166
4.1.1. Probenahme ... 166
4.1.2. Probenvorbereitung ... 166
4.1.3. Gewinnung monomineralischer Fraktionen (Sortier- und Anreicherungsverfahren) ... 170
4.1.4. Gewinnung von Gasproben ... 177
4.1.5. Extraktion von Gasen und Flüssigkeiten aus Einschlüssen in Mineralen ... 177
Literatur ... 178
4.2. Analytik ... 180
4.2.1. Methoden der Elementbestimmung ... 180
4.2.1.1. Übersicht über Analysenmethoden und Nachweisgrenzen ... 180
4.2.1.2. Chemische Analyse ... 188
Literatur ... 189

4.2.1.3. Chemische Mikroanalyse ... 189
Literatur ... 189
4.2.1.4. Kolorimetrie und Photometrie ... 190
Literatur ... 190
4.2.1.5. Chromatographie und Ionenaustauscher ... 191
Literatur ... 191
4.2.1.6. Potentiometrie und Polarographie ... 191
Literatur ... 192
4.2.1.7. Flammenspektrometrie und Atomabsorptionsspektrometrie ... 192
Literatur ... 193
4.2.1.8. Emissionsspektralanalyse und Laser-Mikrospektralanalyse ... 193
Literatur ... 197
4.2.1.9. Röntgenfluoreszenzanalyse und Elektronenstrahlmikroanalyse (Mikrosonde) ... 198
Literatur ... 199
4.2.1.10. Neutronenaktivierungsanalyse ... 199
Literatur ... 200
4.2.1.11. Radioaktivitätsmessungen ... 200
Literatur ... 201
4.2.1.12. Feldmethoden ... 201
Literatur ... 202
4.2.2. Methoden der Phasenanalyse ... 203
4.2.2.1. Röntgenanalyse ... 203
Literatur ... 204
4.2.2.2. Ultrarotspektrometrie ... 205
Literatur ... 205
4.2.2.3. Differentialthermoanalyse ... 205
Literatur ... 206
4.3. Geochemische Standardproben ... 207
Literatur ... 208
4.4. TGL (Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen), Richtlinien und Instruktionen ... 209

5. Gewinnung, mathematische Behandlung und Darstellung geochemischer Daten ... 212

5.1. Grundsätze für den Gesamtbereich der Geochemie ... 212
5.1.1. Gewinnung geochemischer Daten ... 212
5.1.2. Mathematische Behandlung geochemischer Daten ... 212
5.1.3. Darstellung geochemischer Daten ... 216
5.1.4. Geochemische Interpretation der verarbeiteten Daten ... 217
Literatur ... 217
5.2. Mineralchemische Berechnungen ... 218
Literatur ... 222
5.3. Petrochemische Berechnungen ... 222
Literatur ... 227

6.	**Verteilung der Elemente in der außerirdischen Materie**	228
6.1.	Entstehung der Elemente und ihre Verteilung im Kosmos und auf der Sonne	228
6.1.1.	Entstehung der Elemente	229
6.1.2.	Elemente im Kosmos und »kosmische Materie«	230
6.1.3.	Elemente in der Sonne und im Sonnenwind	231
	Literatur	233
6.2.	Zusammensetzung der Meteorite (und Kometen)	234
	Literatur	244
6.3.	Chemismus der Planeten und des Mondes	245
6.3.1.	Planeten	245
6.3.2.	Mond	247
	Literatur	249
7.	**Die chemische Zusammensetzung der Erde**	252
7.1.	Entstehung der Erde und historischer Charakter geochemischer Gesetze	252
7.1.1.	Entstehung und Entwicklung der Erde	252
7.1.2.	Historischer Charakter geochemischer Gesetze (Historische Geochemie)	252
	Literatur	255
7.2.	Geochemische Gliederung der Erde und geochemischer Charakter der chemischen Elemente	256
7.2.1.	Geochemische Gliederung der Erde	256
7.2.2.	Geochemischer Charakter der Elemente	258
	Literatur	262
7.3.	Erdmantel und Beziehung zur Erdkruste	262
	Literatur	265
7.4.	Verteilung der Elemente in der Erdkruste	266
7.4.1.	Allgemeine Grundlagen und Berechnungsmethoden der Clarkewerte	266
	Literatur	270
7.4.2.	Geochemie der Lithosphäre	272
7.4.2.1.	Durchschnittsgehalte und fundamentale Gesetzmäßigkeiten der Häufigkeitsverteilung in der Lithosphäre	272
7.4.2.2.	Geochemie des magmatischen und postmagmatischen Bereiches	278
7.4.2.2.1.	Magmatischer Bereich	278
7.4.2.2.2.	Postmagmatischer Bereich (magmatische Gase und hydrothermale Lösungen)	299
	Literatur	303
7.4.2.3.	Geochemie des metamorphen Bereichs	308
	Literatur	313
7.4.2.4.	Geochemie der Verwitterung und anorganischen Sedimente	314
7.4.2.4.1.	Geochemie der Verwitterung	314
	Literatur	318
7.4.2.4.2.	Geochemie der Böden und der Oxydationszone	319
	Literatur	323
7.4.2.4.3.	Transport, Sedimentation und Fazies, Diagenese	325
	Literatur	333
7.4.2.4.4.	Geochemie der tonig-sandig-karbonatischen Sedimente und Sedimentite	334
	Literatur	340

7.4.2.4.5.	Geochemie der Salze	347
	Literatur	352
7.4.3.	Geochemie der Hydrosphäre	354
7.4.3.1.	Wasserverteilung auf der Erde und Systematik der Wässer	354
7.4.3.2.	Verteilung der Elemente im Meerwasser und in Salzseen	356
7.4.3.3.	Elementverteilung im Süßwasser (Flußwasser, Seewasser, Regenwasser)	362
7.4.3.4.	Geochemie der Tiefenwässer	366
7.4.3.5.	Geochemie der Mineralwässer	370
	Literatur	372
7.4.4.	Geochemie der Atmosphäre und Gase	375
7.4.4.1.	Geochemie der Atmosphäre	375
7.4.4.2.	Geochemie der Gase in den anderen Geosphären	379
	Literatur	384
7.4.5.	Geochemie der Biosphäre und biogenen Produkte (Organische Geochemie)	385
7.4.5.1.	Geochemie der lebenden Materie (Biogeochemie)	385
7.4.5.2.	Geochemie der fossilen organischen Materie	394
7.4.5.2.1.	Übersicht	394
7.4.5.2.2.	Humitische Ablagerungen	396
7.4.5.2.3.	Bituminöse Produkte	400
	Literatur	403
7.5.	Geochemische Kreisläufe und Geochemie von Einzelelementen	407
7.5.1.	Geochemische Kreisläufe (Geochemische Zyklen)	407
	Literatur	410
7.5.2.	Geochemie von Einzelelementen	411
	Literatur	411
8.	**Mineralchemie**	420
8.1.	Allgemeines	420
8.2.	Hauptelemente	458
8.3.	Spurenelemente der Minerale	463
	Literatur	470
9.	**Isotopengeochemie (einschließlich Isotopenanalyse)**	474
9.1.	Aufgabe, Entwicklung und allgemeine Zusammenhänge	474
9.2.	Isotopenhäufigkeiten und Isotopenanalyse	475
9.2.1.	Darstellung von Isotopenhäufigkeiten (einschließlich Standards)	475
9.2.2.	Meßmethoden der Isotopenanalyse	477
9.3.	Beeinflussung von Isotopenhäufigkeiten	479
9.3.1.	Kernprozesse	479
9.3.2.	Isotopieeffekte (Fraktionierungseffekte)	479
	Literatur	482
9.4.	Isotopengeochemie einiger Elemente	483
9.5.	Außerirdische Isotopenhäufigkeiten (Mond)	489
	Literatur	490

10.	**Wichtige angewandte geochemische Untersuchungen**	493
	Literatur	493
10.1.	Geochemische Prospektion	494
10.1.1.	Allgemeines und Gliederung	494
10.1.2.	Dispersionshöfe und geochemische Anomalien	496
10.1.3.	Pedogeochemische und hydrogeochemische Prospektion	503
10.1.3.1.	Probenahme	503
10.1.3.2.	Analyse und Auswertung	505
10.1.4.	Weitere Prospektionsverfahren	508
10.1.4.1.	Biogeochemische Prospektion	508
10.1.4.2.	Atomgeochemische oder Gasprospektion	509
10.1.4.3.	Bohrlochgeochemie und bohrlochgeochemische Prospektion	511
10.1.4.4.	Schwermineralanalyse (sog. Schlichanalyse)	511
	Literatur	511
10.2.	Geochemische Faziesanalyse und geochemische Barrieren	517
10.2.1.	Geochemische Faziesanalyse	517
10.2.2.	Geochemische Barrieren	520
	Literatur	522
10.3.	Geochemische Untersuchungen an Gesteinen und Lagerstätten	524
10.3.1.	Untersuchungen an Gesteinen	524
10.3.1.1.	Magmatische Gesteine	524
10.3.1.2.	Sedimentäre Gesteine	526
10.3.1.3.	Metamorphe Gesteine	528
	Literatur	537
10.3.2.	Lagerstättengeochemie	539
10.3.2.1.	Magmatogene Erz- und Minerallagerstätten	539
10.3.2.2.	Sedimentäre und sedimentogene Erzlagerstätten	545
10.3.2.3.	Lagerstätten der Salze sowie Steine und Erden	551
10.3.2.4.	Lagerstätten der Kaustobiolithe (einschl. Erdgase)	558
10.3.2.5.	Wasserlagerstätten	565
	Literatur	567
10.4.	Spezielle isotopengeochemische Untersuchungen	572
10.4.1.	Übersicht über die isotopengeochemischen Untersuchungsmöglichkeiten	572
10.4.2.	»Absolute« (radioaktive) Altersbestimmungen	573
10.4.2.1.	Das Gesetz des radioaktiven Zerfalles	573
10.4.2.2.	Typen radioaktiver Altersbestimmungen und ihre Voraussetzungen	574
10.4.2.3.	Speichermethoden	577
10.4.2.4.	Blei-Modell-Alter	581
10.4.2.5.	Zerfallsmethoden	583
10.4.2.6.	Geochronologische Tafeln	584
	Literatur	584
10.4.3.	Isotopen-Thermometrie (Paläotemperaturen u.a.)	587
10.4.3.1.	Paläotemperaturen im sedimentären Bereich	588
10.4.3.2.	Isotopen-Thermometrie im magmatischen und metamorphen Bereich	589
	Literatur	591
10.4.4.	Probleme der Erde und des Kosmos	592

10.4.5. Probleme in geologischen Teilbereichen ... 592
10.4.5.1. Allgemeine geochemische Probleme ... 592
10.4.5.2. Lagerstätten ... 597
Literatur ... 602
10.5. Geochemie der Anthropo- und Technosphäre (Geochemie der Umwelt) ... 603
10.5.1. Allgemeines ... 603
10.5.2. Land- und Forstwirtschaft (Agrogeochemie) ... 604
10.5.3. Schadstoffe der Industrie (Technogeochemie) ... 609
Literatur ... 614

11. Maßeinheiten, Übersichten und sonstige Tabellen ... 616

11.1. Gesetzlich vorgeschriebene Einheiten (Grundlagen) ... 616
11.2. Längenmaße ... 619
11.3. Flächenmaße ... 620
11.4. Hohl- und Raummaße ... 621
11.5. Dichte ... 622
11.6. Masseeinheiten ... 623
11.7. Alte Maßeinheiten des mitteleuropäischen Bergbaus ... 624
11.8. Maßeinheiten des Druckes und der Temperatur ... 625
11.9. Radiologische Einheiten ... 626
11.10. Konzentrationsmaße ... 627
11.11. Korngrößenklassen bei Gesteinen und sonstigen Partikeln sowie internationale Prüfsieb-Gewebereihen ... 629
11.12. Klassifikation von Gesteinen ... 633
11.13. Dimensionen von Planeten, Mond und Sonne ... 638
11.14. Physikalische Konstanten ... 640
Literatur ... 640

12. Verzeichnis von Zeitschriften mit geochemischen Beiträgen ... 641

12.1. Referateorgane ... 641
12.2. Periodica mit vorwiegend geochemischen Beiträgen ... 642
12.3. Periodica mit Beiträgen zur geochemischen Untersuchungsmethodik ... 643

Griechisches Alphabet ... 644
Vergleichende Transliterationstabelle ... 645
Autorenregister ... 647
Sachwörterverzeichnis ... 664