

Inhalt

Vorwort	V
Abkürzungen	XI
I. Aufbau der Erde	1
1. Vor- und Frühgeschichte der Erde	1
2. Aufbau der Erde nach geophysikalischen Untersuchungen	2
3. Aufbau der Erdkruste	3
4. Druck- und Temperaturverlauf im Erdinneren	6
5. Störungsbahnen und Erdbebenzonen	8
6. Konvektionen im Erdmantel	9
7. Geotektonische Modelle	11
8. Eigenschaften kristalliner Materie unter höheren Drucken und Temperaturen	12
9. Zusammensetzung der Erdschalen	14
a) Zusammensetzung des oberen Mantels	14
b) Zusammensetzung der Übergangszone	15
c) Zusammensetzung des unteren Mantels	19
d) Zusammensetzung des Erdkerns	19
II. Bildung von Magmen	
1. Gliederung magmatischer Gesteine und Lagerstätten und deren Elementkonzentrationen	21
2. Bildungsmöglichkeiten von Magmen	22
3. Fraktionierte Erstarrung und fraktionierte Aufschmelzung	23
a) Einfach eutektisches Dreistoffsystem	25
b) Dreistoffsystem mit binärem Mischkristall	26
4. Gehemmte Erstarrung von Schmelzen	27
5. Entstehung von Basaltmagmen	28
a) Basaltsysteme bei 1 bar Druck	28
b) Bildung von Basaltmagmen aus Ultrasima	32
6. Entstehung von Kalkalkaligesteinen durch Aufschmelzung von Sima	38
7. Bildung von Alkaligesteinmagmen und Karbonatiten	40
8. Entstehung von Granitmagmen	41
III. Minerallagerstätten in magmatischen Gesteinen	46
1. Intramagmatische Sulfidlagerstätten	46
2. Intramagmatische Oxidlagerstätten	50
a) Chromit in ultrabasischen Gesteinen	52
b) Magnetit in basischen Gesteinen	52
3. Intramagmatische Lagerstätten in Alkaligesteinen	54
4. Intramagmatische Lagerstätten in sauren Kalkalkaligesteinen	55
5. Diamanten in ultrabasischen Gesteinen	55
IV. Silikatschmelzen mit flüchtigen Bestandteilen, innere und äußere Einflüsse auf ihr Verhalten	58
1. Silikatschmelzen als P-Q-Systeme	58
a) Entstehung von kritischen Erscheinungen an gesättigten Lösungen	58
b) Zustandsbahnen für konstante Bruttokonzentrationen	66

VIII Inhalt

c) Zustandsverhalten und Intrusion von Magmen	67
d) Magmenbildung bei Unterschluß an flüchtigen Komponenten	68
e) Übergänge von P-Q- zu Nicht-P-Q-Systemen	69
2. Ansätze zur quantitativen Behandlung der Dreiphasenkoexistenz der Q-Schlinge	72
3. Silikatsysteme mit weiteren flüchtigen Komponenten	74
4. Einfluß des Schwerfeldes auf Silikatschmelzen	76
a) Mechanisches und thermodynamisches Potential	76
b) Silikatschmelzen im Schwerfeld	77
5. Einfluß der Zeit auf innermagmatische Vorgänge	80
a) Viskositätsmessungen	81
b) Sedimentation von Kristallen und Partikeln	82
c) Konvektion	83
d) Wärmeübergang und Konvektion	84
e) Magmenströmung bei der Intrusion	84
f) Zeitlicher Verlauf der Wärmebewegung in Magma und Nebengestein	85
6. Pegmatite	88
7. Der atomistische Aufbau von Silikatschmelzen	89
a) Schmelztypen	90
b) SiO ₂ -Schmelzen	93
c) Viskositäts- und Dichtemessungen an Silikatschmelzen	93
d) Schmelzgleichgewichte von Silikatsystemen	95
e) Einfluß von Alkalien auf die Struktur von Silikatschmelzen	96
f) Einfluß von Wasser auf die Struktur von Silikatschmelzen	96
g) Einbau von Kationen in Silikatschmelzen	100
h) Flüssige Entmischung in Silikatschmelzen	101
i) Einbau von Anionen und Anionenbildnern	102
j) Redoxgleichgewichte in Silikatschmelzen	102
8. Abtrennung der flüchtigen Komponenten vom Magma	105
a) Entgasung von Magmen durch Membranen	107
b) Reaktionen und kinetische Effekte bei der Extraktion	108
c) Theorie der Extraktion	109
V. Magmatische Gase	113
1. Beobachtungen	113
2. Homogene Gasgleichgewichte	114
3. Heterogene Gleichgewichte im System H ₂ O-CO ₂	117
4. Gleichgewichte magmatischer Gase mit mineralischen Festkörpern	120
5. Metallkomponenten der magmatischen Gase	121
a) Transport von Metallen als Chloride	121
b) Stabilitätsfelder von Festkörpern gegen Gase	125
c) Transport von Metallen als Hydroxide	128
6. Transporte in geschlossenen Systemen	130
7. Pneumatolytische Paragenesen	132
a) Zustandsbereiche pneumatolytischer Paragenesen	133
b) Extraktion aus dem Magma	134
c) Transport und Absatz von Zinnstein	137
d) Pneumatolytische Metasomatose	138
e) Kontaktpneumatolytische Paragenesen	139
VI. Hydrothermale Lösungen	140
1. Hydrothermale Vorgänge und hydrothermale Paragenesen	140
Übersicht über die Zusammensetzung hydrothermaler Lösungen	141
2. Heterogene Gleichgewichte	142

a) Systeme aus Stoffen mit tiefliegenden kritischen Punkten	142
b) Systeme aus H ₂ O und hochschmelzenden Stoffen (P-Q-Systeme)	143
c) Systeme aus H ₂ O und Salzen (Nicht-P-Q-Systeme)	145
3. Löslichkeiten von Schwermetallsalzen	149
4. Zustandswege magmatogener Lösungen	150
a) Zustandswege	150
b) Energieeffekte beim Hochtransport magmatogener Lösungen	153
5. Eigenschaften von Wasser als Lösungsmittel	154
a) Struktur des flüssigen Wassers	155
b) Dielektrizitätskonstante von Wasser	156
c) Ionenprodukt von Wasser	157
d) Auflösung von Salzen in Wasser	158
6. Elektrolytische Dissoziation bei höheren Zustandsbedingungen	159
a) Dissoziationsgrad und elektrische Leitfähigkeit	159
b) Dissoziation einfacher Elektrolyte	161
c) Hydrolyse	164
7. Berechnung von Reaktionen mit elektrolytisch dissoziierten Komponenten bei höheren Temperaturen	165
a) Berechnung unter Verwendung des Korrespondenzprinzips	166
b) Berechnung mit Temperaturfunktionen für elektrostatische und nichtelektrostatische Anteile der Wechselwirkung	167
c) Berechnung von Aktivitätskoeffizienten für höhere Temperaturen	171
8. Transport und Absatz der Gangarten	172
a) Quarz	173
b) Kalifeldspat	176
c) Flußspat	178
d) Schwerspat	178
e) Karbonate	180
f) Korund	188
9. Reaktionen hydrothormaler Lösungen mit Nebengesteinen	188
10. Transport und Absatz von Sulfiden	192
a) Dissoziation- und Oxydationsgleichgewichte gelöster S-haltiger Komponenten	192
b) Stabilität von Oxiden und Sulfiden in S-haltigen Lösungen	195
c) Löslichkeit von Sulfiden in Wasser	198
d) Allgemeines zur komplexen Löslichkeit von Metallen	199
e) Komplexe Löslichkeit von Blei	202
f) Komplexe Löslichkeit von Zink	204
g) Komplexe Löslichkeit von Kadmium	205
h) Komplexe Löslichkeit von Antimon und Arsen	206
i) Komplexe Löslichkeit von Silber	207
j) Komplexe Löslichkeit von Gold	209
k) Komplexe Löslichkeit von Kupfer	210
l) Transport und Absatz von Eisensulfiden und -oxiden	211
m) Transport und Absatz von Quecksilber	212
11. Transport und Absatz von Oxiden	216
a) Transport und Absatz von Wolframit und Zinnstein	216
b) Transport und Absatz von Uranpechblende	218
12. Mineralbildung in hydrothormalen Lösungen	219
13. Entstehung und Herkunft von hydrothormalen Lösungen	222

X Inhalt

VII. Ermittlung von Zustandsdaten aus Mineralien	224
1. Geologische Thermometer und Manometer	225
a) Mischkristalle als geologische Thermometer	227
b) Thermodynamik der Entmischung	227
c) Beispiele für die Verwendung von Mischkristallen als geologische Thermometer und Manometer	230
2. Ermittlung von Zustandsbedingungen der Mineralbildung durch Untersuchung von Einschlüssen nichtkristalliner Phasen	235
a) Zusammensetzung von Einschlüssen	236
b) Einschlüsse als geologische Manometer	236
c) Homogenisierung durch Erhitzen	237
d) Erstarren durch Abkühlen	240
VIII. Metasomatische Vorgänge	241
1. Phasengesetz und metasomatische Vorgänge	242
2. Transportvorgänge in porösen Medien	244
a) Transport homogener Phasen durch Strömung	245
b) Transport heterogener Phasen durch Strömung	247
c) Permeabilität	248
d) Transport durch Diffusion	249
e) Diffusion und Adsorption	252
f) Trenneffekte	253
3. Transportvorgänge und chemische Reaktionen	254
a) Gleichgewichte bei kontaktmetasomatischen Paragenesen	256
b) Gleichgewichte bei hydrothermaler Verdrängung von CaCO_3	258
c) Gleichgewichte bei unterschiedlichen Drücken auf feste und fluide Phasen	259
d) Einfluß von Reaktionsgeschwindigkeiten und Affinitäten	262
e) Irreversible Reaktionen	263
f) Reaktionsablauf bei Volumenkonstanz	267
Verzeichnis von Systemen	269
Literatur	270
Namen- und Sachverzeichnis	283