



# Inhaltsverzeichnis

## Teil I

<b>Einführung und Grundbegriffe</b> .....	1
<b>1 Kristalle</b> .....	3
1.1 Kristallmorphologie .....	4
1.2 Kristallstruktur .....	8
1.2.1 Bravais-Gitter .....	8
1.2.2 Raumgruppen .....	10
1.2.3 Kristallstrukturbestimmung mit Röntgenstrahlen .....	10
1.3 Kristallchemie .....	12
1.3.1 Grundprinzipien .....	12
1.3.2 Arten der chemischen Bindung .....	12
1.3.3 Einige wichtige Begriffe der Kristallchemie .....	14
1.4 Kristallphysik .....	16
1.4.1 Härte und Kohäsion .....	16
1.4.2 Wärmeleitfähigkeit .....	16
1.4.3 Elektrische Eigenschaften .....	17
1.4.4 Magnetische Eigenschaften .....	18
1.5 Kristalloptik .....	19
1.5.1 Grundlagen .....	20
1.5.2 Grundzüge der Durchlicht-Mikroskopie .....	21
1.5.3 Grundzüge der Auflichtmikroskopie .....	27
Literatur .....	29
<b>2 Minerale</b> .....	31
2.1 Der Mineralbegriff .....	32
2.2 Mineralbestimmung und Mineralsystematik .....	33
2.3 Vorkommen und Ausbildung der Minerale .....	35
2.4 Gesteinsbildende und wirtschaftlich wichtige Minerale .....	36
2.4.1 Gesteinsbildende Minerale .....	36
2.4.2 Nutzbare Minerale .....	39
2.4.3 Edelsteine .....	39
2.5 Biomineralisation und medizinische Mineralogie .....	42
2.5.1 Mineralbildung im Organismus .....	43
2.5.2 Medizinische Mineralogie .....	48
2.6 Mineralogische Wissenschaften und ihre Anwendungsgebiete in Technik, Industrie und Bergbau .....	52
Literatur .....	53
<b>3 Gesteine</b> .....	55
3.1 Mineralinhalt .....	56
3.2 Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Mineralinhalt: Heteromorphie von Gesteinen .....	56

3.3	Gefüge	56
3.3.1	Struktur	56
3.3.2	Textur	57
3.4	Geologischer Verband	60
3.5	Abgrenzung der gesteinsbildenden Prozesse	61
3.6	Mineral- und Erzlagerstätten	63
	Literatur	66

## Teil II

<b>Spezielle Mineralogie</b>	67
------------------------------	----

<b>4 Elemente</b>	69	
4.1	Metalle	70
4.2	Metalloide (Halbmetalle)	75
4.3	Nichtmetalle	75
	Literatur	81
<b>5 Sulfide, Arsenide und komplexe Sulfide (Sulfosalze)</b>	83	
5.1	Metall-Sulfide mit M:S > 1:1 (meist 2:1)	84
5.2	Metall-Sulfide und -Arsenide mit M:S ≈ 1:1	85
5.3	Metall-Sulfide, -Sulfarsenide und -Arsenide mit M:S ≤ 1:2	90
5.4	Arsen-Sulfide	94
5.5	Komplexe Metall-Sulfide (Sulfosalze)	95
	Literatur	97
<b>6 Halogenide</b>	99	
	Literatur	102
<b>7 Oxide und Hydroxide</b>	103	
7.1	M <sub>2</sub> O-Verbindungen	104
7.2	M <sub>3</sub> O <sub>4</sub> -Verbindungen	104
7.3	M <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Verbindungen	106
7.4	MO <sub>2</sub> -Verbindungen	110
7.5	Hydroxide	113
	Literatur	115
<b>8 Karbonate, Nitrate und Borate</b>	117	
8.1	Calcit-Gruppe, $\bar{3}2/m$	118
8.2	Aragonit-Gruppe, 2/m2/m2/m	121
8.3	Dolomit-Gruppe	123
8.4	Azurit-Malachit-Gruppe	124
8.5	Nitrate	125
8.6	Borate	125
	Literatur	127
<b>9 Sulfate, Chromate, Molybdate, Wolframate</b>	129	
9.1	Sulfate	130
9.2	Chromate	134
9.3	Molybdate und Wolframate	135
	Literatur	136
<b>10 Phosphate, Arsenate, Vanadate</b>	137	
	Literatur	141

<b>11 Silikate</b> .....	143
11.1 Inselsilikate (Nesosilikate) .....	145
11.2 Gruppensilikate (Sorosilikate) .....	153
11.3 Ringsilikate (Cyclosilikate) .....	156
11.4 Ketten- und Doppelkettensilikate (Inosilikate) .....	160
11.4.1 Pyroxen-Familie .....	161
11.4.2 Pyroxenoide .....	165
11.4.3 Amphibol-Familie .....	166
11.5 Schichtsilikate (Phyllosilikate) .....	169
11.5.1 Pyrophyllit-Talk-Gruppe .....	171
11.5.2 Glimmer-Gruppe .....	172
11.5.3 Hydroglimmer-Gruppe .....	174
11.5.4 Sprödglimmer-Gruppe .....	174
11.5.5 Chlorit-Gruppe .....	174
11.5.6 Serpentin-Gruppe, $Mg_6[(OH)_8/Si_4O_{10}]$ .....	175
11.5.7 Tonmineral-Gruppe .....	176
11.5.8 Apophyllit-Gruppe .....	178
11.6 Gerüstsilikate (Tektosilikate) .....	179
11.6.1 $SiO_2$ -Minerale .....	179
11.6.2 Feldspat-Familie .....	189
11.6.3 Feldspatoide (Foide, Feldspatvertreter) .....	198
11.6.4 Cancrinit-Gruppe .....	200
11.6.5 Skapolith-Gruppe .....	200
11.6.6 Zeolith-Familie .....	201
Literatur .....	204
<b>12 Flüssigkeits-Einschlüsse in Mineralen</b> .....	207
Literatur .....	212
<b>Teil III</b>	
<b>Petrologie und Lagerstättenkunde</b> .....	213
<b>13 Magmatische Gesteine (Magmatite)</b> .....	215
13.1 Einteilung und Klassifikation der magmatischen Gesteine .....	216
13.1.1 Zuordnung nach der geologischen Stellung und dem Gefüge .....	216
13.1.2 Klassifikation nach dem Mineralbestand .....	217
13.1.3 Chemismus und CIPW-Norm .....	220
13.2 Petrographie der Magmatite .....	223
13.2.1 Subalkaline Magmatite .....	224
13.2.2 Alkali-Magmatite .....	234
13.2.3 Karbonatite, Kimberlite und Lamproite .....	237
Literatur .....	239
<b>14 Vulkanismus</b> .....	241
14.1 Effusive Förderung: Lavaströme .....	243
14.2 Extrusive Förderung .....	246
14.3 Explosive Förderung .....	246
14.4 Gemischte Förderung: Stratovulkane .....	252
14.5 Vulkanische Dampftätigkeit .....	252
Literatur .....	255
<b>15 Plutonismus</b> .....	257
15.1 Die Tiefenfortsetzung von Vulkanen .....	258

---

15.2	Formen plutonischer und subvulkanischer Intrusivkörper .....	259
15.3	Innerer Aufbau und Platznahme von Plutonen .....	260
15.3.1	Interngefüge von Plutonen .....	260
15.3.2	Mechanismen der Platznahme .....	261
15.3.3	Layered Intrusions .....	262
	Literatur .....	263
<b>16</b>	<b>Magma und Lava .....</b>	<b>265</b>
16.1	Chemische Zusammensetzung und Struktur magmatischer Schmelzen ...	266
16.2	Vulkanische Gase .....	266
16.3	Magmatische Temperaturen .....	267
16.3.1	Direkte Messungen .....	267
16.3.2	Schmelzversuche an natürlichen Gesteinen .....	267
16.4	Viskosität von Magmen und Laven .....	268
16.5	Löslichkeit von leichtflüchtigen Komponenten im Magma .....	269
	Literatur .....	271
<b>17</b>	<b>Bildung und Weiterentwicklung von Magmen .....</b>	<b>273</b>
17.1	Magmatische Serien .....	274
17.2	Bildung von Stamm-Magmen .....	275
17.2.1	Basaltische Stamm-Magmen .....	275
17.2.2	Granitische Magmen .....	275
17.3	Magmenmischung .....	276
17.4	Magmatische Differentiation .....	276
17.4.1	Kristallisations-Differentiation .....	276
17.4.2	Entmischung im schmelzflüssigen Zustand (liquide Entmischung) .....	279
17.5	Assimilation .....	279
	Literatur .....	280
<b>18</b>	<b>Experimentelle Modellsysteme .....</b>	<b>281</b>
18.1	Die Gibbs'sche Phasenregel .....	282
18.2	Experimente in Zweistoff- und Dreistoffsystemen .....	283
18.2.1	Experimente zur Kristallisationsabfolge basaltischer Magmen .....	283
18.2.2	Experimente zur Bildung SiO <sub>2</sub> -übersättigter und SiO <sub>2</sub> -untersättigter Magmen .....	289
18.2.3	Experimente zum Verhalten von Mafiten in basaltischen Magmen ...	295
18.3	Das Reaktionsprinzip von Bowen .....	299
18.4	Das Basalt-Tetraeder von Yoder und Tilley (1962) .....	302
18.5	Gleichgewichts-Schmelzen und fraktioniertes Schmelzen .....	303
	Literatur .....	304
<b>19</b>	<b>Die Herkunft des Basalts .....</b>	<b>305</b>
19.1	Basalte und Plattentektonik .....	306
19.2	Bildung von Basalt-Magmen durch partielles Schmelzen von Mantelperidotit .....	307
19.2.1	Das Pyrolit-Modell .....	307
19.2.2	Partielles Schmelzen von H <sub>2</sub> O-freiem Pyrolit .....	307
19.2.3	Partielles Schmelzen von H <sub>2</sub> O-haltigem Pyrolit .....	308
	Literatur .....	310
<b>20</b>	<b>Die Herkunft des Granits .....</b>	<b>311</b>
20.1	Genetische Einteilung der Granite auf geochemischer Basis .....	312
20.2	Experimente zur Granitgenese .....	313
20.2.1	Einführung .....	313

20.2.2	Kristallisationsverlauf granitischer Magmen: Experimente im H <sub>2</sub> O-gesättigten Modellsystem Qz–Ab–Or–H <sub>2</sub> O	314
20.2.3	Experimentelle Anatexis: Experimente unter H <sub>2</sub> O-gesättigten und H <sub>2</sub> O-untersättigten Bedingungen im Modellsystem Qz–Ab–Or–H <sub>2</sub> O	316
20.2.4	Das Modellsystem Qz–Ab–An–Or–H <sub>2</sub> O	319
20.2.5	Das Modellsystem Qz–Ab–An–H <sub>2</sub> O	320
20.2.6	Das natürliche Granitsystem	320
	Literatur	321
<b>21</b>	<b>Orthomagmatische Erzlagerstätten</b>	<b>323</b>
21.1	Einführung	324
21.2	Lagerstättenbildung durch fraktionierte Kristallisation	324
21.2.1	Chromit- und Chromit-PGE-Lagerstätten	326
21.2.2	Fe-Ti-Oxid-Lagerstätten	327
21.3	Lagerstättenbildung durch liquide Entmischung von Sulfid- und Oxidschmelzen	328
21.3.1	Nickelmagnetkies-Kupferkies-PGE-Lagerstätten in Noriten und Pyroxeniten	328
21.3.2	Nickelmagnetkies-Kupferkies-Lagerstätten in Komatiiten	331
21.3.3	Magnetit-Apatit-Lagerstätten	331
21.4	Erz- und Mineral-Lagerstätten in Karbonatit-Alkali-Magmatit-Komplexen	331
	Literatur	332
<b>22</b>	<b>Pegmatite</b>	<b>335</b>
22.1	Theoretische Überlegungen	336
22.2	Geologisches Auftreten und Petrographie von Pegmatiten	337
22.3	Pegmatite als Rohstoffträger	339
22.4	Geochemische Klassifikation der Granit-Pegmatite	340
	Literatur	340
<b>23</b>	<b>Hydrothermale Erz- und Minerallagerstätten</b>	<b>343</b>
23.1	Grundlagen	344
23.2	Hydrothermale Imprägnationslagerstätten	347
23.2.1	Zinnerz-Lagerstätten	347
23.2.2	Wolfram-Lagerstätten	348
23.2.3	Molybdän-Lagerstätten	348
23.2.4	Porphyrische Kupfererz-Lagerstätten (Porphyry Copper Ores)	349
23.2.5	Imprägnationen mit ged. Kupfer (Typus Oberer See)	350
23.3	Hydrothermale Verdrängungslagerstätten	351
23.3.1	Skarnerz-Lagerstätten	351
23.3.2	Mesothermale Kupfer-Arsen-Verdrängungs-Lagerstätten	352
23.3.3	Hydrothermale Blei-Silber-Zink-Verdrängungslagerstätten	352
23.3.4	Hydrothermale Gold-Pyrit-Verdrängungslagerstätten vom Carlin-Typ	352
23.3.5	Metasomatische Siderit-Lagerstätten	353
23.3.6	Metasomatische Magnesit-Lagerstätten	353
23.4	Hydrothermale Erz- und Mineralgänge	353
23.4.1	Orogene Gold-Quarz-Gänge	354
23.4.2	Epithermale Gold- und Gold-Silber-Lagerstätten (subvulkanisch)	355
23.4.3	Mesothermale Kupfererzgänge	356
23.4.4	Blei-Silber-Zink-Erzgänge	356
23.4.5	Zinn-Silber-Bismut-Erzgänge des bolivianischen Zinngürtels	357
23.4.6	Bismut-Kobalt-Nickel-Silber-Uran-Erzgänge	358
23.4.7	Telethermale Antimon-Quarz-Gänge	359
23.4.8	Hydrothermale Siderit- und Hämatit-Erzgänge	359

23.4.9	Nichtmetallische hydrothermale Ganglagerstätten .....	360
23.4.10	Quarzgänge und hydrothermale Verkieselungen .....	360
23.4.11	Alpine Klüfte .....	360
23.5	Vulkanogen-sedimentäre Erzlagerstätten .....	360
23.5.1	Erzbildung durch rezente Hydrothermal-Aktivität in der Tiefsee: Black Smoker .....	360
23.5.2	Vulkanogen-massive Sulfiderz-Lagerstätten (VMS-Lagerstätten) ..	363
23.5.3	Vulkanogen-sedimentäre Quecksilbererz-Lagerstätten .....	364
23.5.4	Vulkanogene Oxiderz-Lagerstätten .....	365
23.6	Schichtgebundene Hydrothermal-Lagerstätten .....	365
23.6.1	Sedimentär-exhalative Blei-Zink-Erzlagerstätten (Sedex-Lagerstätten) .....	365
23.6.2	Karbonat-gebundene Erz- und Mineral-Lagerstätten .....	366
23.7	Diskordanz-gebundene Uranerz-Lagerstätten .....	367
	Literatur .....	368
<b>24</b>	<b>Verwitterung und mineralbildende Vorgänge im Boden .....</b>	<b>371</b>
24.1	Mechanische Verwitterung .....	372
24.2	Chemische Verwitterung .....	372
24.2.1	Leicht lösliche Minerale .....	373
24.2.2	Verwitterung der Silikate .....	373
24.3	Subaerische Verwitterung und Klimazonen .....	375
24.4	Zur Abgrenzung des Begriffs Boden .....	375
24.5	Verwitterungsbildungen von Silikatgesteinen und ihre Lagerstätten .....	376
24.5.1	Residualtone und Kaolin .....	376
24.5.2	Bentonit .....	376
24.5.3	Bauxit .....	376
24.5.4	Fe-, Mn- und Co-reiche Laterite .....	377
24.5.5	Ni- und Co-reiche Laterite .....	378
24.5.6	Weitere Residual-Lagerstätten .....	378
24.6	Verwitterung sulfidischer Erzkörper .....	378
24.6.1	Oxidationszone .....	378
24.6.2	Zementationszone .....	380
24.6.3	Stabilitätsbeziehungen wichtiger Kupferminerale bei der Verwitterung .....	380
	Literatur .....	381
<b>25</b>	<b>Sedimente und Sedimentgesteine .....</b>	<b>383</b>
25.1	Grundlagen .....	384
25.1.1	Einteilung der Sedimente und Sedimentgesteine .....	384
25.1.2	Gefüge der Sedimente und Sedimentgesteine .....	384
25.2	Klastische Sedimente und Sedimentgesteine .....	385
25.2.1	Transport und Ablagerung des klastischen Materials .....	385
25.2.2	Chemische Veränderungen während des Transports .....	385
25.2.3	Korngrößenverteilung bei klastischen Sedimenten und ihre Darstellung .....	386
25.2.4	Diagenese der klastischen Sedimentgesteine .....	386
25.2.5	Einteilung der Psephite und Psammite .....	388
25.2.6	Schwerminerale in Psammiten .....	390
25.2.7	Fluviatile und marine Seifen .....	390
25.2.8	Metallkonzentrationen in ariden Schuttwannen (Lagerstätten vom Red-Bed-Typ) .....	394
25.2.9	Einteilung der Pelite .....	394
25.2.10	Diagenese von Peliten .....	396

25.2.11	Buntmetall-Lagerstätten in Schwarzschiefern .....	397
25.2.12	Übergang von der Diagenese zur niedriggradigen Metamorphose ...	398
25.3	Chemische und biochemische Karbonatsedimente und -sedimentgesteine ..	399
25.3.1	Einteilung der Karbonatgesteine .....	399
25.3.2	Löslichkeit und Ausscheidungsbedingungen des CaCO <sub>3</sub> .....	399
25.3.3	Anorganische und biochemische Karbonat-Bildung im Meerwasser ..	401
25.3.4	Bildung festländischer (terrestrischer) Karbonatsedimente .....	403
25.3.5	Diagenese von Kalkstein .....	403
25.4	Eisen- und Mangan-reiche Sedimente und Sedimentgesteine .....	404
25.4.1	Ausfällung des Eisens und die Stabilitätsbedingungen der Fe-Minerale .....	404
25.4.2	Sedimentäre Eisenerze .....	406
25.4.3	Sedimentäre Manganerze .....	408
25.4.4	Metallkonzentrationen am Ozeanboden .....	408
25.5	Kieselige Sedimente und Sedimentgesteine .....	409
25.6	Sedimentäre Phosphatgesteine .....	410
25.7	Evaporite (Salzgesteine) .....	410
25.7.1	Kontinentale (terrestrische) Evaporite .....	410
25.7.2	Marine Evaporite .....	411
	Literatur .....	414
<b>26</b>	<b>Metamorphe Gesteine .....</b>	<b>417</b>
26.1	Grundlagen .....	418
26.1.1	Metamorphe Prozesse .....	418
26.1.2	Ausgangsmaterial metamorpher Gesteine .....	419
26.1.3	Abgrenzung der Gesteinsmetamorphose .....	420
26.1.4	Auslösende Faktoren der Gesteinsmetamorphose .....	421
26.2	Die Gesteinsmetamorphose als geologischer Prozess .....	423
26.2.1	Kontaktmetamorphose .....	424
26.2.2	Kataklastische Metamorphose und Mylonitisierung .....	428
26.2.3	Schockwellen- oder Impakt-Metamorphose .....	429
26.2.4	Hydrothermale Metamorphose .....	432
26.2.5	Regionalmetamorphose in Orogenzonen .....	432
26.2.6	Regionale Versenkungsmetamorphose .....	437
26.2.7	Regionale Ozeanboden-Metamorphose .....	437
26.3	Nomenklatur der regional- und kontaktmetamorphen Gesteine .....	438
26.3.1	Regionalmetamorphe Gesteine .....	438
26.3.2	Kontaktmetamorphe Gesteine .....	444
26.4	Das Gefüge der metamorphen Gesteine .....	445
26.4.1	Gefügerelikte .....	445
26.4.2	Das kristalloblastische Gefüge .....	446
26.4.3	Gefügeregelung bei metamorphen Gesteinen (Deformationsgefüge) .....	447
26.5	Bildung von Migmatiten durch partielle Anatexis .....	453
26.5.1	Der Migmatitbegriff .....	453
26.5.2	Experimentelle Grundlagen für die anatektische Bildung von Migmatiten .....	454
26.5.3	Stoffliche Bilanz bei der Entstehung von Migmatiten .....	455
26.5.4	Die globale geodynamische Bedeutung der partiellen Anatexis ....	455
26.6	Metasomatose .....	456
26.6.1	Kontaktmetasomatose .....	457
26.6.2	Autometasomatose .....	459
26.6.3	Spilite als Produkte einer Natrium-Metasomatose .....	460
	Literatur .....	460

<b>27</b>	<b>Phasengleichgewichte und Mineralreaktionen in metamorphen Gesteinen</b>	463
27.1	Gleichgewichtsbeziehungen in metamorphen Gesteinen	464
27.1.1	Feststellung des thermodynamischen Gleichgewichts	464
27.1.2	Die Gibbs'sche Phasenregel	464
27.1.3	Die freie Enthalpie: Stabile und metastabile Niveaus	466
27.2	Metamorphe Mineralreaktionen	468
27.2.1	Polymorphe Umwandlungen und Reaktionen ohne Freisetzung einer fluiden Phase	468
27.2.2	Entwässerungs-Reaktionen	471
27.2.3	Dekarbonatisierungs-Reaktionen	476
27.2.4	Reaktionen, an denen H <sub>2</sub> O und CO <sub>2</sub> beteiligt sind	477
27.2.5	Oxidations-Reduktions-Reaktionen	479
27.2.6	Petrogenetische Netze	481
27.3	Geothermometrie und Geobarometrie	482
27.4	Druck-Temperatur-Entwicklung metamorpher Komplexe	484
27.4.1	Druck-Temperatur-Pfade	484
27.4.2	Druck-Temperatur-Zeit-Pfade	486
	Literatur	487
<b>28</b>	<b>Metamorphe Mineralfazies</b>	489
28.1	Graphische Darstellung metamorpher Mineralparagenesen	490
28.1.1	ACF- und A'KF-Diagramme	490
28.1.2	AFM-Projektion	492
28.2	Das Faziesprinzip	495
28.2.1	Begründung des Faziesprinzips	495
28.2.2	Metamorphe Faziesserien	497
28.3	Übersicht über die metamorphen Fazies	498
28.3.1	Zeolith- und Prehnit-Pumpellyit-Fazies	498
28.3.2	Grünschieferfazies	498
28.3.3	Epidot-Amphibolit-Fazies	499
28.3.4	Amphibolitfazies	499
28.3.5	Granulitfazies	502
28.3.6	Hornfelsfazies	504
28.3.7	Sanidinitfazies	505
28.3.8	Blauschieferfazies	505
28.3.9	Eklogitfazies	507
	Literatur	510
<b>Teil IV</b>		
<b>Stoffbestand und Bau von Erde und Mond</b>		
<b>– unser Planetensystem</b>		
		513
<b>29</b>	<b>Aufbau des Erdinnern</b>	515
29.1	Seismischer Befund zum Aufbau des Erdinnern	516
29.1.1	Physikalische Grundlagen	516
29.1.2	Ausbreitung von Erdbebenwellen im Erdinnern	517
29.1.3	Geschwindigkeitsverteilung der Erdbebenwellen im Erdinnern	518
29.2	Erdkruste	518
29.2.1	Ozeanische Erdkruste	519
29.2.2	Kontinentale Erdkruste	520
29.2.3	Die Erdkruste in jungen Orogengürteln	522



29.3	Erdmantel .....	522
29.3.1	Der oberste, lithosphärische Erdmantel und die Natur der Moho .....	522
29.3.2	Die Asthenosphäre als Förderband der Lithosphärenplatten .....	527
29.3.3	Übergangszone .....	530
29.3.4	Unterer Erdmantel .....	532
29.4	Erdkern .....	533
29.4.1	Geophysikalischer Befund .....	533
29.4.2	Chemische Zusammensetzung des Erdkerns .....	534
	Literatur .....	535
<b>30</b>	<b>Aufbau und Stoffbestand des Mondes</b> .....	<b>537</b>
30.1	Die Kruste des Mondes .....	538
30.1.1	Hochlandregionen .....	538
30.1.2	Regionen der Maria .....	540
30.1.3	Minerale der Mondgesteine .....	540
30.1.4	Der Regolith .....	541
30.1.5	Reste von Wasser im Regolith .....	541
30.2	Innerer Aufbau des Mondes .....	542
30.2.1	Die Mondkruste .....	542
30.2.2	Der Mondmantel .....	542
30.2.3	Der Mondkern .....	543
30.3	Geologische Geschichte des Mondes .....	544
	Literatur .....	545
<b>31</b>	<b>Meteorite</b> .....	<b>547</b>
31.1	Fallphänomene .....	548
31.2	Häufigkeit von Meteoriten .....	550
31.3	Haupttypen der Meteorite .....	552
31.3.1	Undifferenzierte Steinmeteorite: Chondrite .....	553
31.3.2	Differenzierte Steinmeteorite: Achondrite .....	557
31.3.3	Stein-Eisen-Meteorite (differenziert) .....	559
31.3.4	Eisenmeteorite (differenziert) .....	561
31.4	Tektite .....	563
	Literatur .....	564
<b>32</b>	<b>Unser Planetensystem</b> .....	<b>567</b>
32.1	Die erdähnlichen Planeten .....	568
32.1.1	Merkur .....	568
32.1.2	Venus .....	570
32.1.3	Mars .....	573
32.2	Die Asteroiden .....	579
32.3	Die Riesenplaneten und ihre Satelliten .....	581
32.3.1	Astronomische Erforschung .....	581
32.3.2	Atmosphäre und innerer Bau der Riesenplaneten .....	582
32.3.3	Die Jupiter-Monde .....	584
32.3.4	Die Eismonde von Saturn, Uranus und Neptun .....	587
32.3.5	Die Ringsysteme der Riesenplaneten .....	590
32.4	Die Trans-Neptun-Objekte (TNO) im Kuiper-Gürtel .....	591
32.5	Der Zwergplanet Pluto und sein Mond Charon: ein Doppelplanet .....	591
	Literatur .....	592

---

<b>33</b>	<b>Einführung in die Geochemie</b>	595
33.1	Geochemische Gliederung der Elemente	596
33.2	Chemische Zusammensetzung der Gesamterde	598
33.3	Chemische Zusammensetzung der Erdkruste	600
33.3.1	Berechnungen des Krustenmittels: Clarke-Werte	600
33.3.2	Seltene Elemente und Konzentrations-Clarkes	602
33.4	Spurenelement-Geochemie magmatischer Prozesse	603
33.4.1	Grundlagen	603
33.4.2	Spurenelement-Fraktionierungen bei der Bildung und Differentiation von Magmen	605
33.4.3	Spurenelemente als Indikatoren für die geotektonische Position von magmatischen Prozessen	609
33.5	Isotopen-Geochemie	610
33.5.1	Einführung	610
33.5.2	Stabile Isotope	611
33.5.3	Einsatz radiogener Isotope in der Geochronologie	615
33.6	Entstehung der chemischen Elemente	624
	Literatur	626
<b>34</b>	<b>Die Entstehung unseres Sonnensystems</b>	629
34.1	Frühe Theorien und erste Belege	630
34.2	Sternentstehung	630
34.3	Zusammensetzung des Solarnebels	631
34.4	Entstehung der Planeten	633
	Literatur	638
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	639
A.1	Übersicht wichtiger Ionenradien und der Ionenkoordination gegenüber $O^{2-}$	639
A.2	Berechnung von Mineralformeln	639
A.3	Lernschema der subalkalinen Magmatite und der Alkali-Magmatite	642
	Literatur	643
	Abdruckgenehmigungen	644
<b>I</b>	<b>Index</b>	645
	Sachindex	645
	Geographischer Index	713



<http://www.springer.com/978-3-642-34659-0>

Mineralogie

Eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie  
und Lagerstättenkunde

Okrusch, M.; Matthes, S.

2014, XX, 728 S. 328 Abb., 33 Abb. in Farbe., Hardcover

ISBN: 978-3-642-34659-0