

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 1 | Einführung und Grundbegriffe | 1 |
| 1.1 | Minerale | 2 |
| 1.2 | Kristalle | 4 |
| 1.2.1 | Kristallmorphologie | 5 |
| 1.2.2 | Kristallstruktur | 9 |
| 1.2.3 | Kristallchemie | 13 |
| 1.2.4 | Kristallphysik | 16 |
| 1.3 | Mineralarten und Mineralvarietäten | 29 |
| 1.4 | Vorkommen der Minerale, speziell als Bestandteile der Erdkruste | 29 |
| 1.5 | Gesteine | 30 |
| 1.5.1 | Mineralinhalt | 31 |
| 1.5.2 | Beziehungen zwischen chemischer Zusammensetzung und Mineralinhalt: Heteromorphie von Gesteinen | 31 |
| 1.5.3 | Gefüge | 31 |
| 1.5.4 | Geologischer Verband | 32 |
| 1.6 | Mineral- und Erzlagerstätten | 34 |
| 1.7 | Abgrenzung der gesteinsbildenden Vorgänge | 34 |
| 1.8 | Mineralogische Wissenschaften und ihre Anwendungsgebiete in Technik, Industrie und Bergbau | 35 |
| 1.9 | Biomineralisation und medizinische Mineralogie (unter Mitwirkung von Joachim A. Lorenz) | 36 |
| 1.9.1 | Mineralbildung im Organismus | 37 |
| 1.9.2 | Medizinische Mineralogie | 38 |
| 1.10 | Bestimmung von Mineralen mit einfachen Hilfsmitteln | 42 |
| | Weiterführende Literatur | 42 |
| Teil I | | |
| | Spezielle Mineralogie – Eine Auswahl wichtiger Minerale | 45 |
| 2 | Elemente | 47 |
| 2.1 | Metalle | 48 |
| 2.2 | Metalloide (Halbmetalle) | 53 |
| 2.3 | Nichtmetalle | 53 |
| | Weiterführende Literatur | 59 |
| | Zitierte Literatur | 60 |
| 3 | Sulfide, Arsenide und komplexe Sulfide (Sulfosalze) | 61 |
| 3.1 | Metall-Sulfide mit M:S > 1:1 (meist 2:1) | 62 |
| 3.2 | Metall-Sulfide und -Arsenide mit M:S ≈ 1:1 | 63 |
| 3.3 | Metall-Sulfide, -Sulfarsenide und -Arsenide mit M:S ≤ 1:2 | 68 |
| 3.4 | Arsen-Sulfide | 72 |
| 3.5 | Komplexe Metall-Sulfide (Sulfosalze) | 73 |
| | Weiterführende Literatur | 75 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 4 | Halogenide | 77 |
| | Weiterführende Literatur | 80 |
| 5 | Oxide und Hydroxide | 81 |
| 5.1 | M ₂ O-Verbindungen | 82 |
| 5.2 | M ₃ O ₄ -Verbindungen | 82 |
| 5.3 | M ₂ O ₃ -Verbindungen | 84 |
| 5.4 | MO ₂ -Verbindungen | 88 |
| 5.5 | Hydroxide | 91 |
| | Weiterführende Literatur | 93 |
| | Zitierte Literatur | 93 |
| 6 | Karbonate, Nitrate und Borate | 95 |
| 6.1 | Calcit-Gruppe, $\bar{3}2/m$ | 96 |
| 6.2 | Aragonit-Gruppe, $2/m2/m2/m$ | 99 |
| 6.3 | Dolomit-Gruppe | 101 |
| 6.4 | Azurit-Malachit-Gruppe | 102 |
| 6.5 | Nitrate | 103 |
| 6.6 | Borate | 103 |
| | Weiterführende Literatur | 105 |
| | Zitierte Literatur | 105 |
| 7 | Sulfate, Chromate, Molybdate, Wolframate | 107 |
| 7.1 | Sulfate | 108 |
| 7.2 | Chromate | 112 |
| 7.3 | Molybdate und Wolframate | 113 |
| | Weiterführende Literatur | 114 |
| | Zitierte Literatur | 114 |
| 8 | Phosphate, Arsenate, Vanadate | 115 |
| | Weiterführende Literatur | 118 |
| 9 | Silikate | 119 |
| 9.1 | Inselsilikate (Nesosilikate) | 121 |
| 9.2 | Gruppensilikate (Sorosilikate) | 129 |
| 9.3 | Ringsilikate (Cyclosilikate) | 132 |
| 9.4 | Ketten- und Doppelkettensilikate (Inosilikate) | 136 |
| | 9.4.1 Pyroxen-Familie | 137 |
| | 9.4.2 Pyroxenoide | 141 |
| | 9.4.3 Amphibol-Familie | 142 |
| 9.5 | Schichtsilikate (Phyllosilikate) | 145 |
| | 9.5.1 Pyrophyllit-Talk-Gruppe | 147 |
| | 9.5.2 Glimmer-Gruppe | 148 |
| | 9.5.3 Hydroglimmer-Gruppe | 150 |
| | 9.5.4 Sprödglimmer-Gruppe | 150 |
| | 9.5.5 Chlorit-Gruppe | 150 |
| | 9.5.6 Serpentin-Gruppe | 151 |
| | 9.5.7 Tonmineral-Gruppe | 152 |
| | 9.5.8 Apophyllit-Gruppe | 154 |
| 9.6 | Gerüstsilikate (Tektosilikate) | 155 |
| | 9.6.1 SiO ₂ -Minerale | 155 |
| | 9.6.2 Feldspat-Familie | 164 |
| | 9.6.3 Feldspatoide (Foide, Feldspatvertreter) | 173 |
| | 9.6.4 Skapolith-Gruppe | 175 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| 9.6.5 | Zeolith-Familie | 175 |
| | Weiterführende Literatur | 179 |
| | Zitierte Literatur | 179 |
| 10 | Flüssigkeitseinschlüsse in Mineralen | 181 |
| | Weiterführende Literatur | 185 |
| | Zitierte Literatur | 185 |
| Teil II | | |
| | Petrologie und Lagerstättenkunde | 187 |
| 11 | Magmatische Gesteine (Magmatite) | 189 |
| 11.1 | Einteilung und Klassifikation der magmatischen Gesteine | 190 |
| 11.1.1 | Zuordnung nach der geologischen Stellung und dem Gefüge | 190 |
| 11.1.2 | Klassifikation nach dem Mineralbestand | 191 |
| 11.1.3 | Chemismus und CIPW-Norm | 194 |
| 11.2 | Petrographie der Magmatite | 197 |
| 11.2.1 | Subalkaline Magmatite | 198 |
| 11.2.2 | Alkali-Magmatite | 207 |
| 11.2.3 | Karbonatite, Kimberlite und Lamproite | 211 |
| | Weiterführende Literatur | 213 |
| | Zitierte Literatur | 213 |
| 12 | Vulkanismus | 215 |
| 12.1 | Effusive Förderung: Lavaströme | 217 |
| 12.2 | Extrusive Förderung | 219 |
| 12.3 | Explosive Förderung | 220 |
| 12.4 | Gemischte Förderung: Stratovulkane | 226 |
| 12.5 | Vulkanische Dampf Tätigkeit | 226 |
| | Weiterführende Literatur | 228 |
| | Zitierte Literatur | 229 |
| 13 | Plutonismus | 231 |
| 13.1 | Die Tiefenfortsetzung von Vulkanen | 232 |
| 13.2 | Formen plutonischer und subvulkanischer Intrusivkörper | 233 |
| 13.3 | Innerer Aufbau und Platznahme von Plutonen | 234 |
| 13.3.1 | Interngefüge von Plutonen | 234 |
| 13.3.2 | Mechanismen der Platznahme | 235 |
| 13.3.3 | Layered Intrusions | 236 |
| | Weiterführende Literatur | 237 |
| | Zitierte Literatur | 237 |
| 14 | Magma und Lava | 239 |
| 14.1 | Chemische Zusammensetzung und Struktur magmatischer Schmelzen | 240 |
| 14.2 | Vulkanische Gase | 240 |
| 14.3 | Magmatische Temperaturen | 241 |
| 14.3.1 | Direkte Messungen | 241 |
| 14.3.2 | Schmelzversuche an natürlichen Gesteinen | 241 |
| 14.4 | Viskosität von Magmen und Laven | 242 |
| 14.5 | Löslichkeit von leichtflüchtigen Komponenten im Magma | 243 |
| | Weiterführende Literatur | 245 |
| | Zitierte Literatur | 245 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 15 | Bildung und Weiterentwicklung von Magmen | 247 |
| 15.1 | Magmatische Serien | 248 |
| 15.2 | Bildung von Stamm-Magmen | 249 |
| 15.2.1 | Basaltische Stamm-Magmen | 249 |
| 15.2.2 | Granitische Magmen | 249 |
| 15.3 | Magmenmischung | 250 |
| 15.4 | Magmatische Differentiation | 250 |
| 15.4.1 | Kristallisations-Differentiation | 250 |
| 15.4.2 | Entmischung im schmelzflüssigen Zustand (liquide Entmischung) | 253 |
| 15.5 | Assimilation | 253 |
| | Weiterführende Literatur | 254 |
| | Zitierte Literatur | 254 |
| 16 | Experimentelle Modellsysteme | 255 |
| 16.1 | Die Gibbs'sche Phasenregel | 256 |
| 16.2 | Experimente in Zweistoff- und Dreistoffsystemen | 257 |
| 16.2.1 | Experimente zur Kristallisationsabfolge basaltischer Magmen | 257 |
| 16.2.2 | Experimente zur Bildung SiO ₂ -übersättigter und SiO ₂ -untersättigter Magmen | 263 |
| 16.2.3 | Experimente zum Verhalten von Mafiten in basaltischen Magmen | 269 |
| 16.3 | Das Reaktionsprinzip von Bowen | 273 |
| 16.4 | Das Basalt-Tetraeder von Yoder und Tilley (1962) | 276 |
| 16.5 | Gleichgewichtsschmelzen und fraktioniertes Schmelzen | 277 |
| | Weiterführende Literatur | 278 |
| | Zitierte Literatur | 278 |
| 17 | Die Herkunft des Basalts | 279 |
| 17.1 | Basalte und Plattentektonik | 280 |
| 17.2 | Bildung von Basalt-Magmen durch partielles Schmelzen von Mantelperidotit | 281 |
| 17.2.1 | Das Pyrolit-Modell | 281 |
| 17.2.2 | Partielles Schmelzen von H ₂ O-freiem Pyrolit | 281 |
| 17.2.3 | Partielles Schmelzen von H ₂ O-haltigem Pyrolit | 282 |
| | Weiterführende Literatur | 284 |
| | Zitierte Literatur | 284 |
| 18 | Die Herkunft des Granits | 285 |
| 18.1 | Genetische Einteilung der Granite auf geochemischer Basis | 286 |
| 18.2 | Experimente zur Granitgenese | 287 |
| 18.2.1 | Einführung | 287 |
| 18.2.2 | Kristallisationsverlauf granitischer Magmen: Experimente im H ₂ O-gesättigten Modellsystem Qz-Ab-Or-H ₂ O | 287 |
| 18.2.3 | Experimentelle Anatexis: Experimente unter H ₂ O-gesättigten und H ₂ O-untersättigten Bedingungen im Modellsystem Qz-Ab-Or-H ₂ O | 290 |
| 18.2.4 | Das Modellsystem Qz-Ab-An-Or-H ₂ O | 293 |
| 18.2.5 | Das Modellsystem Qz-Ab-An-H ₂ O | 293 |
| 18.2.6 | Das natürliche Granitsystem | 294 |
| | Weiterführende Literatur | 295 |
| | Zitierte Literatur | 295 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 19 | Orthomagmatische Erzlagerstätten | 297 |
| 19.1 | Einführung | 298 |
| 19.2 | Lagerstättenbildung durch fraktionierte Kristallisation | 298 |
| 19.2.1 | Chromit- und Chromit-PGE-Lagerstätten | 300 |
| 19.2.2 | Fe-Ti-Oxid-Lagerstätten | 301 |
| 19.3 | Lagerstättenbildung durch liquide Entmischung von Sulfid- und Oxid-Schmelzen | 302 |
| 19.3.1 | Nickelmagnetkies-Kupferkies-PGE-Lagerstätten in Noriten und Pyroxeniten | 302 |
| 19.3.2 | Nickelmagnetkies-Kupferkies-Lagerstätten in Komatiiten | 305 |
| 19.3.3 | Magnetit-Apatit-Lagerstätten | 305 |
| 19.4 | Erz- und Mineral-Lagerstätten in Karbonatit-Alkalimagmatit-Komplexen | 305 |
| | Weiterführende Literatur | 306 |
| | Zitierte Literatur | 306 |
| 20 | Pegmatite | 307 |
| 20.1 | Theoretische Überlegungen | 308 |
| 20.2 | Geologisches Auftreten und Petrographie von Pegmatiten | 309 |
| 20.3 | Pegmatite als Rohstoffträger | 311 |
| 20.4 | Genetische Klassifikation der Pegmatite | 312 |
| | Weiterführende Literatur | 312 |
| | Zitierte Literatur | 312 |
| 21 | Hydrothermale Erz- und Minerallagerstätten | 313 |
| 21.1 | Grundlagen | 314 |
| 21.2 | Hydrothermale Imprägnationslagerstätten | 316 |
| 21.2.1 | Zinnerz-Lagerstätten | 316 |
| 21.2.2 | Wolfram-Lagerstätten | 318 |
| 21.2.3 | Molybdän-Lagerstätten | 318 |
| 21.2.4 | Porphyry Copper Ores | 318 |
| 21.2.5 | Imprägnationen mit ged. Kupfer (Typus Oberer See) | 320 |
| 21.3 | Hydrothermale Verdrängungslagerstätten | 320 |
| 21.3.1 | Skarnerz-Lagerstätten | 320 |
| 21.3.2 | Mesothermale Kupfer-Arsen-Verdrängungs-Lagerstätten | 321 |
| 21.3.3 | Hydrothermale Blei-Silber-Zink-Verdrängungslagerstätten | 322 |
| 21.3.4 | Hydrothermale Gold-Pyrit-Verdrängungslagerstätten vom Carlin-Typ | 322 |
| 21.3.5 | Metasomatische Siderit-Lagerstätten | 322 |
| 21.3.6 | Metasomatische Magnesit-Lagerstätten | 322 |
| 21.4 | Hydrothermale Erz- und Mineralgänge | 323 |
| 21.4.1 | Orogene Gold-Quarz-Gänge | 324 |
| 21.4.2 | Epithermale Gold- und Gold-Silber-Lagerstätten (subvulkanisch) | 325 |
| 21.4.3 | Mesothermale Kupfererzgänge | 325 |
| 21.4.4 | Blei-Silber-Zink-Erzgänge | 326 |
| 21.4.5 | Zinn-Silber-Wismut-Erzgänge des bolivianischen Zinnürtels | 326 |
| 21.4.6 | Wismut-Kobalt-Nickel-Silber-Uran-Erzgänge | 327 |
| 21.4.7 | Telethermale Antimon-Quarz-Gänge | 328 |
| 21.4.8 | Hydrothermale Siderit- und Hämatit-Erzgänge | 328 |
| 21.4.9 | Nichtmetallische hydrothermale Ganglagerstätten | 329 |
| 21.4.10 | Quarzgänge und hydrothermale Verkieselungen | 329 |
| 21.4.11 | Alpine Klüfte | 329 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 21.5 | Vulkanogen-sedimentäre Erzlagerstätten | 329 |
| 21.5.1 | Rezente hydrothermale Erzbildung in der Tiefsee: Black Smoker | 329 |
| 21.5.2 | Vulkanogene massive Sulfiderz-Lagerstätten (VMS-Lagerstätten) | 332 |
| 21.5.3 | Vulkanogen-sedimentäre Quecksilbererz-Lagerstätten | 333 |
| 21.5.4 | Vulkanogene Oxiderz-Lagerstätten | 333 |
| 21.6 | Sedimentgesteins-gebundene hydrothermale Lagerstätten | 334 |
| 21.6.1 | Sedimentär-exhalative Blei-Zink-Erzlagerstätten (Sedex-Lagerstätten) | 334 |
| 21.6.2 | Karbonat-gebundene Erz- und Mineral-Lagerstätten | 335 |
| | Weiterführende Literatur | 335 |
| | Zitierte Literatur | 336 |
| 22 | Verwitterung und mineralbildende Vorgänge im Boden | 339 |
| 22.1 | Mechanische Verwitterung | 340 |
| 22.2 | Chemische Verwitterung | 340 |
| 22.2.1 | Leicht lösliche Minerale | 341 |
| 22.2.2 | Verwitterung der Silikate | 341 |
| 22.3 | Subaerische Verwitterung und Klimazonen | 343 |
| 22.4 | Zur Abgrenzung des Begriffs Boden | 343 |
| 22.5 | Verwitterungsbildungen von Silikatgesteinen und ihre Lagerstätten | 344 |
| 22.5.1 | Residualtone und Kaolin | 344 |
| 22.5.2 | Bentonit | 344 |
| 22.5.3 | Bauxit | 344 |
| 22.5.4 | Fe- und Mn-reiche Laterite | 345 |
| 22.5.5 | Ni-reiche Laterite | 345 |
| 22.5.6 | Weitere Residual-Lagerstätten | 346 |
| 22.6 | Verwitterung sulfidischer Erzkörper | 346 |
| 22.6.1 | Oxidationszone | 346 |
| 22.6.2 | Zementationszone | 347 |
| 22.6.3 | Stabilitätsbeziehungen wichtiger Kupferminerale bei der Verwitterung | 348 |
| | Weiterführende Literatur | 349 |
| | Zitierte Literatur | 349 |
| 23 | Sedimente und Sedimentgesteine | 351 |
| 23.1 | Grundlagen | 352 |
| 23.1.1 | Einteilung der Sedimente und Sedimentgesteine | 352 |
| 23.1.2 | Gefüge der Sedimente und Sedimentgesteine | 352 |
| 23.2 | Klastische Sedimente und Sedimentgesteine | 353 |
| 23.2.1 | Transport und Ablagerung des klastischen Materials | 353 |
| 23.2.2 | Chemische Veränderungen während des Transports | 353 |
| 23.2.3 | Korngrößenverteilung bei klastischen Sedimenten und ihre Darstellung | 354 |
| 23.2.4 | Diagenese der klastischen Sedimentgesteine | 354 |
| 23.2.5 | Einteilung der Psephite und Psammite | 356 |
| 23.2.6 | Schwerminerale in Psammiten | 357 |
| 23.2.7 | Fluviatile und marine Seifen | 357 |
| 23.2.8 | Metallkonzentrationen in ariden Schuttwannen (Lagerstätten vom Red-Bed-Typ) | 361 |
| 23.2.9 | Einteilung der Pelite | 361 |
| 23.2.10 | Diagenese von Peliten | 362 |
| 23.2.11 | Buntmetall-Lagerstätten in Schwarzschiefern | 363 |
| 23.2.12 | Übergang von der Diagenese zur niedriggradigen Metamorphose ... | 364 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 23.3 | Chemische und biochemische Karbonatsedimente und -sedimentgesteine | 364 |
| 23.3.1 | Einteilung der Karbonatgesteine | 364 |
| 23.3.2 | Löslichkeit und Ausscheidungsbedingungen des CaCO_3 | 365 |
| 23.3.3 | Anorganische und biochemische Karbonat-Bildung im Meerwasser | 366 |
| 23.3.4 | Bildung festländischer (terrestrischer) Karbonatsedimente | 367 |
| 23.3.5 | Diagenese von Kalkstein | 368 |
| 23.4 | Eisen- und Mangan-reiche Sedimente | 368 |
| 23.4.1 | Ausfällung des Eisens und die Stabilitätsbedingungen der Fe-Minerale | 368 |
| 23.4.2 | Sedimentäre Eisenerze | 369 |
| 23.4.3 | Sedimentäre Manganerze | 371 |
| 23.4.4 | Metallkonzentrationen am Ozeanboden | 371 |
| 23.5 | Kieselige Sedimente und Sedimentgesteine | 372 |
| 23.6 | Sedimentäre Phosphatgesteine | 373 |
| 23.7 | Evaporite (Salzgesteine) | 373 |
| 23.7.1 | Kontinentale (terrestrische) Evaporite | 373 |
| 23.7.2 | Marine Evaporite | 375 |
| | Weiterführende Literatur | 377 |
| | Zitierte Literatur | 378 |
| 24 | Metamorphe Gesteine | 379 |
| 24.1 | Grundlagen | 380 |
| 24.1.1 | Metamorphe Prozesse | 380 |
| 24.1.2 | Ausgangsmaterial metamorpher Gesteine | 381 |
| 24.1.3 | Abgrenzung der Gesteinsmetamorphose | 382 |
| 24.1.4 | Auslösende Faktoren der Gesteinsmetamorphose | 383 |
| 24.2 | Die Gesteinsmetamorphose als geologischer Prozess | 385 |
| 24.2.1 | Kontaktmetamorphose | 386 |
| 24.2.2 | Kataklastische Metamorphose und Mylonitisierung | 390 |
| 24.2.3 | Schockwellen- oder Impakt-Metamorphose | 391 |
| 24.2.4 | Hydrothermale Metamorphose | 394 |
| 24.2.5 | Regionalmetamorphose in Orogenzonen | 394 |
| 24.2.6 | Regionale Versenkungsmetamorphose | 399 |
| 24.2.7 | Regionale Ozeanbodenmetamorphose | 399 |
| 24.3 | Nomenklatur der regional- und kontaktmetamorphen Gesteine | 400 |
| 24.3.1 | Regionalmetamorphe Gesteine | 400 |
| 24.3.2 | Kontaktmetamorphe Gesteine | 406 |
| 24.4 | Das Gefüge der metamorphen Gesteine | 407 |
| 24.4.1 | Gefügerelikte | 407 |
| 24.4.2 | Das kristalloblastische Gefüge | 408 |
| 24.4.3 | Gefügeregelung bei metamorphen Gesteinen | 409 |
| 24.5 | Bildung von Migmatiten durch partielle Anatexis | 415 |
| 24.5.1 | Der Migmatitbegriff | 415 |
| 24.5.2 | Experimentelle Grundlagen für die anatektische Bildung von Migmatiten | 416 |
| 24.5.3 | Stoffliche Bilanz bei der Entstehung von Migmatiten | 417 |
| 24.6 | Metasomatose | 417 |
| 24.6.1 | Kontaktmetasomatose | 418 |
| 24.6.2 | Autometasomatose | 420 |
| 24.6.3 | Spilite als Produkte einer Natrium-Metasomatose | 421 |
| | Weiterführende Literatur | 421 |
| | Zitierte Literatur | 422 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 25 | Phasengleichgewichte und Mineralreaktionen in metamorphen Gesteinen | 425 |
| 25.1 | Gleichgewichtsbeziehungen in metamorphen Gesteinen | 426 |
| 25.1.1 | Feststellung des thermodynamischen Gleichgewichts | 426 |
| 25.1.2 | Die Gibbs'sche Phasenregel | 426 |
| 25.1.3 | Die freie Enthalpie: Stabile und metastabile Niveaus | 428 |
| 25.2 | Metamorphe Mineralreaktionen | 430 |
| 25.2.1 | Polymorphe Umwandlungen und Reaktionen ohne Freisetzung einer fluiden Phase | 430 |
| 25.2.2 | Entwässerungsreaktionen | 433 |
| 25.2.3 | Dekarbonatisierungsreaktionen | 438 |
| 25.2.4 | Reaktionen, an denen H ₂ O und CO ₂ beteiligt sind | 439 |
| 25.2.5 | Oxidations-Reduktions-Reaktionen | 441 |
| 25.2.6 | Petrogenetische Netze | 443 |
| 25.3 | Geothermometrie und Geobarometrie | 444 |
| 25.4 | Druck-Temperatur-Entwicklung metamorpher Komplexe | 446 |
| 25.4.1 | Druck-Temperatur-Pfade | 446 |
| 25.4.2 | Druck-Temperatur-Zeit-Pfade | 448 |
| | Weiterführende Literatur | 449 |
| | Zitierte Literatur | 449 |
| 26 | Metamorphe Mineralfazies | 451 |
| 26.1 | Graphische Darstellung metamorpher Mineralparagenesen | 452 |
| 26.1.1 | ACF- und A'KF-Diagramme | 452 |
| 26.1.2 | AFM-Projektion | 454 |
| 26.2 | Das Faziesprinzip | 457 |
| 26.2.1 | Begründung des Faziesprinzips | 457 |
| 26.2.2 | Metamorphe Faziesserien | 459 |
| 26.3 | Übersicht über die metamorphen Fazies | 460 |
| 26.3.1 | Zeolith- und Prehnit-Pumpellyit-Fazies | 460 |
| 26.3.2 | Grünschieferfazies | 460 |
| 26.3.3 | Epidot-Amphibolit-Fazies | 461 |
| 26.3.4 | Amphibolitfazies | 461 |
| 26.3.5 | Granulitfazies | 464 |
| 26.3.6 | Hornfelsfazies | 466 |
| 26.3.7 | Sanidinitfazies | 467 |
| 26.3.8 | Blauschieferfazies | 467 |
| 26.3.9 | Eklogitfazies | 469 |
| | Weiterführende Literatur | 472 |
| | Zitierte Literatur | 473 |

Teil III

Stoffbestand und Bau von Erde und Mond – unser Planetensystem

| | | |
|-----------|--|-----|
| 27 | Aufbau des Erdinnern | 477 |
| 27.1 | Seismischer Befund zum Aufbau des Erdinnern | 478 |
| 27.1.1 | Physikalische Grundlagen | 478 |
| 27.1.2 | Ausbreitung von Erdbebenwellen im Erdinnern | 479 |
| 27.1.3 | Geschwindigkeitsverteilung der Erdbebenwellen im Erdinnern | 480 |
| 27.2 | Erdkruste | 480 |
| 27.2.1 | Ozeanische Erdkruste | 481 |
| 27.2.2 | Kontinentale Erdkruste | 482 |
| 27.2.3 | Die Erdkruste in jungen Orogengürteln | 484 |
| 27.3 | Erdmantel | 484 |
| 27.3.1 | Der oberste, lithosphärische Erdmantel und die Natur der Moho | 484 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 27.3.2 | Die Asthenosphäre als Förderband der Lithosphärenplatten | 489 |
| 27.3.3 | Übergangszone | 490 |
| 27.3.4 | Unterer Erdmantel | 492 |
| 27.4 | Erdkern | 493 |
| 27.4.1 | Geophysikalischer Befund | 493 |
| 27.4.2 | Chemische Zusammensetzung des Erdkerns | 494 |
| | Weiterführende Literatur | 495 |
| | Zitierte Literatur | 495 |
| 28 | Aufbau und Stoffbestand des Mondes | 497 |
| 28.1 | Die Kruste des Mondes | 498 |
| 28.1.1 | Hochlandregionen | 498 |
| 28.1.2 | Regionen der Maria | 499 |
| 28.1.3 | Minerale der Mondgesteine | 500 |
| 28.1.4 | Reste von Wasser im Regolith? | 500 |
| 28.2 | Innerer Aufbau des Mondes | 501 |
| 28.3 | Geologische Geschichte des Mondes | 502 |
| | Weiterführende Literatur | 503 |
| | Zitierte Literatur | 503 |
| 29 | Meteorite | 505 |
| 29.1 | Fallphänomene | 506 |
| 29.2 | Häufigkeit von Meteoriten | 508 |
| 29.3 | Haupttypen der Meteorite | 508 |
| 29.3.1 | Undifferenzierte Steinmeteorite: Chondrite | 508 |
| 29.3.2 | Differenzierte Steinmeteorite: Achondrite | 513 |
| 29.3.3 | Stein-Eisen-Meteorite (differenziert) | 516 |
| 29.3.4 | Eisenmeteorite (differenziert) | 517 |
| 29.4 | Tektite | 519 |
| | Weiterführende Literatur | 520 |
| | Zitierte Literatur | 520 |
| 30 | Unser Planetensystem | 523 |
| 30.1 | Die erdähnlichen Planeten | 524 |
| 30.1.1 | Merkur | 524 |
| 30.1.2 | Venus | 526 |
| 30.1.3 | Mars | 529 |
| 30.2 | Die Asteroiden | 535 |
| 30.3 | Die Riesenplaneten und ihre Satelliten | 537 |
| 30.3.1 | Astronomische Erforschung | 537 |
| 30.3.2 | Atmosphäre und innerer Bau der Riesenplaneten | 538 |
| 30.3.3 | Die Jupiter-Monde | 539 |
| 30.3.4 | Die Eismonde von Saturn, Uranus und Neptun | 542 |
| 30.3.5 | Die Ringsysteme der Riesenplaneten | 545 |
| 30.4 | Der Zwergplanet Pluto und sein Mond Charon: ein Doppelplanet | 546 |
| | Weiterführende Literatur | 547 |
| | Zitierte Literatur | 548 |
| 31 | Einführung in die Geochemie | 549 |
| 31.1 | Geochemische Gliederung der Elemente | 550 |
| 31.2 | Chemische Zusammensetzung der Gesamterde | 552 |
| 31.3 | Chemische Zusammensetzung der Erdkruste | 554 |
| 31.3.1 | Berechnungen des Krustenmittels: Clarke-Werte | 554 |
| 31.3.2 | Seltene Elemente und Konzentrations-Clarke | 556 |
| 31.4 | Spurenelement-Geochemie magmatischer Prozesse | 557 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 31.4.1 | Grundlagen | 557 |
| 31.4.2 | Spurenelement-Fraktionierungen bei der Bildung und Differentiation von Magmen | 559 |
| 31.4.3 | Spurenelemente als Indikatoren für die geotektonische Position von magmatischen Prozessen | 563 |
| 31.5 | Isotopen-Geochemie | 564 |
| 31.5.1 | Einführung | 564 |
| 31.5.2 | Stabile Isotope | 565 |
| 31.5.3 | Einsatz radiogener Isotope in der Geochronologie | 569 |
| 31.6 | Entstehung der chemischen Elemente | 577 |
| | Weiterführende Literatur | 578 |
| | Zitierte Literatur | 579 |
| 32 | Die Entstehung unseres Sonnensystems | 581 |
| 32.1 | Frühe Theorien und erste Belege | 582 |
| 32.2 | Sternentstehung | 582 |
| 32.3 | Zusammensetzung des Solarnebels | 583 |
| 32.4 | Entstehung der Planeten | 585 |
| | Weiterführende Literatur | 589 |
| | Zitierte Literatur | 590 |
| | Anhang | 591 |
| A.1 | Übersicht wichtiger Ionenradien und der Ionenkoordination gegenüber O^{2-} | 591 |
| A.2 | Berechnung von Mineralformeln | 591 |
| A.3 | Lernschema der subalkalinen Magmatite und der Alkali-Magmatite | 594 |
| | Literatur | 595 |
| | Abdruckgenehmigungen | 596 |
| | Index | 597 |