

Die Entstehung der Gesteine

Ein Lehrbuch der Petrogenese

Bearbeitet von

Dr. Tom. F. W. Barth

Professor an der Universität Oslo

Dr. Carl W. Correns

Professor an der Universität Göttingen

Dr. Pentti Eskola

Professor an der Universität Helsinki

Herausgegeben von

Dr. Carl W. Correns

Mit 210 Textabbildungen



Berlin

Verlag von Julius Springer

1939

ISBN-13: 978-3-642-86245-8 e-ISBN-13: 978-3-642-86244-1

DOI: 10.1007/978-3-642-86244-1

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1939

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.
Copyright 1939 by Julius Springer in Berlin.**

Vorwort.

Als der Verlag im Jahre 1936 an mich mit der Bitte herantrat, die Herausgabe dieses Lehrbuches zu übernehmen, da hatte ich das Bedenken, daß ein Lehrbuch möglichst aus einem Guß und deshalb von einem Verfasser geschrieben sein sollte. Bei drei Verfassern aus drei Ländern war von vornherein zu erwarten, daß die einzelnen Teile verschiedenartig ausfallen würden. Nun sind aber die drei Gebiete, die jeder für sich bearbeitet hat, so in sich abgeschlossen und die Methoden, mit denen die Forschung an jedes von ihnen herangegangen ist, so verschieden, daß vielleicht doch der Versuch gerechtfertigt erscheint, sie durch drei verschiedene Persönlichkeiten darstellen zu lassen. Ich habe deshalb von vornherein gar nicht versucht, eine einheitliche Darstellung zustande zu bringen. Wir haben aber alle drei aufeinander Rücksicht genommen, so daß Wiederholungen und Überschneidungen, soweit sie nicht durch Grenzgebiete geboten sind, möglichst vermieden wurden. So ist nun in jedem Teil sowohl die Eigenart des Stoffes wie die des Verfassers deutlich zu spüren und ich kann nur hoffen, daß auch dies einen gewissen Reiz bietet.

Für die Selbstständigkeit der Teile sprechen auch weitere Gründe. Wir wollten nicht eine Einführung für Anfänger geben, sondern eine möglichst exakte Darstellung der Vorgänge der Gesteinsbildung und Umbildung, wie sie derjenige braucht, der selbst auf diesem Gebiet arbeiten will oder der vom Nachbargebiet aus sich in den Stand der Kenntnisse einarbeiten will. Maßgebend war dabei der Gesichtspunkt, daß wir auch die Vorgänge in der Erdkrinde, die wir nicht beobachten können, zu verstehen suchen müssen, in dem wir eingehendste Naturbeobachtung und einschlägige Experimente kombinieren mit physikalischen und chemischen Grundgesetzen. Vieles können wir so bereits mit großer Sicherheit deuten, viele Versuche aber haben noch den Charakter der Extrapolation ins Ungewisse. Hier spielt die persönliche Erfahrung des Forschers eine wesentliche Rolle. Gerade jetzt ist auf manchen Gebieten der Gesteinskunde das Ringen um die Probleme besonders intensiv, man kann durchaus nicht behaupten, daß etwa eine Periode der Abklärung eingetreten sei, die eine Zusammenfassung der Erkenntnisse erleichtere. Aber beim Kampf um ein Bergmassiv ist es dem Bergsteiger förderlich, eine Rast einzulegen und die Lage um sich herum zu klären. Und auch den Bergsteigern in den Nachbarmassiven wird es wichtig sein zu wissen, wie weit der andere ist.

So möchte dieses Buch als Bericht von drei Forschern aufgefaßt werden, die Rechenschaft geben von dem, was auf ihrem Gebiet erreicht ist und was nach ihrer Meinung zu tun ist.

Dem Verlag haben wir für die Ausstattung des Buches und Herrn Dr. W. v. ENGELHARDT für die Durchsicht der Manuskripte zu danken.

Göttingen, im April 1939.

CARL W. CORRENS.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Teil.

Die Eruptivgesteine.

Von Professor Dr. TOM. F. W. BARTH, Oslo.

	Seite
Einleitung	1
I. Inhalt und Klassifikation der Eruptivgesteine	1
Mineralogische Zusammensetzung der Eruptivgesteine	2
Atomare Zusammensetzung der Eruptivgesteine	2
Chemische Zusammensetzung der Eruptivgesteine	3
Variationsbreite der chemischen Zusammensetzung	4
Einteilung der Eruptivgesteine	8
Berechnung der Norm S. 10. — Berechnung der Niggli-Werte S. 12.	
Geochemie	14
II. Kristallisation in Silikatschmelzlösungen	16
Schrifttum. — Allgemeines	16
Kieselsäure, SiO_2	19
Albit und Kieselsäure	21
Feldspäte	21
Plagioklasse oder Kalk-Natronfeldspäte S. 22. — Kalifeldspat S. 23. — Alkali- feldspäte S. 25. — Das System Or—An S. 25. — Das System Or—Ab—An S. 25.	
Feldspatvertreter	26
Olivin und Pyroxene	27
Olivine S. 27. — Enstatit S. 28. — MgSiO_3 — FeSiO_3 S. 29. — CaSiO_3 — FeSiO_3 S. 29. — CaSiO_3 — MgSiO_3 S. 30. — Akmit und seine Schmelzverhältnisse S. 30.	
Diopsidische Pyroxene und Plagioklas	31
System Diopsid—Albit—Anorthit S. 31. — System Anorthit—Forsterit— Kieselsäure S. 32.	
Olivin, Pyroxen und Quarz	33
Petrologische Bedeutung des Reaktionsprinzips	36
Magmatische Entmischung	37
Synthetische Versuche S. 39. — Beobachtungen an natürlichen Gesteinen S. 40.	
III. Das Magma	41
Schrifttum. — Einleitung.	41
Viskosität	42
Die magmatischen Temperaturen	44
Flüchtige Bestandteile des Magmas	45
Die magmatische Gasphase	49
Über die vulkanische und magmatische Tätigkeit	53
Solfataren- und Fumarolentätigkeit S. 53. — Lockerstoffe S. 54. — Laven und ihre Gefüge S. 55. — Das Magma der Plutone und ihre Bewegung S. 57.	
IV. Gesteine als Produkte definierter Vorgänge	58
Schrifttum	58
Die magmatische Differentiation.	59
Gesteinsgemeinschaften	61

	Seite
Klassifikation von Eruptionsprovinzen	62
Die Basalte der Ozeane	65
Intrapazifische Provinz S. 65. — Die atlantische Eruptionsprovinz S. 68.	
Plateaubasalte	70
Ergußgesteine der Faltengebirge	71
Diabasgänge	72
Zusammenfassung	73
Kristallisationsvorgang eines basaltischen Magmas	74
Über die Lage der Grenzfläche, die basaltische Magmen mit primärem Plagioklas von Magmen mit primärem Pyroxen trennt S. 74. — Bedingungen für die Entstehung quarzhaltiger oder nephelinhaltiger Restschmelzen bei fraktionierter Kristallisation basaltischer Magmen S. 77.	
Trachytische und verwandte Magmen als Residualsysteme der Petrogenese . .	81
Intrusivgesteine des Sials	83
Stammestypen der Eruptivgesteine	85
Alkaligesteine	87
Monomineralische Gesteine	93
Querthosite S. 93. — Dünste, Pyroxerrite, Peridotite S. 96.	
Pegmatite und Restlösungen	97
Verdrängungsgesteine	100
Spilite S. 100. — Kalireiche Gesteine S. 101. — Alkaligesteine S. 102.	
Assimilationsgesteine	103
Kalzitführende Gesteine S. 104. — Magnesitführende Gesteine S. 106. — Alkaligesteine S. 106. — Die Gesteine des Vesuvs S. 106.	
Entstehung der Granite	107
Migmatite	114

Zweiter Teil.

Die Sedimentgesteine.

Von Professor Dr. **CARL W. CORRENS**, Göttingen.

Einleitung. — Allgemeines Schrifttum. — Begriff und Umfang der Sedimentpetrologie	116
I. Verwitterung	118
a) Die mechanische Verwitterung	119
1. Die Temperaturverwitterung durch Sonnenbestrahlung (Insolation) S. 119. — 2. Die Frostverwitterung S. 121. — 3. Die Salzsprengung S. 122. — 4. Die Kapillarwirkung des Wassers S. 123. — 5. Die Sprengung durch Pflanzenwurzeln S. 123.	
b) Die chemische Verwitterung	124
1. Die wirksamen Stoffe S. 124. — 2. Die Umsetzungen S. 126. — 3. Neubildungen bei der Verwitterung S. 128. — 4. Submarine und sublakustre Verwitterung S. 129.	
II. Klastische Sedimente	130
a) Transport und Ablagerung	132
1. Massenbewegung	132
2. Massentransport	133
a) Transport und Ablagerung durch Flüsse und Strömungen S. 123. —	
b) Transport und Ablagerung durch Wellen S. 142. — c) Transport und Ablagerung durch Gezeiten S. 145. — d) Transport und Ablagerung durch Wind S. 145. — e) Transport und Ablagerung durch Eis S. 147. — f) Zusammenstellung der wichtigsten Eigenschaften der Transportmittel S. 148.	

	Seite
b) Das Gefüge	150
1. Die Korngrößenverteilung S. 150. — 2. Die Paralleltextr S. 156. —	
3. Die Schichtung S. 157. — 4. Die Rippelmarken S. 160. — 5. Die Kreuz-	
schichtung S. 162.	
c) Die Bestandteile der klastischen Sedimente	163
1. Sedimente mit psephitischem Korn S. 163. — 2. Psammitische Sedi-	
mente S. 165. — 3. Die Tone S. 171. — 4. Tuffite S. 182.	
III. Chemische und biogene Sedimente	183
a) Kalke	186
1. Chemische Grundlagen S. 186. — 2. Festländische Kalkbildung S. 189. —	
3. Marine Kalkbildung S. 190. — 4. Mischgesteine S. 200.	
b) Dolomite	200
c) Sedimentäre Eisenlagerstätten	202
d) Glaukonit	208
e) Sulfidische sedimentäre Lagerstätten	209
f) Sedimentäre Manganlagerstätten	210
g) Sedimentäre Phosphatlagerstätten	213
h) Kieselgesteine	214
i) Salzlagerstätten	218
1. Festländische Salzablagerungen S. 218. — 2. Marine Salzablagerungen	
S. 220.	
k) Über einige Elemente, deren Verbindungen im chemisch-biogenen Kreislauf	
nicht gesteinsbildend auftreten	245
1. Brom S. 235. — 2. Jod S. 237. — 3. Fluor S. 238. — 4. Bor S. 238. —	
5. Strontium S. 239. — 6. Barium S. 239. — 7. Rubidium S. 240. — 8. Cäsium	
S. 240. — 9. Aluminium S. 240. — 10. Schwermetalle S. 240. — 11. Stick-	
stoff S. 241.	
l) Das Gefüge	242
1. Die Schichtung S. 242. — 2. Die Paralleltextr S. 244. — 3. Die Oolithe	
S. 244.	
IV. Diagenese (Veränderungen der Sedimente nach dem Absatz)	246
a) Stofftransport im Sediment	247
b) Verhärtung der Sedimente	249
1. Umkristallisation der chemischen und biogenen Sedimente S. 249. —	
2. Verkittung der klastischen Gesteine S. 259.	
c) Ungleichmäßige Ausscheidung der Bindemittel	255
1. Konkretionen S. 255. — 2. Tutenkalke S. 257.	
d) Lösungsvorgänge und metasomatische Bildungen	257
1. Drucksuturen S. 257. — 2. Dolomitisierung S. 258. — 3. Verkieselung	
S. 260.	

Dritter Teil.

Die metamorphen Gesteine.

Von Professor Dr. P. ESKOLA, Helsinki.

Einleitung	263
Allgemeine Literatur über die Gesteinsmetamorphose S. 263. — Richtlinien	
der Darstellung S. 263. — Definition und Arten der Metamorphose und ihrer	
Produkte S. 264. — Die geologischen Beziehungen der Metamorphose S. 267.	
I. Das Gefüge und die Verformung	268
Literatur	268
A. Gefügerelikte in metamorphen Gesteinen	269
Die Bedeutung der Relikte als Palimpsest-Schrift S. 269. — Relikte von	
sedimentären Gefügen S. 270. — Relikte von Erstarrungsgefügen S. 273.	
B. Das kristalloblastische Gefüge	276
Die Terminologie der metamorphen Gefüge S. 276. — Die wichtigsten	
Merkmale des kristalloblastischen Gefüges S. 277. — Die idioblastische Reihe	
der Minerale S. 278.	

	Seite
C. Die Gefügeregelung	282
Einige Grundbegriffe der Gefügekunde S. 282. — Das RIECKESche Prinzip S. 282. — Laminare Gleitung S. 283. — Reine Schiebung S. 285. — Zusammengesetzte Verformung S. 287. — Nichtebene Verformung S. 287. — Zweischarige und einscharige Verformung S. 288. — Nichthomogene Verformungen in Biegegleitfalten. Intern- und Externrotation S. 289. — Gleitbretter und Gleitbrettfaltungen S. 289. — Formregelung S. 289. — Wachstumsregelung S. 293. — Das SANDERSche Prinzip der Wegsamkeit und das RIECKESche Prinzip S. 294. — Abbildungen und Entregelung bei Umkristallisation S. 295. — Die Gefügeanalyse S. 296. — Gitterregelung S. 297. — Die Haupttypen der Regelung S. 299. Die Einregelung einiger Minerale S. 302. — Ortsregelung S. 307. — Kaltreckung und Warmreckung der Metalle, verglichen mit der Gesteinsumformung S. 307. — Elastizität, Festigkeit und Klüftung S. 308.	
II. Die Umkristallisation	312
Literatur	312
A. Allgemeine Grundsätze der Umkristallisation	313
Chemisches Gleichgewicht S. 313. — Die Phasenregel S. 316. — Die kinetischen Faktoren der Umkristallisation S. 318.	
B. Mechanismus der Umkristallisation	319
Umkristallisation, vermittelt durch eine flüssige Phase S. 319. — Chemische Untersuchungen über die Diffusion und Reaktionen im kristallinen Zustande S. 322. — Das Problem des Mechanismus der Umkristallisation bei der Gesteinsmetamorphose S. 326. — Grenzflächenreaktionen S. 329.	
C. Durchbewegung und Umkristallisation	331
Die Wirkung der Pressung bei der Umkristallisation S. 331. — Streßverträglichkeit der Minerale S. 331.	
III. Die Mineralfazies	334
Literatur	334
A. Einteilung der metamorphen Gesteine	336
Die Tiefzoneneinteilung der kristallinen Schiefer nach BECKE, GRUBENMANN und NIGGLI S. 336. — Die Zoneneinteilung von BARROW und TILLEY S. 338. — Das Prinzip der Mineralfazies S. 339.	
B. Die Anwendung des Mineralfaziesprinzips	341
Stabile und instabile Relikte. Hysterogene Produkte S. 341. — Schwierigkeiten des Mineralfaziesprinzips S. 343. — Mineralfazieseinteilung S. 344. — Graphische Darstellung der Abhängigkeit des Mineralbestandes vom chemischen Bestand S. 345.	
C. Übersicht der Mineralfazien	347
Sanidinitfazies S. 347. — Pyroxenhornfelsfazies oder Hornfelsfazies S. 349. Amphibolitfazies S. 351. — Epidotamphibolitfazies S. 355. — Grünschieferfazies S. 357. — Zusammenfassende Übersicht der normalen Faziesserie der Sialkruste S. 359. — Die Granulitfazies S. 360. — Die Eklogitfazies S. 363. — Die Glaukophanschieferfazies S. 367.	
IV. Die Metasomatose	369
Literatur	369
A. Allgemeine Grundsätze der Metasomatose	371
Das Massenwirkungsgesetz und die Metasomatose S. 371. — Pneumatolytische und hydrothermale Metasomatose. Die Träger der Metasomatose S. 372. — Einteilung der metasomatischen Prozesse S. 374.	
B. Arten der Metasomatose	375
1. Alkalimetasomatose und Granitisation	375
Natronbildung unter Albitbildung in Tonschiefern S. 375. — Sanidinitbildung in vulkanischen Auswürflingen S. 376. — Kalifeldspatisierung und Granitisation S. 377. — Fenitisation S. 379. — Die Spilitreaktion und die Spillite S. 380. — Adinolbildung S. 381. — Zeolithisierung S. 382.	
2. Kalkmetasomatose	382
Diffusion und Metasomatose an Kalksteinkontakten S. 382.	
3. (Fe,Mg)-Silikatmetasomatose	383
Skarnbildung in Kalksteinen S. 383. — Magnesium-Eisen-Metasomatose in sauren Silikatgesteinen und damit verknüpfte Kieselsäuremetasomatose S. 385.	

	Seite
4. Metasomatose bei Zufuhr von Si, Sn, B, Li, F, Cl, S	387
Greisenbildung, Zinnerz- und Borsäurepneumatolyse S. 387. — Skapolithisierung. Chlormetasomatose S. 388. — Die Bildung von Serizitquarziten in Zusammenhang mit pyritischen Erzen und Serizitisierung im allgemeinen S. 388. — Biotitisierung S. 389. — Propylitisierung und Alunitisierung. Schwefelmetasomatose S. 389. — Graphitbildung S. 389. — Kaolinisierung und verwandte Umwandlungen S. 390.	
5. Kohlensäuremetasomatose	391
Karbonatisierung. Die Umwandlungen der ultrabasischen Gesteine S. 391.	
V. Die normale Metamorphose	392
Literatur, besonders über regionale Untersuchungen von metamorphen Gebieten	392
A. Kurze Übersicht der normalmetamorphen Gesteine	394
Die Ausgangsstoffe und die Haupttypen der normalmetamorphen Gesteine S. 394. — Metamorphite aus granitischen Ausgangsstoffen S. 395. — Metamorphite aus tonigem Ausgangsmaterial S. 398. — Metamorphite aus Quarzsand S. 399. — Metamorphite aus gabbroiden Ausgangsstoffen S. 401. — Metamorphite aus Peridotit S. 401. — Die Marmore S. 402. — Normalmetamorphe Eisenerze S. 404. — Schmirgel S. 404.	
B. Metamorphe Differentiation	404
Grundsätze der metamorphen Differentiation S. 404. — Das Konkretionsprinzip S. 405. — Das Prinzip der Anreicherung an stabilsten Gemengteilen S. 405. — Das Lösungsprinzip S. 406.	
Namenverzeichnis	408
Verzeichnis der dargestellten Silikatschmelzsysteme	412
Sach- und Ortsverzeichnis	412