

Volker Kaminske · Christian Keipert

Bau und Dynamik der Erde

**Geologisches Grundwissen
von Alpenentstehung bis Zechstein**

westermann[®]

Inhalt

Vorwort / Hinweise zur Verwendung des Buches 4

1. Geologie – die Lehre vom Bau der Erde

1.1 Ziele – Methoden – Darstellungsformen 6
1.2 Plattentektonik als Leitvorstellung 20

2. Der Aufbau der Erde

2.1 Die Erde als kosmischer Körper 22
2.2 Vorgänge in der Entstehungsgeschichte 25
2.3 Meteoriten – Zeugen aus dem All 27
2.4 Messergebnisse zum Erdaufbau 31
2.5 Heutiges Plattenmosaik 37

3. Die Dynamik der Erde

3.1 Tektonische Kräfte und Erscheinungsbilder 40
3.2 Energiequellen der Konvektion 45
3.3 Mechanismus der Plattendrift 47
3.4 Begleiterscheinungen der Plattentektonik 48
3.5 Fallbeispiele zur Tektonik 58

4. Erklärungsansätze

4.1 Die Entstehung von Gebirgen und Ozeanen 68
4.2 Geologische Prozesse in der Erdentwicklung 77
4.3 Überblick: Die Wandlung der Erde 87

5. Die Dynamik im Gesteinskörper

5.1 Gesteine und Mineralien 90
5.2 Kreislauf der Gesteine 93
5.3 Magmatismus 95
5.4 Metamorphose (Gestaltwechsel) 96
5.5 Sedimentation 97
5.6 Sedimente – Differenzierung und Lokalisierung 100
5.7 Fallbeispiel Südwestdeutschland 110

6. Rohstoffe der Erde

6.1 Lagerstättentypen 114

Anhang

Außerschulische Lernorte 124
(Museen, Lernpfade, Gruben, Bergwerke)
Weiterführende Literatur und Internetadressen 125
Register 126
Bildquellenverzeichnis 128

2., grundlegend überarbeitete Auflage
Druck 5 4 3 2 1
Herstellungsjahr 2008 2007 2006 2005
© Westermann Schulbuchverlag GmbH, Braunschweig 2005
www.westermann.de
Lektorat: Burkhard Wetekam
Typografie und Herstellung: breutypo. Christopher Breu, Berlin
ISBN 3-14-151042-3

Vorwort

Themenübersicht

Erdbeben, Vulkanausbrüche, Klimawandel – diese Themen zwingen die Menschen, sich mit den Gegebenheiten der Erde zu beschäftigen. Oft ist es dabei sinnvoll, Ursachenforschung in der Vergangenheit zu betreiben, um Prognosen für die Zukunft abgeben und tragfähige Strategien entwickeln zu können. Probleme wie die Versorgung einer wachsenden Weltbevölkerung mit Energie, mit Rohstoffen und Wasser erfordern ein globales Denken. Sie lassen sich nicht mit einfachen Erklärungen lösen. Die Geowissenschaften haben eine elementare Bedeutung für die zukünftige Entwicklung des menschlichen Lebens. Sie sind nicht nur als Grundlagenwissenschaften zu verstehen und zu akzeptieren, sondern auch als angewandte Wissenschaften.

In der Verwendung des Wortes Geowissenschaften zeigt sich – ähnlich wie bei den Biowissenschaften – die Zielsetzung, Nachbardisziplinen methodisch und konzeptionell einzubinden. Die Geographie hat im umfassenden Konzept der „Earth System Science“ einen elementaren Anteil, der ohne die Einbeziehung heutiger gesellschaftlich relevanter Fragestellungen ein Torso bleiben würde. Da die Geographie in deutschen Schulen das einzige geowissenschaftliche Basisfach ist, müssen schon hier grundlegende geowissenschaftliche Informationen vermittelt werden. Dies ist auch das vorrangige Ziel des vorliegenden Buches.

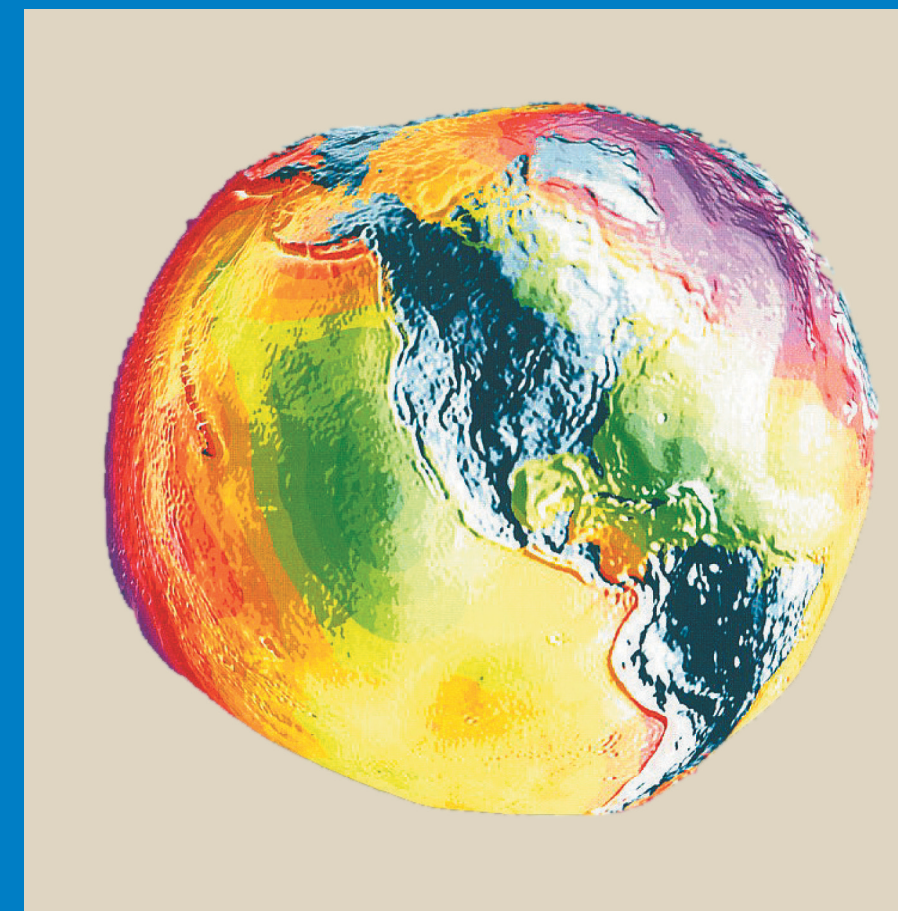
Hinweise zur Arbeit mit diesem Buch

Das Buch „Bau und Dynamik der Erde“ wird hier in einer zweiten, grundlegend überarbeiteten Fassung vorgestellt. Die einzelnen Kapitel des Buches bilden einen organisch aus sich selbst entwickelten Erkenntnisprozess ab. Zunächst steht die Erde als Ganzes im Fokus, einzelne Fallbeispiele veranschaulichen die allgemeinen Aussagen. In einem weiteren Schritt wird die Entwicklung der Erde aus heutiger Sicht rekonstruiert. Die Visualisierung durch zahlreiche neue und überarbeitete Grafiken und Karten ermöglicht eine didaktisch sinnvolle Verknüpfung von Wort und Bild.

Das Layout baut auf einem Nebeneinander von Haupt- und Seitenspalte auf. Letztere stützt den Leseprozess durch Erläuterung von Fachbegriffen, Querverweise auf andere Kapitel des Buches und Quellenangaben. Zentrale Begriffe sind durch Kursivdruck hervorgehoben. Insbesondere in den ersten Abschnitten finden sich separate Ausführungen zur geowissenschaftlichen Methodik. Dies erleichtert die Strukturierung des Lernstoffs. Hinweise auf weiterführende Literatur und auf wichtige Internetseiten, die laufend aktualisiert werden, finden sich am Ende des Buches. Das Buch trägt der zunehmenden Bedeutung von außerschulischen Lernorten Rechnung durch eine Liste von Museen. Exkursionen zu diesen Lernorten dürften den Erdkunde-Unterricht wesentlich bereichern.

1. Geologie – die Lehre vom Bau der Erde

Die Erde, die von außen wie ein kompaktes und stabiles Gefüge erscheint, ist im Innern von hohen Temperaturen und gewaltigen Kräften erfüllt. Der Blick aus dem Welt- raum, für Menschen erst seit wenigen Jahrzehnten möglich, ist zwar eindrucksvoll, offenbart aber wenig über ihre innere Struktur und ihre bewegte Geschichte. Hier bietet die Geologie mit ihren vielfältigen Erklärungsmodellen und Methoden vielversprechendere Antworten.



1.1 Ziele – Methoden – Darstellungsformen

1.1.1 Untersuchungsgegenstand

Geologie ist die Lehre von Bau und Entwicklungsgeschichte der Erde. Um die Struktur des Erdaufbaus zu analysieren, steht eine Vielzahl von Verfahren zur Verfügung. Sie beziehen in hohem Ausmaß chemisches und physikalisches Wissen ein. Ihre Ergebnisse halten Geologen in speziellen Karten und Profilen fest.

Den Bau der Erde kann man unter sehr verschiedenen Aspekten untersuchen, beispielsweise nach der erkennbaren Schichtenfolge (Stratigraphie), nach der Gesteinszusammensetzung (Fazieskunde, Petrologie), nach dem Altersaufbau der Erde (Geochronologie, Isotopengeologie), nach ihrem Gefügebau (Tektonik), nach dem Gehalt an Rohstoffen (Lagerstättenkunde) oder nach fossilen organischen Resten (Paläontologie).

Die Geologie untersucht den Gesteinsmantel der Erde, die Lithosphäre, in Abhängigkeit von den verschiedenen Entstehungsbedingungen. Gestein ist ein mehr oder weniger verfestigtes Gemenge aus Mineralien. Um die Gesteine zu bestimmen, wird unterschieden nach Entstehungsweise, chemischer Zusammensetzung, nach Struktur und Lagerung.

Bei der Anwendung des sogenannten *genetischen Prinzips* geht man zunächst der Frage nach, wie und wo ein Gestein entstanden und woraus es aufgebaut ist. Der *Gesteinskreislauf* beschreibt die Vorgänge, die für die Verschiedenartigkeit der Gesteine und ihr unterschiedliches Vorkommen verantwortlich sind wie Bildung, nachfolgende Erosion und Sedimentation sowie neuerliche Umbildung und Einschmelzung von Gesteinen. Im Gesteinskreislauf lassen sich gut voneinander unterscheidbare Entstehungszeiten erkennen. Zur Klärung der Bildungsbedingungen der Gesteine und der Bestimmung ihres Alters können Fossilien und geochronologische Methoden wesentliche Informationen beitragen. Das Verhalten ganzer Gesteinsverbände („Decken“) wird als Tektonik bezeichnet. Um alle Vorgänge richtig einordnen zu können, muss allerdings die Entstehung der Erde und ihr Energiehaushalt berücksichtigt werden. Die Plattentektonik ist demnach im Rahmen einer allgemeinen planetaren Geologie zu sehen.

vgl. S. 90

Genetisches Prinzip: Erklärung aufgrund der Entstehungsgeschichte

Gesteinskreislauf: Veränderungen des Gesteinskörpers durch stetigen Aufbau, Verwandlung und Zerstörung

vgl. S. 13, 16–17, 95–99

1.1.2 Untersuchungsmethoden im Überblick

In der Geologie werden unterschiedliche Untersuchungsmethoden benötigt. Im Folgenden werden sie kurz vorgestellt und an regionalen Beispielen auf ihre konkreten Aussagen überprüft.

- Chemische und strukturelle Analyse des zutage tretenden Oberflächengesteins (Aufschluss): Steinbrüche, Hanganschnitte, Bau- und Lehmgruben dienen der Gewinnung von Untersuchungsmaterial. Tiefer liegendes Gestein wird durch Bohrungen erschlossen. Solche

Bohrungen erreichen jedoch meist nicht mehr als fünf Kilometer Tiefe, weil durch mechanische und thermische Beanspruchung der Geräte sowie durch die Instabilität des Bohrlochs größere Tiefen einen unverhältnismäßig hohen Aufwand erfordern würden. Deswegen beruhen viele der vorliegenden Ergebnisse auf Untersuchungen von Erdölbohrungen oder Bergwerksexplorationen. Nur wenige Bohrungen gehen auf wissenschaftliche Zielsetzungen zurück, so etwa die Kontinentale Tiefbohrung (KTB) in der Oberpfalz (1990-1994).

vgl. S. 8 und S. 64

Größere Tiefen werden über Reflexionsseismik analysiert. Die Reflexionsseismik hat im Rahmen der Erdbebenprognostik große Aussagekraft erlangt und ist in der Lage, tomographische (dreidimensionale) Bilder aus dem Erdmantel zu liefern.

vgl. S. 7 und S. 18

Refraktionsseismik im Rahmen der Rohstoffexploration: Hier werden die Unterschiede in der Leitungsgeschwindigkeit verschiedener Untergrundgesteine erkennbar.

vgl. S. 7

Altersbestimmung durch geochronologische Verfahren.

- Ermittlung von Schwereanomalien, Magnetfeldanomalien und Wärmeflussanomalien mit Hilfe seismischer Messungen (Geophysik). Der Geomagnetismus schafft mit der Bestimmung von Deklination und Inklination magnetischer Eisenminerale im Gestein wichtige Rekonstruktionshilfen zur Feststellung räumlicher Verlagerungen auf der Erde.

vgl. S. 12–17

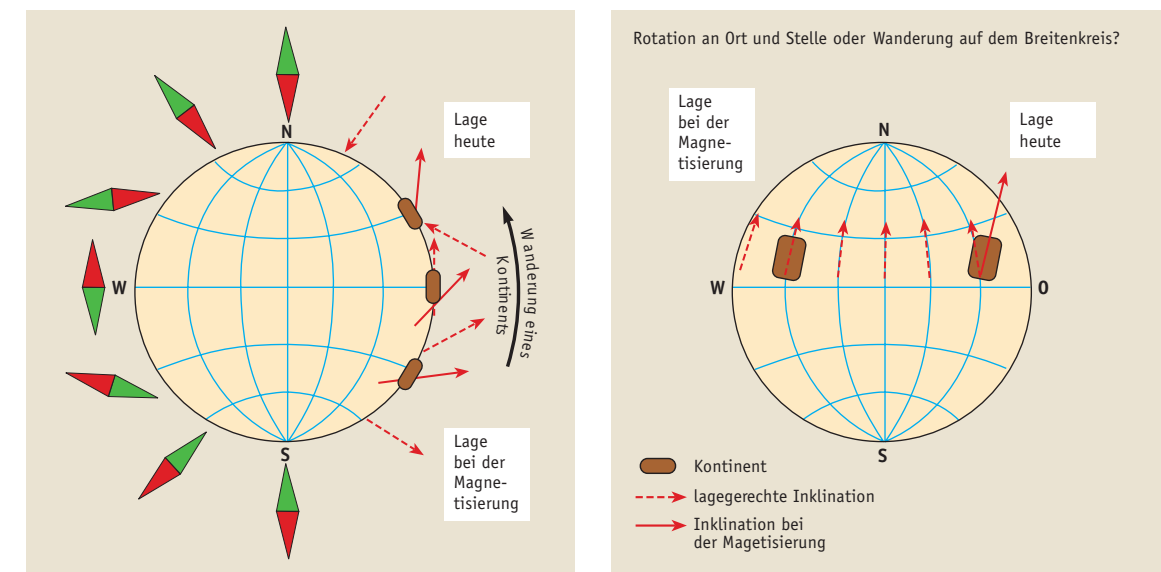
- Bestimmung der Mineralform von chemisch gleichen Verbindungen bei unterschiedlichem P/T-Verhältnis (Folge von Druck- und Temperaturänderungen im Erdinnern).

vgl. S. 9 und S. 57

Mit den aus diesen Methoden gewonnenen Kenntnissen ist es möglich,

- Rückschlüsse zu ziehen auf Rohstofflagerstätten aufgrund des vorgefundenen Gesteinsuntergrundes oder der Struktur seiner Lagerung; kurlandschaftliche Prägungen durch Verwendung typischer Baumaterialien wie Schiefer, Sandstein, Backstein usw. zu erklären;

Abb. 2 Aus Inklination (lat. Neigung) und Breitenlage lässt sich rekonstruieren, in welcher geographischen Breite sich ein Kontinent zur Zeit seiner Bildung befunden hat (links). Deklination und Längenlage ermöglichen eine Rekonstruktion der geographischen Länge eines Kontinentes zur Zeit seiner Bildung – für den Fall dass keine Kontinentrotation vorliegt (rechts).



Absolute Verfahren

Dendrochronologie

Der Substanzzuwachs von Bäumen in Form von Jahresringen erfolgt je nach Temperatur und Niederschlägen jahrestypisch. Die Aufeinanderfolge der Jahresringe ergibt so ein unverwechselbares Muster. Durch die Jahresringmuster früherer Bäume (in älteren Bauwerken usw.), in Moorablagerungen oder in besonders alt werdenden Bäumen (Mammutbaum, Schlangenhautkiefer bis ca. 3 600 J.) lassen sich Überlappungsbereiche heutiger und früherer Wachstumsphasen aneinander reihen. Zeiträume von vor 4000 Jahren bis zur Gegenwart können mit dieser Methode untersucht werden (auch absolute Datierung). Das Verfahren kann mit der C-14-Methode kombiniert werden.

Fluormethode

Fluorhaltige Salze im Grundwasser dringen bei Oberflächenkontakt in Knochen ein. Fluor verbindet sich dort mit Kalziumphosphat zu Fluorapatit, das sich im Knochen ansammelt. Je höher der Gehalt an Fluorapatit, desto älter ist der Fund (pro 100 000 J. ca. 3 % Aufnahme).

Radiokarbonmethode (^{14}C oder C-14)

Neben dem normalen Kohlenstoff C-12 gibt es auch den durch kosmische Strahlung ständig neu erzeugten Kohlenstoff C-14. Das Mengenverhältnis zu C-12 beträgt 1 : 1012. Durch Oxidation des Kohlenstoffs entstehen in der Atmosphäre Kohlendioxidmoleküle, die bei der Photosynthese durch Pflanzen in die Nahrungskette eingebracht werden. Beim Tod des Individuums zerfällt das radioaktive Isotop C-14, ohne dass neues Material zugeführt wird. Die Halbwertszeit beträgt 5 730 (± 30) Jahre, woraus sich ein Aussagezeitraum von rund 50 000 (± 100) Jahren ergibt.

Nachteile: Die Aussage ist an das Vorkommen von kohlenstoffhaltiger Materie gebunden. Außerdem ist der verfügbare Zeitraum für viele Fragen der Geowissenschaften viel zu kurz.



Geomagnetische Datierung

vgl. S. 9
Magnetfeldmessungen

Grundlage ist die Ausrichtung des aus flüssigem Gestein auskristallisierenden Magnetits (in Richtung des gerade herrschenden erdmagnetischen Feldes). Die Datierung der magnetisierbaren Gesteine über K/Ar gibt Aufschluss über Umpolungen in der Vergangenheit: Anwendung auf Polwanderung und Plattendrift.

Kalium-Argon-Methode

Glimmer:
schichtenförmiges
Silikatmineral

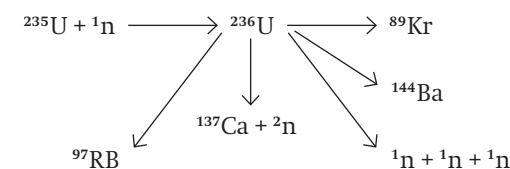
Vulkanit:
Sammelbegriff
für Vulkangestein

Sie beruht auf dem Zerfall von K-40 zu Ar-40 und Ca-40. Dabei ist die Menge des radioaktiven Edelgases Ar-40 das Maß für das Alter der Probe. K-40 macht 0,012 % allen Kaliums der Erde aus und kommt in Glimmern und vielen Vulkaniten vor. Seine Halbwertszeit beträgt $1,3 \times 10^9$ Jahre. Zusammen mit der fast weltweiten Verfügbarkeit ist damit nahezu überall eine Aussage vom ältesten Präkambrium bis in die letzten 500 000 Jahre möglich. Voraussetzung ist allerdings, dass das freigesetzte Argon vollständig erhalten bleibt und nicht aus dem Gestein entweicht. Bei der langen Halbwertszeit liegen zudem in jungen Proben relativ wenige Zerfallsprodukte vor, was die Messgenauigkeit stark verringert.



Mit Erstarrung des magmatischen Gesteins läuft die „Atomuhr“ an. Die beim radioaktiven Zerfall der Uranisotopen U-235 und U-238 entstehenden Zerfallsprodukte bilden bis zum stabilen Bleiisotop radioaktive Zerfallsreihen. Zu nennen wäre die Uran-Thorium-Blei-Kette mit der Halbwertszeit von $4,47 \times 10^9$ Jahren (U-238-Kette) und die Uran-Proactinium-Blei-Kette (U-235) mit der Halbwertszeit von $6,84 \times 10^8$ Jahren.

Bis in beiden Zerfallsketten der Gleichgewichtszustand erreicht ist, dauert es $1,5 \times 10^5$ bis $3,5 \times 10^5$ Jahre. Damit kann dieses Verfahren die Datierungslücke schließen helfen. Zur Einsatzmöglichkeit: Außer Tiefengesteinen enthalten auch Sedimente Uran: Kalkige Höhlensinter, Travertin und auch Knochen nehmen bei ihrer Bildung immer etwas Uran auf. Die gängigen Untersuchungsobjekte sind jedoch die uranhaltigen Zirrone, deren Alter aufgrund ihrer großen Härte mit der Bildungszeit ihres Trägergesteines gleichgesetzt werden kann.



Hierbei handelt es sich um eine Art der Datierung, bei der das Signal durch thermische Simulation (Aufheizen) freigesetzt wird. Die während des Aufheizens kontinuierlich aufgezeichnete Glühkurve zeigt die Menge der bei der jeweiligen Temperatur nicht mehr stabilen Lumineszenzzentren an. Um die Aufbaukurve zu erstellen, wird zuvor experimentell eine Kontrollkurve ermittelt. Die Thermolumineszenz-Datierung gilt als Standardmethode für die Untersuchung äolischer Sedimente der letzten 10 000 Jahre sowie von Keramik.

Präkambrium:
Erdurzeit – 4,8 Mrd. Jahre
bis 600 Millionen vor heute

Uran-Blei bzw. Uran-Thorium

Thermolumineszenz

1.1.5 Arbeitsmittel und Darstellungsformen

Daten, die mit Hilfe geowissenschaftlicher Verfahren gewonnen werden, liefern die Grundlage für die Erstellung geologischer Karten, Zeittafeln und Profile.

Die Oberflächenverhältnisse der Erde können nach dem vorkommenden Gestein bzw. den darauf liegenden Ablagerungen in einer geologischen Karte dargestellt werden. Die aufgrund ihrer Lagerungs- und Schichtverhältnisse meist gut einzuordnenden Ablagerungsgesteine (Sedimente) und Umwandlungsgesteine (Metamorphite) werden in einer geologischen Zeittafel dargestellt. Vulkanite und Magmatite (oberirdische bzw. unterirdische Erstarrungsgesteine aus glutflüssiger Gesteinsschmelze) entziehen sich dieser Einordnung, weil sie oft nur punkthaft auftreten.

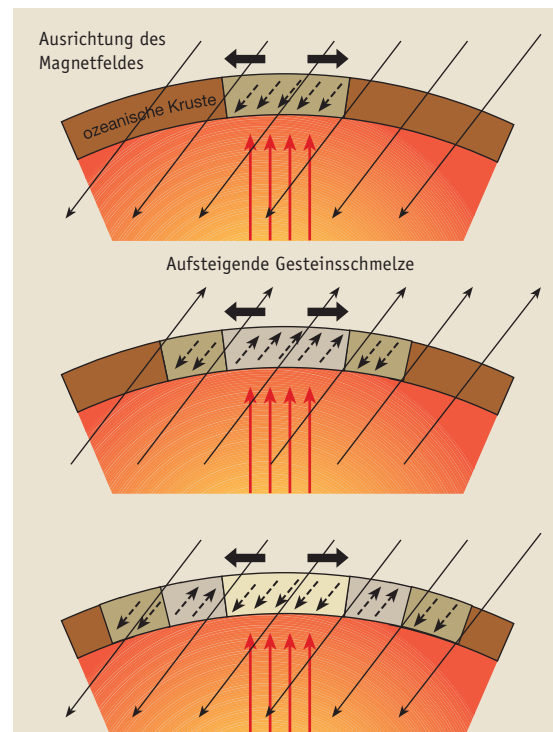
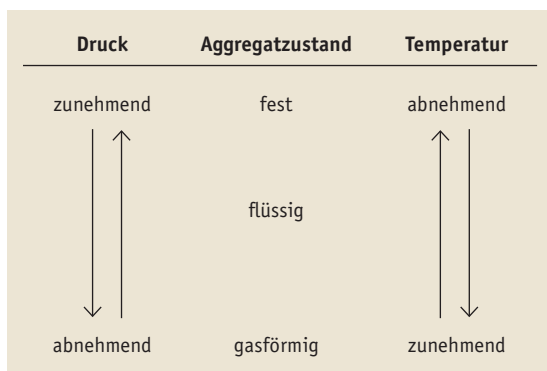
Geologische Karte:
stellt die Verbreitung
von Gesteinen an
der Oberfläche dar

Tiefe (km)	Schichtgliederung	Stoffbestand und Chemismus	Zustand	Dichte	Temperatur	Geschwindigkeit der P-Wellen (km/s)
20	Kruste Conrad-Unstetigkeit	Sial (granitisch) (Granodiorit)	fest	2,7	bis 1000°	5,9
35	Kruste Oberer Mantel	Sima (basaltisch) (Gabbro)	fest	3,0	6,5	
						Asthenosphäre
40	Mohorovicic-Unstetigkeit	basaltisch (Peridotit)	zähflüssig	3,5	3400°	
						Oberer Mantel
400	Übergangszone	Oxide und Sulfate des Eisens (Sifema)	fest	5,7	3600°	
						Unterer Mantel
2900	Wiechert-Gutenberg-Unstetigkeit	Gediegenes Eisen und Nickel	flüssig	9,4	8,0	
						Äußerer Kern
5150	Innerer Kern	(Nife)	fest	12,0	4000°	
						6370

Abb. 25 Der Stockwerkbau der Erde und die Struktureigenschaften einzelner Schichten

Abb. 26 Wirkung von Druck und Temperatur auf den Aggregatzustand

Abb. 27 Entstehung von Magnetbändern



Struktur

Lockergestein, verbackene Einzelbestandteile (Konglomerat, Arkose usw.)
geschichtet (Muschelkalk, Rottöne usw.)
geschiefert (Phyllit, Tonschiefer usw.)

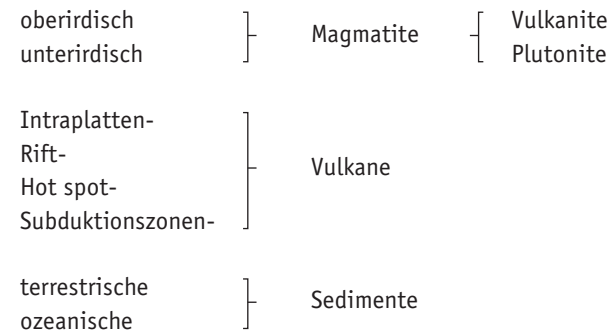
Chemismus

sauer (SiO₂-reich; Quarzit, Sandstein, Granit, Gneis usw.)
intermediär (SiO₂-Vorkommen; Andesit)
basisch (SiO₂-arm; Basalt, Gabbro, Marmor usw.)

Entstehungsweise

Magmatite (Erstarrungsgesteine, Vulkanite und Plutonite = Erguss- und Tiefengesteine)
Sedimentite (Ablagerungsgesteine)
Metamorphite (Umwandlungsgesteine)

Entstehungsraum



Entstehungszeit

Erdneuzeit	70 Mio	- heute
Erdmittelalter	220 Mio	- 70 Mio
Erdaltertum	600 Mio	- 220 Mio
Erdurzeit	4800 Mio	- 600 Mio

Klassifizierung von Gestein nach verschiedenen Kriterien

Abb. 28 Marine Sedimente

	Wassertiefe m	CaCO ₃ %		Anteil an der Weltmeerfläche
Verdünnung durch terrige Feststoffe	200-900	25	Hemipelagische Sedimente	Blauschlick 15%
	-1800	35		
Lösung im Tiefenwasser	-2700	45	Eupelagische Sedimente	Globigerinenschlamm 36%
	-3600	47		
	-4500	25	Roter Ton 28%	
	-6300	10		
	-7200	4		
	-8100	1		

10251

1.1

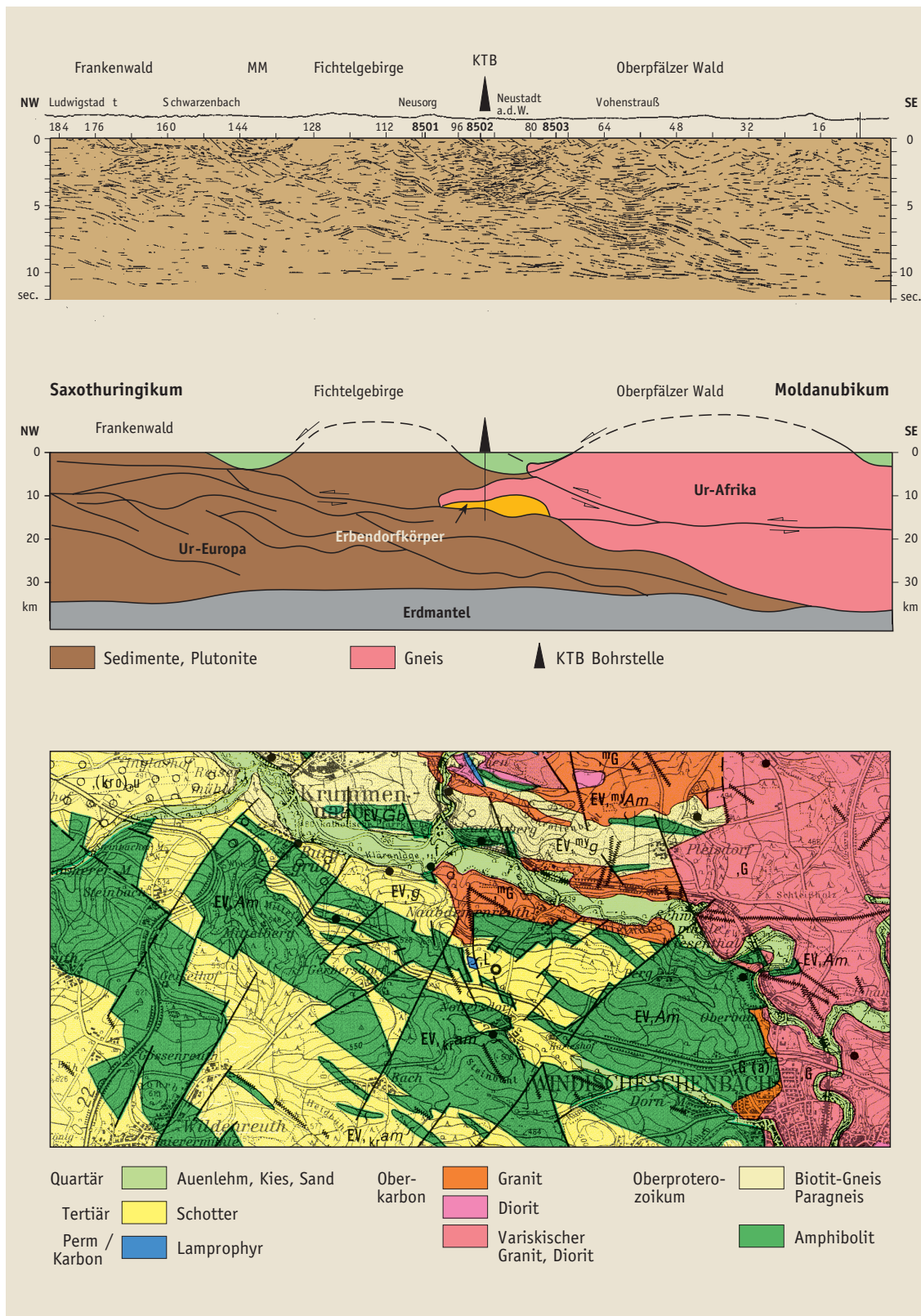
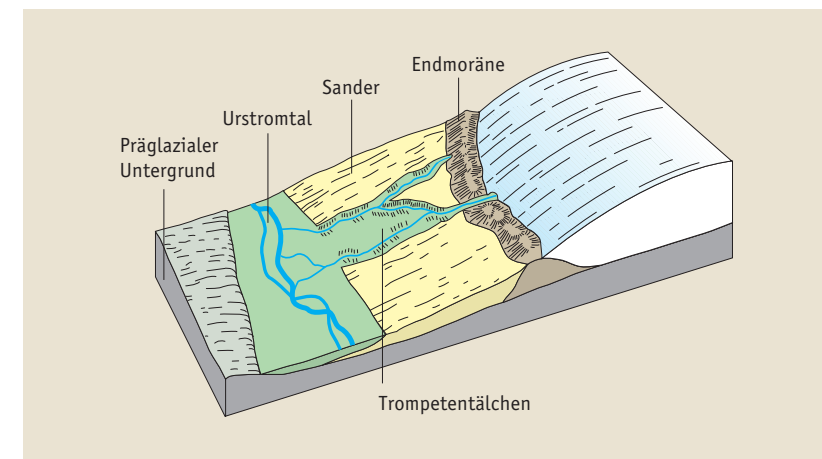


Abb. 13 Eine reflexionsseismische Analyse (oben) gibt wichtige Hinweise für die Erstellung von geologischem Profil (Mitte) und geologischer Karte.



Bevorzugtes Instrument für die Datengewinnung ist der Geologenkompass. Mit seiner Hilfe können Wissenschaftler die Lagerungsverhältnisse feststellen und ihre Entstehung rekonstruieren. Mit der Ermittlung von Streich- und Fallrichtung lässt sich dabei auch die dreidimensionale Lagerung von Gesteinsschichten im Raum beschreiben. Dies ermöglicht die Erstellung geologischer Profile, bei denen die Lagerungsverhältnisse von Oberflächenschichten in die Tiefe fortgeführt werden und die mit den Aussagen von Bohrungen und Aufschlüssen kombiniert werden.

Abb. 13 zeigt, wie aus einer reflexionsseismischen Analyse ein geologisches Profil und die dazugehörige geologische Karte entstehen. Die Darstellung der aufeinander aufbauenden Arbeitsschritte gibt eine Vorstellung davon, wie sich Profil und Karte sinnvoll ergänzen. Denn aus der reinen Verteilung der Oberflächengesteine kann nicht ohne weiteres auf den Verlauf ihrer Schichtung und Lagerung im Untergrund geschlossen werden.

1.1

Abb. 14 Der Geologenkompass hilft dabei, die Lagerung von Gesteinsschichten im dreidimensionalen Raum zu beschreiben.

Anhang

Geowissenschaft im Internet

- www.awi-bremerhaven.de
Das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung informiert auf seiner Website über die von ihm betreuten Forschungsstationen und -schiffe. Das Angebot umfasst auch eine leicht verständliche Web-Tour zu biologischen und geologischen Fragen rund um Arktis und Antarktis.
- www.bgr.bund.de
Die Website der Bundesanstalt für Geowissenschaften in Hannover bietet einen sehr knappen Überblick über die verschiedenen Bereiche der Geowissenschaften mit einem Schwerpunkt auf Fragen zur Nutzung von Rohstoffen und natürlichen Ressourcen.
- www.ifag.de
Die Bundesanstalt für Kartographie und Geodäsie bietet neben Informationen zu ihrer Tätigkeit auch eine kleine Auswahl interaktiver Karten.
- www.senckenberg.uni-frankfurt.de
Auf der attraktiv gestalteten Website des Naturmuseums Senckenberg finden sich neben Informationen über die naturkundliche Sammlung auch Unterrichtsmaterialien.
- www.gfz-potsdam.de
Auf der Website des Geoforschungszentrums in Potsdam gibt es einen eigenen Schulbereich mit Texten und Bildern zu geologischen Grundlagen und anwendungsbezogenen Themen.
- www.ifm-geomar.de
Das Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel präsentiert auf seiner Website unter dem Titel „Ozean online“ einige Seiten, die Schüler im Rahmen von Praktika für andere Schüler zusammengestellt haben.
- www.io-warnemuende.de
Das Institut für Ostseeforschung veröffentlicht auf seiner Website unter anderem Protokolle und Messergebnisse von Überwachungsfahrten auf der Ostsee.
- www.ufz.de
Auf der gut strukturierten Website des Umweltforschungs-

- zentrums Leipzig-Halle finden sich zahlreiche Informationen zu Themen wie Landschaftsnutzung oder Umwelt und Gesundheit.
- www.erdkunde-medien.de
Hier können Lehrer sich über Unterrichtsmaterialien informieren und sie bestellen.
- www.g-o.de
Geoscience-online ist eine sehr aufwendige, populärwissenschaftliche Website mit vielen Artikeln zu geowissenschaftlichen Themen.
- www.geographie.de
Die Deutsche Gesellschaft für Geographie bietet viele Links und Hinweise zu erdkunderelevanten Institutionen und Einrichtungen.
- www.erdkunde.de
Website des Verbandes Deutscher Schulgeographen

Ausgewählte Literatur

- Brinkmann R., Kayser F. (1990):
Brinkmanns Abriß der Geologie.
Enke: Stuttgart
- Frisch W., Loeschke J. (1986):
Plattentektonik. Wiss.Buchges.
Darmstadt
- Giese P. (1986):
Ozeane und Kontinente. Spektrum d. Wissenschaft: Verständliche Forschung. Heidelberg
- Giese P. (1995):
Geodynamik und Plattentektonik. Spektrum d. Wissenschaft: Verständliche Forschung. Heidelberg / Berlin / Oxford
- Harjes H.-P., Walter R. (1999):
Die Erde im Visier. Die Geowissenschaften an der Schwelle zum 21. Jahrhundert. Springer: Berlin / Heidelberg / New York
- Hekinian R. (1988):
Vulkane am Meeresgrund. Spektrum d. Wissenschaft. 92 ff.
- Kaminske V. (1988):
Zum Mechanismus der Plattentektonik. Geogr. Rdsch. 40. Westermann: Braunschweig H. 3: 40–43
- Kaminske V. (2001):
Entstehungsgeschichte von Kontinentplatten. Naturw. Rdsch. 54, H. 6: 324–325

Register

- Abrasion 98
Ablation 98
Abrasionsplattform 102
Abschiebung 36
Absolute Zeitbestimmung 9
Aggregatwechsel 22, 41
Akkumulation 105
Alpenentstehung 59
Altersbestimmung 3
Anatexis 96
Andesite 46, 94
Aschenvulkan 45
Asthenosphäre 27, 30, 22
Aufschluss 2
Aufschmelzung 38
- Bändertone 11
Basalt 56
Basaltisches Gestein 27
Bewegungsgeschwindigkeit 72
Bewegungsrichtung 72
Biegung 38
Biogen 98
Bitumen 122
Blattverschiebung 33, 55
Bohrkernentnahme 4
Bohrung 3
Braunkohle 119
Bruch 38
Bruchlinie 38
- c-14-Methode 12
Chemismus 27
Chronologie 84
Curie-Temperatur 5
- Deckentektonik 38
Deflation 98
Deklination 3
Delta 103
Deltaschicht 103
Denudation 98, 104
Diagenese 93, 99
Diatomeen 100
Dichte 27, 96
Diskontinuität 30
Doline 109
Drift 5, 52
Driftraten 5
Druckwelle 7
Drumlins 107
Düne 108
Dynamik 93
- Effusiv 44
Einschlagkrater 18, 25
Einschuppung 96
- Eisenmeteorit 23
Eklogit 56
Endogene Dynamik 93
Epizentrum 7
Erdbebenherd 7
Erdbebenprognostik 3
Erdbebentätigkeit 94
Erdkern 31
Erdkruste 31
Erdmagnetfeld 54
Erdölfallen 121
Erdölmuttergestein 121
Erdölspeichergestein 121
Erdrelief 27
Erdwärme 97
Erosion 98
Erratischer Block 107
Eurasische Masse 60
Eurasische Platte 59
Exaration 98
Exogene Dynamik 93
Expansion des Kosmos 21
- Faltentektonik 40
Fazieskunde 2
Festgestein 8
Findling 107
Flexur 40
Fluide 40, 52, 59
Flussmarsch 105
Frostsprengung 98
Frühkristallisationsphase 114
- Gashydrate 122
Gabbro 91
Gasvulkan 45
Gebirgsbildung 51
Geest 106
Geochronologie 2, 8
Geoid 78
Geologie 2
Geologische Karte 13
Geologisches Profil 15
Geologische Zeittafel 13
Geophysik 3
Geosynklinalstadium 51
Geothermische Energie 123
Geothermische Tiefenstufe 4, 99
Gesteinsstockwerk 27
Glasmeteorit 23
Gleitfläche 30
Gleithang 105
Globigerinen 100
Gondwana 60, 76
Graben 38
Grabenzone 69
Granit 96
Granitisches Gestein 27
Gravitation 97
- Gravitative Differentiation 114
Großkontinent 69
- Haff 102
Haken 102
Halbwertszeit 12
Harnischstriemen 36
Hauptkristallisationsphase 114
Hochdruckmetamorphose 96
Hochtemperaturkörper 8, 96
Horst 38
Hot-Dry-Rock-Verfahren 123
Hot Spot 46, 47
Hypozentrum 7
- Impakttektonik 40
Impakt-Vorgang 22
Infrarot 5
Inklination 5
Inklung 119
Innerer Erdkern 31
Inselbogen 51
In-Situ-Messung 4
Intraplattenvulkanismus 46
Island 54
Isostasie 30
Isostatischer Ausgleich 60
Isostatischer Aufstieg 52
Isotope 2
- Jungmoränenlandschaft 106
Jura 108
- Kaiserstuhl 47
Kalium-Argon-Methode 12
Kames 107
Karbon 81, 83
Karren 109
Keilscholle 38
Kippung 38
Klastisches Sediment 98
Kleinplatte 53
Kluft 36, 38
Kohlige Chondrite 23
Kokkolithophoriden 100
Kollision 33, 110
Komet 21
Konkretion 99
Kontaktmetamorphose 91, 96
Kontinentale Kruste 27
Kontinentales Tiefbohrprogramm 60
Kontinentale Tiefbohrung 3
Kontinentalränder 51
Kontinent-Kontinent-Kollision 52
Konvektionswalze 43
Konvektionszelle 43
Konzentration 100
Korrasion 98

Bildquellenverzeichnis

- Abb. 4, 5, 8, 9, 12, 14, 15, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 35, 37, 41–50, 55, 56, 59, 62, 65, 66, 67, 69, 70, 72, 74–78, 88, 89, 91–94, 98, 100–104, 107–111, 117, 118, 120, 122, Westermann-Kartographie;
- Abb. 2, 3 Westermann-Kartographie, nach: Brinkmann, R., Abriss der Geologie, Bd. 1, Stuttgart 1975 / 1990;
- Abb. 6 Westermann-Kartographie, nach: Bruckner, A., Arbeitstransparent Seismogramm, Braunschweig 1975;
- Abb. 7 Westermann-Kartographie, nach: Vogel, A., Erdbebenprognostik, Geogr. Rundschau 1985, H. 2, S. 83;
- Abb. 10 Westermann-Kartographie, nach: Straka, H., Pollenanalyse. Biologie in unserer Zeit 3, 1973;
- Abb. 11 Westermann-Kartographie, nach: Kaminske / Weber, Vom Archäbakterium zum Menschen. Frankfurt 1987;
- Abb. 13 Westermann-Kartographie, nach: Weber / Vollbrecht, KTB-Ergebnisse der Voruntersuchung, Lokation Oberpfalz;
- Abb. 14 Westermann-Kartographie;
- Abb. 15 Press / Sievers: Allgemeine Geologie. Heidelberg Berlin 2003, S. 17;
- Abb. 16, 18, 19 NASA und Westermann Satmap;
- Abb. 21 Schmied, Mauritius;
- Abb. 23 Welt und Umwelt, Braunschweig / München 1981;
- Abb. 29 Albrecht, J., Ins Innere der Erde, Braunschweig 1992;
- Abb. 32 Keipert, C., Karlsruhe;
- Abb. 33 NASA und Westermann Satmap; Abb. 34 Diercke Weltraumbild-Atlas, Braunschweig 1981;
- Abb. 36 National Geographic, Bd. 143, H. 1, 1973;
- Abb. 38 Keipert, C., Karlsruhe;
- Abb. 39 nach: Billwitz / Kugler / Schwab, Allgemeine Geologie, Geomorphologie und Bodengeographie. Leipzig / Gotha 1980, S. 30;
- Abb. 40 Higuchi, H., Bavaria;
- Abb. 51, 52 nach: Jones, D.L. u.a., Nordamerika. In: Ozeane und Kontinente, Heidelberg 1986;
- Abb. 53, 54 Six, R., Karlsruhe;
- Abb. 57 Westermann-Kartographie, nach: Naturwiss. Rundschau, Heft 6, 2002, S. 300;
- Abb. 58 nach: Diercke Weltatlas, Regionalteil Ba.-Wü. 1991;
- Abb. 60 Westermann-Kartographie, nach: Geo Nr. 11, 1992;
- Abb. 61 Westermann-Kartographie, nach: Emmermann, R., Vorstoß ins Erdinnere, Spektrum der Wissenschaft 1990, H. 10;
- Abb. 63 Strohbach, K., Unser Planet Erde, Berlin / Stuttgart 1991;
- Abb. 68 Westermann-Kartographie, nach: Kaminske, V.: Geogr. Rundschau, 1988, Heft 3;
- Abb. 71 Press / Sievers: Allgemeine Geologie. Heidelberg / Berlin 2003, S. 520;
- Abb. 73 Diercke Weltatlas, Braunschweig 1990;
- Abb. 79 nach: Grau, W., in: Geographie heute 1988, Heft 66, S. 45;
- Abb. 81 nach: Press / Sievers, a. a. O.;
- Abb. 82 Keipert, C., Karlsruhe;
- Abb. 95, 96, 97 Keipert, C., Karlsruhe;
- Abb. 99, 106 NASA und Westermann Satmap;
- Abb. 105 Westermann-Kartographie, nach: Lotze, F., Geologie Mitteleuropas, Stuttgart 1971;
- Abb. 112 McCoy, G., Salt Lake City / Utah;
- Abb. 113 Rönning, B.: Kiruna / Schweden;
- Abb. 114 nach: Hutchinson, C.S., Economic Deposits and their Tectonic Setting, New York 1983;
- Abb. 115 Petraschek / Pohl, Lagerstättenlehre, Stuttgart 1982;
- Abb. 116 Lieber, W., Mineralogie in Stichworten, Kiel 1979;
- Abb. 119 Thetis, Hannover;
- Abb. 123 Diercke Weltraumbild-Atlas, Braunschweig 1981;
- Abb. 124 Diercke Weltatlas, Braunschweig 1974;
- Abb. 125 nach: Deutsche BP AG 1978;