

Die Geologie von Deutschland – ein Flickenteppich

Kristine Asch, Lothar Lahner und Arnold Zitzmann



Ammonit (*Xylophonerites*) aus dem mittleren Jura

Die geologische Geschichte von Deutschland ist komplex, interessant und genau so vielfältig wie das Muster, das uns die Karte 2 zeigt. Wenn man diese geologische Karte von Deutschland betrachtet, erblickt man eine erstaunliche Vielfalt von bunt gefärbten Flächen und Strukturen, die sich auch in der Tiefe fortsetzen (Querschnitt 1). Dieses Muster ist das Resultat von vielen, seit Hunderten von Jahrmillionen andauernden Prozessen, die unseren geologischen Untergrund geprägt haben: **Sedimentation**, Gebirgsbildung, Aufdringen von **Magma** und **Vulkanausbrüche**, **Metamorphose**, **Abtragung** und **Vergletscherung**.

In der Geologie werden Gesteine und Gesteinsgruppen in der Reihenfolge ihres Alters beschrieben, beginnend mit dem Ältesten. Dieser zeitlichen Reihenfolge folgt auch die nachstehende Beschreibung. In den Legenden geologischer Karten werden jedoch ganz oben die jüngsten Schichten und die ältesten ganz unten aufgeführt, so wie sie zumeist in der Natur vorkommen.

Im Verlauf der geologischen Geschichte wurde das Gebiet des heutigen Deutschlands immer wieder von Meeren überflutet und von Gebirgsbildungen beeinflusst. Die dabei entstandenen Gesteine lassen diese vielschichtige Entwicklung erkennen, die im Folgenden kurz beschrieben wird (vgl. 4 und Geologische Zeittafel, S. 154/155).

Gesteine – Zeugen der Erdgeschichte

Die ältesten Gesteine Deutschlands entstanden im **Präkambrium** (vor mehr als 540 Mio. Jahren). Man findet sie in den Kristallingebieten, die sowohl aus **metamorph** umgewandelten Sedimentgesteinen als auch aus **granitischen Tiefengesteinen** bestehen. Dazu

zählen der Bayerische und der Oberpfälzer Wald, das Erzgebirge und das Lausitzer Bergland, das sächsische Granulitgebirge, die Münchberger Gneismasse, der Schwarzwald sowie Teile des Odenwalds und Spessarts. Diese Gesteinskomplexe haben seit ihrer Entstehung starke Veränderungen durch Druck, Temperatur und wechselnden **Chemismus** erfahren und bilden heute jene metamorphen Gesteine, nach denen sie zum Teil sogar benannt sind (Granulitgebirge, Gneismasse).

Verborgen unter den mächtigen Sedimentmassen des Norddeutschen Tieflandes sind zudem durch Bohrungen Gesteine zu Tage gefördert worden, die zu den Ausläufern der **Kaledoniden** gehören, die vor etwa 500 bis 370 Mio. Jahren entstanden sind und sich von Schottland und Norwegen bis nach Norddeutschland ausdehnen.

Vom **Kambrium** bis ins **Silur** (vor 540 bis 410 Mio. Jahren) überfluteten flache Meere den deutschen Raum, wovon heute Tonschiefer und Sandsteine in Sachsen und Nordostbayern zeugen.

Im **Devon** (vor 410 bis 355 Mio. Jahren) vertieften sich diese Meere zu großen Becken, in denen sich mächtige Sedimente anhäuferten, die heute im Rheinischen Schiefergebirge und im Harz sowie im Thüringisch-Fränkisch-Sächsischen Schiefergebirge als Tonschiefer, Sandsteine und Kalksteine zu finden sind.

Im **Unterkarbon** (vor 355 bis 320 Mio. Jahren) verstärkte sich die Bildung von Meeresbecken, die sich mit sandigen und kalkigen Sedimenten füllten. Zugleich wurden die seit dem Kambrium entstandenen Sedimentgesteine allmählich aufgefaltet. Dadurch entstand der **variszische Gebirgsgürtel**, in den teilweise auch die Kristallingebiete einbezogen wurden. Diese Varisziden

ziehen sich von Deutschland über Frankreich und Südengland bis nach Spanien und verlaufen (*geologisch*: streichen) in der Regel von Südwesten nach Nordosten, wie z.B. im Rheinischen Schiefergebirge.

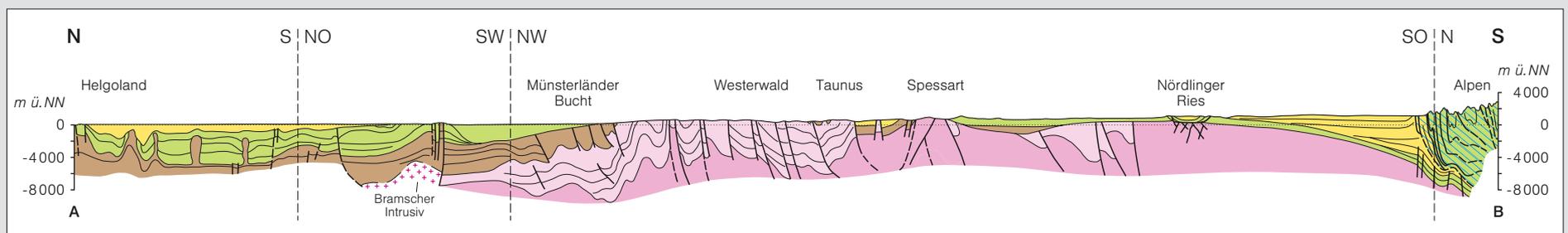
Im **Oberkarbon** (vor 320 bis 295 Mio. Jahren) war das Klima sehr warm. Große Teile Deutschlands waren von Urwald und Sümpfen bedeckt. Abgestorbene Bäume und anderes organisches Material sammelte sich in Senken und verwandelte sich im Laufe der Jahrmillionen durch die Auflast von überlagernden Sedimentpaketen zu **Steinkohle**, wie wir sie aus dem Ruhrgebiet kennen.

Die darauf folgende Zeit des **Perm** war durch ein warmes, trockenes Wüstenklima geprägt. Die rötlichen Wüstensandablagerungen des unterpermischen **Rotliegend** (vor 295 bis 260 Mio. Jahren), die oft – wie z.B. im Saar-Nahe-Gebiet – mit Vulkangesteinen vergesellschaftet sind, zeugen davon. In der anschließenden **Zechstein**-Zeit (vor 260 bis 250 Mio. Jahren) stießen von Norden her wiederholt flache Meere vor, die allmählich verdunsteten und Kalkstein, Dolomit und Salz hinterließen, z.B. die Stein- und Kalisalze, die noch heute in Norddeutschland und im Raum Hessen-Thüringen abgebaut werden (**Beitrag Ellenberg, S. 56**).

Auch in der **Trias** bestand Deutschland hauptsächlich aus Festland, vor allem während der Epochen des Buntsandsteins (vor 250 bis 240 Mio. Jahren) und Keupers (vor 230 bis 203 Mio. Jahren), als in Flüssen und Seen Sand- und Tonsteine entstanden. Nur in der Zeit dazwischen überflutete das Meer unser Gebiet und hinterließ die Kalk- und Tonsteine des Muschelkalks.

Im **Jura** (vor 203 bis 135 Mio. Jahren) war hier wieder größtenteils

1 Geologischer Querschnitt durch Deutschland



Deckgebirge
 Känozoikum
 Mesozoikum
 Jung-Paläozoikum

Grundgebirge
 variszisch
 prävariszisch

gefaltet
 Plutonit

geologische Grenze
 Störung

0 25 50 75 100 km
 Maßstab 1: 3 750 000

Institut für Länderkunde, Leipzig 2003

© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

Das Profil ist fünfmal überhöht dargestellt.

Sedimentgesteine nach dem Alter

KÄNOZOIKUM

- Holozän } Quartär
- Pleistozän }
- Jungtertiär (Neogen)
- Altertiär (Paläogen)

MESOZOIKUM

- Oberkreide
- Unterkreide
- Kreide (ungegliedert)
- Oberer Jura (Malm)
- Mittlerer Jura (Dogger)
- Unterer Jura (Lias)
- Jura (ungegliedert)
- Obere Trias (Keuper)
- Mittlere Trias (Muschelkalk)
- Untere Trias (Buntsandstein)
- Trias (ungegliedert)

PALÄOZOIKUM

- Oberes Perm (Zechstein)
- Unteres Perm (Rotliegend)
- Karbon
- Oberdevon
- Mittel- und Oberdevon
- Unterdevon
- Devon (ungegliedert)
- Silur
- Ordovizium
- Kambrium
- Präkambrium

Magmatische Gesteine

- känozoische Vulkanite
- paläozoische Vulkanite
- Plutonite

Metamorphe Gesteine

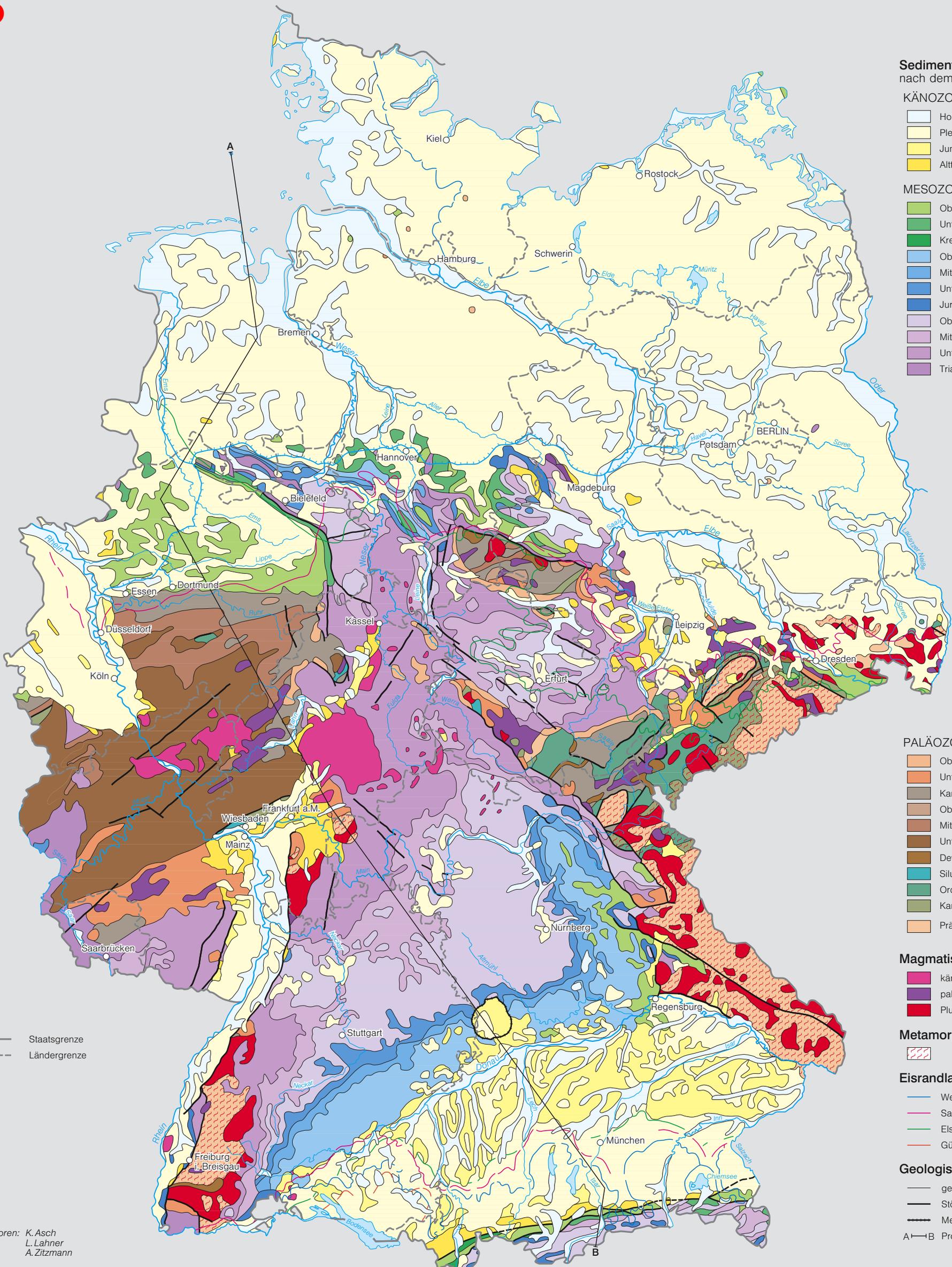
-

Eisrandlagen

- Weichsel-/ Würmeiszeit
- Saale-/ Risseiszeit
- Elster-/ Mindeleiszeit
- Günzeiszeit

Geologische Linien

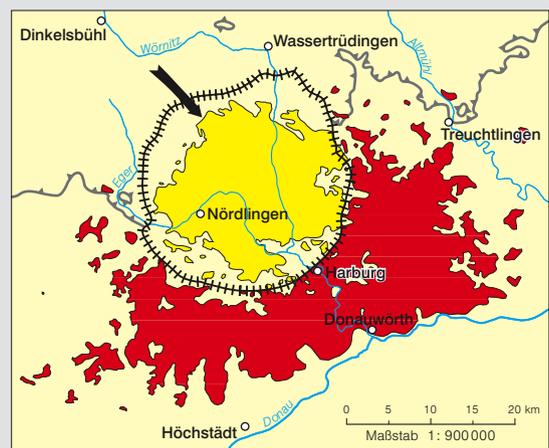
- geologische Grenze
- Störung
- Meteoritenkrater
- A—B Profillinie



— Staatsgrenze
 - - - Ländergrenze

Autoren: K. Asch
 L. Lahner
 A. Zitzmann

3 Nördlinger Ries Ries und Trümmerrassen



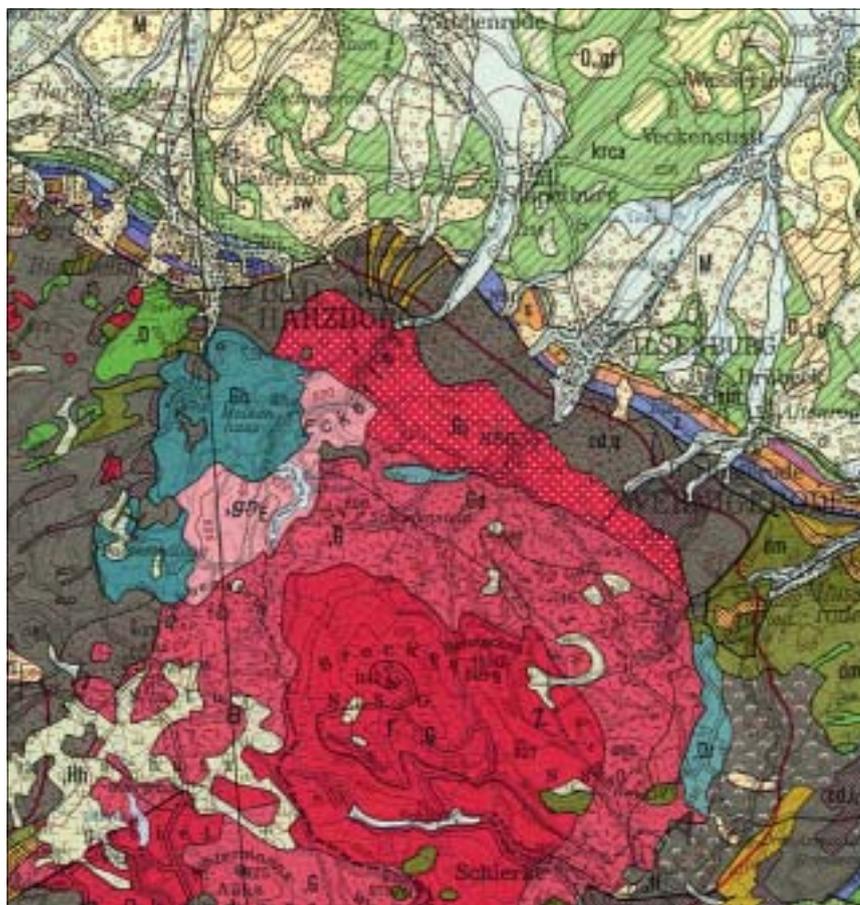
Meeresgebiet. In diesem Zeitraum wurden mächtige Schichten aus Kalk-, Sand- und Tonsteinen abgelagert, die zusammen mit denen der Trias die Schichtstufen und Schichtrippen in Süddeutschland und im Weser- und Leinebergland prägen (►► Beitrag Beyer/Schmidt, S. 84).

Die Überflutungen hielten wenigstens im Norden bis in die Kreide (vor 135 bis 65 Mio. Jahren) an. Neben der Schreibkreide, wie sie von Rügen bekannt ist, entstanden Kalk- und Tonsteine und in damaliger Küstennähe Sandsteine, die z.B. im Teutoburger Wald und Eggegebirge, im Deister und

am Harzrand sowie im Elbsandsteingebirge und bei Zittau oft zu bizarr geformten Felsgebilden ausgewaschen wurden.

In der Kreide begann im Süden Europas die Entstehung der **Alpen**, die bis heute andauert. Die Alpen sind als geologisch junges Gebirge vergleichsweise hoch und noch nicht so weit durch **Erosion** abgetragen worden wie die älteren Gebirgszüge der Varisziden, die uns heute nur als Mittelgebirge bekannt sind. Die Alpen sind ein typisches Faltengebirge, unter anderem charakterisiert durch die Bildung ausgedehnter Gesteinskörper, die aus ihrem Verband gerissen, verschoben und zu Decken übereinander gestapelt wurden.

Im mittleren und südlichen Deutschland waren im **Tertiär** (vor ca. 65 bis 1,75 Mio. Jahren) zahlreiche Vulkane aktiv. Die **Vulkanite** von z.B. Vogelsberg, Knüll, Rhön, Habichtswald und Meißner in Hessen, in der Lausitz und in Nordbayern, im Westerwald und dem rheinischen Siebengebirge, vom Kaiserstuhl im Breisgau und dem Hohentwiel in Schwaben (vgl. historische Abb. S. 61) zeugen davon, und nicht zuletzt die Kraterseen der Eifelmaare, deren Entstehung bis tief ins Quartär reicht. Im Tertiär bildete sich die **Braunkohle** der Niederrheinischen, Mitteldeutschen, Lausitzer und Helmstedter Reviere.



Wie entsteht eine geologische Karte?

Die geologische Aufnahme eines Gebietes erfolgt in der Regel auf der Basis amtlicher topographischer Kartenblätter der Länder im Maßstab 1:25.000. Die überregionale Geologie wird in den Maßstäben 1:200.000 und kleiner dargestellt. Grundlage der geologischen Erfassung ist die Begehung des Geländes. Der Geologe bzw. die Geologin führt an Stellen, an denen Gesteine zu Tage treten (Aufschlüsse), eine erste Bestimmung mit Hammer und Lupe durch, er/sie misst die Lagerung (das Streichen und Einfallen) der Schichten mit einem speziellen Geologenkompass, nimmt Proben und trägt die Grenzen der Verbreitung der geologischen Einheiten in die topographische Karte ein.

Weitere wesentliche Arbeitsschritte finden dann in den Laboratorien unter Einbeziehung verschiedener Spezialdisziplinen statt. Fossilien (► Foto), die einen Hinweis auf das Alter der Schichten geben können, werden paläontologisch bestimmt, Gesteinsproben werden mineralogisch auf ihre Zusammensetzung untersucht und nach bestimmten Typen klassifiziert, und ihr Stoffbestand wird geochemisch ermittelt. Gegebenenfalls erfolgt auch eine Altersbestimmung mit Isotopenmethoden (K/Ar, C¹⁴ usw.).

Sobald diese Bausteine ermittelt sind, werden sie unter Einbeziehung weiterer Daten z.B. aus Bohrungen, geophysikalischen Messungen oder mineralogischen Befunden zu einem einheitlichen Ganzen zusammengefügt. Die fertige geologische Karte (2) zeigt dann die Verbreitung der Gesteine an der Oberfläche, wobei die einzelnen Einheiten nach Alter, Stoffbestand und Entstehung in der Legende mit Farben, Symbolen und einer Kurzbeschreibung dargestellt werden. Mit Hilfe

von Schnitten und Tiefenprofilen wird eine räumliche Vorstellung über den Untergrund und den Bau der Schichten vermittelt.

Nutzen der Geologie und der geologischen Karte

Geologische Karten haben seit jeher grundsätzliches Wissen zur Verteilung natürlicher Ressourcen wie z.B. von Erz, Öl, Wasser oder Kohle enthalten. Sie können, richtig gelesen und interpretiert sowie durch geophysikalische und geotechnische Methoden unterstützt, vor natürlichen Gefahren wie z.B. Hangrutschungen oder Erdbeben warnen. Sie enthalten aber auch wichtige Informationen über die bestmöglichen Standorte zur Einrichtung von Wasserschutzgebieten, für Straßen, Deponien und Baugrund. Geologische Karten sind die Grundlage für Umwelt- und Regionalplanungen. Für Experten stellen sie nicht nur die Oberflächenverteilung von Gesteinen dar, sondern geben auch Hinweise zur Verteilung der Gesteine in der Tiefe und erlauben eine dreidimensionale Vorstellung.

Zunehmend werden geowissenschaftliche Daten in computergestützten Informationssystemen (GIS) vorgehalten, so dass die geologische Karte nur mehr eine von verschiedenen Abfragemöglichkeiten darstellt. Die geologischen Daten können mit den Daten anderer Fachgebiete (z.B. Bodenkunde, Hydrologie, Naturschutz) relativ einfach verglichen und kombiniert werden. So können bei akuten Fragestellungen, wie z.B. bei Überschwemmungen, Erdbeben oder auch bei Standortfindungsprozessen, Sofortmaßnahmen ergriffen bzw. die Entscheidungsfindung schnell und effektiv unterstützt werden.

Auch die Absenkung des Rheingrabens und seine allmähliche Füllung mit Sedimenten geschah im Tertiär, während im Alpenvorland die Schuttmassen aus den aufsteigenden Alpen als **Molasse** abgelagert und teilweise noch in die Faltung der Alpen einbezogen wurden.

Im Jungtertiär (vor ca. 14,7 Mio. Jahren) schlug bei Nördlingen ein Meteorit ein und veränderte Gesteine und Landschaft der Umgebung nachhaltig. Noch heute zeugt der Krater des Nördlinger Rieses mit einem Durchmesser von etwa 23 Kilometern von der Wucht des Einschlags (3).

Als jüngste und bis heute andauernde geologische Periode begann das **Quartär** vor 1,75 Mio. Jahren. Im Pleistozän, bis vor 10.000 Jahren, wurde Deutschland durch Ablagerungen und Landschaftsformen des Eises geprägt, wie z.B.

Der Brocken – Ausschnitt aus der geologischen Übersichtskarte 1 : 200.000 von 1986

▷ Endmoränen, ▷ Grundmoränen und ▷ Urstromtäler. In Norddeutschland reichten die Gletscher aus Skandinavien quer über die heutige Ostsee und nach Süden bis zu den Mittelgebirgen, während die Gletscher aus den Alpen von Süden her in das Alpenvorland vorstießen. Die Reichweite der drei Hauptvergletscherungen im norddeutschen und der vier Hauptvergletscherungen im alpinen Raum, jeweils durch Warmzeiten unterbrochen, ist gut anhand der Eisrandlagen in der Karte 2 nachvollziehbar (▷ Beitrag Liedtke, S. 66). Dem Eis ist es auch zuzuschreiben, dass große Teile Norddeutschlands und das Alpenvorland auf der Karte vergleichsweise einheitlich wirken: das Eis hat den Untergrund regelrecht abgescmirgelt und bei seinem Rückzug mächtige Sedimente hinterlassen. Nur die Flussablagerungen des Holozän (10.000 Jahre alt und jünger), des Zeitabschnittes, in dem wir leben, unterbrechen dieses Bild.

Zur Entwicklung des Lebens

Die Entwicklung des Lebens begann im Meer. Sie ist eng mit der Erdgeschichte verbunden 4. Schon im Präkambrium gab es einfachste Lebensformen, z.B. Algen, aber erst mit dem Beginn des Paläozoikums setzte eine kräftige Entwicklung des Lebens ein. Zunächst herrschten niedere Tiere vor, wie z.B. Trilobiten und Brachiopoden. Im Devon übernahmen die Fische als erste Wirbeltiere diese Rolle. Zur gleichen Zeit erschienen auf dem Festland die ersten Pflanzen, die im Oberkarbon eine so große Rolle spielten. Aber auch die Tiere nahmen das Festland in Besitz. Im Karbon und Perm dominierten Amphibien (Lurche) zu Wasser und zu Land. Mit dem Beginn des Mesozoikums hingegen trat eine neue Tierwelt in den Vordergrund. Das Land wurde nun von Reptilien beherrscht, hauptsächlich Sauriern und Krokodilen. Zum ersten Mal traten auch Säugetiere und Vögel auf. Das Meer war von Ammoniten (Foto, S. 32) und Seeigeln, aber auch von Fischen und Sauriern bevölkert. In der Pflanzenwelt entwickelten sich u.a. die Nadelbäume und schließlich die Blütenpflanzen. An der Wende von der Kreide zum Tertiär star-

ben die Dinosaurier und andere Tierarten aus und ließen Raum für eine rasche Entwicklung der Säugetiere und Vögel und schließlich auch des Menschen.

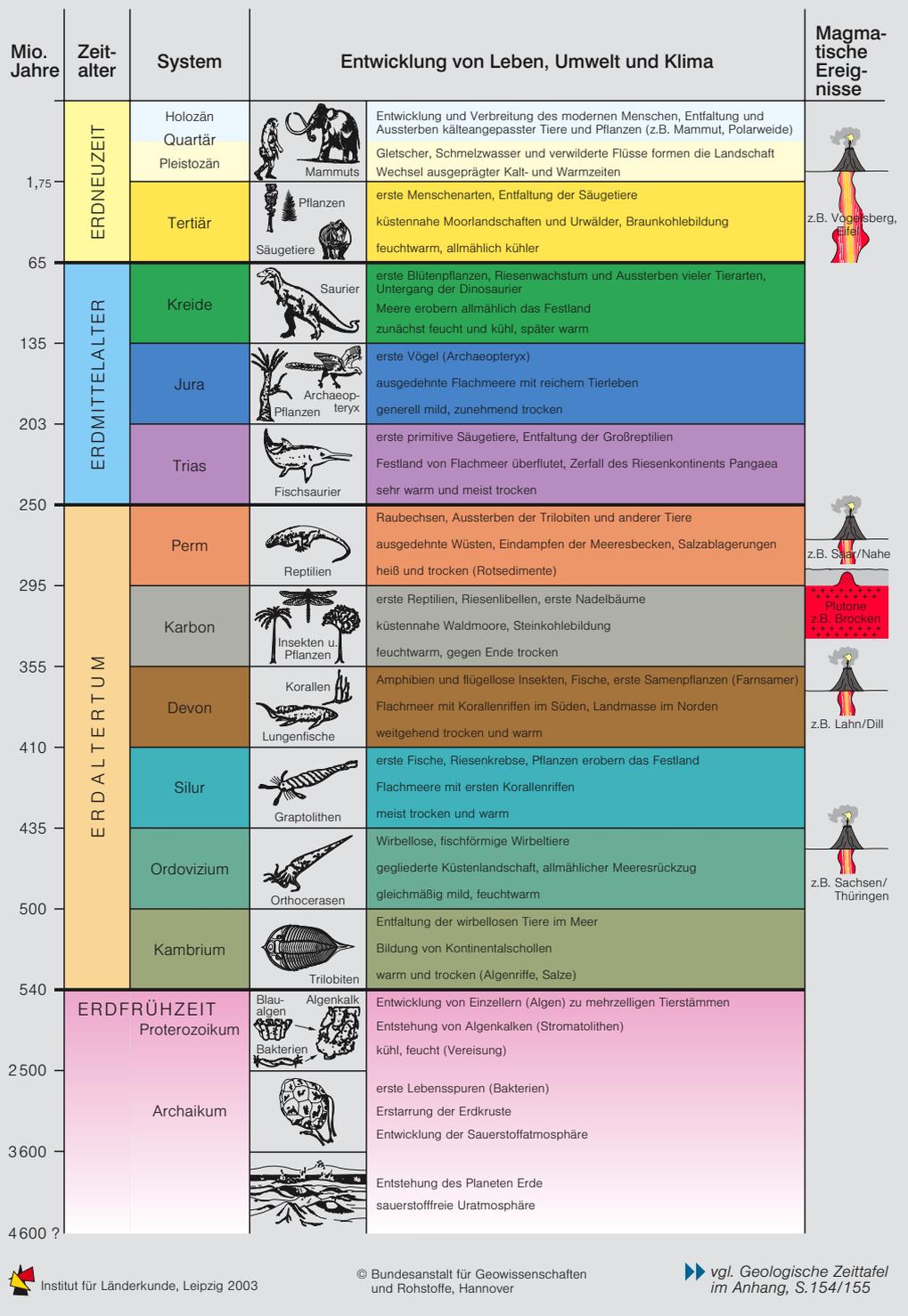
Gebirge – Folge mobiler Kontinentalplatten

Nach heute gängiger Vorstellung schreibt man die Gebirgsbildungen dem Zusammenstoß großer kontinentaler Platten zu (▷ Beitrag Küster/Stöckert, S. 36). Ozeanische Platten bilden den Boden unserer Ozeane. So hat die Kollision der Nordamerikanischen Platte mit dem präkambrischen Europa im frühen Paläozoikum zur Entstehung der Kaledoniden geführt, während die variszische Gebirgsbildung im späten Paläozoikum auf die Kollision von Europa und Gondwana, einem damals aus Afrika, Indien, Australien und Südamerika bestehenden Erdteil, zurückgeführt wird.

Die Alpen hingegen werden der Kollision der afrikanischen Platte (Gondwana war inzwischen zerfallen) mit der europäischen Platte zugeschrieben. Die bei diesem Zusammenstoß entstandenen Kräfte waren der Motor zur Faltung und Loslösung riesiger Gesteinskörper aus den ursprünglichen Gesteinsverbänden und zu ihrem Transport als Decken über beachtliche Entfernungen. Man kann davon ausgehen, dass z.B. die Gesteine der Kalkalpen über eine Entfernung von mehr als 100 Kilometern transportiert worden sind.

Diese dynamischen Vorgänge dauern heute noch an. So heben sich z.B. die Alpen – nach aktuellen Messungen in den Zentralalpen – bis zu einem Millimeter pro Jahr, und der Rheingraben vertieft und verbreitert sich noch. Das geologische Bild Deutschlands wird in einigen Millionen Jahren sicherlich anders aussehen, als es sich uns heute darbietet. ♦

4 Erdgeschichte im Überblick

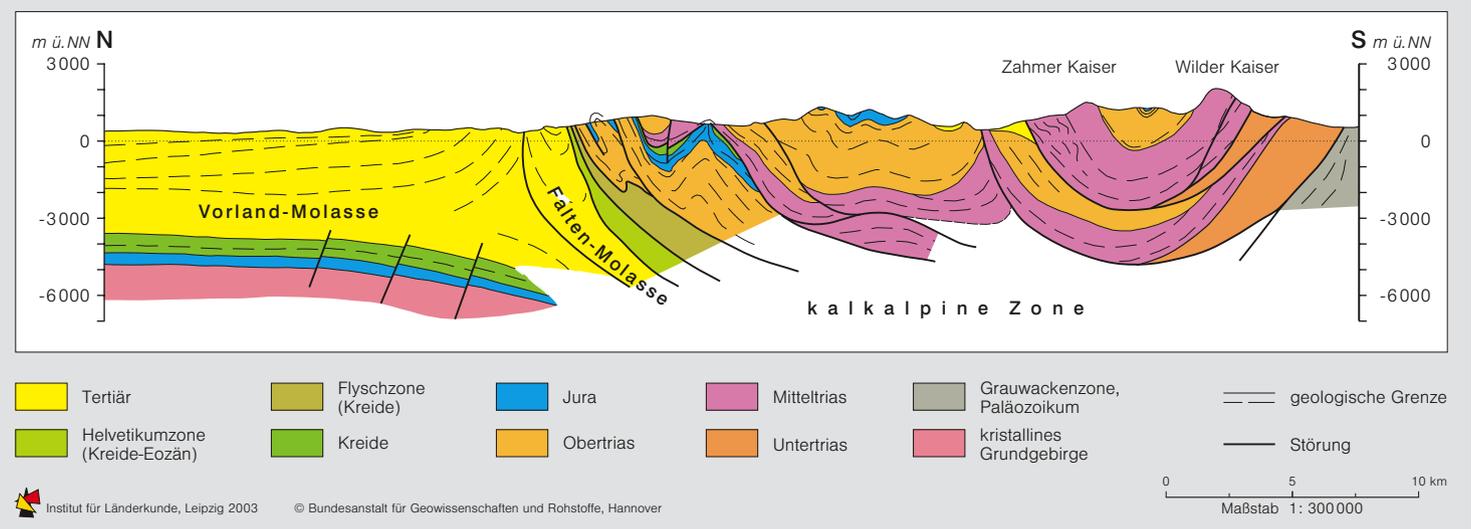


Institut für Länderkunde, Leipzig 2003

© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

vgl. Geologische Zeittafel im Anhang, S.154/155

5 Geologischer Querschnitt durch den Alpenrand bei Rosenheim



Institut für Länderkunde, Leipzig 2003

© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

Maßstab 1: 300000