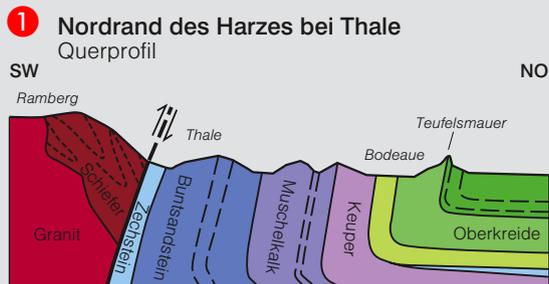
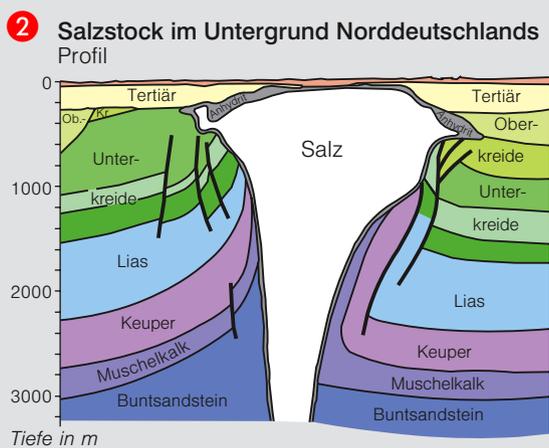


Der tektonische Bau Deutschlands

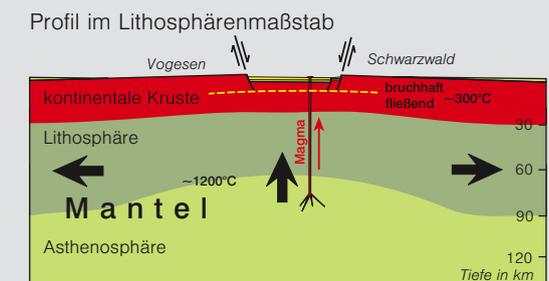
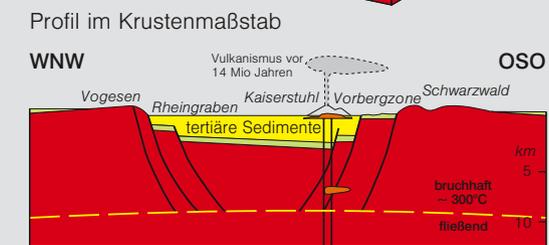
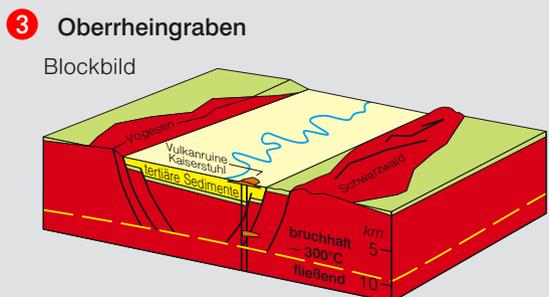
Martina Küster und Bernhard Stöckert



Das variszische Grundgebirge aus Schiefen und Granit ist von Süden auf das mesozoische Deckgebirge aufgeschoben, wobei diese Schichten steil gestellt wurden.



Das – im Gegensatz zu anderen Gesteinen – auch bei niedrigen Temperaturen fließfähige Salz steigt unter der Auflast der jüngeren Sedimentgesteine in Form von Salzstöcken auf, wobei die darüberliegenden Schichten verformt werden.



Die Störungen am Grabenrand reichen bis 10 km Tiefe. Dort beginnen die Gesteine bei Temperaturen von etwa 300°C sich (extrem langsam) plastisch zu verformen.

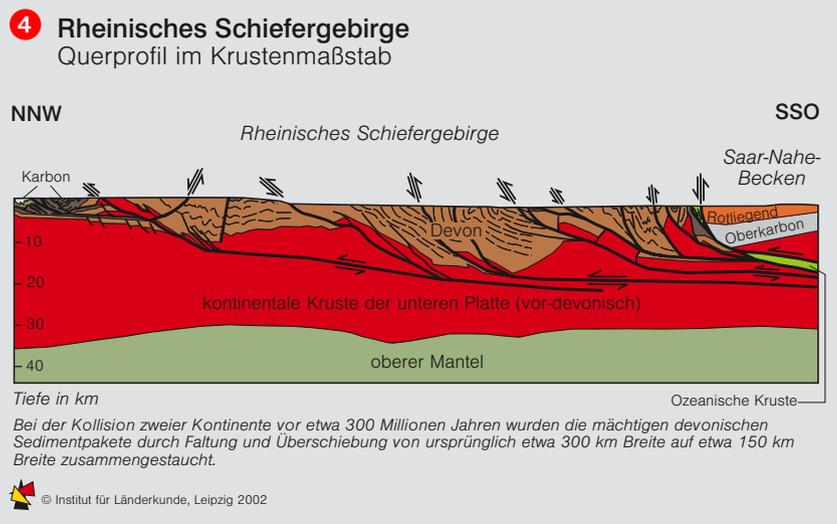
© Institut für Länderkunde, Leipzig 2002

Die Erde ist ein unruhiger Planet. Getrieben durch die Restwärme aus der Zeit ihrer Entstehung und durch die Wärmeproduktion beim radioaktiven Zerfall wird der Erdmantel kontinuierlich umgewälzt. Diese **Konvektion** erfolgt im festen Zustand und daher für menschliche Zeitmaßstäbe sehr langsam. Sie führt jedoch zu einer kontinuierlichen Verformung der Erdkruste, der äußersten Schale der Erde, auf deren Oberfläche sich unser Leben abspielt. Die Verformung der Erdkruste ist Gegenstand der **Tektonik**, eines Zweiges der Geowissenschaften.

Deutschland liegt auf kontinentaler Kruste im Inneren der Eurasischen **Platte**. Die nächsten Plattengrenzen liegen heute im Mittelmeerraum (**konvergent**) und am mittelatlantischen Rücken (**divergent**). Die Alpen repräsentieren eine geologisch junge Kollisionszone zwischen dem Mikrokontinent Apulia und Europa. Bei dieser Kollision, die im **Tertiär** vor weniger als 50 Mio. Jahren erfolgte, wurde die im Verhältnis zum Erdmantel spezifisch leichtere kontinentale Kruste verdickt und in Folge dessen mit Geschwindigkeiten von etwa einem Millimeter pro Jahr herausgehoben, was zur Entstehung des Hochgebirges der Alpen führte. Kollisionen zwischen größeren und kleineren Kontinenten haben in Mitteleuropa nördlich der Alpen zuletzt vor rund 400 bis 300 Mio. Jahren stattgefunden. Man spricht von der **variszischen Gebirgsbildung**. Die abgetragenen Gebirge aus jener Zeit bauen die unteren Stockwerke der kontinentalen Kruste unter Deutschland auf.

Nördlich der Alpen ist die Kruste etwa 30 km dick. Aufbau und Struktur der tieferen Stockwerke sind nur aus geophysikalischen Experimenten bekannt. Die tiefste deutsche Bohrung, die kontinentale Tiefbohrung (KTB) Oberpfalz bei Windischeschenbach hat 1994 mit 9101 m nicht einmal ein Drittel der Gesamtdicke der Kruste durchstoßen. Anhand von Oberflächenaufschlüssen, Bohrungen und Bergbau sowie Ergebnissen der geophysikalischen Tiefenerkundung lässt sich der Krustenaufbau in Deutschland räumlich und zeitlich wie folgt gliedern **5**:

(1) Das **variszische Grundgebirge** besteht in Deutschland aus Gesteinen, die vor mehr als 300 Mio. Jahren im ausgehenden Erdaltertum (**Paläozoikum**) in unterschiedlicher Tiefe bei entsprechenden Drücken und Temperaturen zum Teil sehr stark deformiert wurden. Es enthält außerdem Tiefengesteine, vor allem Granite, die durch langsame Abkühlung in großen **Magmenkammern** auskristallisierten. Im heutigen Mitteleuropa befanden sich damals mehrere



Plattengrenzen mit dazwischenliegenden Kleinplatten, bei deren abschließender Kollision die heute zusammenhängende kontinentale Kruste Europas zu einem ausgedehnten Bereich innerhalb der Eurasischen Platte verschweißt wurde (variszische Gebirgsbildung). In der Karte wird – stark vereinfacht – unterschieden zwischen Grundgebirge aus mittel- bis hochgradig **metamorphen Gesteinen**, die einst in mehr als 15 km Tiefe bei Temperaturen von über 500 °C gelegen haben, Grundgebirge aus niedriggradig metamorphen Gesteinen, die bei der variszischen Gebirgsbildung weniger als etwa 15 km tief versenkt waren, sowie Grundgebirge aus gefalteten **oberkarbonischen Sedimentgesteinen** mit Steinkohleflözen.

(2) Die **spätvariszischen Sedimentbecken und Gräben** sind durch Dehnung der Kruste im frühen **Perm** (**Rotliegend**) während der Abtragung des variszischen Gebirges entstanden. Sie sind mit **grobklastischen Sedimentgesteinen** gefüllt, dem Abtragungsschutt des variszischen Gebirges. Dazu wurden in heftigen Vulkanausbrüchen große Mengen von Magma gefördert, das zu vulkanischen Gesteinen erstarrte.

(3) Das **permo-mesozoische Deckgebirge** in Deutschland besteht aus den Sedimenten, die sich größtenteils in einem **Schelfmeer** im Zeitraum zwischen etwa 250 und 65 Mio. Jahren vor heute auf dem variszischen Grundgebirge abgelagert haben (**Beitrag Asch/Lahner/Zitzmann, S. 32**). Die Öffnung des Atlantiks und der kleineren ozeanischen Bereiche im Süden Mitteleuropas wirkte sich im **Mesozoikum** auch in Mitteleuropa durch wiederholte Verformung aus, wobei sich neue Störungen bildeten und bereits existierende in unterschiedlicher Weise reaktiviert wurden **1**. Diese bestimmen insbesondere im mittleren Teil Deutschlands das kleinräumige Verteilungsmuster von

Grund- und Deckgebirge, während im Süden eine weiträumige Aufwölbung zur Entwicklung des Schichtstufenlandes (**Beitrag Beyer/Schmidt, S. 84**) führte. Eine besondere Rolle spielt in Mitteleuropa das Salz, das im oberen Perm (Zechstein) abgelagert wurde. Da Salz im Gegensatz zu anderen Gesteinen schon bei den niedrigen Temperaturen der oberen Kruste im festen Zustand langsam fließen kann, bildeten sich im Verbreitungsgebiet der Zechsteinsalze in Norddeutschland zahlreiche Salzstöcke **2**. Die überlagernden mesozoischen und tertiären Sedimentgesteinsschichten wurden dabei vom aufsteigenden Salz nach oben gebogen und zerbrochen. An einigen Stellen liegen diese vom Salz nach oben geschobenen Gesteine heute frei, umgeben von **quartären Ablagerungen**, z.B. auf Helgoland, in Lüneburg sowie in Rüdersdorf und Sperenberg bei Berlin.

(4) Die **alpinen Decken** wurden bei der Kollision im Tertiär auf den Südrand des europäischen Kontinents geschoben. Nur ihre vorderste Front liegt in Deutschland. Die vom Mikrokontinent Apulia stammenden Decken wurden relativ zu Europa um Hunderte von Kilometern überschoben. Unter ihrer Auflast senkte sich am Nordrand der Alpen die Kruste ab dem mittleren Tertiär, und das dabei entstehende **Molassebecken** nahm den Abtragungsschutt des im Süden aufsteigenden Gebirges auf. Die Mächtigkeit der Sedimentserien nimmt von Norden nach Süden zu und erreicht über 4 km. Am Alpenrand wurden die Sedimente der Molasse im späten Tertiär durch die fortschreitende Kollision zusammengestaucht und von den alpinen Decken um viele Kilometer überfahren.

(5) Zeitgleich mit der Kollision in den Alpen bildeten sich markante **tertiäre Gräben**. Sie sind Ausdruck einer horizontalen Dehnung der Kruste und

Plattentektonik

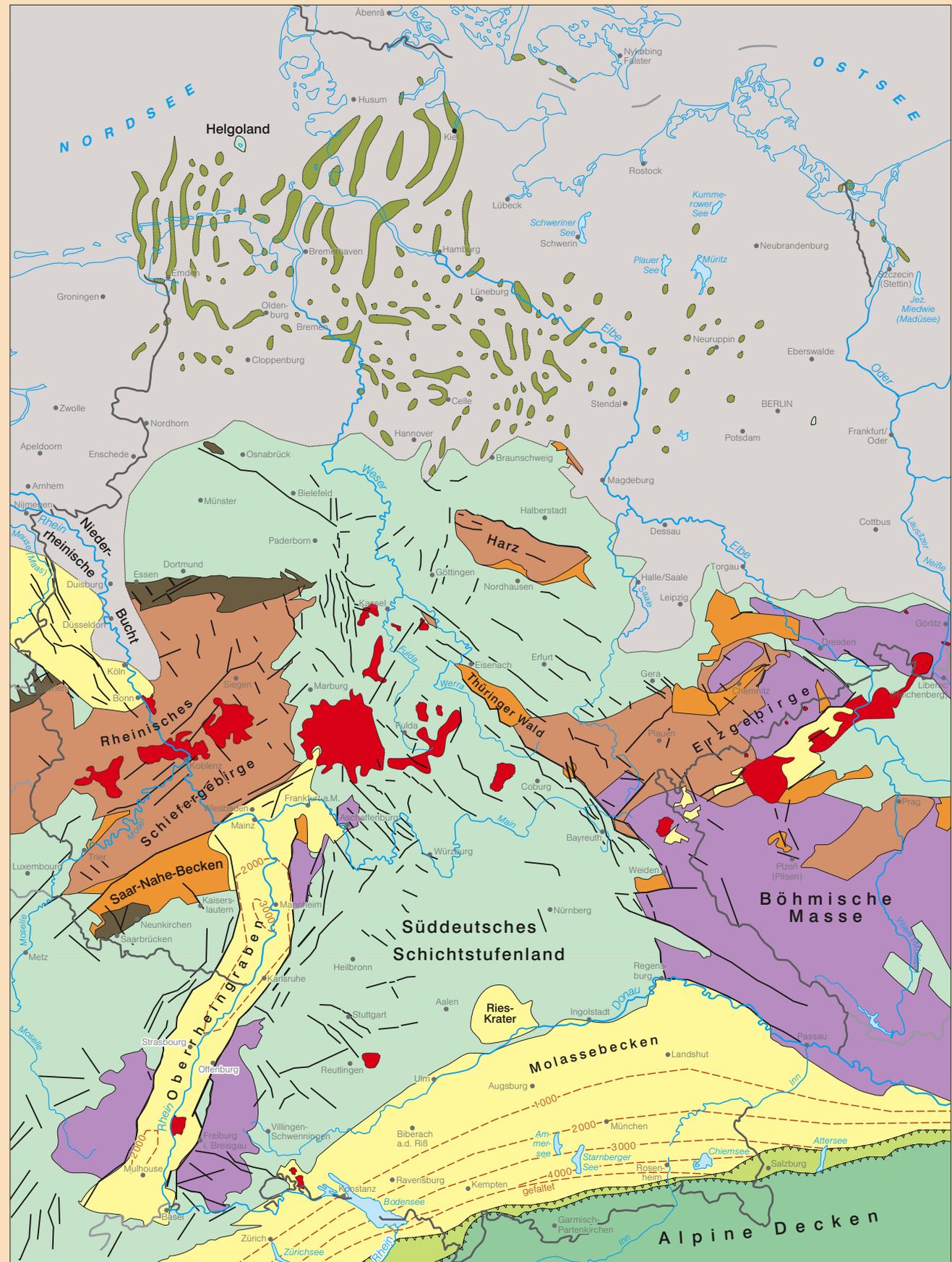
Erst seit den sechziger Jahren des 20. Jhs. haben die Geowissenschaftler mit dem Modell der Plattentektonik einen einheitlichen Rahmen zur Erklärung aller tektonischen Prozesse geschaffen. Die Lithosphäre, bestehend aus der Erdkruste und dem obersten Stockwerk des Erdmantels, zerfällt in eine Reihe von Platten, die sich unabhängig voneinander mit Geschwindigkeiten von einigen Zentimetern pro Jahr bewegen. Es gibt dabei zwei Arten von Kruste, die ozeanische Kruste, die etwa zwei Drittel der Erdoberfläche unterlagert, und die kontinentale Kruste. Sie unterscheiden sich in Dicke, Struktur, chemischer Zusammensetzung, Art der Gesteine sowie Entstehungsgeschichte und Alter grundlegend. Die Topographie der Erde wird von Art und Alter der Kruste sowie von deren tektonischer Geschichte bestimmt. Die Grenzen zwischen den Platten sind die Bereiche, in denen die Erdkruste am raschesten und intensivsten verformt wird. Je nachdem, ob sich die Platten voneinander weg, aufeinander zu oder tangential aneinander vorbei schieben, spricht man von **divergenten**, **konvergenten** oder **konservativen** Plattengrenzen. An divergenten Plattengrenzen wird neue ozeanische Lithosphäre gebildet, an konvergenten Plattengrenzen alte ozeanische Lithosphäre in den Erdmantel zurückgeführt; man spricht von Subduktion. Treffen an einer konvergenten Plattengrenze Kontinente aufeinander, so spricht man von Kollision. Die Subduktion kommt zum Stillstand und die Kruste der kollidierenden Kontinente wird übereinandergeschoben und zusammengestaucht. Dabei bilden sich Gebirgszüge.

durch steile **Abschiebungen** begrenzt, die zum Teil auch heute aktiv sind (**Beitrag Grünthal, S. 44**). Dies gilt insbesondere für die Niederrheinische Bucht und den Oberrheingraben **3**, in dem die Mächtigkeit der tertiären Sedimente bis zu über 3 km beträgt. Um diesen Betrag hat sich die Grabensohle eingesenkt, während sich die Flanken in Schwarzwald und Vogesen um mehr als 1 km gehoben haben. Die **Lithosphäre** hat sich bei der Bildung des Oberrheingrabens um etwa 5 km senkrecht zum Verlauf des Grabens gedehnt.

(6) Weite Teile von Mitteleuropa wurden im jungen Tertiär und im Quartär um bis zu einigen hundert Metern gehoben, so das Rheinische Schiefergebirge **4**, der Harz und das Erzgebirge. In den herausgehobenen Gebieten ist das mesozoische Deckgebirge zum großen Teil abgetragen, und das Grundgebirge oder die darauf liegende Füllung der spätvariszischen Senken und Gräben sind freigelegt. Diese Hebung ist in vielen Bereichen mit der Entstehung von Vulkanfeldern (**Beitrag Schmincke, S. 60**) verbunden, zum Beispiel in Eifel und Westerwald. Vulkanismus ist auch an die tertiären Grabenstrukturen gebunden, zum Beispiel im Kaiserstuhl **3** (**Beitrag Mäckel, S.64**).♦

5

Tektonik



Quartäre und tertiäre Sedimente und Vulkanfelder

- Überdeckung durch quartäre Sedimente
- quartäre und tertiäre Vulkanfelder
- tertiäre Sedimentbecken, Tiefenlinien der Tertiärbasis in m

Alpine Decken

- alpine Decken (ursprünglich Apulia)
- alpine Decken (ursprünglich Europa)

Permo-mesozoische Deckgebirge

- mesozoisches Deckgebirge, überwiegend flach gelagert
- Salzstöcke (unter mächtiger quartärer Überdeckung)

Spätvariszische Sedimentbecken und Gräben

- Rotliegend-Becken und vulkanische Serien

Variszische Grundgebirge

- Oberkarbon-Becken, mit Steinkohle

- variszisches Grundgebirge, niedriggradig metamorph, Bereichsweise Plutone (überwiegend Granite)
- variszisches Grundgebirge, mittel- bis hochgradig metamorph, zahlreiche Plutone (überwiegend Granite)

- Störungen (nicht differenziert; spätvariszisch bis rezent)
- Überschiebungsbahnen (Deckengrenzen) in den Alpen