

Geologie - Verlängerung unserer Geschichte

Vorwort

Ausnahmsweise möchte ich dieser Serie einige Bemerkungen voranschicken. Obwohl ich selbst nicht Geologie studiert habe („nur“ Biologie, Chemie, Physik), möchte ich versuchen, Ihnen meine Eindrücke weiter zu geben, die ich bei der Beschäftigung mit geologischen Verhältnissen auf meinen Reisen sammeln konnte. Üblicherweise enden die geschichtlichen Darstellungen in Reiseführern in der Frühzeit des Menschen. Selbst wenn eine (meist sehr kurze) Beschreibung der Geologie des betreffenden Gebietes gegeben wird, steht sie von der (menschlichen) Historie isoliert, als ob sie nur für die Landschaft, nicht aber für die dort lebenden Menschen von Bedeutung wäre.

Ich betrachte es noch heute als Glücksfall, dass einer der Assistenten, unter dessen Leitung ich viele botanische Exkursion unternommen habe, uns Studenten auf die Bedeutung der geologischen Verhältnisse für das Aussehen der Vegetation aufmerksam machte („ökologische“ Betrachtungsweisen waren damals noch unbekannt!). Auf seine Anregung hin hörte ich die Grundvorlesungen in Geologie und - zweiter glücklicher Zufall - der damalige Ordinarius für Geologie ließ keine Gelegenheit aus, auf Zusammenhänge zwischen Geologie und Kulturhistorie hinzuweisen. So wurde mir klar, dass unsere menschliche Geschichte und auch gerade die kulturellen Sehenswürdigkeiten, die in den Reiseführern ausgiebig beschrieben werden, eigentlich kontinuierlich in die Erdgeschichte übergeht, oder besser gesagt, aus ihr heraus führt.

An einem Beispiel aus Frankreich möchte ich meine Absichten exemplarisch darlegen:

Im Südwesten des Zentralmassivs liegt auf einem Hochplateau eine der vielen „Bastiden“, Städte, die im 13. und 14. Jahrhundert gegründet wurden. Während zur damaligen Zeit die Landwirtschaft üblicherweise Grundlage eines bescheidenen Wohlstandes war, betrieben die Einwohner überwiegend Handwerk und Handel, die Landwirtschaft diente nur zur Selbstversorgung. Weshalb? Die Antwort liegt in der Geologie: Die Gegend trägt den Namen „*Ségala*“, da hier nur der anspruchslose Roggen (französisch *seigle*) gedeiht. Die Hochebene stellt einen von der Verwitterung aus den Tiefen der Gesteinsschichten herauspräparierten, uralten Schieferrumpf dar. Dieses Gestein liefert bei seiner (langsamen) Verwitterung kaum Mineralien zum Aufbau eines Bodens für den Pflanzenwuchs, Wasser wird nur schlecht festgehalten. Die geringen Erträge, die sich auf diesem Untergrund erwirtschaften ließen, reichten schon vor der Gründung des Ortes nur knapp für die ansässige Bevölkerung. So ist es verständlich, dass die örtlichen Grundbesitzer nur sehr ungern und nach langen zähen Verhandlungen mit der französischen Krone bereit waren, Land für neue Siedler abzutreten. So fiel die „Mitgift“, die den neuen Ankömmlingen zur Verfügung gestellt wurde, nicht gerade üppig aus. Sie machten aus der Not eine Tugend und verlegten sich auf handwerkliche Tätigkeiten (zum Beispiel Messerschmiede) und betrieben Handel zwischen dem Hinterland des Zentralmassivs und den tiefer gelegenen Gebieten im Süden Frankreichs.

Ich möchte Sie dazu anregen, auf Ihren Reisen, aber auch in Ihrer Heimat, nach solchen Zusammenhängen zwischen den geologischen Gegebenheiten und der menschlichen Siedlungsgeschichte zu suchen, um damit einen weiteren Baustein zum Verständnis eines Kulturraumes zu gewinnen.

Da der Raum um Heidelberg geologisch recht vielfältig gebaut ist, will ich versuchen, Beispiele aus unserem Gebiet anzuführen, die Ihnen als Landschaftselemente bekannt sind.

Als Vorstellungshilfe werde ich immer wieder Vergleiche anführen. Um es nicht in jedem Einzelfall wiederholen zu müssen: Es gilt immer: Jeder Vergleich hinkt und ich bin mir dessen auch bewusst. Verstehen Sie also bitte Vergleiche immer als „Verständniskrücken“!

Abschließend möchte ich alle, die von Geologie mehr verstehen als ich (was keine Schwierigkeit darstellt!) um Verständnis für meine laienhaften Darstellungen, für kritische Verbesserungen bin ich stets dankbar!

1. Geologische „Bräutigamschau“

1.1. Ein Blick auf Heidelberg

Vielleicht kennen Sie noch die nette Spruchweisheit, worauf eine Braut bei einem Heiratskandidaten achten sollte: „Ein Blick aufs Gerstenfeld, ein Blick ins Westentäschchen“. Auch Geologen haben einen solchen doppelten Blick, wenn sie eine Gegend erkunden: einerseits betrachten sie die Gestalt der gesamten Landschaft, Berge, Täler, Ebenen, Hänge, andererseits schauen sie auch „ins Westentäschchen“, allerdings nicht, um den Reichtum an Geld zu erkennen, sondern den Reichtum an Gesteinen zu entdecken.

Betrachten wir den „Bräutigam“ Heidelberg mit seiner Umgebung, dann hat er weit mehr zu bieten als nur ein Gerstenfeld. Sicher standen Sie schon einmal auf der Philosophenhöhe und ließen das Panorama auf sich wirken, das sich vor Ihnen ausbreitet: unten das Neckartal, das sich nach Osten Richtung Schlierbach verengt, zur Rheinebene hin weit öffnet; drüben der Hang des Königstuhls mit seinen Stufen, der Jettenbühl, der das Schloss trägt, und der Gaisberg, der den letzten Absatz des kleinen Odenwaldes zur Rheinebene hin bildet; hinter ihnen geht es über die Bismarcksäule hinauf zum Heiligenberg.

Im Boden am Wegrand oder an den alten Terrassenmauern der Gärten herrschen warme Rottöne vor, streichen wir mit den Fingern darüber, fühlen sie sich sandig an: Buntsandstein, der dominierende Stein Heidelbergs, Baumaterial für Schloss und Alte Brücke, die vor uns liegen. Der Kunsthistoriker fragt „Wer hat diese Bauten errichtet?“, der Geologe sucht eine Antwort auf die Frage „Woher kommt das Gesteinsmaterial, aus dem sie gebaut sind?“ Ebenso will er wissen, weshalb an der Bergstraße der Odenwald aufhört und die Rheinebene anfängt.

1.2. Vergleiche mit der weiteren Umgebung

Der gleiche rote Stein ist Ihnen sicher auch von Ausflügen in die Pfalz in Erinnerung: die spektakulären Formationen des Dahner Felsenlandes mit ihren alten Burgruinen steigen dort auch wieder aus den Niederungen der Rheinebene auf. Wenn sie dagegen vom Königstuhl nach Süden fahren, dann weichen die Rottöne rasch den Ockerfarben des Kraichgaues. Aber noch weiter südlich, im Nordschwarzwald, tauchen sie wieder auf. Wie ist das möglich? Wenn Sie wissen, wie man einen Hefezopf mit Nussfüllung macht, kennen Sie eigentlich schon des Rätsels Lösung: An der Oberfläche eines solchen schönen Sonntagnachmittag-Kaffeetrinken-Kuchens tauchen in den Falten des goldbraun glänzenden Hefeteiges immer wieder die krümeligen Streifen der Füllung aus Nüssen und Rosinen auf. Wer nicht weiß, wie man diese Köstlichkeit produziert, steht vor der gleichen Frage wie wir eben nach dem Verschwinden und Auftauchen des Sandsteines. Sie wissen es aber: das war einmal eine Hefeteigplatte, auf die der Bäcker die Füllung gestrichen hatte, sie aber danach kunstvoll gerollt und gewickelt hat. Wir müssen also in die geologische Backstube gehen und dem Bäcker der Erdgeschichte dabei zuschauen, wie er seine Sand(stein)kuchen, Hefezöpfe und Blätterteigstückchen herstellt.

Wir müssen uns allerdings daran gewöhnen, dass alles ein paar Nummern größer ist und alles sehr, sehr langsam geht...

2. Unsere Erde, ein schrumpeliger Apfel

2.1. „Marmorstein und Eisen bricht...“

Wie es dieser Schlager so treffend besingt: Steine sind für uns Sinnbild für Stabilität. Dies gilt aber nicht in geologischen Zeiträumen. Eine Hürde, die man nehmen muss, wenn man sich mit geologischen Vorgängen beschäftigt: die schwer vorstellbaren Größenordnungen, sowohl im Raum als auch in der Zeit zu akzeptieren.

Wir haben immer Schwierigkeiten, mit Dimensionen umzugehen, die außerhalb unserer Erfahrungen liegen. Wer selbst höchstens ein paar Tausender auf dem Konto hat, kann sich eine Million ebenso wenig vorstellen wie eine Milliarde (vielleicht gehen unsere Politiker deshalb manchmal so großzügig damit um?). Können wir uns Jahrhunderte noch gerade als Folge menschlicher Generationen darstellen, übersteigen Jahrtausende schon unsere Vorstellungskraft. Ereignisse der Geologie geschehen im Verlauf von Jahrmillionen. Da legen sich Gesteinsdecken in der Dicke von Kilometern in Falten wie eine zusammengeschobene Bettdecke oder die Windungen unseres Hefezopfes: ein Widerspruch zu unserer Erfahrungswelt. Weiche Gesteine? „Weich“ nur, wenn man Vorgänge, die sich in Millionen von Jahren abspielten, im Zeitraffertempo sieht. Denn wirklich weich sind Gesteine in den räumlichen Abmessungen, die unser Auge übersieht, keineswegs. Zum Vergleich: An einem schnell drehenden Fahrrad-Rad sieht man keine Speichen mehr, das Rad scheint mit einer grau transparenten Scheibe gefüllt. Wüssten wir nicht, dass darin harte Speichen versteckt sind, würden wir glauben, durch diese Scheibe hindurch greifen zu können. Ebenso verschwimmen die Halme eines Getreidefeldes, die sich im Wind bewegen, in der Entfernung zu einer einheitlichen Oberfläche, deren Wellen wie ein Meer erscheinen. In den „weichen“ Gesteinsschichten stecken durchaus harte Kristalle von Mineralien, die sich einzeln oder in Paketen verschieben und uns, aus der „Entfernung“ gesehen, ein plastisches Material vorgaukeln. Zu diesen schwer vorstellbaren räumlichen Dimensionen gesellen sich die zeitlichen: Wir beobachten in unserer Alltagswelt kaum Objekte, die sich im Laufe eines Jahres nur um Millimeter oder Bruchteile davon bewegen. Schon eine Schnecke, Sinnbild der Langsamkeit, ist dagegen ein kleiner Schumi! Wir müssen uns also immer kleiner Tricks bedienen, um Geologie in unseren beschränkten Vorstellungsräumen unterzubringen, so wie sich ja auch die Bären, blau angemalt und durch das verkehrt herum gehaltene Fernglas betrachtet, ganz bequem als Blaubeeren im Körbchen sammeln lassen...

Im nächsten Kapitel wollen wir uns die Erde als (Erd)apfel betrachten.

2.2. Himalaya: eine Falte in der Apfelschale

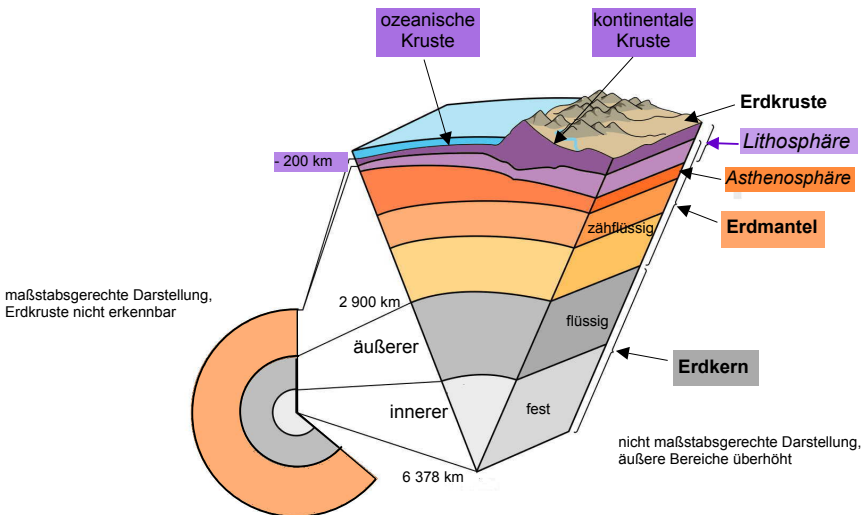
Um von der Oberfläche der Erde zum Mittelpunkt zu kommen, muss man etwa 6 400 km zurücklegen. Davon sind es nur die ersten 5-200 km, in denen sich „Geologie“ abspielt: die so genannte Lithosphäre*. Das Verhältnis Kruste : Radius ist also etwa 1:30 - 1:1 300. Wenden wir das gleiche Verhältnis auf einen Apfel mit 10 cm Durchmesser (Radius 5 cm) an, dann ergibt sich für die Schalendicke knapp 1,6 mm bis 0,04 mm (40 µm). Zum Vergleich: normales Schreibmaschinenpapier ist 0,01 mm dick.

Die erwähnten starken Unterschiede in der Dicke sind auf zwei Bereiche verteilt:

- unter den Ozeanen ist die Kruste sehr dünn (etwa 5 km),
- unter den Kontinenten dagegen bis 200 km dick.

Unter dieser äußersten, harten Hülle beginnt der „(innere) Mantel“ der Erde. Wegen des in der Tiefe zunehmenden Druckes und steigender Temperatur ist sein Material zähflüssig. Die Lithosphäre „schwimmt“ darauf und taucht, Eisbergen ähnlich, in sie ein. Da sie unter den Ozeanen aus schwererem Material besteht als im Bereich der Kontinente, taucht sie dort, obwohl sie dünner ist, tiefer ein. So bildet sie die „Wannen“ für die Wassermassen der Weltmeere. Die teilweise gewaltigen „Eisberge“ der Kontinente aus leichterem Material tauchen mit ihren unteren Teilen tief in die Schmelze ein, nur ihr oberer Teil erhebt sich über den Wasserspiegel der Ozeane.

Schalenbau der Erde



www.die-reise-maus.de

In dieser Grafik sind zwei verschiedene Einteilungen nach unterschiedlichen Kriterien kombiniert. Erdmantel und Lithosphäre überlappen sich, da bei der plattentektonisch orientierten Einteilung die oberste Schicht des Erdmantels mit der Erdkruste zur Lithosphäre zusammengefasst wird.

B1, stark verändert

2.3. „Heute hier, morgen dort...“ oder „Das Wandern ist der Platten Lust“

Eine der wohl faszinierendsten Erkenntnisse der Naturwissenschaften ist die Tatsache, dass diese „Treibschollen“ tatsächlich in Bewegung sind. Das Aussehen der Erdoberfläche verändert sich dadurch ständig. Die Schollen rempeln gegeneinander, schieben sich übereinander, verschmelzen zu größeren Einheiten oder dehnen sich und zerreißen dadurch wieder in kleinere Stücke.

Auf der Internetseite <http://www.scotese.com/newpage13.htm> können Sie sich die Veränderungen der Erdoberfläche im Lauf der Jahrmillionen in Animationen abspielen lassen.

Die Kräfte, die diese Bewegungen antreiben, kommen wahrscheinlich aus dem heißen, geschmolzenen Mantel, in dem wohl durch unterschiedliche Temperaturen Material aufsteigt bzw. absinkt, so wie wir das auch von auf- und absteigende Luftmassen in der Atmosphäre kennen.

Wir müssen also unsere erste Vorstellungshilfe vom schrumpeligen Apfel korrigieren: wir sitzen nicht auf einer flexiblen Haut, sondern wie Eisbären auf Treibschollen. Je nachdem, welchen Blickwinkel wir wählen, sind sie hauchdünn wie Stückchen einer Eierschale (wenn wir die Erde als Ganzes betrachten) oder sie erreichen (aus unseren menschlichen Dimensionen gesehen) die gewaltigen Ausmaße des Himalaya (wobei ja sogar mehr als die Hälfte ihrer Ausdehnung für uns unsichtbar unter der Erdoberfläche in die Tiefe ragt).

Ein geologisches Ereignis, in dem die Erdkruste zerreißt, Teile davon in der Tiefe verschwinden und andere in die Höhe gedrückt werden, spielt sich von unserer Heidelberger Haustüre ab: der Einbruch des Oberrheingrabens und die Hebung des Odenwaldes.

Die Erdkruste, in der sich geologische Vorgänge abspielen, umgibt den Erdball als eine dünne Haut.

Sie besteht aus Platten, die sich ständig auf der Erdoberfläche bewegen und ihre Anordnung durch Verschmelzen und Zerbrechen immer wieder verändern.

3. „Paternoster“ bei Heidelberg: eine Kabine nach unten, die andere nach oben

3.1. Kein Texas-Ölfeld, aber „Odenwald“, 3 000 m in der Tiefe

Die Suchbohrungen nach Erdöl in der Rheinebene lieferten wirtschaftlich gesehen nur bescheidene Erfolge, für die Wissenschaft aber wertvolle Informationen über die Tiefen der Rheinebene.

Unter anderem stieß man bei den Bohrungen in etwa 3 000 m Tiefe wieder auf genau den Buntsandstein, der im Odenwald mehrere Hundert Meter aufsteigt. Darüber liegt wie eine gigantische Zahnplombenfüllung ein Schichtenpaket, das hauptsächlich aus Kies, Sand und Ton besteht.

Ohne diese Füllung stünden wir in Heidelberg etwa bei der Neuen Brücke am Rand eines 3 000 m tiefen Abgrundes, in den der Neckar als „Neckargara-Wasserfall“ hinabstürzen würde.

Wir wollen nun versuchen, das Buntsandstein-Puzzle aus Odenwald, Schwarzwald und Rheinebene zu einem Gesamtbild zusammensetzen. Denken wir wieder an den Hefezopf: zuerst war er eine mit Nussfüllung bestrichene Hefeteigplatte. Ziehen wir also das geologische Backwerk in Gedanken wieder glatt, so dass der Buntsandstein wie die Nussfüllung eine ebene Fläche bildet. Damit machen wir auch einen Zeitsprung um etwa 250 Millionen Jahre. Damals breitete sich in Mitteleuropa eine ausgedehnte, weitgehend ebene Fläche aus, die heutigen Erhebungen von Odenwald, Schwarzwald oder Vogesen fehlen ebenso wie der Graben der Rheinebene und statt Wäldern und Wiesen liegt eine heiß-trockene, lebensfeindliche Wüstenlandschaft vor uns. Gelegentliche, dann oft heftige Regenfälle schwemmen immer wieder neue Ladungen von Sand, Kies und Schotter aus südlicher gelegenen Hochflächen. Zeitweise bildeten sich in kleinen Senken Seen, an deren Ufern der Sand in Rippelmuster legt, wie wir sie vom Meeresstrand her kennen.

Bei dieser Vorstellung machen wir stillschweigend eine Annahme, die in den Anfangstagen der geologischen Forschung keineswegs selbstverständlich war, für die Entwicklung unserer heutigen Vorstellungen über die Erdgeschichte aber eine wesentliche Grundlage bildet:

Gleichartige Gesteinsschichten
(bestimmt durch Eigenschaften der Gesteine und ggf. durch Fossilien)
sind in ihrer gesamten Ausdehnung, auch an verschiedenen Stellen, gleich alt.
(Kontinuitätsprinzip)

Weiterhin lernen wir ein erstes Beispiel für die Entstehung neuer Gesteinsschichten kennen. Es handelt sich um so genannte „Sedimentgesteine“.

3.2. Gesteins-Recycling

Durch Verwitterung zerkleinertes Gesteinsmaterial wird nach einer mehr oder weniger langen Transportstrecke in tiefer gelegenen Bereichen abgelagert und sammelt sich dort als „Sediment“ an. (Auf die verschiedenen Ursachen der Verwitterung wollen wir hier nicht eingehen.) Der Begriff geht auf das lateinische Wort „*sedimentum*“ zurück, was soviel wie „Bodensatz“ bedeutet. Dieser zunächst lockere Gesteinsschutt wird im Laufe der Zeit verfestigt. Durch die Last immer neuer aufgelagerter Schichten wird Wasser ausgepresst, außerdem treten auch Veränderungen durch neues Kristallwachstum der verschiedenen Gesteinsminerale auf. So verwandelte sich der lockere Wüstensand in das Sedimentgestein „Sandstein“.

Aus Verwitterungsprodukten von Gesteinen entstehen
nach Ablagerung in tieferen Gebieten durch Verfestigung
wieder neue Gesteine.
Sie werden als Sedimentgesteine bezeichnet.

An dieser Stelle sei auf eine sprachliche Doppelbödigkeit hingewiesen: Ursprünglich war die (umgangssprachlich) geprägte Bezeichnung „Buntsandstein“ eine Materialbezeichnung für einen unterschiedlich gefärbten Sandstein. Wie so oft hat sich die Wissenschaft eines Begriffes der Alltagssprache bemächtigt und für ihre Zwecke „umfunktioniert“: „Buntsandstein“ wurde zum Namen eines bestimmten Zeitabschnittes der Erdgeschichte (in dem in Mitteleuropa typischerweise „bunter Sandstein“ entstand).

3.3. Land unter!

„Nur“ 10 Mio a später, während der so genannten Muschelkalk-Zeit, wären Fahrten zum Nordpol vielleicht eher auf den Hitlisten der Reiseveranstalter gestanden als Urlaubsreisen in die Karibik: heißes Klima und warmes Meer hätten wir zu Hause gehabt. Kleiner Schönheitsfehler der Heimat: der Heidelberger Raum lag wie weite Teile Mitteleuropas unter dem Wasser eines flachen Meeres. Wie die Kalkkrusten auf dem Boden Ihres Wasserkochers setzte sich auf dem Meeresboden Kalk ab, allerdings nicht in Schichtdicken von einem Millimeter, sondern etwa 200 m dick. Der marine Wasserkocher hatte dafür auch nicht nur Tage und Wochen, sondern 8 Millionen Jahre Zeit!

Wie bei „Buntsandstein“ ist auch aus dem Begriff „Muschelkalk“, ursprünglich Bezeichnung für ein Kalkgestein, in dem Muschelreste zu finden sind, der Name eines Erdzeitalters geworden.

So wurde unsere Nusskranzplatte mit einer zusätzlichen Kalkschicht (stellen Sie sich dafür symbolisch irgendetwas leckeres vor!) „veredelt“, die jünger ist als der darunterliegende Buntsandstein.

Im Allgemeinen kann man davon ausgehen,
dass in einer Schichtenfolge das Alter von oben nach unten zunimmt.
(„Superpositionsprinzip“)

Als erfahrener „Geologiebäcker“ können Sie sich aber sicher leicht vorstellen, dass diese Regel nicht zutrifft, wenn die Schichten zu stark durcheinander „geknetet“ wurden; dann kann auch durchaus eine ältere Lage „kopfüber“ auf eine jüngere zu liegen kommen.

3.4. Abwärts, Glas, Spielwaren, Porzellan...

Die bisher geschilderten Ereignisse spielten sich vor so langer Zeit ab, dass sie von den Geologen noch dem Erdmittelalter zugerechnet werden. Die für unsere Gegend tiefgreifenden Veränderungen, zu denen besonders die Entstehung des Rheingrabens gehört, begannen zum Anfang der Erdneuzeit.

Die Muschelkalk- und Buntsandsteinschichten, die man aus der Tiefe des Rheingrabens zu Tage förderte, sind auch in den links und rechts angrenzenden Gebieten zu finden. Für den Buntsandstein haben wir Odenwald, Vogesen und Schwarzwald schon kennen gelernt, der Kraichgau ist Muschelkalk-Land. Über diesen Schichten aus dem Erdmittelalter beginnt im Rheingraben dagegen eine Folge von Ablagerungen, für die es außerhalb keine Entsprechungen gibt, sie kennzeichnen das Eigenleben dieses Grabens. Was ist geschehen?

Man geht davon aus, dass vor etwa 50 Millionen Jahren das zähflüssige Material des Erdmantels begann, sich von unten gegen die Erdkruste zu drücken. Die Kruste wurde dadurch wie ein Gummischlauch beim Aufpumpen gedehnt und dadurch so dünn, dass sie langsam in die Tiefe sackte. Wie eine riesige Dehnungsfuge zwischen Betonplatten verläuft dieser Riss längs durch Europa. Wenn Sie auf der Autobahn durch Frankreich gen Süden fahren, folgen Sie genau ihrem Verlauf: vom Rheingraben durch die Burgundische Pforte über Belfort und Besançon in die Bresse-Ebene (von wo die berühmten Hühner stammen) und danach durch das Rhônetal. Auch das Rhône„tal“ ist nicht von der Rhône geschaffen. Wie der Rhein den geologisch vorgegebenen Graben für seinen Lauf nutzt, fließt auch die Rhône in einer Rinne, die durch Bewegungen der Erdkruste entstand. Am Nordende der Oberrheinischen Tiefebene knickt die Rissfuge leicht in nordöstliche Richtung ab und lässt sich bis nach Südnorwegen verfolgen.

Dehnungen der Erdkruste bewirken das Einsinken von Krustenbereichen.

Die Geologen berechneten, dass durch die Dehnung die Erdkruste um etwa 5 km auseinander gezogen wurde.

Die Absenkung des Grabenbereiches verlagerte im Laufe der Zeit ihre Schwerpunkte und veränderte auch ihre Intensität. Insgesamt sank aber die Oberfläche aus dem Erdmittelalter, wie schon erwähnt, um bis zu 3 km in die Tiefe. Man könnte also darin die Zugspitze (2962 m) versenken!

3.5. Heidelberg an der Meeresküste

Wie der Autor einer Biografie erzählen die Schichten der Grabenfüllung den Geologen die wechselvolle Lebensgeschichte des Rheingrabens.

Feine tonige Schichten sind Zeugnis von Süßwasserseen. Im feucht-tropischen Klima tummelte sich eine artenreiche Tierwelt, deren fossile Relikte in der berühmten Grube Messel bei Darmstadt freigelegt werden konnten. Zweimal stieß auch das Meer in den Graben vor, einmal bildete sich sogar eine durchgehende Flachmeerrinne von der heutige Nordsee bis in den Vorraum der sich gerade auffaltenden Alpen. Das flache Meer trocknete im tropischen Klima mehrfach ein und hinterließ die Salzvorkommen, die im Elsass mit dem Kaliabbau wirtschaftliche Bedeutung haben, ein eindeutiger Beweis für die marinen Epochen. Traumhafte Vorstellung: Heidelberg am Strand eines warmen tropischen Meeres!

Auch diese Deutung der Gesteinsschichten als Belege für frühere klimatische Verhältnisse beruht auf einer streng genommen nicht experimentell beweisbaren Annahme:

Die Ursachen für heutige geologische Erscheinungen sind die gleichen wie diejenigen, die in der Vergangenheit wirksam waren.
(Aktualitätsprinzip)

Anders ausgedrückt: Man kann die Ereignisse in der Vergangenheit mit den Beobachtungsergebnissen von heute deuten. Streng naturwissenschaftlich, d.h. durch Experimente ist diese Hypothese nicht, da man ja die Verhältnisse der Vergangenheit nicht vollständig reproduzieren kann.

Diese Annahme ist wissenschaftshistorisch interessant: Als im 18. Jahrhundert die ersten Gelehrten sich überhaupt der genaueren Erforschung der Erdgeschichte annahmen, war die biblische Schöpfungsgeschichte weitgehend unumstritten. Durch die Entdeckung von Fossilien und vor allem durch die richtige Deutung als Lebewesen früherer Erdepochen musste man erkennen, dass die Erde nicht immer so aussah wie heute. Diesen Widerspruch mit einer einmaligen Schöpfung versuchte man durch die Annahme wiederholter Neuschöpfungen aufzulösen, vor ihnen sollte das vorhandene Leben (und damit die fremdartigen Fossilien) durch sintflutartige Katastrophen vernichtet worden sein. Diese „Katastrophentheorie“ wurde z. B. vom „Altvater“ der Geologie, dem französischen Gelehrten Georges CUVIER*, vertreten. Wie oft in der Geschichte der Naturwissenschaft wurde so versucht, eine eigentlich schon nicht mehr haltbare Theorie durch eine nicht beweis-, aber auch nicht widerlegbare Hilfsannahme zu „retten“. Wir sollten daraus auch für unsere heutigen naturwissenschaftlichen Vorstellungen die Lehre ziehen: der Erkenntnisstand zu einem bestimmten Zeitpunkt der Menschheitsgeschichte ist eben auch ein Ergebnis dieser Zeit, daraus können sich auch Naturwissenschaftler nicht völlig lösen. Andere Forscher wie Charles LYELL* lehnten dagegen die Annahme solcher katastrophaler Ereignisse ab und wollten auch frühere Ereignisse mit den Beobachtungen von heute erklären, ein für die damalige Zeit geradezu revolutionärer Bruch mit der eben auch stark religiös geprägten Vorstellung der Katastrophentheorie. Kein Wunder, dass Charles DARWIN durch die Gedanken von LYELL stark beeinflusst wurde, auch er brach ja mit der christlich-religiös verankerten Vorstellung einer einmaligen Schöpfung aller Lebewesen.

3.6. Aufwärts, Damenoberbekleidung, Sportartikel...

Wir haben jetzt eine Vorstellung gewonnen, wie die Muschelkalk- und Sandsteinschichten in der Tiefe des Rheingrabens verschwanden und unter Ablagerungen aus der Erdneuzeit begraben wurden. Weshalb sehen wir aber den (jüngeren) Muschelkalk nur im Kraichgau und den (älteren) Buntsandstein im Odenwald und im Nord-schwarzwald?

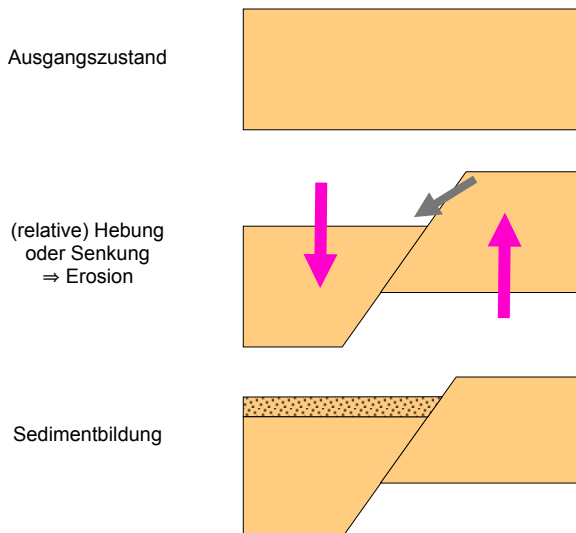
Wie ein Paternoster gleichzeitig eine Kabine nach unten und eine andere nach oben fahren lässt, war auch die Absenkung des Grabens von Hebungen an seinen Rändern begleitet. Spätestens jetzt müssen wir uns mit einem weiteren geologischen Phänomen beschäftigen: der Abtragung, oder wie es die Wissenschaft nennt, der Erosion. Letztlich eine konsequente Folge der Schwerkraft, befördert sie erbarmungslos alles, was auch nur andeutungsweise seine Nase über den Meeresspiegel streckt, über kurz oder lang wieder nach unten. Alle Gebirge, die es jemals auf der Erde gab, waren zum Untergang verurteilt, ihre Existenz nur eine kurze, schöne Blütezeit. Sie konnten und können auch in Zukunft nur so lange existieren, so lange ihre Hebung vorübergehend den Wettlauf mit ihrer Zerstörung gewinnt. Sie wirkt wie ein großer Hobel, der alle „Unebenheiten“ der Erdoberfläche abrasiert.

Über den Meeresspiegel gehobene Bereiche der Erdkruste werden sofort durch Erosion angegriffen und allmählich abgetragen.

Unsere heutige Landschaft ist das Ergebnis dieses geologischen Paternosters: der Rheingraben bewegte (und bewegt sich noch immer) nach unten, Odenwald, Schwarzwald, Pfälzer Wald und Vogesen wurden nach oben gedrückt. Der Kraichgau blieb von der Aufwärtsbewegung weitgehend verschont. So duckten sich hier die Muschelkalkschichten in einer relativen Senke, der Erosionshobel glitt über sie hinweg. In den anderen Gebieten waren sie ihm schutzlos ausgeliefert. Wie beim Abhobeln eines lackierten, aber etwas verzogenen Holzbrettes zuerst an den „Beulen“ des Werkstücks das blanke Holz zum Vorschein kommt und der Lack noch in den Dellen bleibt, verschwand der Kalk „lack“ im Odenwald und das Buntsandstein „holz“ wurde sichtbar.

Sie erinnern sich noch an den Wüstensand, aus dem der Buntsandstein geboren wurde? Wir erwähnten dort nur kurz, dass er von höher gelegenen Gebieten herabgeschwemmt wurde. Hier können wir jetzt anknüpfen und die bisher beobachteten Prozesse zu Abfolgen zusammenfügen:

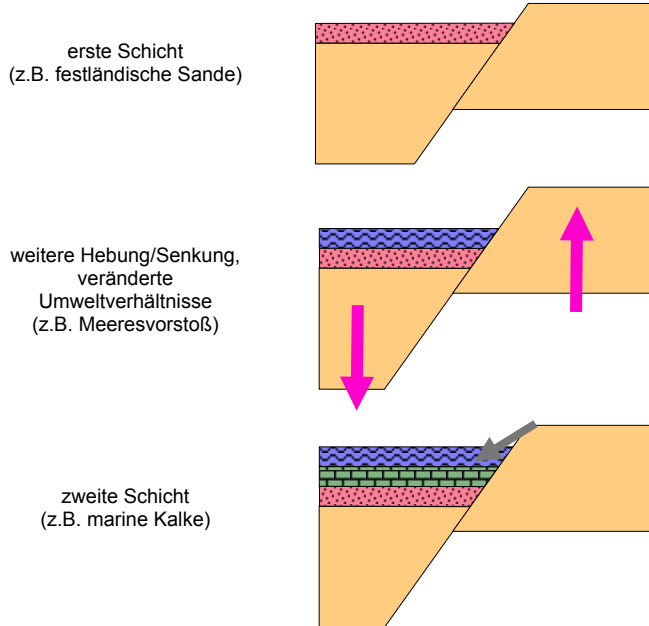
Prinzip der Sedimentbildung



Die Erosion liefert das Material für die Entstehung von Sedimenten.

Verändern sich im Verlaufe der Hebungs- bzw. Senkungsvorgänge die Umweltbedingungen (wie z.B. der Meeresvorstoß im Rheingraben), so entsteht eine Folge verschiedenartiger Ablagerungen:

Entstehung einer Schichtenfolge



Begriffserklärungen

Aktualitätsprinzip

Arbeitshypothese, nach der in früheren Epochen der Erdgeschichte abgelaufene Vorgänge durch die gleichen Naturvorgänge (Naturgesetze) erklärt werden können, die auch heute wirksam sind.

CUVIER, Georges

Franz. Naturforscher, 1769-1832, Begründer der Paläontologie und vergleichenden Anatomie, Verfechter der *Katastrophentheorie.

DARWIN, Charles

Engl. Naturforscher, 1809-1882. Entwickelte die Grundlagen der heutigen Evolutionstheorie (erbliche Variabilität, Überschussvermehrung, natürliche Auslese). Hauptwerk 1859: "Über die Entstehung der Arten durch natürliche Selektion".

endogen

Durch Kräfte im Inneren der Erde hervorgerufene geologische Vorgänge, also durch

- Tektonik,
- Vulkanismus,
- Metamorphose.

gr. *endogenes* ἐνδογενής im Hause geboren, aus *endon* ἔνδον innen und *genesis* γένεσις Entstehen

≠ exogen*

Erosion

Abtragung von zuvor durch Verwitterung zerkleinerten Gesteinen oder Böden; als strömendes Transportmittel wirkt meist Wasser, aber auch Luft (Wind) oder Eis (Gletscher).

lat. *erodere* 'abnagen', vgl. *Rodentia* 'Nagetiere'

exogen

Durch äußere Kräfte hervorgerufene geologische Vorgänge:

- Verwitterung,
- Abtragung,
- Ablagerung.

gr. *exo* ἔξω außerhalb und *genesis* γένεσις Entstehen

≠ endogen*

Katastrophentheorie

Besonders von *CUVIER vertretene Vorstellung, nach der im Laufe der Erdgeschichte mehrfach durch weltweite Katastrophen alle Lebewesen vernichtet wurden und anschließend Neuschöpfungen stattfanden.

Lithosphäre

Äußerste Schicht der Erde (Gliederung nach Festigkeit); im Gegensatz zur darunter liegenden ± zähflüssigen Asthenosphäre starr; Dicke Ø 100 km, im Bereich der Kontinente bis 100 km, unter Ozeanen etwa 5 km; zerteilt in tektonische Platten.
gr. λίθος *lithos* ‚Stein‘ und σφαίρα *sphära* ‚Kugel‘

LYELL, Charles

Engl. Naturforscher, 1797-1875. Begründer des *Aktualitätsprinzips in der Geologie. Sein Werk beeinflusste *DARWIN stark.

Metamorphose

Umwandlung der Mineralien von Gesteinen durch Druck- und/oder Temperaturveränderungen (ohne Aufschmelzen), entstehende Gesteine: Metamorphite.
gr. μεταμόρφωσις *metamórfosis* Verwandlung, Umgestaltung aus *morphe* μορφή Gestalt

Sediment

In Schichten abgelagertes Gesteinsmaterial.

Einteilung nach

a. Transportmittel:

- fluviatil (von Flüssen)
- limnisch (in Binnenseen, Lagunen)
- äolisch (durch Wind)
- glazial (durch Gletscher)
- marin (im Meer)

b. Entstehung:

- chemisch (Ausfällung, Eindampfen)
- klastisch (mechanisch zerkleinert)
- organogen (überwiegend anorganische Reste abgestorbener Lebewesen)
- biogen (organische Reste, Sed. s.l.: Kohlengesteine, Bitumen, Harze)

c. Korngröße:

- Psephite (>2 mm)
- Psammite (2 - 0,02 mm)
- Pelite (<0,02 mm)

Durch Diagenese entstehen Sedimentite.

lat. *sedimentum* 'Bodensatz' aus *sedere* 'sich senken, sich setzen'

Tektonik

Lehre von Bau, Entstehung und Gestaltung der Erdkruste.

gr. *tektonikos* τεκτονικός am Bau beschäftigt (*techne* τέχνη Kunst, Handwerk, Wissenschaft)

Quellen

1. SCHUDACK, M., WIESE, F.: Skriptum zur Erdgeschichte; FR Paläontologie, FU Berlin
2. GEYER, GWINNER: Geologie von Baden-Württemberg, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart 1991; ISBN 3 510 651 464
3. SCHÜTZ, J. (Hrsg.): Der Rhein-Neckar-Kreis, Stuttgart: Theiss 1991; ISBN 3-8062-0597-3
4. SEELING, J.: Heidelberg. Wanderungen durch die Erdgeschichte, Frankfurt am Main 2007; ISBN 978-3-938973-06-6
5. EICHLER, H., Heidelberger Erdgeschichte, Geologische Umgebungskarte mit Erläuterungen, Verlag Laurissa, ISBN-Nr. 3-922781-99-3

Abbildungsnachweise

B1: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AEarth-cutaway-schematic-numbered.svg>

übrige Grafiken vom Autor