

Europa in der Erdneuzeit – Egon Lanz

21.11.2022

(für Abbildungen siehe Vortragspräsentation im Mitgliederbereich der Geologie-Zirkel-Homepage: <https://geologie-zirkel-biberach.de/mitgliederbereich/>)

Der Vortrag schildert die letzte Ära der Erdgeschichte, in der die Erde ihre heutige Gestalt annahm. Diese Zeit, früher Tertiär und Quartär genannt, wird heute als „Känozoikum“ bezeichnet. Der alte Begriff Tertiär wurde 2009 durch Paläogen (65-24 Ma) und Neogen (24-2,6 Ma) ersetzt. Der letzte und jetzige Zeitabschnitt ist das Quartär (Pleistozän 2,6 Ma - 12000 Jahre und Holozän 12000 Jahre bis heute).

Welche **geologischen Ereignisse** fanden in dieser Zeit statt?

Die im Mesozoikum begonnene Zerteilung Gondwanas setzte sich fort. Der Nordatlantik riss auf, Australien und Südamerika trennten sich von der Antarktis, der ostafrikanische Graben wurde zum Roten Meer. Es entstanden spektakuläre Kollisionsgebirge: durch die Nordbewegungen Afrikas und Indiens entstanden die Alpidischen Gebirge von den Betiden in Spanien über die Alpen, den Himalaya bis nach Malaysia. Die amerikanischen Kordillern von Alaska bis Feuerland stiegen auf. Am westlichen Rand des Pazifiks erfolgte ständig tektonische und seismische Aktivität. Durch Öffnung der Meeresverbindungen im Süden entstanden die Tasmanien-Passage und Drake-Straße; es entwickelte sich ein zirkumantarktischer Kaltwasserstrom, der die Bildung des antarktischen Eisschildes und die Senkung des Meeresspiegels auslöste. Im Norden entstand die Nordwestpassage. Durch die Anhebung Mittelamerikas kam es zum Ende des Wasseraustauschs zwischen Atlantik und Pazifik und somit zu einer Ablenkung des Golfstroms nach Norden mit höherer Feuchtigkeit im Bereich des Nordatlantiks, verstärkten Schneefällen und Bildung von Eisschilden. Durch die Schließung der Tethys wurde der bis dahin erdumspannende äquatoriale Warmwasser-Ringstrom unterbrochen.

So entwickelte sich die Erde allmählich vom Treibhaus zum Kühlhaus. Durch Temperaturmessungen mit O₂-Isotopen in Kalkschalen von Mikrofossilien lassen sich indirekt die Temperaturen während des gesamten Phanerozoikums (seit 540 Ma) bestimmen. Im Vergleich zu den Werten der Erdgeschichte wurde es seit dem Eozän deutlich kälter, heute ist es relativ kalt. Die höheren Breiten im Norden wie im Süden sind vereist. Je höher die Eiskappen auf Land, je niedriger der Meeresspiegel. Deshalb ist er heute relativ niedrig, ist aber seit 1870 um 25 cm angestiegen.

Nordeuropa

Im frühen Paläogen (65-50 Ma) trennte sich die europäische Platte von der Grönländischen. Es entstand ein Mittelozeanischer Rücken, der heutige Reykanes-Rücken bzw. später Island. Voluminöse Flutbasalte flossen an der Ostküste Grönlands, in Westschottland und Nordirland. An diese Zeit erinnern heute Aufschlüsse wie Fingal's Cave auf der Hebrideninsel Staffa und Giant's Causeway in Nordirland. Die Nordsee nahm eine „schüsselförmige“ Gestalt an. Auf Spitzbergen herrschte Vulkanismus, erst ab dem Quartär kam es zu Vergletscherungen.

Mitteleuropa

Im Paläogen dehnte sich die Nordsee aus. Es entstand eine Meeresverbindung über

Norddeutschland, Polen und Donezbecken zur Tethys. Hier wurden Tone und Sande abgelagert. Im Ostseeraum trieb Bernstein aus skandinavischen Wäldern auf sekundäre Sandlagerstätten, die heute besonders bei Kaliningrad abgebaut werden. Nach Westen entstand eine Verbindung zwischen Nordsee und Atlantik über Teilbecken der Anglogallischen Senke, z. B. durch das Pariser Becken. Durch eine marine Regression kam es dort zur Bildung von Gips, z. B. am Montmartre von Paris. In vermoorten Senken entstanden Braunkohlelagerstätten, z. B. im Lausitzer Revier und Helmstedter Raum. Im Geiseltal bei Halle an der Saale fand man reichhaltige Zeugnisse von Pflanzen und Tieren. Ebenso fanden sich besonders schöne Fossilien in der ehemaligen Ölschiefergrube Messel bei Darmstadt. Sie entstand aus einem eozänen Maarsee und zählt heute zum UNESCO-Welterbe.

Im späten Eozän (40-35 Ma) brach der Oberrheingraben ein. Er ist Teil eines alten europäischen Grabensystems, das von Norwegen bis zum Mittelmeer reicht. Zeitweilig bestand eine marine Verbindung vom Mittelmeer zur Nordsee. An diese Zeit erinnern die bituminösen limnischen und marinen Tone von Pechelbronn im Elsaß. Hier wurde 1735 erstmals in Europa Erdöl, sog. „Erdpech“ gefördert. Auch im Mainzer Becken und in der Hessischen Senke wurden im Oligozän marine Tone und Sande, später Süßwassersedimente abgelagert. In der Niederrheinischen Bucht entstand ein 100 m mächtiger Braunkohlenflöz. In den Schwemmlandgebieten der Leipziger Bucht und Niederlausitz, der Hessischen Senke und des Egergrabens bildeten sich im Neogen weitere Braunkohlenlager.

Seit dem Obereozän (33 Ma) entstand das nördliche Molassebecken. Es wurde aufgefüllt mit dem Abtragungsschutt der sich anhebenden Alpen. Wie am Nordrand der Alpen so entstand auch am Südrand der Alpen ein Molassebecken, im heutigen Po-Gebiet. Es wechselten marine und terrestrische Ablagerungsbedingungen, sodass man unter den Sedimenten Untere Meeresmolasse (UMM), Untere Süßwassermolasse (USM), Obere Meeresmolasse (OMM) und Obere Süßwassermolasse (OSM) unterscheidet. Ein schönes Beispiel der OSM ist der Bussen in unserem Landkreis, durch eine Kalkschicht gegen die Erosion geschützt. Das Hochgeländ nahe Biberach ist ebenfalls ein Bergrücken der OSM, Baltringen dagegen stammt aus der OMM.

Der Einbruch der tektonischen Gräben im Miozän war begleitet von lebhaftem Vulkanismus. Betroffen waren Kaiserstuhl, Hegau, Schwäbische Alb bei Bad Urach, Egergraben, Vogelsberg, Rhön, Westerwald, Siebengebirge und Eifel.

Das Nördlinger Ries und das Steinheimer Becken sind Einschlagkrater aus dem Miozän (15 Ma). Neuere Untersuchungen nehmen zwei getrennte Impakt-Ereignisse an. Nach den Einschlägen bildeten sich in den Kratern Süßwasserseen, heute kostbare paläontologische Archive.

Osteuropa

Hier entstand die osteuropäische Tiefebene. In der Oberkreide zog sich das flache Meer zurück. Die jungen Sedimente der riesigen Fläche – so groß wie das übrige Europa – sind flachgeschichtet, ungefalted und enthalten reichlich Fossilien. Die Erdgas- und Erdölfelder Russlands liegen nicht hier; sie sind hauptsächlich in Westsibirien östlich des Urals.

Eiszeitalter

Nord- und Mitteleuropas heutiges Landschaftsbild ist stark durch das Klima des späten Neogens und Quartärs bestimmt. Erste geschlossene Eiskappen bildeten sich im Bereich des nördlichen Baltischen Schildes in Skandinavien. Die Britischen Inseln hatten eigene Zentren in Schottland und Irland, die sich zu den Hochglazialen mit denen Skandinaviens vereinigten. In der Mindel- und Rißeiszeit stieß das Eis bis zum Nordrand der Mittelgebirge vor, in der Würmeiszeit blieb es weiter nördlich zurück.

Zwischen Nordischem Eis und Alpeis blieb der größte Teil Mitteleuropas eisfrei. Ausnahmen bildeten einige Mittelgebirgslagen, z. B. Schwarzwald, Zentralmassiv, Karpaten. Die baumlose Tundra der Kaltzeiten wurde häufig mit Löss bedeckt. Vor dem Skandinavischen Eisrand entstand ein großer baltischer Eisstausee, aus dem sich die Ostsee entwickelte. Durch das Abschmelzen des 2000-4000 m hohen Eisschildes kam es zu einem isostatischen Anstieg Skandinaviens um etwa 120 m. Das Ende der letzten Eiszeit wird vor etwa 12000 Jahren angesetzt. Im folgenden Holozän verlandeten die Moore; die letzten Vulkane Mitteleuropas im Egergraben und in der Eifel erloschen um etwa 9000; der Mensch besiedelte Europa und wurde sesshaft.

Die Alpen

(Die Ausführungen dieses Abschnitts sind dem Buch „Wie Berge entstehen und vergehen“ von Jürg Meyer entnommen). Die bedeutendste Veränderung Europas im Känozoikum ist die Alpidische Gebirgsbildung, verursacht durch die nordwärts gerichteten Schübe Afrikas.

Was geschah im Alpenbereich?

Zwischen der Europäischen und Afrikanischen Platte öffnete sich im Mesozoikum die alpine Tethys mit der Adriatisch-Apulischen Mikroplatte in ihrer Mitte. Die Alpine Tethys bestand aus verschiedenen Becken, dem Penninischen Becken im Osten, dem Nord- und Südpenninischen Becken im Westen (Wallis- und Piemont-Ozean). Letztere waren durch das Briançonnais, den Fortsatz Iberias, getrennt. In der Kreidezeit begann die Ozeankruste des Penninischen Beckens unter den Adriatischen-Subkontinent abzutauchen; es folgten während des gesamten Paläogens Briançonnais und Nordpenninischer Ozean.

Die übliche Vorstellung der Subduktion ist, dass das Aufströmen des heißen, weniger dichten Magmas der eigentliche Antrieb der konvektiven Plattenbewegung ist. Inzwischen wurden die Vorstellungen verfeinert: die seitlich von dem Mittelozeanischen Rücken (MOR) abdriftenden Ozeanplatten kühlen ab, nehmen an Dichte zu, sinken aufgrund der Schwerkraft ab. Sie erhalten einen „Rückenschub (Ridge push)“. Am Tiefseegraben taucht die Platte in den Erdmantel ab, nachdem dort die basaltischen Gesteine zu dichteren, somit schwereren hochdruck-metamorphen Eklogiten umgewandelt wurden („Plattenzug, slab pull“). Das wird als Hauptantrieb der Plattenbewegungen angesehen! Da die Platten beidseits des MOR abtauchen, wird der MOR auseinander gezogen, was dem heißen Mantelmaterial den Auftrieb erleichtert. „Plattenzug statt Plattenschub, ziehen statt stoßen“ (Meyer).

Außerdem wird der Abtauchwinkel immer steiler, weil das zunehmende Gewicht der absinkenden Platte immer stärker nach unten zieht. Der Tiefseegraben verschiebt sich ozeanwärts („Plattenzurückrollen, Slab roll back“). Dadurch wird die ganze über der Subduktion liegende Platte „angesaugt“ („Rinnensog, Trench suction“). Dort entstehen Dehnungskräfte, was das Aufsteigen von Magma in Vulkanen erleichtert.

Diese Vorstellungen, im Ostpazifik und in den Anden gewonnen, wurden auf die Alpen übertragen – ein Paradigmenwechsel war die Folge. Bisher stand die Kollision Afrikas mit Europa im Vordergrund, jetzt werden auch vertikale Kräfte für die Alpenbildung herangezogen:

Das dramatischste Ereignis der Alpenbildung ist der Plattenabriss der abtauchenden Platte. Er erfolgte aufgrund von Zerrspannungen der relativ steifen europäischen Platte. Anschließend „schnellte“ der vom Gewicht und Zug befreite Stummel der Platte mit geologischer Geschwindigkeit nach oben, wobei Archimedischer Auftrieb beteiligt war. Dieser Aufstieg der Alpen zu einem Hochgebirge erfolgte vor etwa 35-30 Ma. Danach drangen granitische Schmelzen in die Knautschzone an der periadriatischen Bruchzone ein und stiegen hoch; heute sind sie die Alpen

Granite, z. B. vom Bergell oder Adamello.

Seither stiegen die Alpen empor. Hebung, Kollision, Deckenüberschiebung, Kompression und Abtragung führten zur groben Struktur der Alpen. Die Gletscher der Eiszeiten gaben dann „den letzten Schliff“.

„Die Alpenfaltung gibt es nicht“ (Jürg Meyer)

Das zentrale Element der Alpen sind die Decken – Gesteinspakete, wenige 10 m bis wenige km mächtig mit einer Überschiebungsweite von bis zu 100 km. Spektakulär ist die Glarner Hauptüberschiebung, die weltweit am klarsten erkennbare Deckenüberschiebung. Deshalb gehört sie auch zum UNESCO-Welterbe. Die landläufige Vorstellung vom Tischtuchmodell der Alpenbildung ist nicht zutreffend. Wohl gibt es Falten, im Vordergrund stehen aber die Decken.

Ein typisches Faltengebirge ist der alpennahe Schweizer bzw. Französische Jura. Seine Sedimentgebirge aus Trias bis Kreide wurden gestaucht, gefaltet und nach Nordwesten verschoben. Die Alpenbildung ist nicht abgeschlossen. Die Hebungs- und Erosionsraten sind maximal 2 mm/Jahr. Oberschwaben hebt sich um 0,5 mm/Jahr und wird um denselben Betrag erodiert.

Alpenbeben

„Die Alpen gehören nicht zu den erdbebenmäßig aufregenden bzw. gefährlichen Gebieten der Welt“ (Jürg Meyer).

Molasse

Die Untere Meeresmolasse ist nur im Süden, die drei anderen mehr im Norden. Die Obere Meeresmolasse ist maximal 300 m mächtig, die Obere Süßwassermolasse bis zu 4000 m. Die beiden Meeresmolassen wurden während rund 5 Ma abgelagert, die beiden Süßwassermolassen in jeweils etwa 10 Ma.

Der westliche Mittelmeerraum

Im Verlauf des Eozäns erlebte die Auffaltung der Pyrenäen ihren Höhepunkt. Nördlich entstand das Aquitanische Vorlandbecken, südlich das Ebro-Becken mit mächtigen Flyschfolgen.

Im Südwesten entwickelte sich durch Zusammenschub von Schelfblöcken das Rif- und Tellgebirge in Nordafrika sowie die Betischen Kordilleren in Spanien.

Die Balearen sowie Sardinien und Korsika spalteten sich vom Ostrand Iberias ab. Durch ihre Rotation gegen den Uhrzeigersinn entstand das Ligurisch-Algerische Becken. Eine gleichsinnige Wanderung machte der Apennin.

Bei Gibraltar wurde vor etwa 5 Ma die Verbindung zwischen Atlantik und Mittelmeer unterbrochen. Während des „Messinischen Ereignisses“ bildeten sich im Verlauf einer halben Ma bis zu 2000 m mächtige Salzfolgen. Mit Beginn des Pliozäns öffnete sich die Straße von Gibraltar wieder.

Im kalabrischen Bogen verbanden sich Karbonatdecken und Flyschtröge des Apennins mit dem Maghreb-Faltengürtel Tunesiens und Algeriens, z. B. in der Campanischen Vulkanprovinz mit Vesuv, der Liparischen Inselgruppe mit Stromboli und Vulcano und Sizilien mit Ätna.

Der östliche Mittelmeerraum

Im Paläogen erlebten die Faltenzüge der Dinariden ihre Haupteinengung.

Während der Kreidezeit bestanden im östlichen Mittelmeerraum mehrere Terrane, getrennt durch kleinere Ozeanbecken. Von Jura bis Eozän kollidierten die Terrane mit Europa und formten das alpenähnliche Hochgebirge, die Helleniden. Die 3. und 4. Phase ereignete sich im Känozoikum. Im Paläogen wurde der Pindos Ozean subduziert, im Eozän kollidierte Apulia mit Europa. Ab dem

Miozän subduzierte die Afrikanische Platte unter Apulia – bis heute. Wie bei der Alpenbildung kam es zu einer Versteilung des Abtauchwinkels dieser Platte und somit zu einer Rückverlagerung der Subduktionszone, einem „Subduktions-Rollback“. Dadurch entstanden zwei Inselbögen, ein miozäner inaktiver im Norden und ein rezenter aktiver im Süden. Der zugehörige Tiefseegraben liegt südlich von Kreta. Die Afrikanische Platte taucht 5 cm/Jahr ab. Hier ist eine der gefährlichsten Erdbebenzonen Europas. Auf dem Vulkanbogen liegt die Vulkaninsel Santorin mit einer riesigen Caldera, deren Vulkanausbruch 1640 v. Chr. die Minoische Kultur zerstörte.

Im kälteren Quartär wurden die subtropischen Wälder allmählich durch Nadel- und Laubwälder ersetzt. Der junge Vulkanismus war in den kalabrischen, hellenischen und zyprischen Bögen aktiv.

Der Vortrag erklärte den letzten Abschnitt der Erdgeschichte. Er zeigte die Entstehung mancher Landschaft in Europa auf, lässt uns neugierig nachlesen und wissenden Auges reisen.