

Kapitel 3 – Plattentektonik

PT= Plattentektonik

1) Woran erkennt man, dass es PT auf der Erde geben muss? Was sind Belege dafür?

- Teile aller Kontinente passen wie große Puzzleteile ineinander (damals gab es den Großkontinent Pangäa, aus denen die heutigen Kontinente entstanden sind)
- Verbreitung geologischer Einheiten legen die Vermutung nahe, dass früher alle Kontinente im Superkontinent Pangäa vereint waren.
- Vulkanismus, Erdbeben, Gebirgsentstehung, Meeresbodenstrukturen, Riftstrukturen, Faltung, Bruchtektonik legen eine dynamischen Plattenbewegung mit ihren Folgen für das Relief nahe
- Paläontologie: Gleiche Arten auf jetzt weit auseinander liegenden Kontinenten (z. B. Mesosaurus: Südamerika & Südafrika)
- Marine Bathymetrie (Vermessung topographischer Strukturen auf dem Meeresboden): rel. junge ozeanische Kruste (es muss einen Prozess des Recyclings geben)
- Magnetostratigraphie
- Erdbeben überwiegend entlang von aktiven Plattengrenzen
- heutige PT bestimmbar durch GPS, magnetische Daten, Geologie

2) Wer war Begründer der Theorie der Plattentektonik und wie lange dauerte es, bis die Theorie der Plattentektonik von der Wissenschaft anerkannt wurde?

Alfred Wegener; es dauerte 50 Jahre. Es ist gutes Beispiel, wie neue Sichtweisen oder Erklärungen, die gegen den wissenschaftlichen Mainstream arbeiten, erhebliche Schwierigkeiten haben, ehe sie anerkannt werden.

- 1912 führt Wegener den Begriff der Kontinentalverschiebung ein

3) Was ist PT?

- beschreibt Bewegungen der Platten und die zwischen ihnen wirkenden Kräfte. Sie erklärt auch viele geologische Strukturen (siehe Aufg.1)

4) Wann existierten die 3 Großkontinente Rodinia, Gondwana und Pangäa? Aus welchem Großkontinent entstand durch PT unsere jetzige Meer-Kontinentverteilung?

- Rodinia: jüngeres Proterozoikum, Entstehung vor 1,1 Milliarden Jahren und brach vor 750 Millionen Jahren auseinander

- Gondwana: mittleres Ordovizium (458 Ma) bis älteres Devon (390 Ma)

- Pangäa: ältere Trias, Bildung über Gondwana vor 237 Ma abgeschlossen. Pangäa enthielt als eine Landmasse: Sibirien, Europa, Nord-Südamerika, Australien, Antarktis und Afrika und Nordchina. Südchina lag innerhalb der Tethys, einem großen Meer als Vorläufer des heutigen Mittelmeeres. Aus Pangäa entstand die jetzige Gestalt der Erdoberfläche.

5) Nennen Sie wichtige Phasen während des Auseinanderbrechens von Pangäa!

- begann vor 150 Millionen Jahren

- Atlantischer Ozean teilweise geöffnet
- Die Tethys war bereits eingeengt
- Indien, Antarktis und Australien lösten sich von Afrika
- Nordkontinent Laurasia weitestgehend vom Südkontinent Gondwana (zusammen Pangäa) getrennt

- vor 66 Ma Öffnung des Südatlantiks

- Indien bewegt sich nach Norden in Richtung Asien
- Tethys bildete Binnenmeer – Vorgänger des Mittelmeeres

65 Ma bis heute:

- Australien löste sich von der Antarktis
- Indien kollidiert mit Asien, bewegt sich aber immer noch nordwärts (Gebirgsbildung nicht abgeschlossen)

6) Welches Reptil beweist, dass Südamerika und Afrika eine Landmasse waren?

Mesosaurus: Fossilien fand man nur in S-Amerika und in S-Afrika

7) Welchen Vorteil hatte die PT für Evolution von Wirbeltieren und Landpflanzen?

Evolution bis Pangäa auffallend ähnlich, erst später liefen die Organismengruppen weiter auseinander, so dass

das Leben durch das Auseinanderbrechen von Pangäa, und die sich damit ändernden Klima- und Umweltbedingungen sowie räumliche Trennungen der Arten, vielschichtiger werden konnte.

8) Was ist Seefloor-Spreading?

- das Auseinanderdriften des Ozeanbodens durch Konvektionsbewegungen im Erdmantel. Dabei kommt es zum Vulkanismus (Mittelatlantischer Rücken, Island). Dadurch entsteht neue ozeanische Kruste. Auch tektonisch aktive Riftstrukturen sind an sich neu bildender ozeanischer Kruste häufig. Neue ozeanische Kruste bewegt sich seitlich vom Zentralgraben (vom Seefloor-Spreading) weg. Einer dieser Riftstrukturen ist der Mittelatlantische Rücken, welcher auf Island durch Vulkanaktivität über Wasser sichtbar wird. Durch S. weitet sich der Atlantik und somit entfernt sich Amerika zusehends von Europa mit ca. **1,8-2,4 cm / Jahr**. Weil die Erde nicht wachsen kann, kommt es an anderen Stellen zur Subduktion: Dort wird ozeanische Kruste unter eine kontinentale Kruste geschoben und taucht dabei in den Mantel ab.

9) Was ist der Zirkumpazifische Feuerring?

- Zone um den Pazifik mit hoher Vulkanaktivität und hoher Erdbebenfrequenz als Ergebnis der PT.

10) Wie viele Lithosphärenplatten gibt es?

13

11) Was sind Mikroplatten? Nennen Sie ein Bsp.!

Kleine Lithosphärenplatten, die zwischen größeren eingeklemmt sind: Bsp.: Juan de Fuca-Platte. Sie ist zw. der Amerikanischen und der Pazifischen Platte eingeklemmt. Ferner z.B. auch Cocos-Platte, Karibische Platte

12) Was sind typische Bewegungsgeschwindigkeiten von Platten?

- 6 bis 150 mm / Jahr

- Afrika schiebt sich mit 6 bis 9 mm / Jahr gegen die Eurasische Platte

- Die Indische Platte schiebt sich mit 48 bis 54 mm / Jahr gegen die Eurasische Platte und formt noch heute das Himalaya.

13) Was charakterisiert eine Platte?

- Einheiten von Gesteinen, die sich in die gleiche Richtung bewegen

- Können aus ozeanischer, kontinentaler oder beiden Krustenarten bestehen

14) Welche Plattenarten gibt es hinsichtlich ihrer Bewegungen zueinander?

- Divergierende, konstruktive P: P bewegen sich voneinander weg, neue Lithosphäre entsteht. Sie entstehen i.d.R. innerhalb von Kontinenten und wachsen dann zu Ozeanen aus. Nachdem die neue Riftstruktur auf dem (noch) Kontinent (z. Bsp. Ostafrikanischer Grabenbruch), mit Wasser gefüllt wird, spricht man von einem neuen Mittelozeanischen Rücken. Das geschieht schon heute im Roten Meer, wo die Afrikanische und die Arabischen Platte mit 0,8 cm im Norden des Roten Meeres und 1,6 cm im Süden divergieren.

- Konvergierende, destruktive P: P bewegen sich aufeinander zu. Die schwerere, ozeanische Platte, taucht unter die leichte kontinentale Kruste in den Mantel ab und wird aufgeschmolzen. Es kommt zu Vulkanismus, Gebirgsbildung, Tiefseegraben, Inselketten (bei Kollision von ozeanischer und ozeanischer Platte) und besonders tiefen Erdbebenherden.

- Transformierende, konservative P: P gleiten horizontal aneinander vorbei (-> San Andreas Störung: Pazifische Platte gleitet an der Amerikanischen Platte vorbei); hier gibt es zwar Erdbeben aber keinen Vulkanismus

15) Welche 3 Typen von konvergierenden Plattengrenzen gibt es?

Ozean-Kontinent (Anden, Südamerika, Atacama-Tiefseerinne)

Ozean-Ozean (Marianengraben, pazifische mit philippinische Platte)

Kontinent-Kontinent (Himalaya, Hochland von Tibet: Kollision indisch- australische Platte mit eurasischer Platte)

16) Welche geologischen Formen entstehen bei divergierenden PG, konvergierenden PG und an Transformstörungen im Meer und auf dem Kontinent?

Divergierend-Meer:

- Neue ozeanische Kruste entsteht, untermeerische Gebirgskette (Mittelatlantische Rücken), Vulkanismus und Erdbeben

Divergierend-Kontinent:

- parallel verlaufende Grabensenken - > Rift Valleys (ostafrikanischer Grabenbruch, Vulkanismus, Erdbeben)

Konvergenz Ozeanischer Platten:

- Tiefseerinne (Marianengraben) und einem aus Vulkanen entstehenden Inselbogen (Marianen)

Konvergenz ozeanischer und kontinentaler Platte

- Subduktion der ozeanischen Platte, am Rand der kontinentalen P kommt es zu Vulkanismus -> Vulkangürtel, Gebirge (Bsp. Anden), zudem entsteht ein Tiefseegraben an der Subduktion. Die leichtere kontinentale Platte erfährt eine Verdickung und Faltung.

Konvergenz kontinentaler Platten

- Faltung und Überschiebungen, Krustenverdickung, Gebirgsbildung (Bsp. Himalaja), Hochländer (Hochland von Tibet). Es kommt nicht zur Subduktion, da beide Platten aufgrund ihrer geringen Dichte von $2,8 \text{ g / m}^3$ einen zu großen Auftrieb haben.

Transformstörungen auf Kontinenten und im Meer:

- Erdbeben, kein Vulkanismus (Bsp. San-Andreas-Störung in Kalifornien)

- Man geht daher bald von einem starken Erdbeben im Großraum Kalifornien aus

- Hat eine Transformstörung einen Knick, kann es zu Grabenstrukturen im „Lee“ und zu Gebirgsbildung im „Luv“ kommen

- Ein Beispiel für eine marine Transformstörung ist auch der Mittelatlantische Rücken in Höhe nördlichen Südamerika – > Westafrika mit 36 mm / Jahr .

17) Warum wird die ozeanische Kruste unter die kontinentale Kruste subduziert? Nennen Sie auch die unterschiedlichen Dichten von 1. ozeanischer, 2. kontinentaler Platte und der 3. Asthenosphäre!

- wegen der Dichteunterschiede:

1. $3,2 \text{ g / m}^3$

2. $2,8 \text{ g / m}^3$

3. $3,3 \text{ g / m}^3$

18) Wie alt ist die ozeanische und kontinentale Kruste im Schnitt? Warum gibt es so große Unterschiede?

- Ozeanisch: 200 Millionen Jahre -> sehr jung, da sie oft subduziert wird

- Kontinental: bis 4 Milliarden Jahre -> Werden nicht subduziert, oft sind die inneren Bereiche der Kontinente die ältesten Bereiche der Erde

19) Welche Messverfahren gibt es, um Plattengeschwindigkeiten zu rekonstruieren?

- Magnetostratigraphie

- GPS

- Tiefseebohrungen

20) Was ist Magnetostratigraphie?

Während des 2. Weltkriegs bemerkte man deutliche Unterschiede des magnetischen Feldes auf dem Meeresboden. Mit einem Schiff überfährt man heute den Meeresboden und misst das aktuelle, lokale Magnetfeld. Dabei misst man magnetische Anomalien, die durch magnetisierte Gesteine im Meeresboden hervorgerufen werden. Sie können das aktuelle Magnetfeld verstärken oder abschwächen, je nachdem ob es zu einer positiven oder negativen Überlagerung zum aktuellen Magnetfeld kommt. Verantwortlich für die Magnetisierung sind eisenreiche Schmelzen, die abkühlen. Dabei kommt es zu einer geringen Magnetisierung eisenhaltiger Minerale in Richtung des aktuellen Magnetfeldes. Kühlt die Schmelze weiter ab, wird die Einregelung der Minerale in Richtung des Magnetfeldes „eingefroren“ - > **thermoremanenter Magnetismus**.

Durch häufige Inversionen des Magnetfeldes in der Erdgeschichte, gibt es jenseits divergierender PG eine streifenförmige, parallele Anordnung von Gesteinen, die in eine bestimmte magnetische Richtung eingeregelt sind. Da die Magnetinversionen bekannt sind, kann man Rückschlüsse auf die Geschwindigkeit der divergierenden ozeanischen Krusten erlangen.

Da man jedoch nicht den Ozeanboden derart aufbohren kann, reichen die Anomalien des aktuellen Magnetfeldes, um auf die Einregelung und das Paläomagnetfeld schließen zu können.

21) Was ist die Curie-Temperatur?

Die Temperatur, bei deren Erreichen die ferromagnetischen bzw. ferroelektrischen Eigenschaften einer Probe vollständig verschwunden sind, so dass sie oberhalb nur noch paramagnetisch ist. Diese T. beträgt bei Eisen 768°C .

22) Was sind magnetische 1. Chronen und 2. Subchronen?

1. Längere Zeiträume mit gleicher Ausrichtung des Erdmagnetfeldes 500.000 Jahre

2. Kurze Zeiträume: Eingebettet in die Chronen, 200.000 Jahre

23) Wie heißt das aktuelle Erdmagnetfeldchronen? Und wie lauten die 3 letzten?

- Brunhes-Chron (normal, aktuell)

- Matuyama (invers)

- Gauss (normal)
- Gilbert (invers)

24) Was ist die relative P-Geschwindigkeit?

Geschw., mit der sich eine Platte relativ zu einer anderen bewegt.

25) Was versteht man unter Slap Pull?

Aktiven Plattenzug einer subduzierten Platte; aktive Kraft auf die Lithosphärenplatte; Platte ist also aktiv im Subduktionsprozess beteiligt und nicht nur passiv durch Mantelkonvektionen. Zudem bewirkt ein Absinken in größere Tiefen eine Dichteerhöhung (aus Basalt der ozeanischen Kruste wird z. Bsp. Eklogit), was den Absinkprozess nochmals verstärkt. Simultan kommt es auf der anderen Seite der Platte zu einem Sog aus dem Erdmantel, ausgelöst durch das Massendefizit an der Erdoberfläche. So kann man die PT auch als gigantische Konvektion betrachten.

26) Was sind die Antriebsmechanismen der PT?

- Voraussetzung: Flüssiger Erdmantel mit Konvektionsströmen
- Reibung an der Basis der Lithosphäre überträgt Energie der Asthenosphäre zur Lithosphäre
- Unterschiedliche Dichten: Ozeanische Kruste schwerer als kontinentale Kruste, bei Subduktion wird sie gravitativ nach unten gezogen (**Slap Pull**), während gleichzeitig die Divergenz an einer anderen Stelle begünstigt wird → Lithosphäre ist also **aktiv** im Bewegungsprozess

27) Wie kann man die PT noch kurz und treffend beschreiben?

- Riesiger Konvektionsstrom

28) Wie oft wäre die Asthenosphäre ohne Reibung an der Lithosphäre umgewälzt worden?

4-6 Mal

29) Was sind Isochronen?

Linien gleichen Alters, z. Bsp. Gesteinsalters

30) Wie schnell bewegt sich die Konvektion im plastischen Mantel?

- einige zehntel mm / a

31) Welche Konsequenzen hat die PT im Bezug zur regionalen und globalen Betrachtungsweise?

- Hinwendung zu globalen und Abwendung der regionalen Betrachtungsweise im Bezug auf Evolution, Klima, Ozeane und Wirtschaft (Wirtschaft durch unterschiedlich verteilte Ressourcen wie Erze, Kohlenwasserstofflagerstätten,...)

32) Wie tief tauchen ozeanische Platten in den Erdmantel ein?

- 1. Hypothese: Bis zur Grenze oberer-unterer Mantel in 700 km, da man in tieferen Bereichen keine subduktionsbedingten Erdbeben fand.

- 2. Hypothese: Bis zur Erdkern-Erdmantelgrenze, da man dort Ex-Lithosphärogestein fand

Überlegung: Es herrscht ein einschichtiges Konvektionssystem, was von oberem Mantel durch den unteren Mantel bis zur Kern-Mantelgrenze reicht.

33) Wie kann man die subduzierte kalte Lithosphäre im Mantel sichtbar machen?

- seismische Tomographie
- dient zur Bestimmung von Geschwindigkeitsanomalien der seismischen Wellenausbreitung im Erdinneren → lässt Rückschlüsse auf Dichte und Temperatur zu

34) Was sind Hot Spots?

Eng begrenztes aufsteigendes Material aus dem Erdinneren (Mantel), welches an der Oberfläche die Gesteinshülle aufschmelzen und zu Vulkanismus und Inselbildung führen kann z.B. Hawaii.

- Sind meist lange Zeit stationär, während die Platten darüber hinweg gleiten.
- ca. 50 bis 100 km im Durchmesser
- schiebt sich eine Platte über einen Hot Spot, entstehen Inselketten (Hawaii)