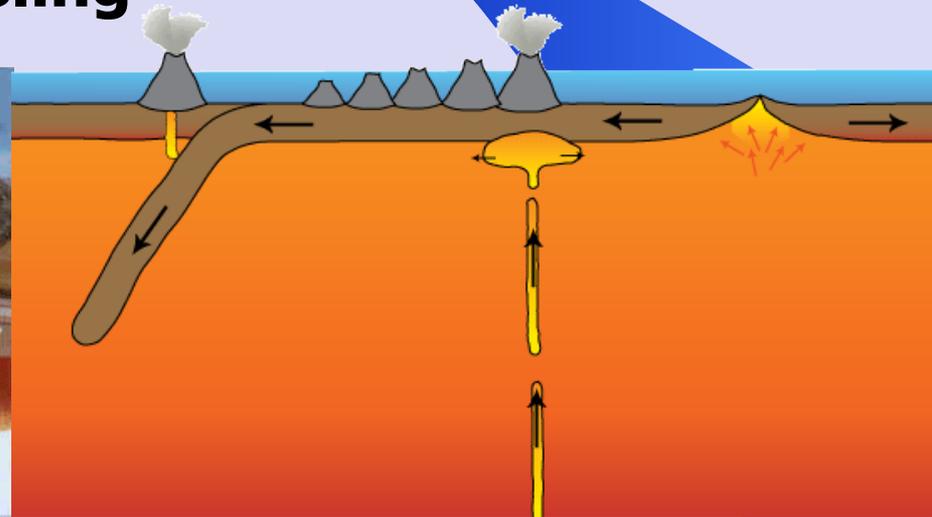
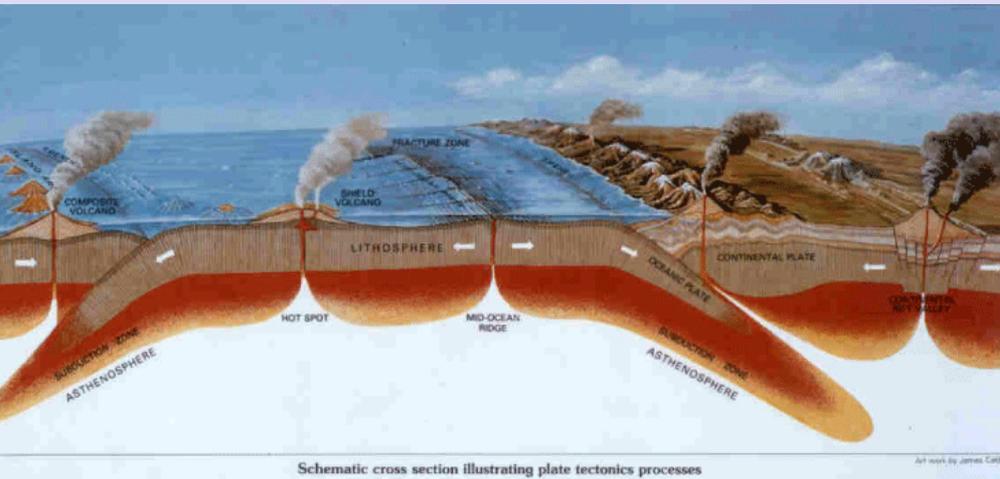


Plate Tectonics – Tectonics of lithosphere plates

E. Kissling



Lehrveranstaltung: **Tektonik**
Proffs. J.-P. Burg & E. Kissling

Wegener's continental drift



When reassembled,

- matching rock units
- matching fossil record (+glaciation record)

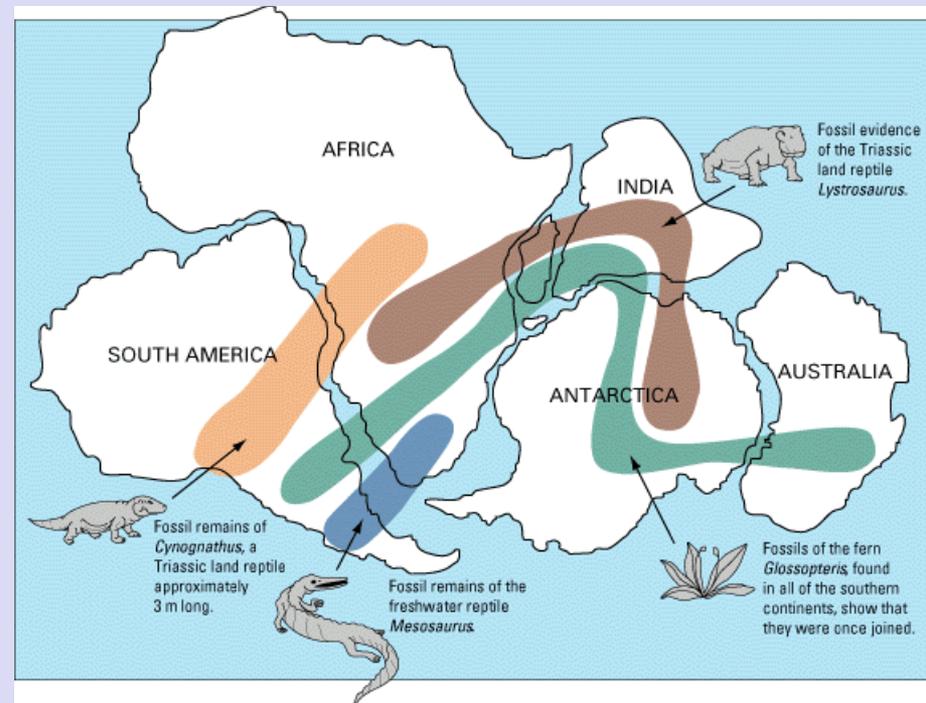
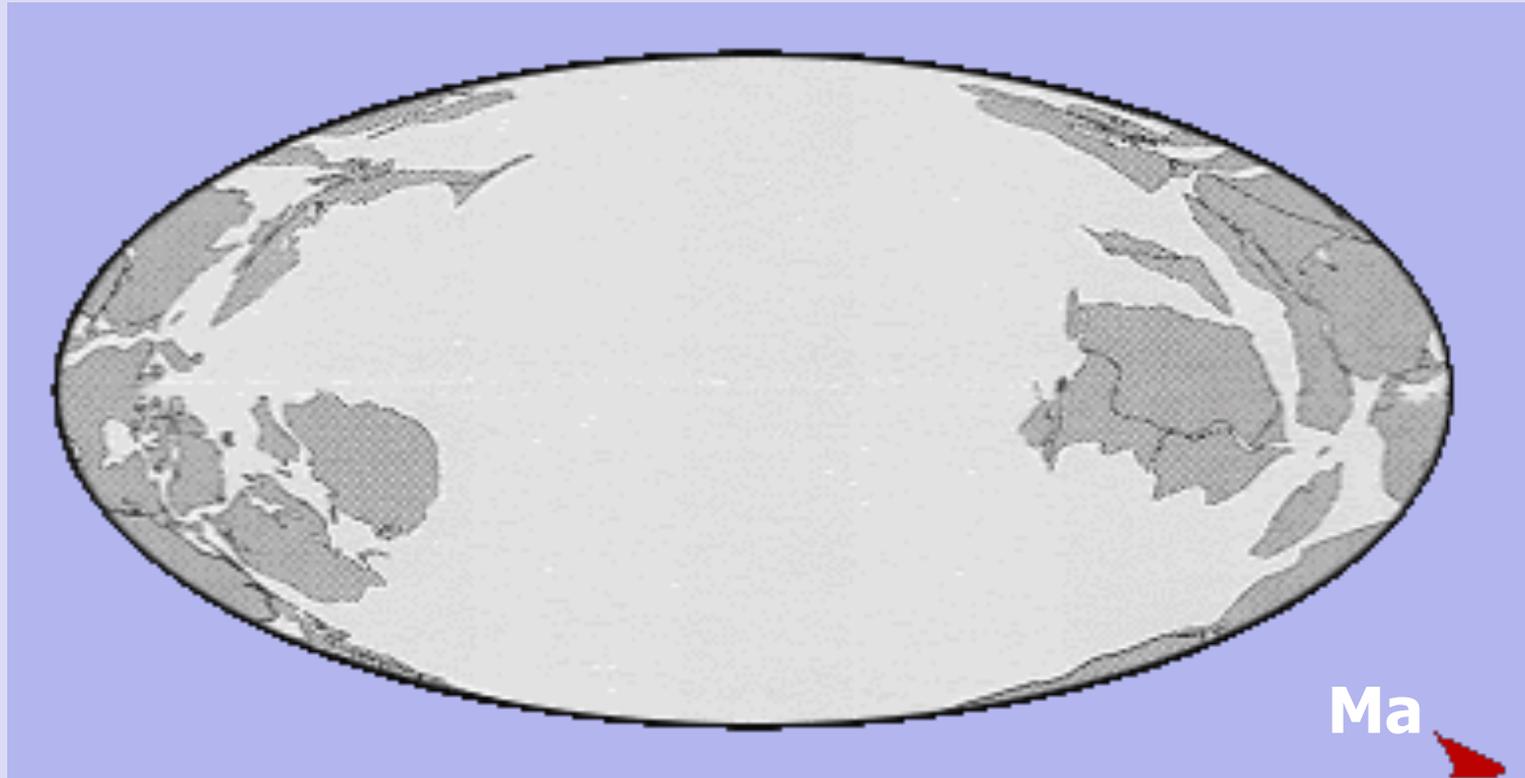


Plate movement reconstruction

based on paleomagnetic data



Von Kontinentaldrift zur Plattentektonik

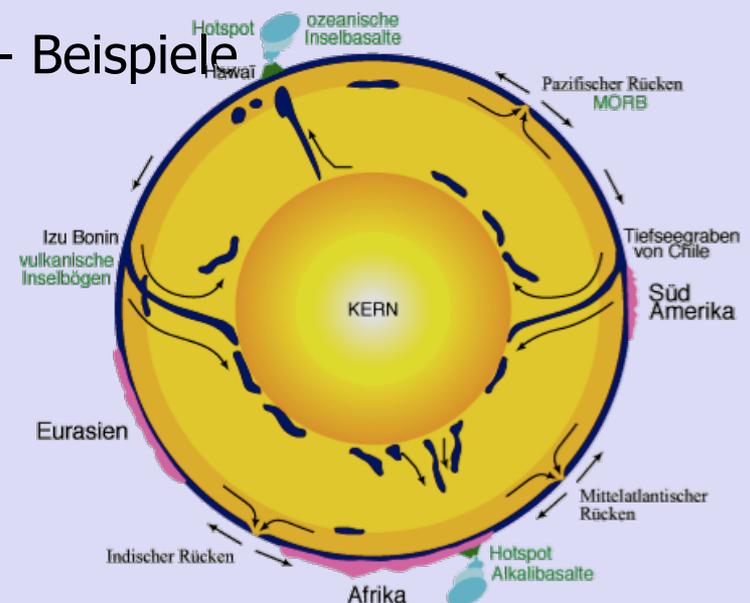
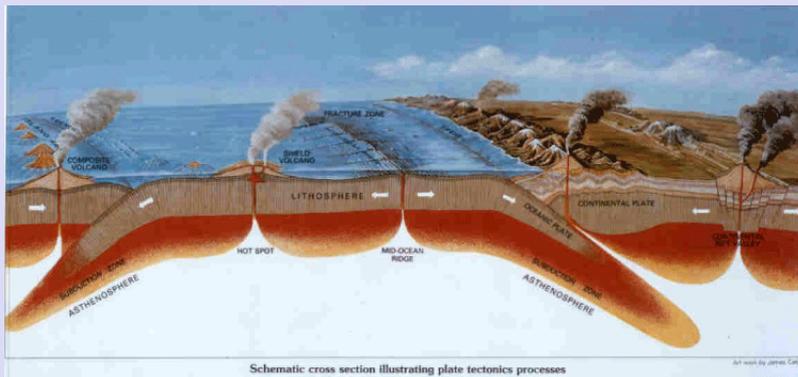
→ Lithosphäre statt Kruste !

- * Die Lithosphäre ist in einige grosse und kleine Platten zerbrochen. Es gibt die ozeanische und kontinentale Lithosphäre, welche sich in Chemismus und Alter stark unterscheiden.
- * Die Lithosphärenplatten bewegen sich.
- * Es gibt drei Arten von Plattengrenzen:
 - konstruktive
 - destruktive und
 - konservative
- * An diesen Plattenrändern finden die primären tektonischen Veränderungen der Lithosphäre statt.

→ **Kräfte !** **Antrieb der Plattentektonik? Wann greifen welche Kräfte wo und wie an der Lithosphäre an?**

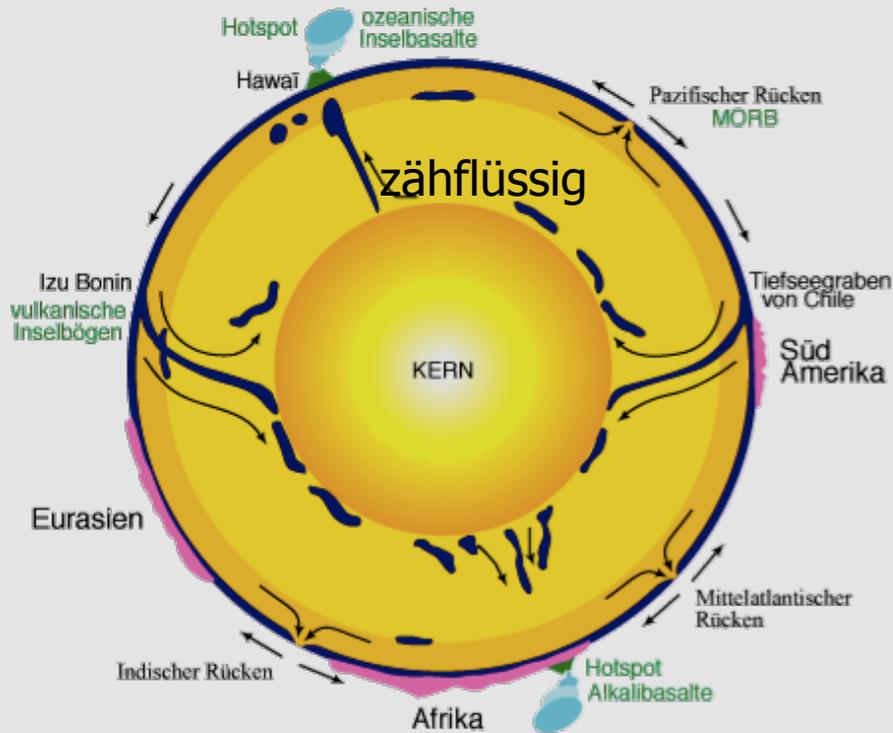
Inhalt: Plattentektonische Strukturen und Kräfte

- Aufbau und Zustand der Erde (Erde ist eine Wärmemaschine!)
- Lithosphäre als Mehrschichtenfestkörper
- Zyklus der ozeanischen Lithosphäre
- Antriebsmechanismus der Plattentektonik
- Plattenränder und Kräfte an Lithosphärenplatten
- Wilson-Zyklus und kontinentale Gebirgsbildung
- Kinematik der Lithosphärenplatten - Beispiele

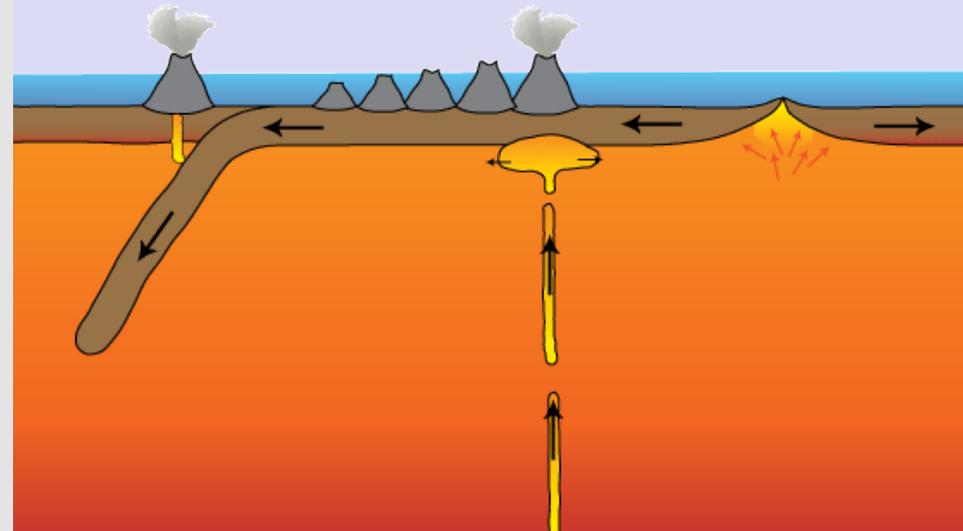


Kapitel 1

Aufbau und Zustand der Erde ⁽¹⁾



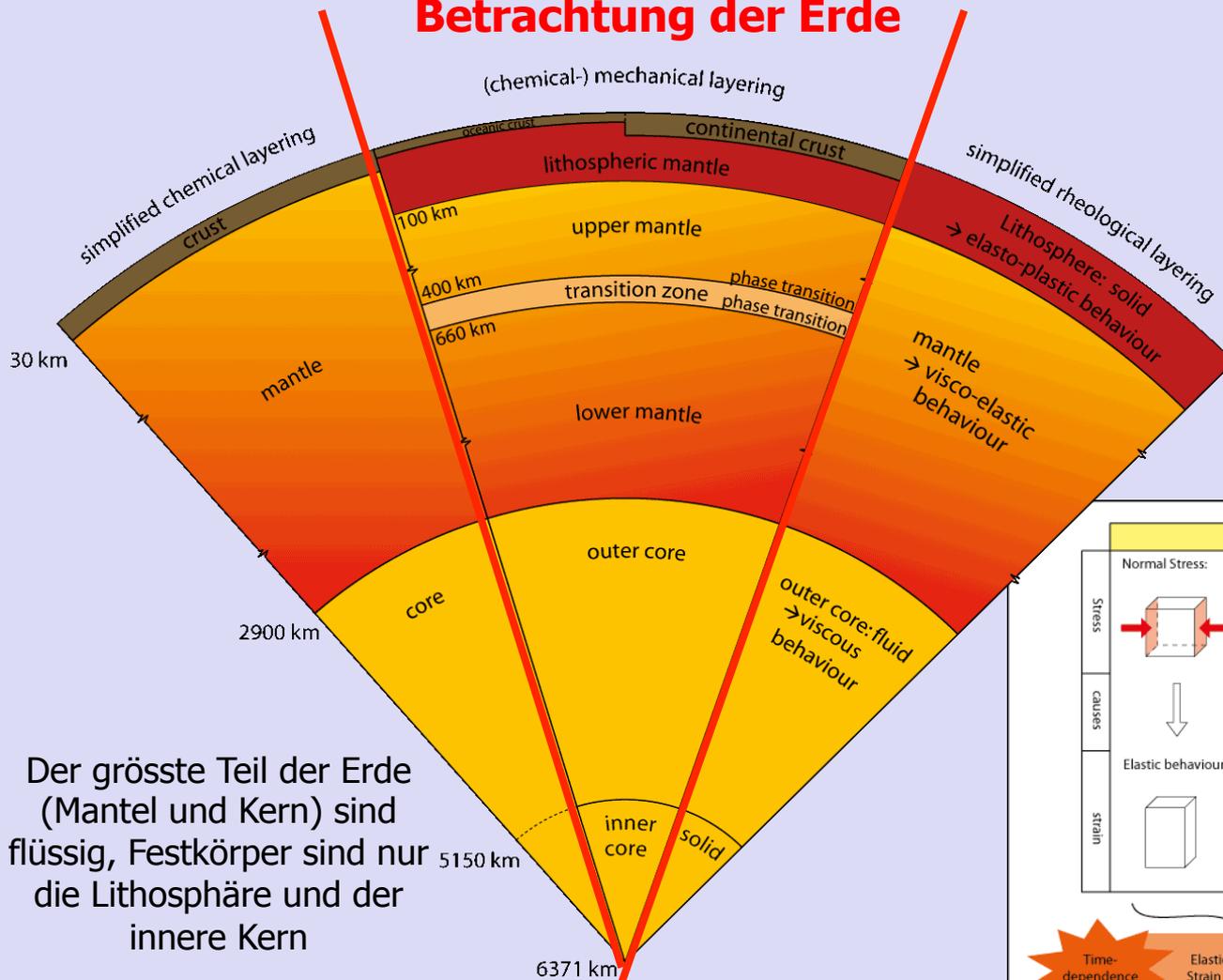
Ziel:
Verständnis, warum es Plattentektonik
und Mantelkonvektion gibt



Lithosphäre – Mantel – Kern, Temperaturverteilung, abkühlende Erde
als Wärmemaschine (thermische Grenzschicht und Konvektion)

Aufbau und Zustand der Erde (2)

Moderne, plattentektonische Betrachtung der Erde

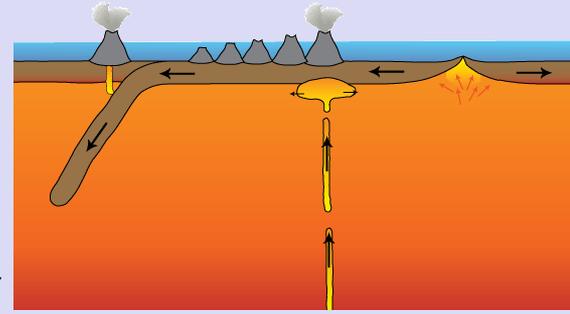
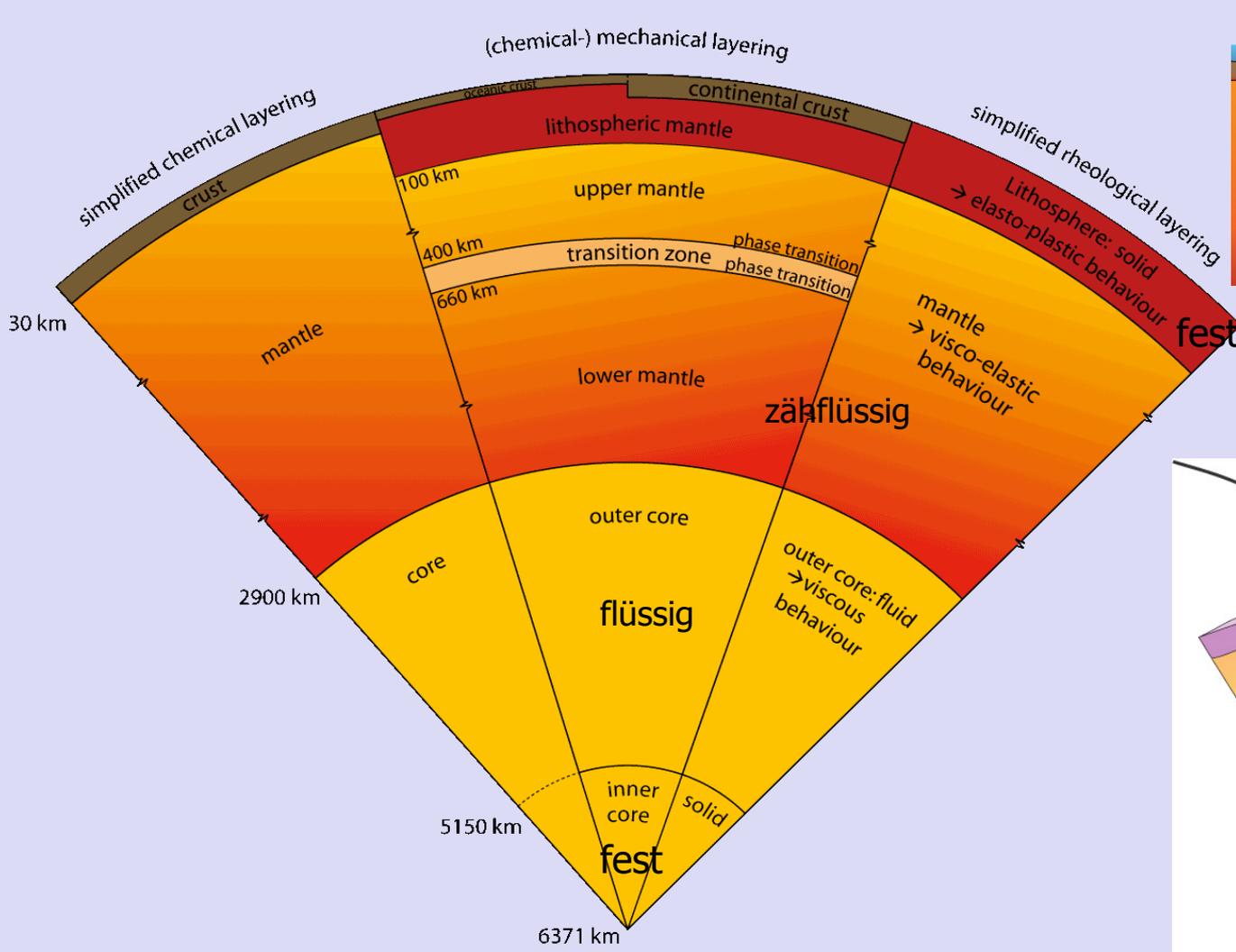


Der grösste Teil der Erde (Mantel und Kern) sind flüssig, Festkörper sind nur die Lithosphäre und der innere Kern

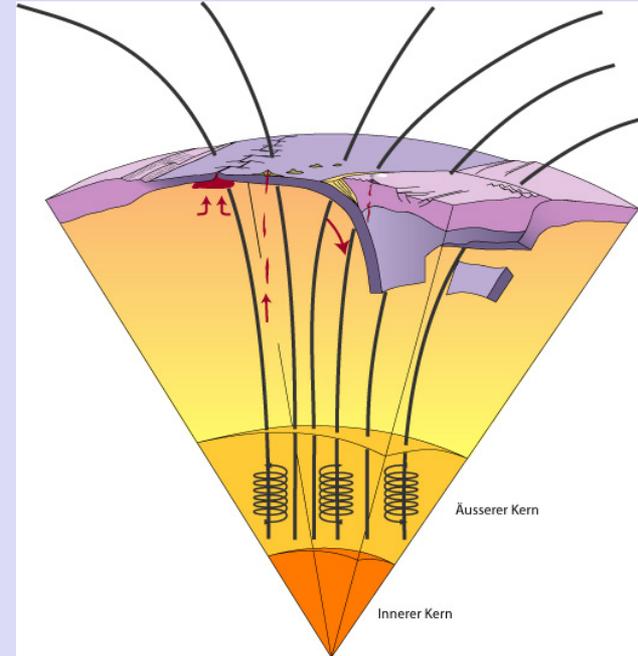
Rheologie

	Solid body				Fluid
Stress	Normal Stress:	Shear Stress:	Shear Stress:	Shear Stress:	Water flows in a river
causes	↓	↓	↓	↓	↓
	Elastic behaviour	Elastic behaviour	Brittle behaviour	Ductile behaviour	Viscous behaviour
Strain					
Time-dependence	Elastic Rheology: Strain is reversible		Plastic Rheology: Strain is permanent		

Aufbau und Zustand der Erde (3)

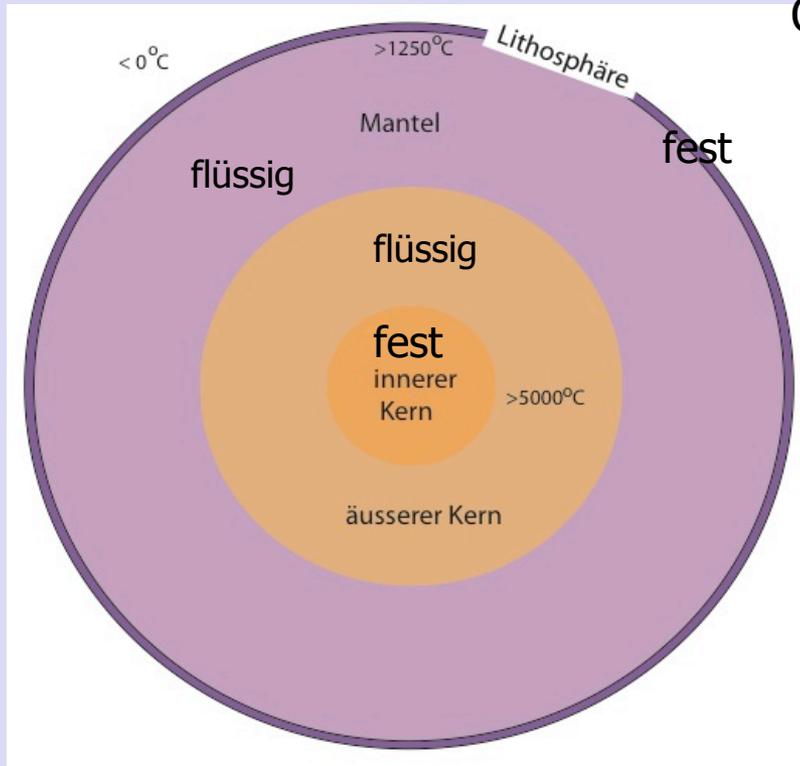


Dynamik des Erdmantels (oben)
Dynamik des Erdkerns (unten)



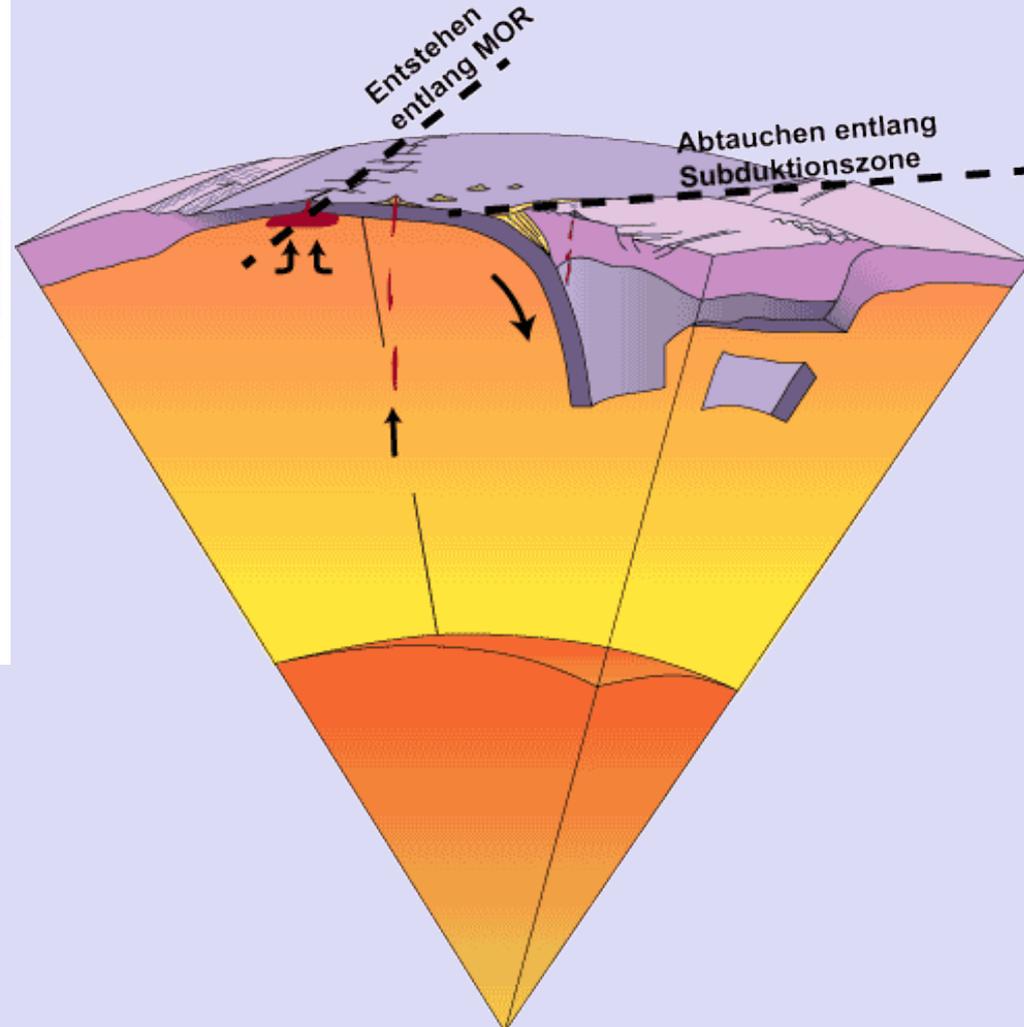
Festkörper sind nur die Lithosphäre und der innere Kern

Aufbau und Zustand der Erde (4)

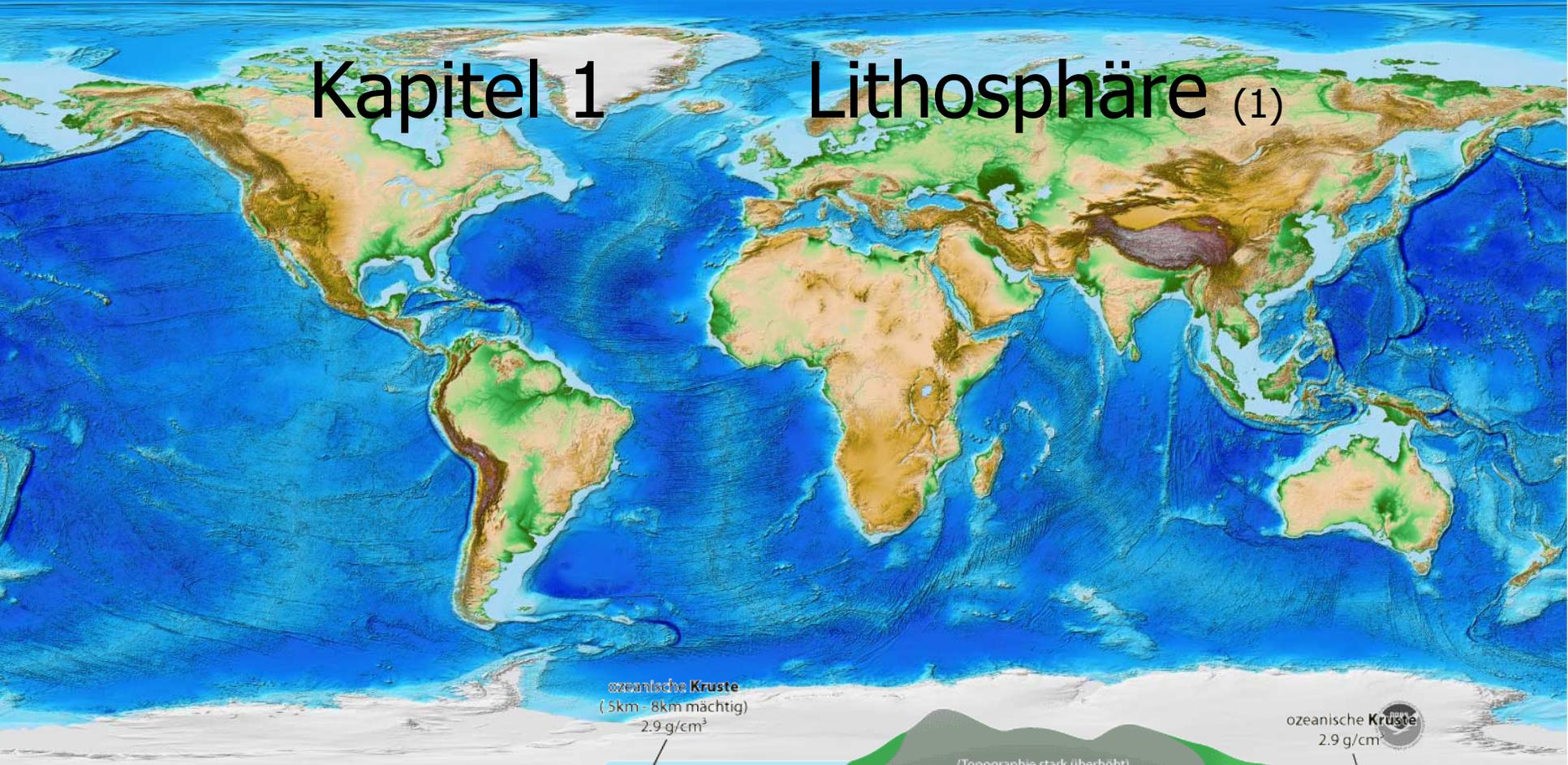


Lithosphäre ist in einige Platten zerbrochen

Ozeanische Lithosphäre besteht aus gefrorenem Mantel und wird laufend recycelt (subduziert)



Kapitel 1 Lithosphäre (1)



ozeanische Kruste
(5km - 8km mächtig)
2.9 g/cm³

ozeanische Kruste
2.9 g/cm³

(Topographie stark überhöht)

kontinentale Kruste
(30km mächtig, unter Gebirgen bis 70km)
2.85 g/cm³

Moho

Lithosphäre

Mantellithosphäre
3.3 g/cm³

Lithosphäre-Asthenosphäre-Grenze

ca. 100 km Tiefe

Asthenosphäre
3.25 g/cm³

ozeanische und kontinentale
Lithosphäre,
oft zusammen in einer Platte!

Kapitel 1

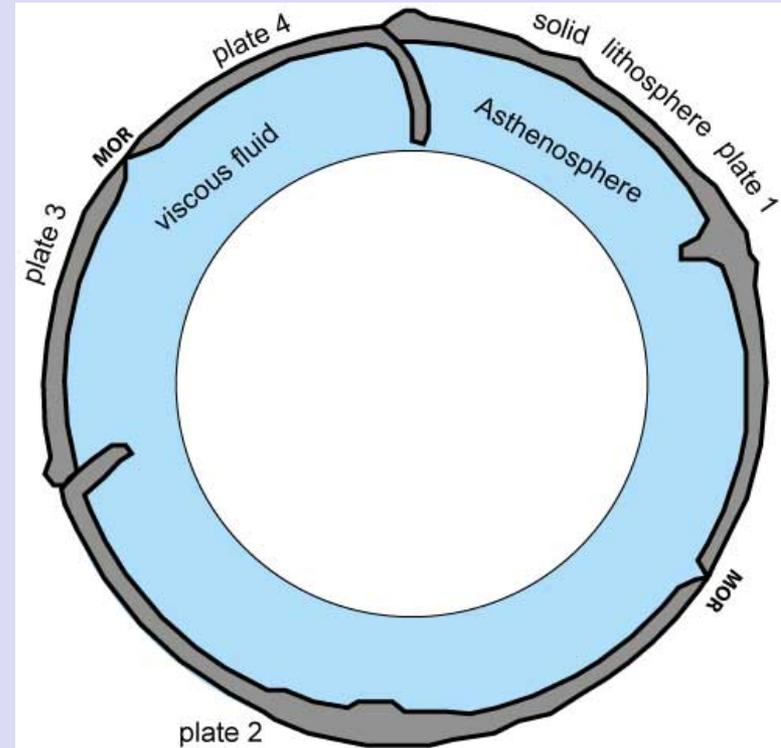
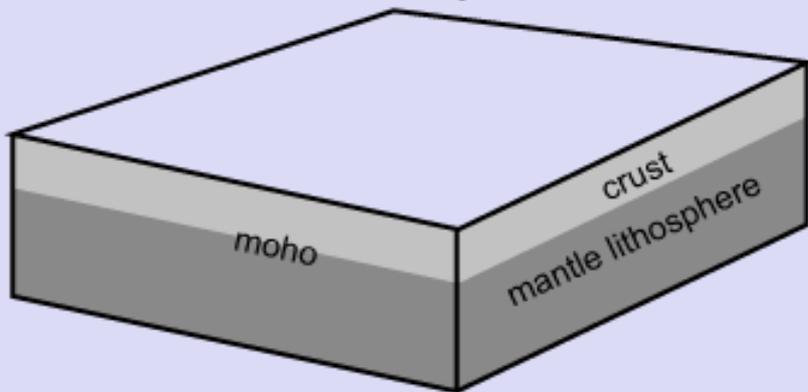
Lithosphäre (2)

Lithosphäre besteht aus zwei Schichten von festgefrorenem Material,

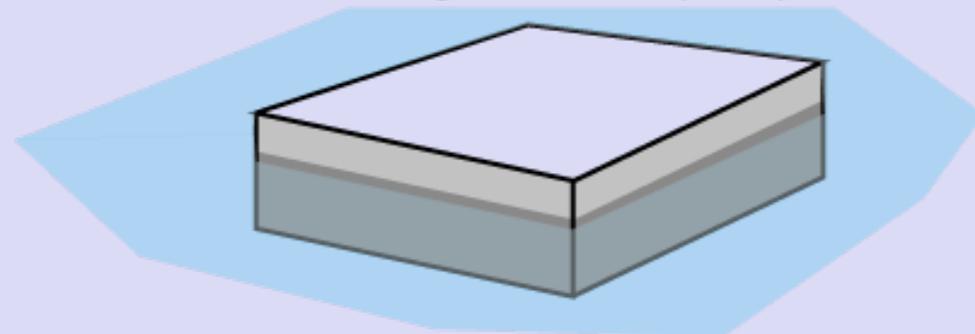
Erde ist vollständig von Lithosphärenplatten bedeckt,

Lithosphäre schwimmt auf Asthenosphäre

lithosphere: two solid layers joined together at Moho surface



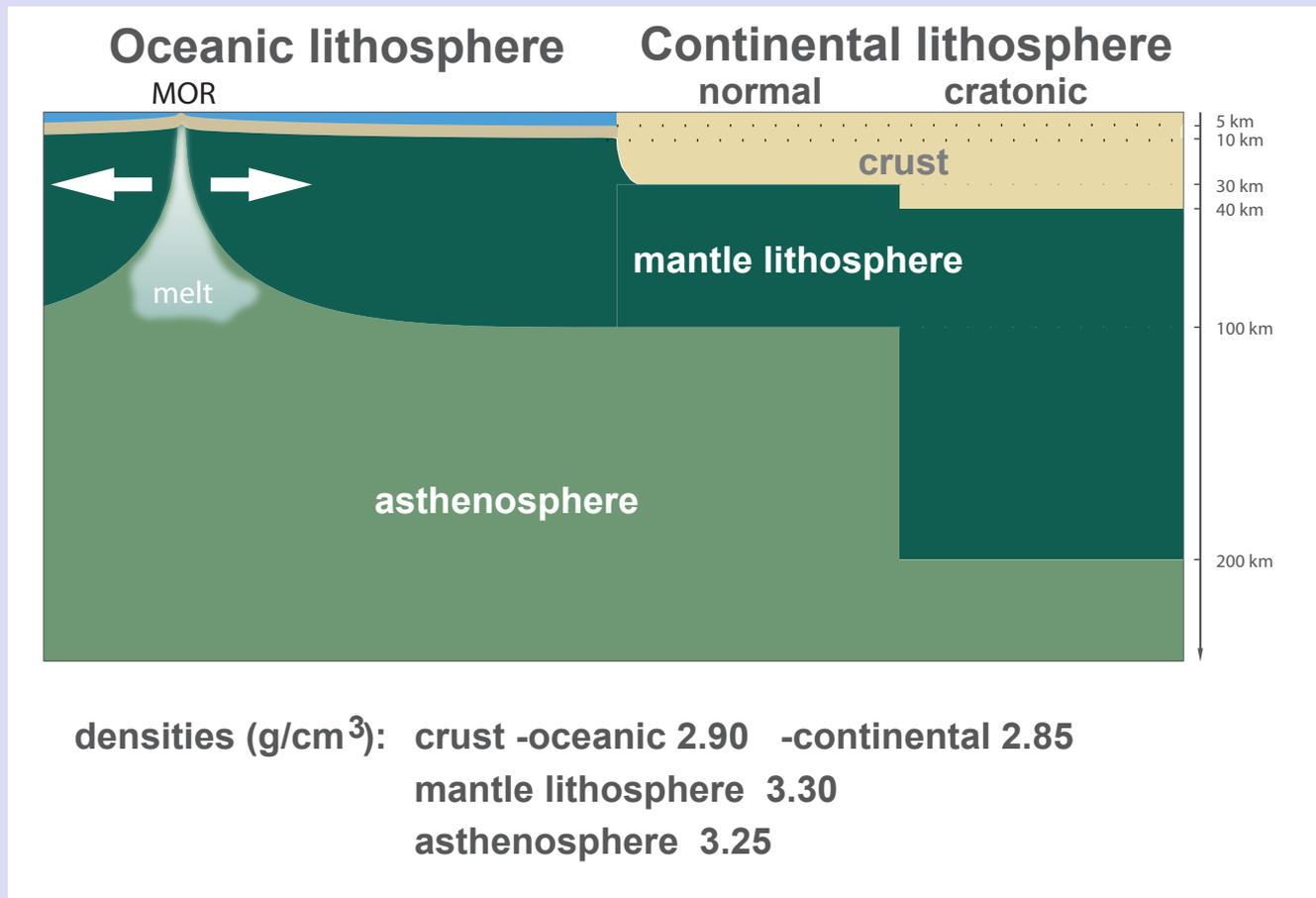
floating model of lithosphere plate



Kapitel 2

Lithosphäre als Mehrschichten-Festkörper (1)

System Lithosphäre-Asthenosphäre

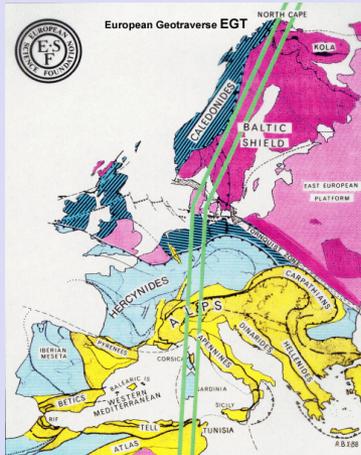


Kapitel 2

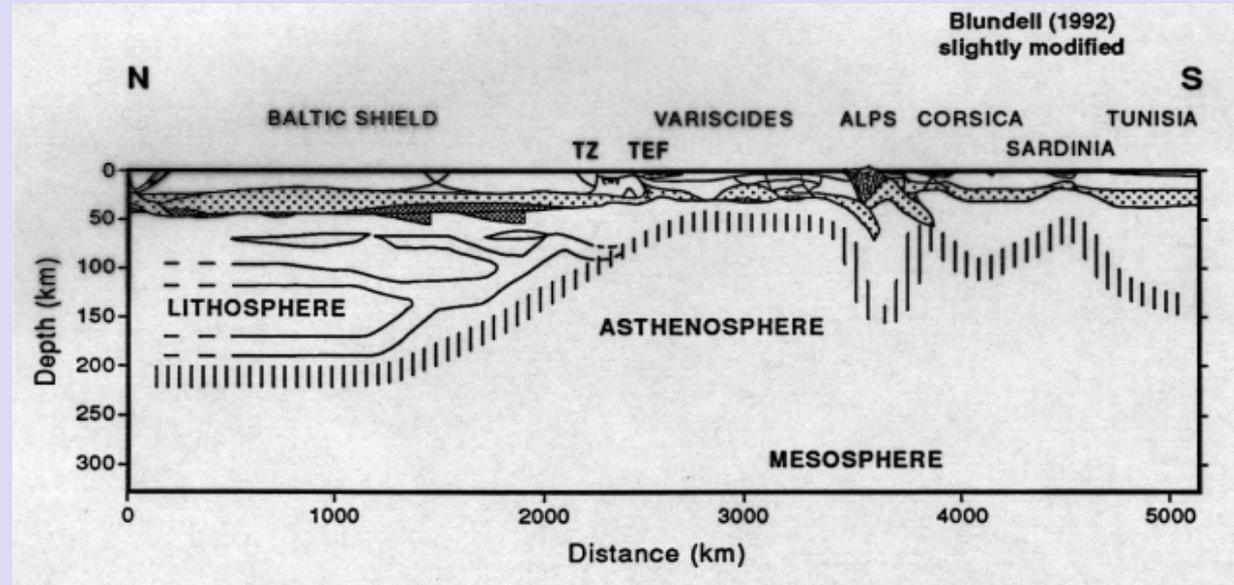
Lithosphäre als Mehrschichten-Festkörper (2)

Aufbau ozeanischer und kontinentaler Lithosphäre

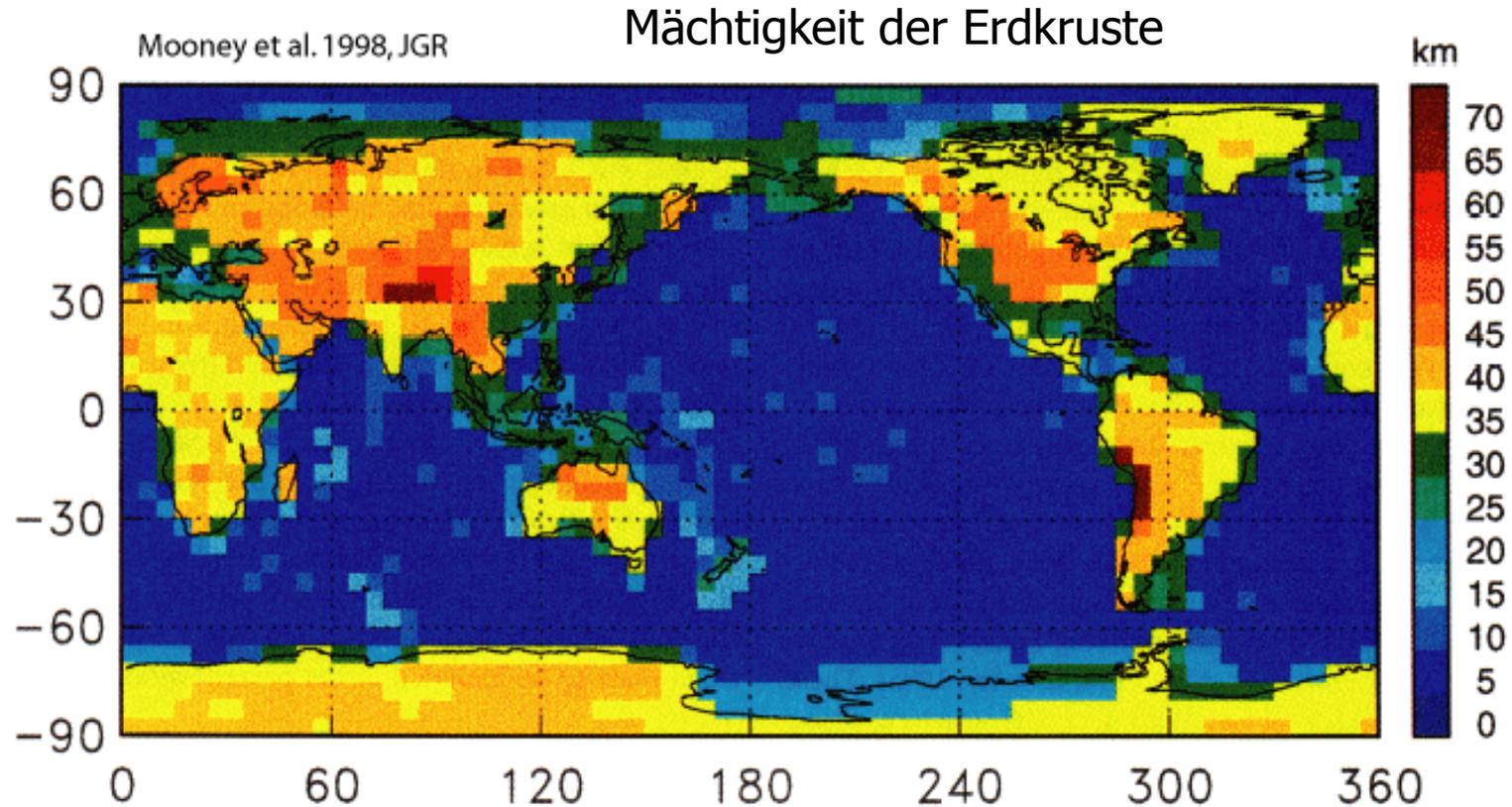
Entscheidend ist die Art der Kruste!



Europäische Geotraverse



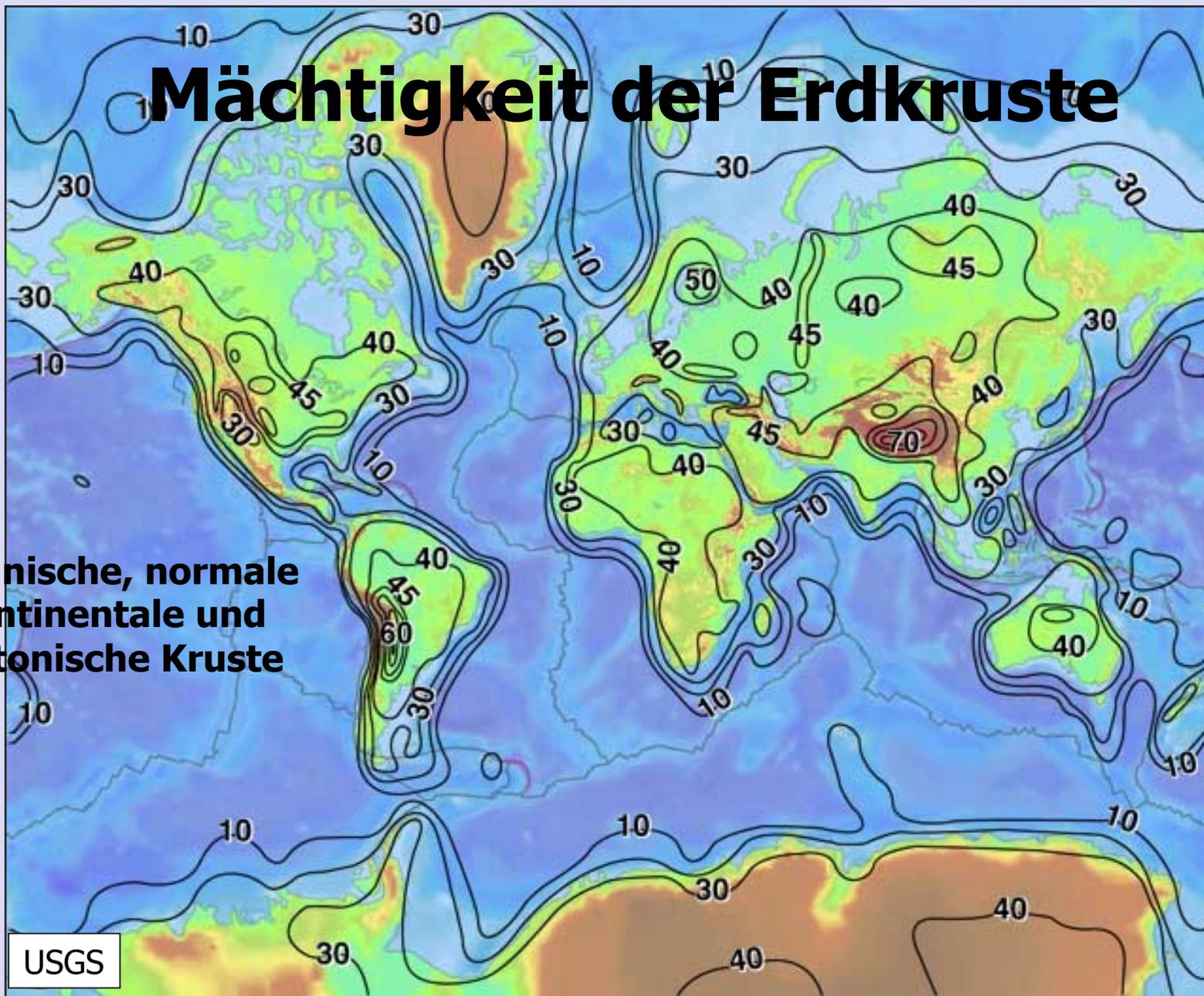
Kapitel 2: die Erdkruste



Globale Krustenmächtigkeiten (inkl. Topographie über Meer aber ohne Rücksichtigung der Meerestiefe)
Durchschnittliche Mächtigkeit der Kruste auf Kontinenten (inkl. Schelfgebiete): 38 km (lokal variierend von 20 km bis 70 km).

Mächtigkeit der Erdkruste

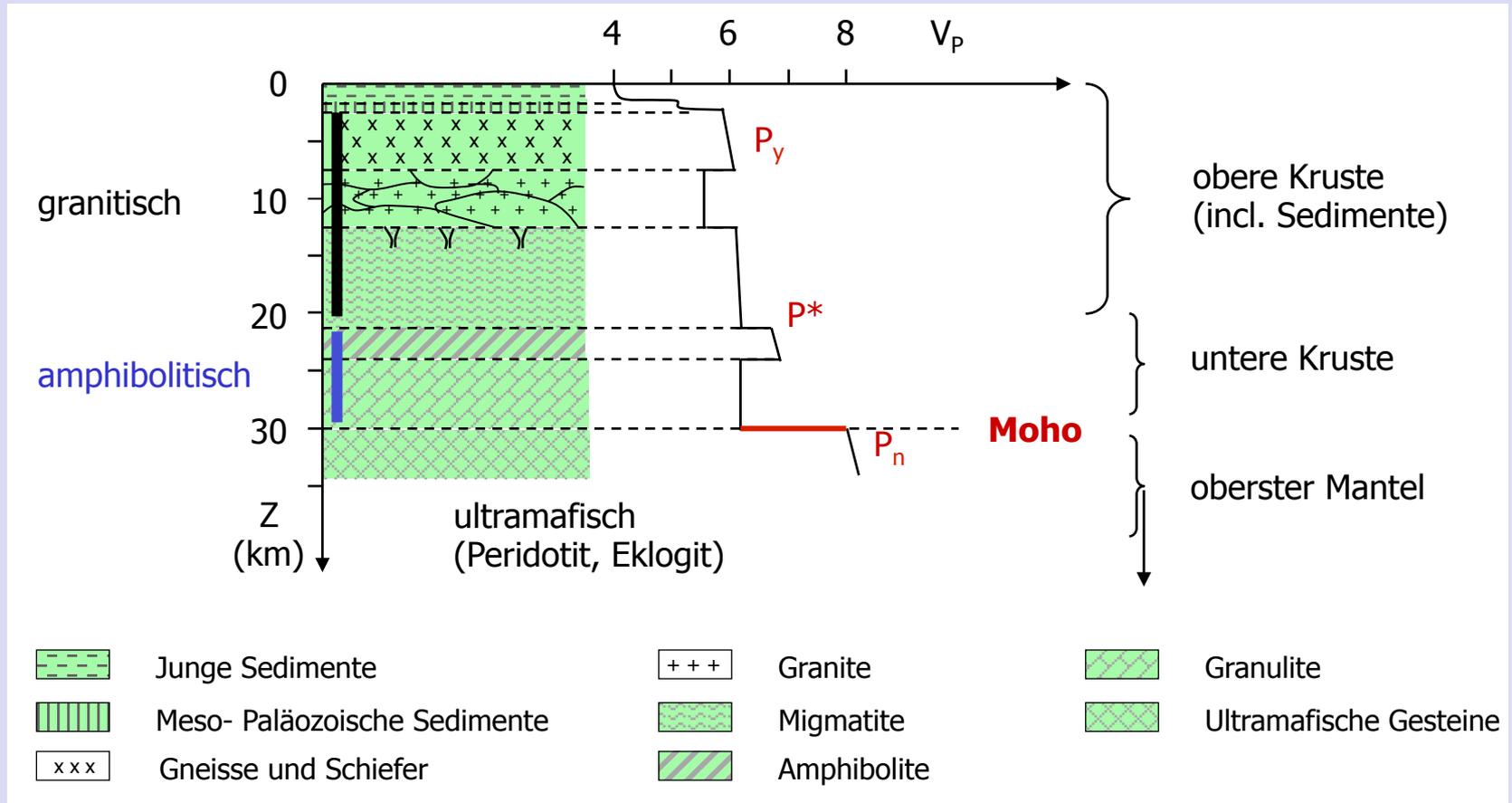
**ozeanische, normale
kontinentale und
kratonische Kruste**



(„jungen“)

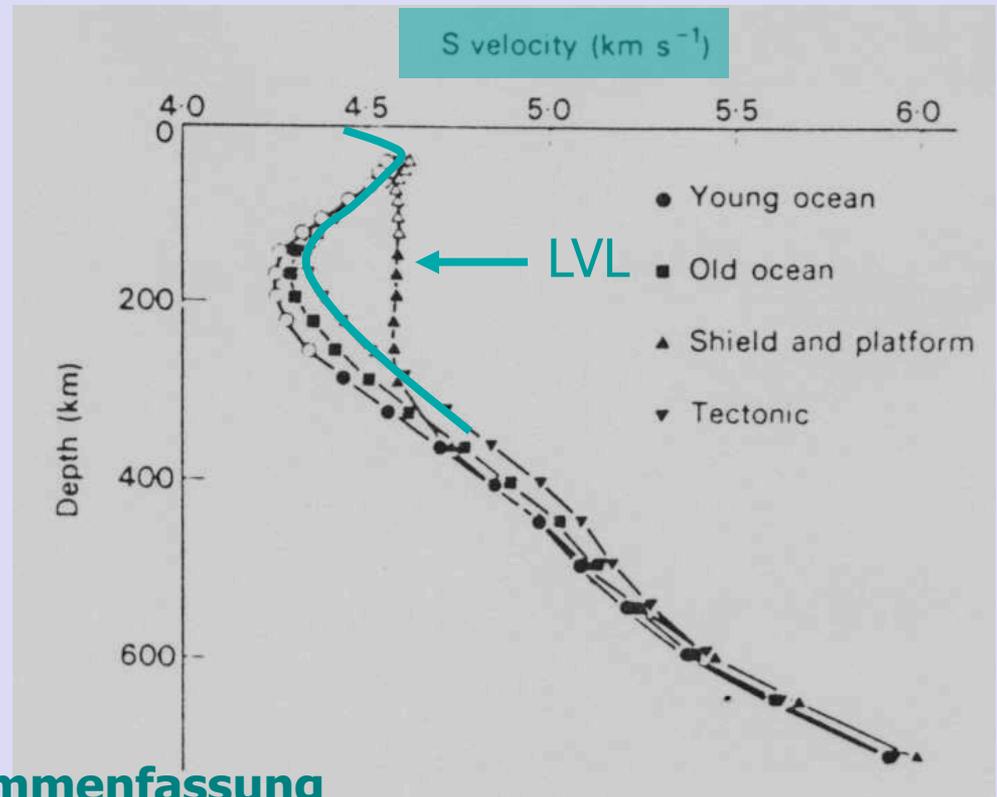
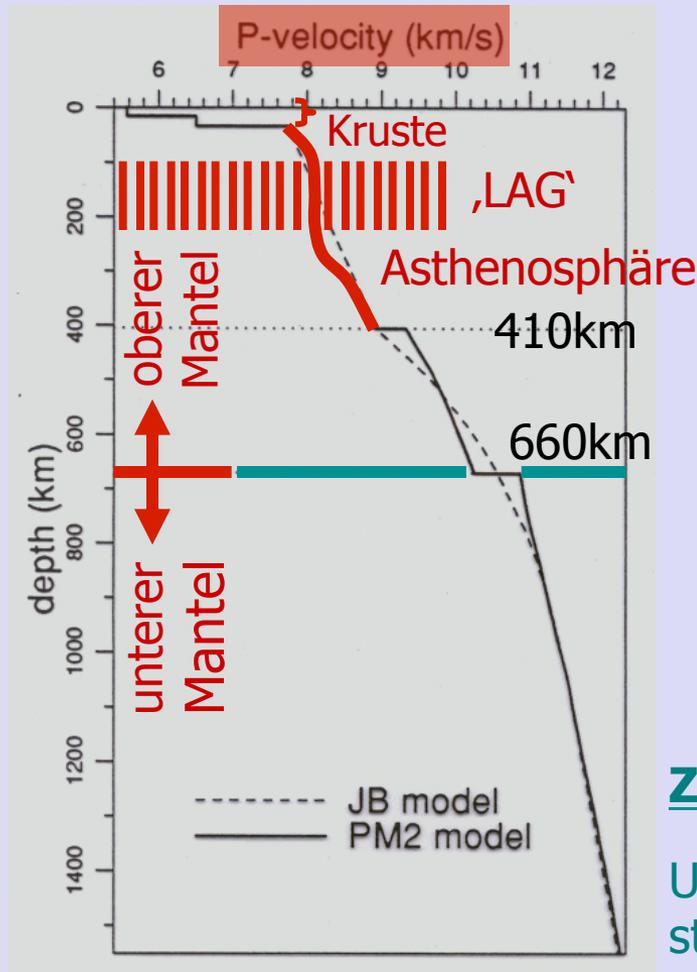
Aufbau der kontinentalen Kruste („normal“ ca. 30 km mächtig!)

Nach Mueller 1977, vor allem aus Profilen im nördlichen Alpenvorland



Seismische Lithosphären-Asthenosphären- Grenze (LAG)

By surface wave and body wave seismic tomography

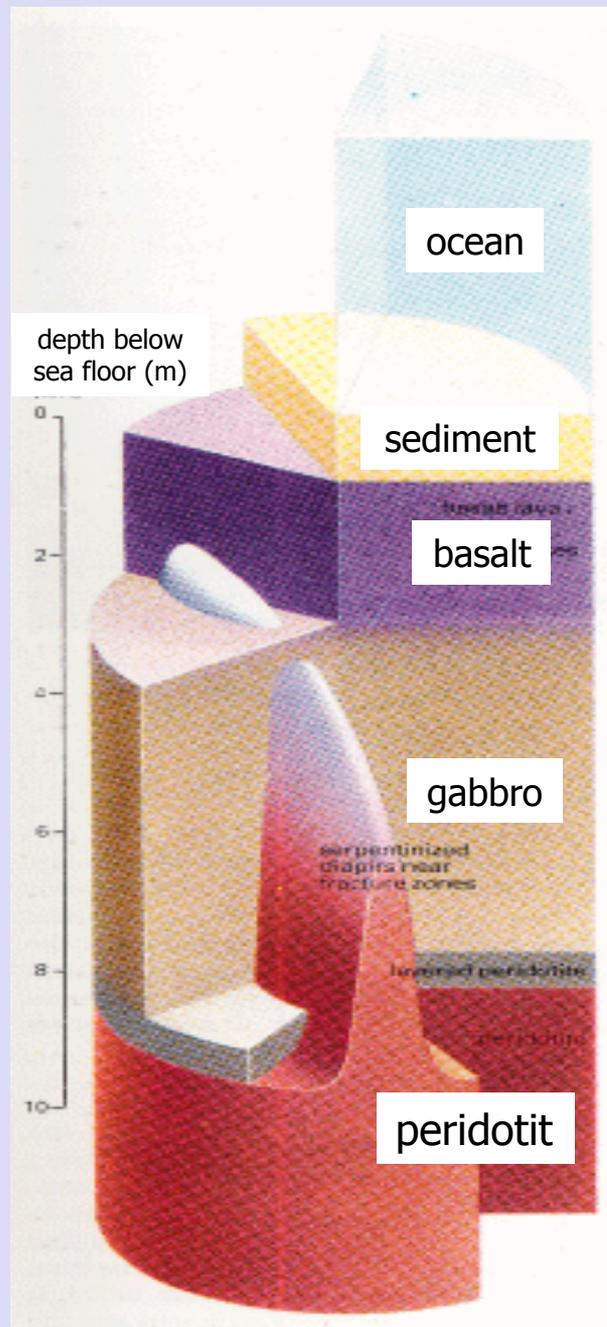


Zusammenfassung

Unter der Lithosphäre hat es eine Schicht, welche eine stark erniedrigte S-Wellengeschwindigkeit und eine leicht erniedrigte P-Wellengeschwindigkeit zeigt.

⇒ mechanische Eigenschaft?

Aufbau der Ozeanischen Kruste



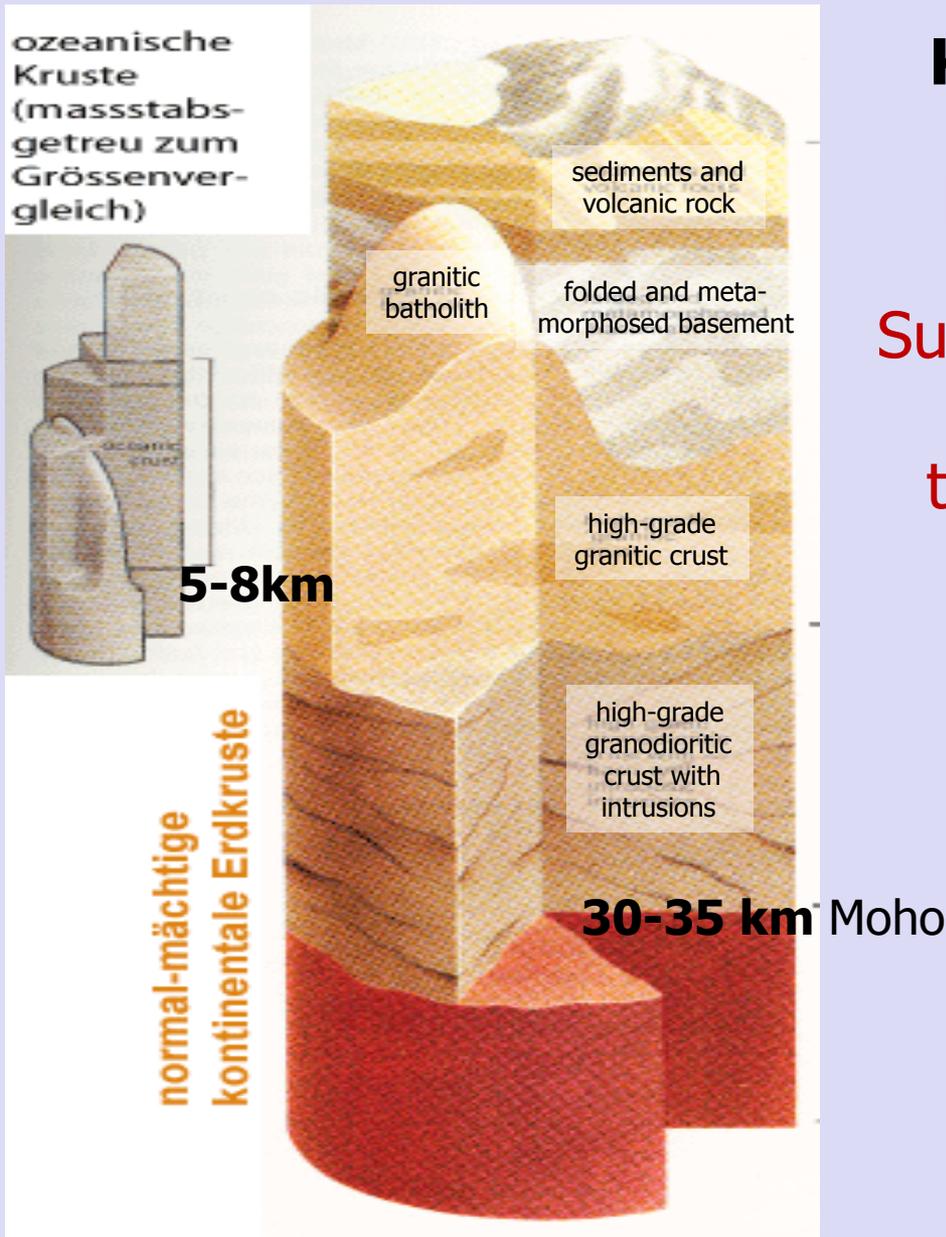
Entstehung: Wo? Wie?

**Am MOR,
chem. Differentiation**

Moho 5-8 km

Vgl. Smith 1991

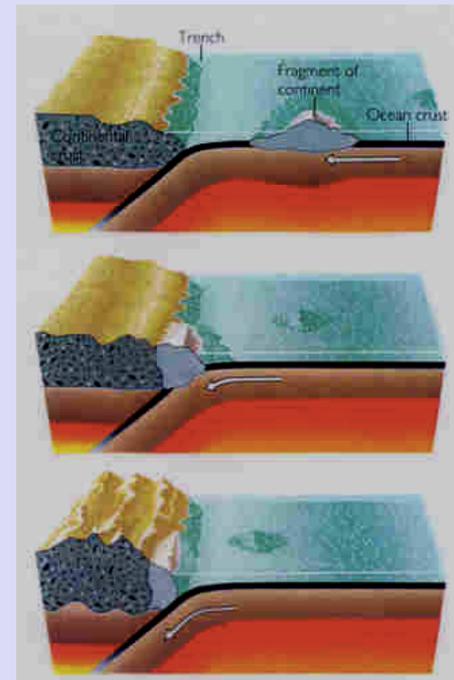
Vgl. Smith 1991



Kontinentale Kruste

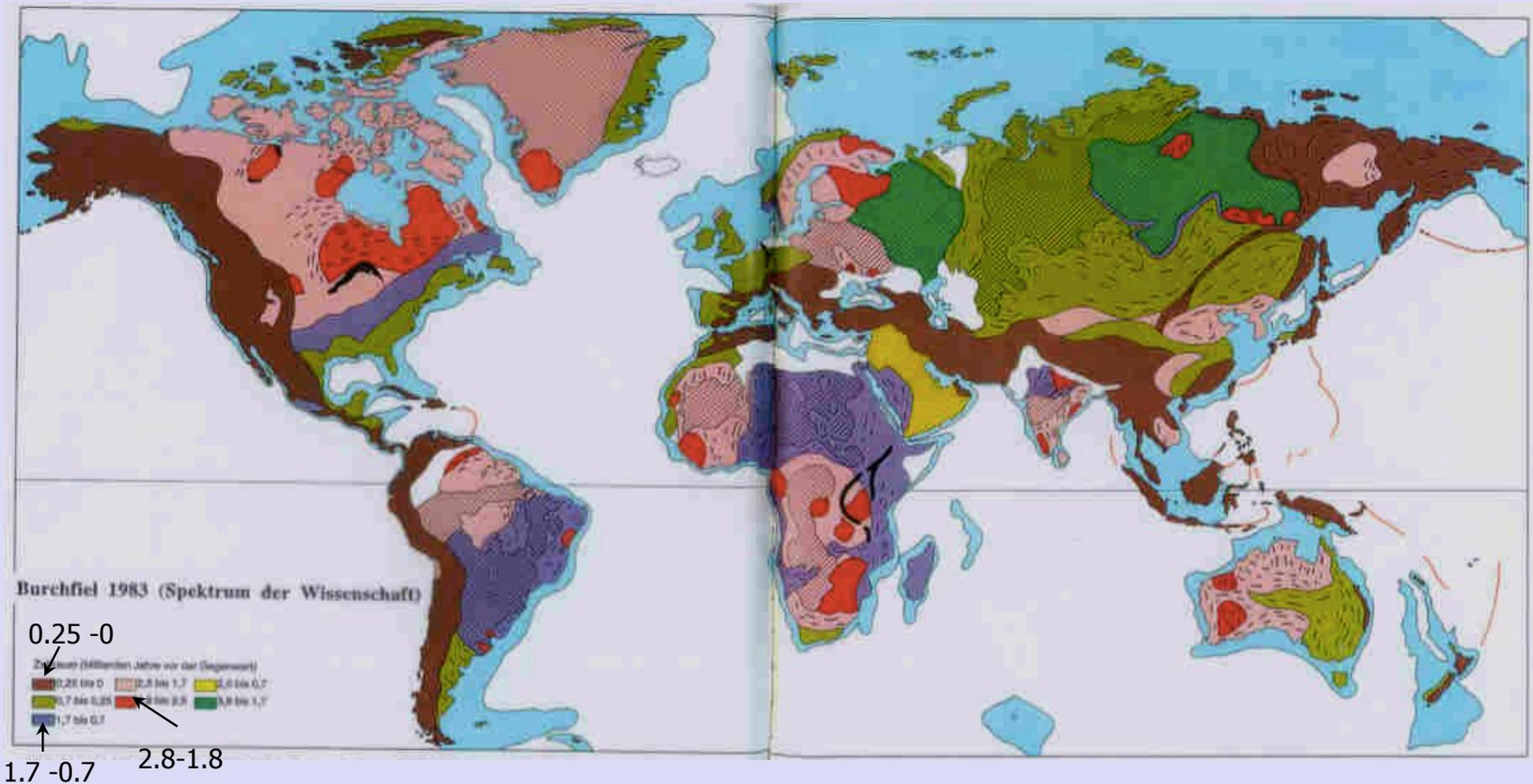
Entstehung: Wo? Wie?

Subduktionszonen (subduction factory) + überall bei tektonischer Überarbeitung



Mikrokontinent oder ehemaliger Inselbogen

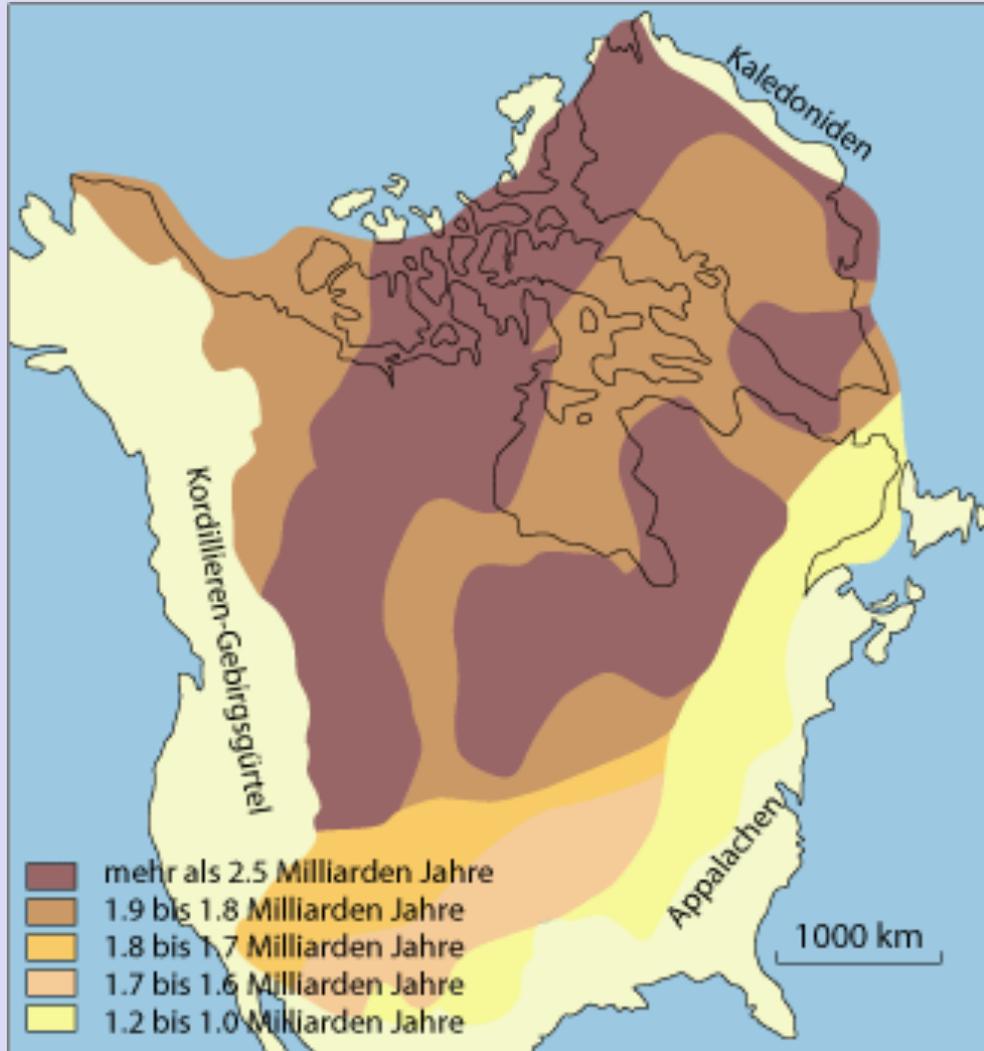
Die kontinentale Kruste – ein Konglomerat



=> Angegeben ist die Zeit der tektonischen Ueberarbeitung der kont. Kruste

Burchfiel 1983 (Spektrum der Wissenschaft)

Beispiel Nordamerika: auch die Kruste von Kratonen ist bereits als Konglomerat aufgebaut

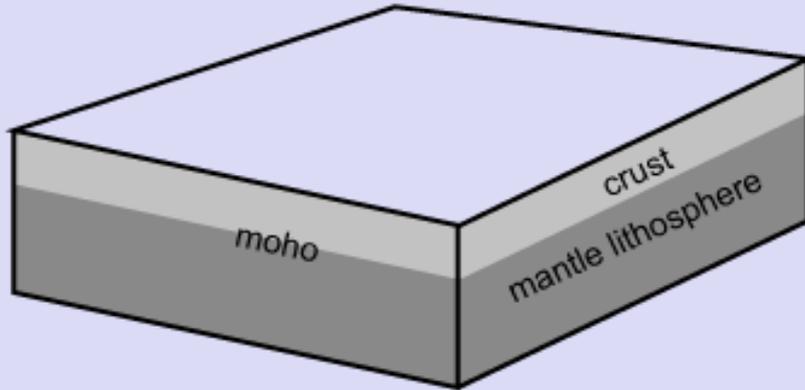


Was schliessen wir daraus?

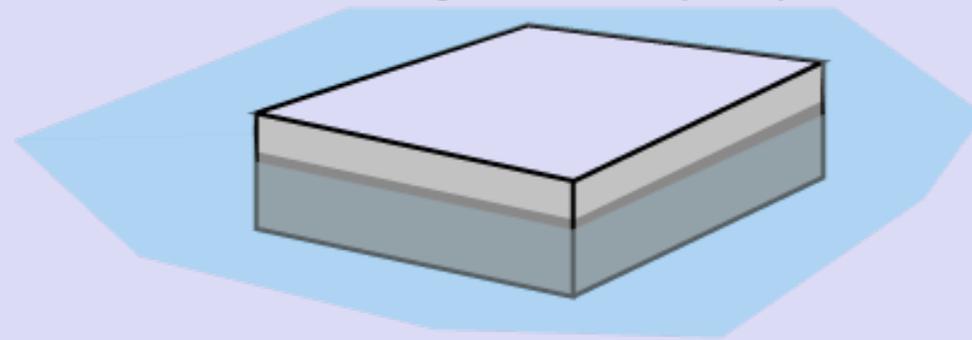
Kapitel 2

Lithosphäre (3)

lithosphere: two solid layers joined together at Moho surface



floating model of lithosphere plate



Schwimmgleichgewicht für die Lithosphäre

$$\rho_{topo} \cdot h_{topo} + \rho_c \cdot h_c + \rho_{ML} \cdot h_{ML} + \rho_A \cdot h_A = konst$$

Als Referenz (Vergleichsdichte) gilt die Asthenosphäre, da die Lithosphäre auf der zähflüssigen Asthenosphäre schwimmt (vgl. Prinzip Eisberg im Wasser)

Kapitel 2 Lithosphäre (4)

$$\rho_{topo} \cdot h_{topo} + (\rho_c - \rho_A) \cdot h_c + (\rho_{ML} - \rho_A) h_{ML} = 0$$

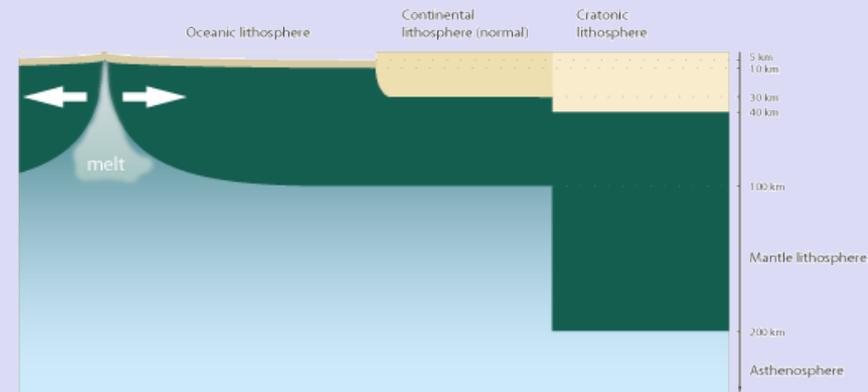
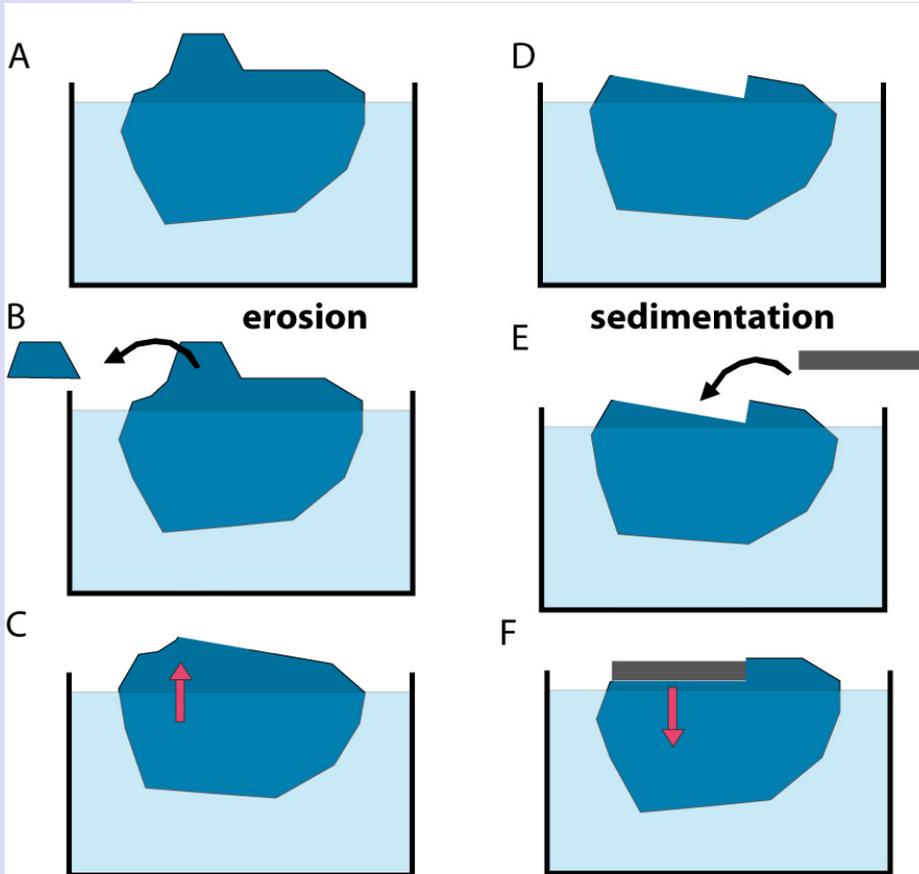
Schwebezustand (2a)

$$\rho_{topo} \cdot h_{topo} + (\rho_c - \rho_A) \cdot h_c + (\rho_{ML} - \rho_A) h_{ML} < 0$$

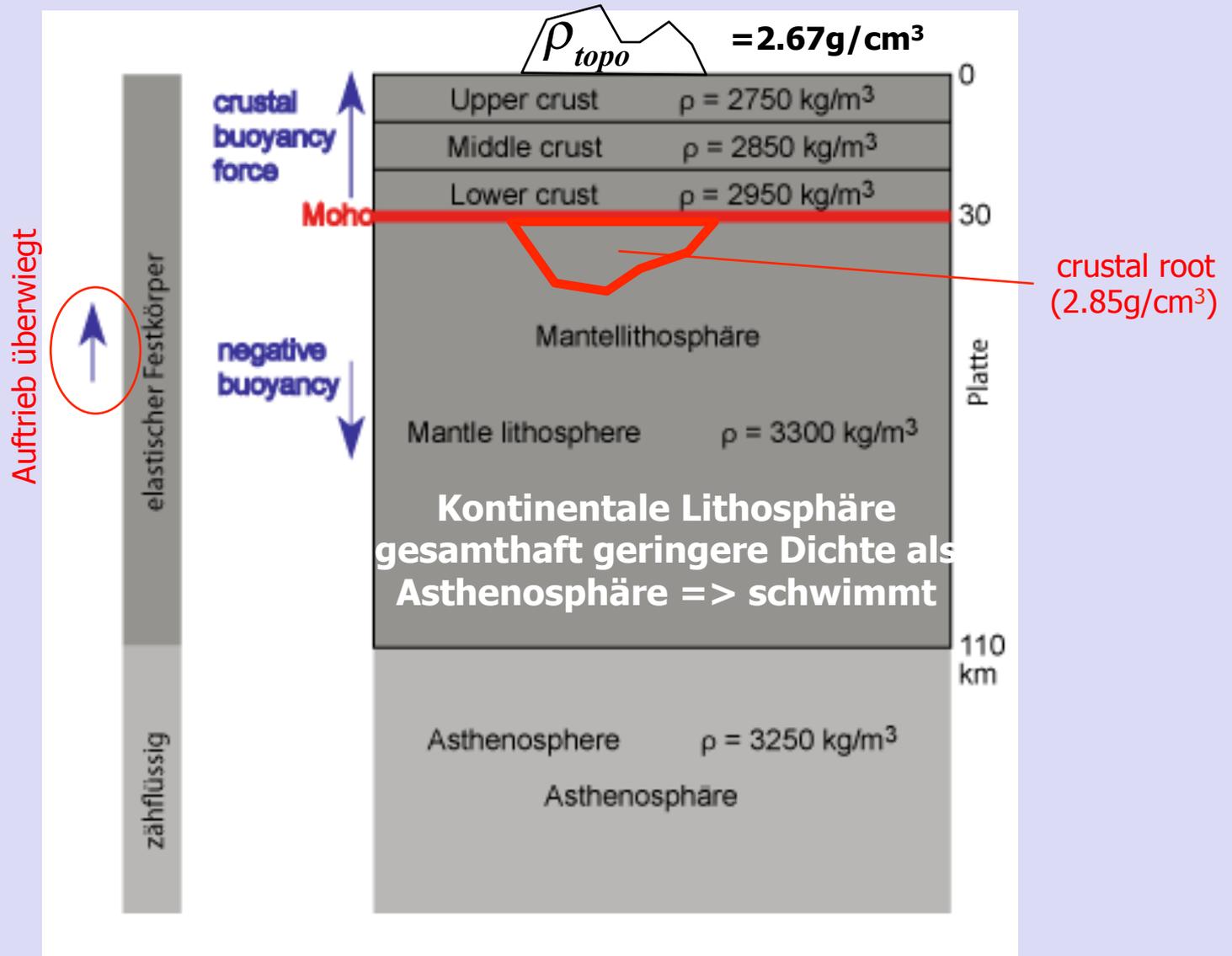
Platte schwimmt (2b)

$$\rho_{topo} \cdot h_{topo} + (\rho_c - \rho_A) \cdot h_c + (\rho_{ML} - \rho_A) h_{ML} > 0$$

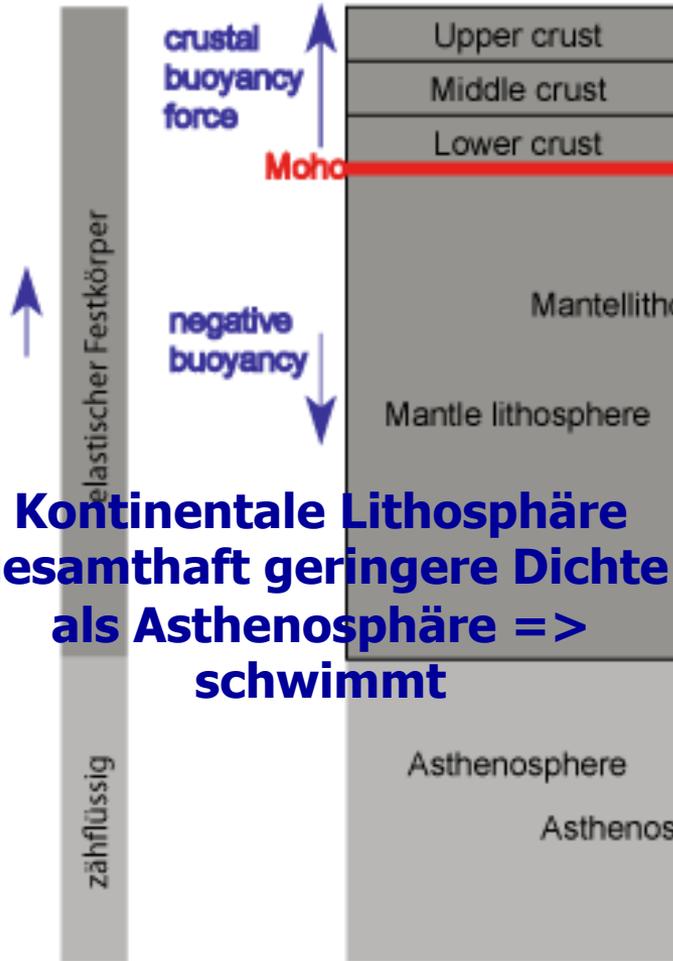
Platte kann versinken (2c)



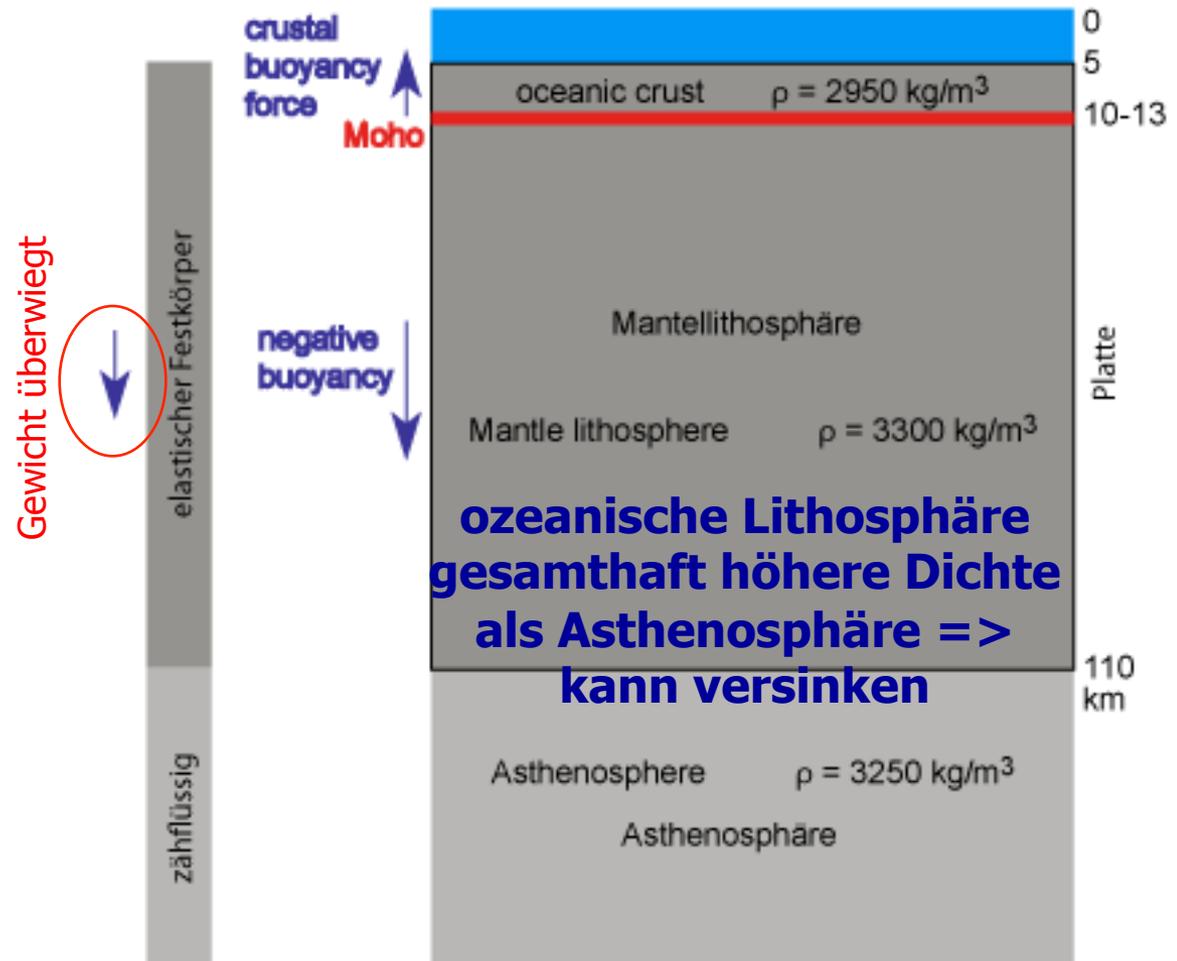
Aufbau und Isostasie der kontinentalen Lithosphäre



Aufbau und Isostasie der ozeanischen Lithosphäre



**Kontinentale Lithosphäre
gesamthaft geringere Dichte
als Asthenosphäre =>
schwimmt**



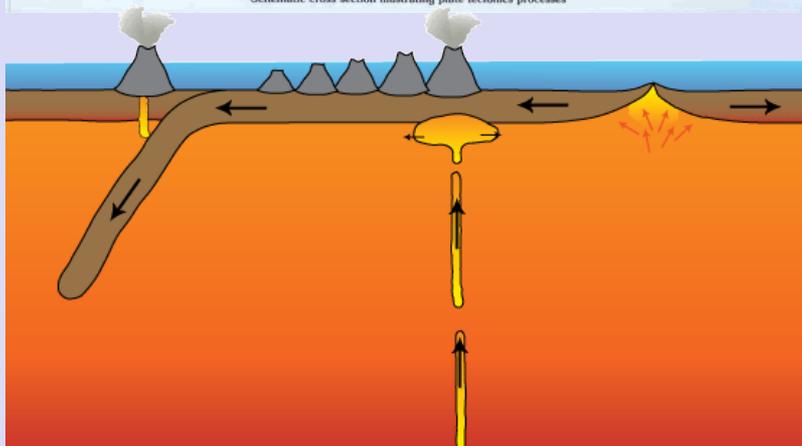
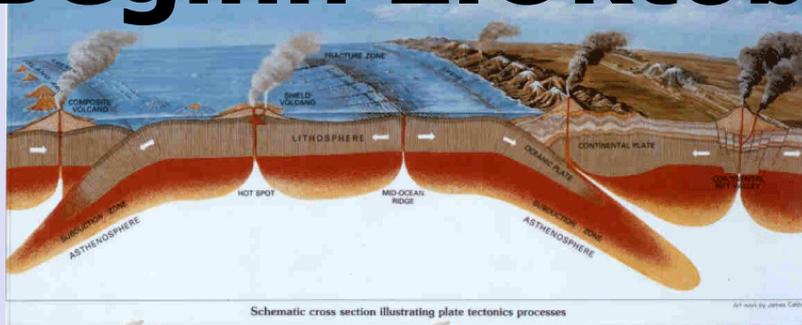
**ozeanische Lithosphäre
gesamthaft höhere Dichte
als Asthenosphäre =>
kann versinken**

Kapitel 3

Zyklus der ozeanischen Lithosphäre

Entstehung ozeanischer Kruste und Mantellithosphäre,
Recycling Mantelmaterial, wichtigste Plattenkräfte

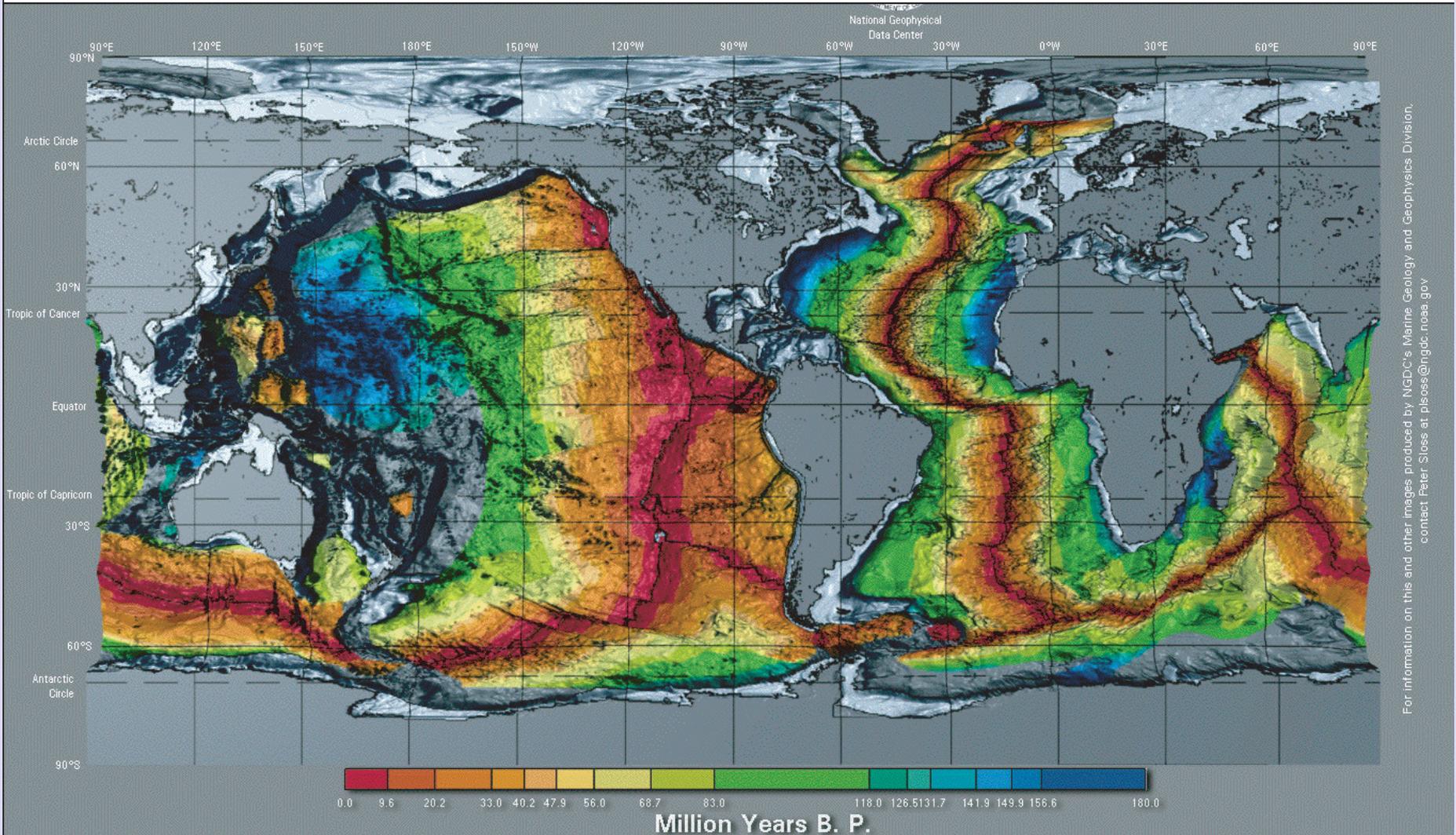
Beginn 2. Oktober 2017



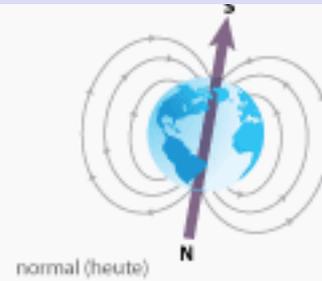
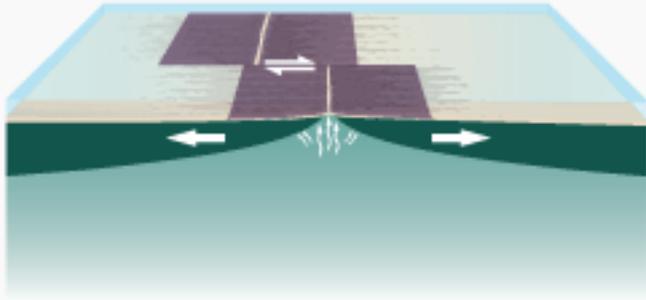
Kapitel 3

Zyklus der ozeanischen Lithosphäre

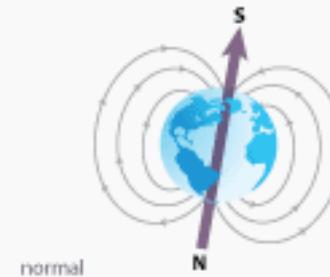
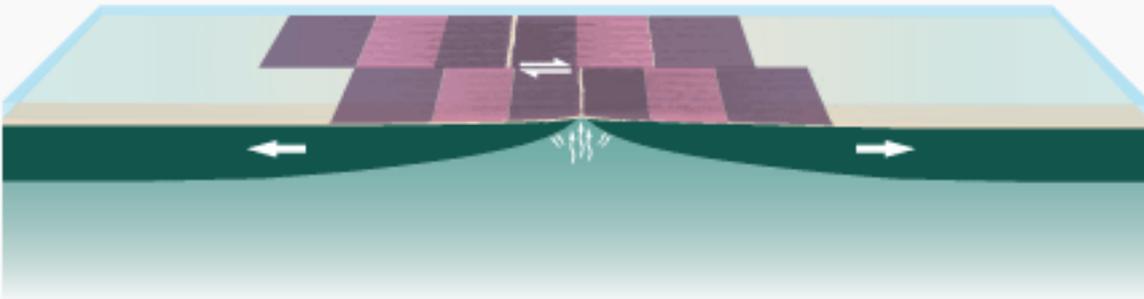
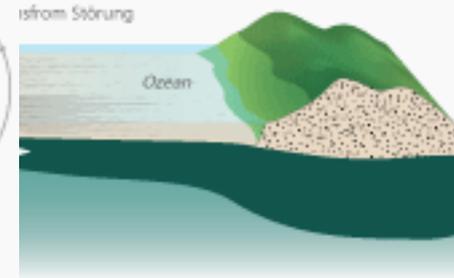
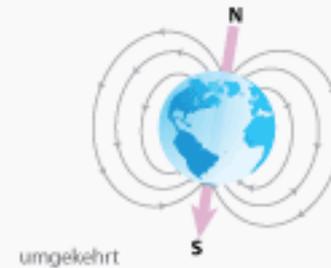
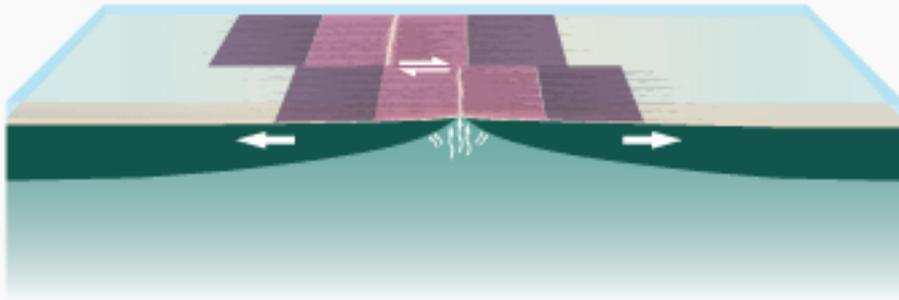
Age of Oceanic Crust



Entstehung des magnetischen Streifenmusters der ozeanischen Kruste am MOR (mittelozeanischer Rücken)

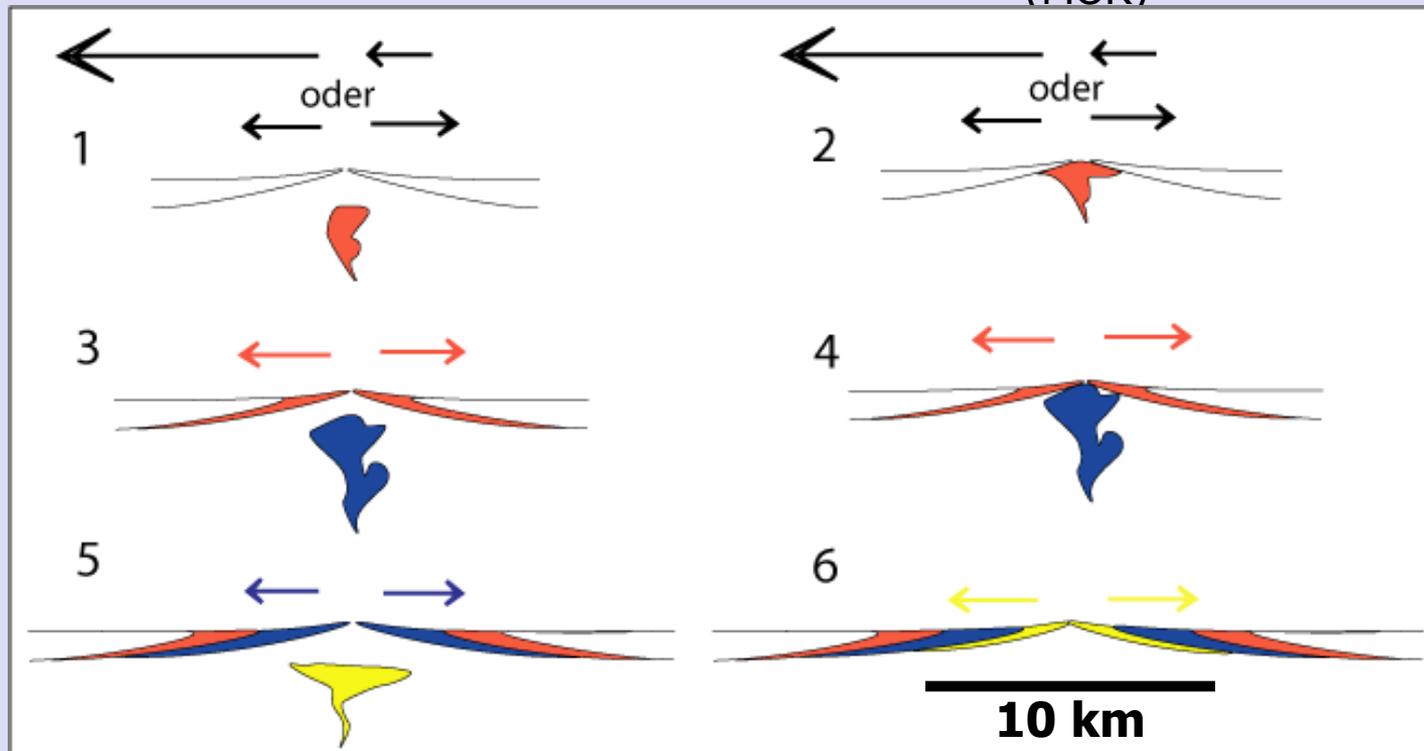


Merke:
Die (nicht-sedimentäre) ozeanische Kruste entsteht am MOR und wird nachher nicht mehr mächtiger!



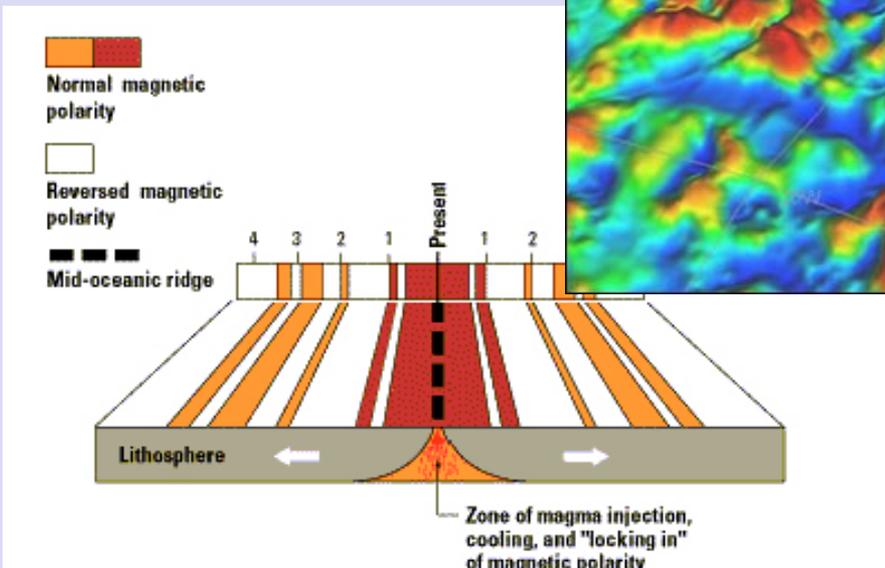
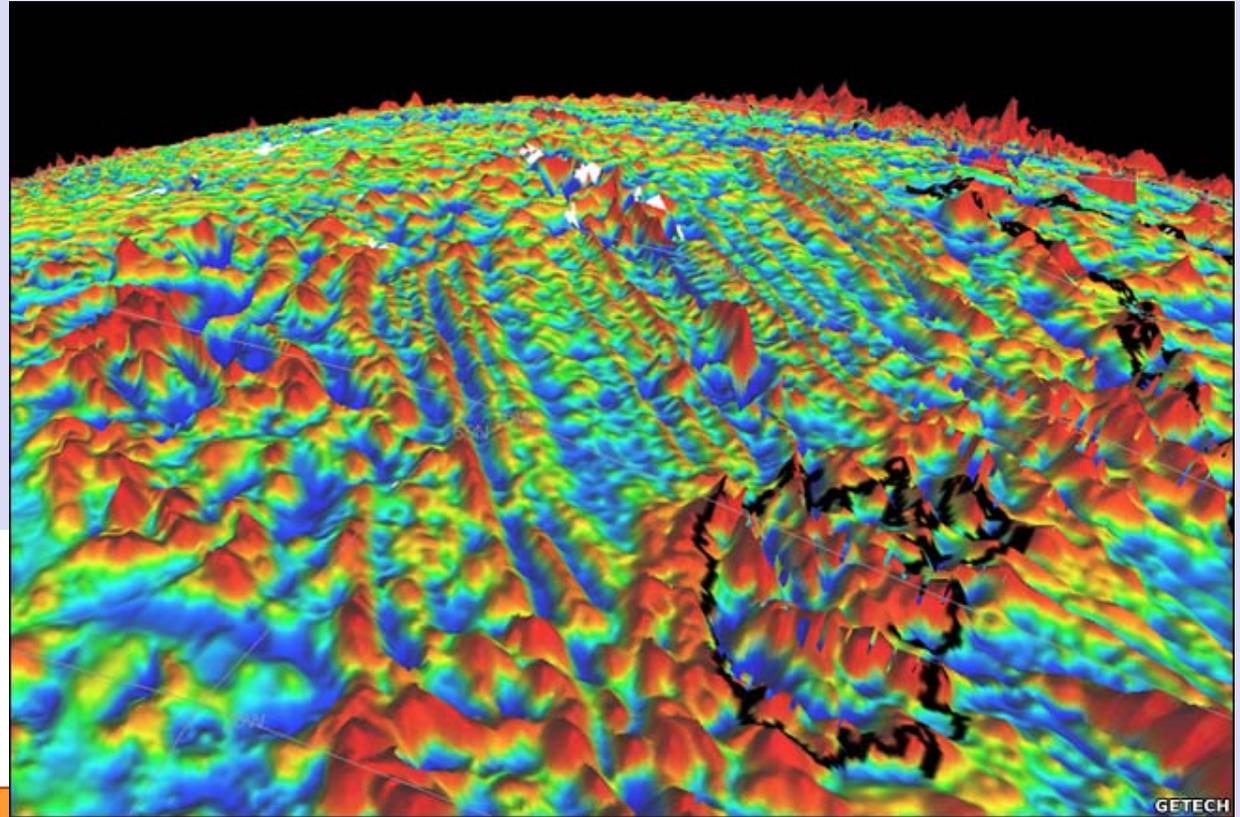
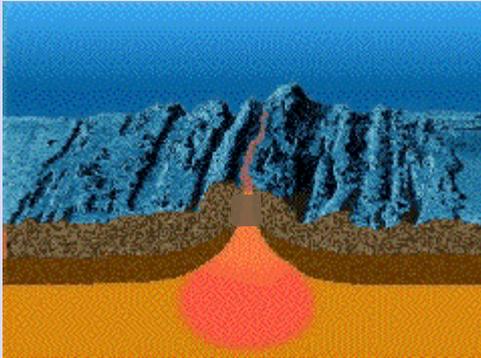
Entstehung des magnetischen Streifenmusters der ozeanischen Kruste am MOR

Mittelozeanischer Rücken
(MOR)



Merke: Die (nicht-sedimentäre) ozeanische Kruste entsteht am MOR und wird nachher nicht mehr mächtiger!

Streifenmuster im Ozeanboden



www.pbs.org, www.geolinde.musin.de