

# Tatort Plattengrenze 2015 - Themen

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | <i>5. November</i><br>Trailer<br>Einführung<br>Entstehung der Erde  | 4 | <i>26. November</i><br>Plattenrundgang<br>Tatort: Nepal 2015<br>Tatort: Izmir 1999 |
| 2 | <i>12. November</i> *<br>Geologische Zeiträume<br>Plattentektonik<br>Platten und Plattengrenzen                                   | 5 | <i>3. Dezember</i><br>Alles über Erdbeben<br>Magnitude<br>Intensitäten             |
| 3 | <i>19. November</i> <b>+ Nachtrag</b><br>konstruktive Plattengrenzen<br>destruktive Plattengrenzen<br>konservative Plattengrenzen | 6 | <i>10. Dezember</i><br>Berühmte Fälle<br>San Francisco<br>Tohoku                   |

\* im Bernoullianum Hörsaal 223

# ... Zusammenfassung bis hierher

## Lithosphärenplatten:

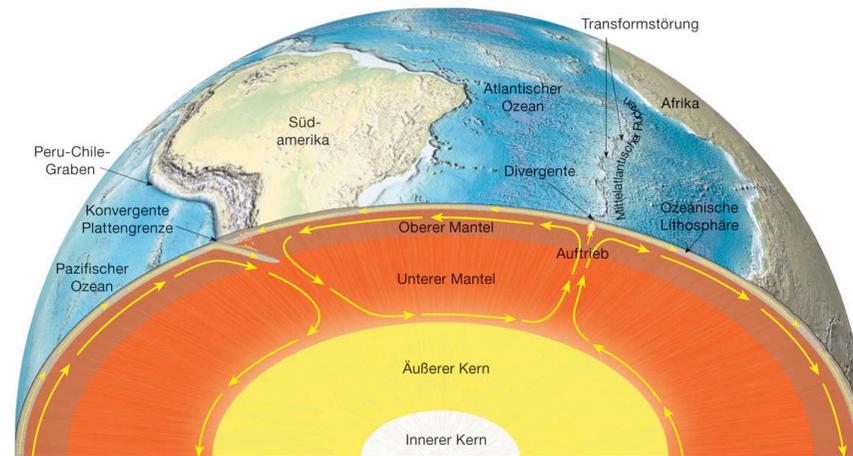
- schwimmen auf Asthenosphäre
- Kruste + oberer Mantel
- ozeanisch 5-100 km dick
- kontinental 50-250 km dick

## Plattengrenzen:

- Seafloor Spreading
- Subduktionszonen
- Transformstörungen

## Mantelkonvektion:

- Motor der Plattentektonik



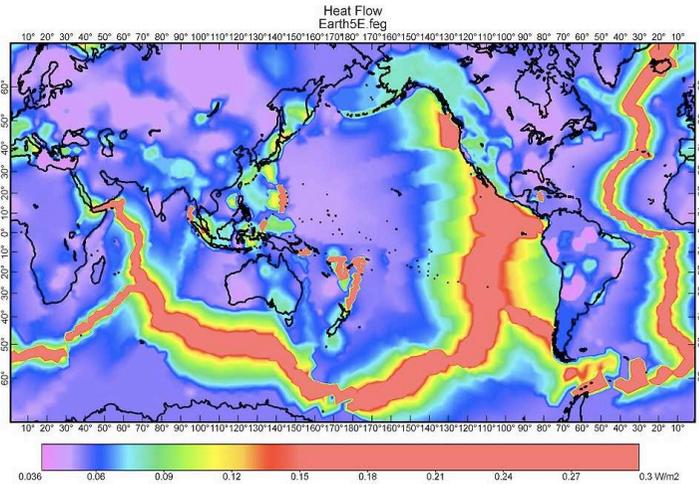
## Datenblatt Erde:

Radius:	~ 6500 km	~ $6.5 \cdot 10^6$ m	
Masse:		~ $6 \cdot 10^{24}$ kg	~ 6000 Yg
Alter (kontinentale Kruste):	~ 4'5 Mrd. a	~ $4.5 \cdot 10^9$ a	~ 4.5 Ga
Alter ozeanische Kruste:	~ 200 Mio. a	~ $200 \cdot 10^6$ a	~ 200 Ma

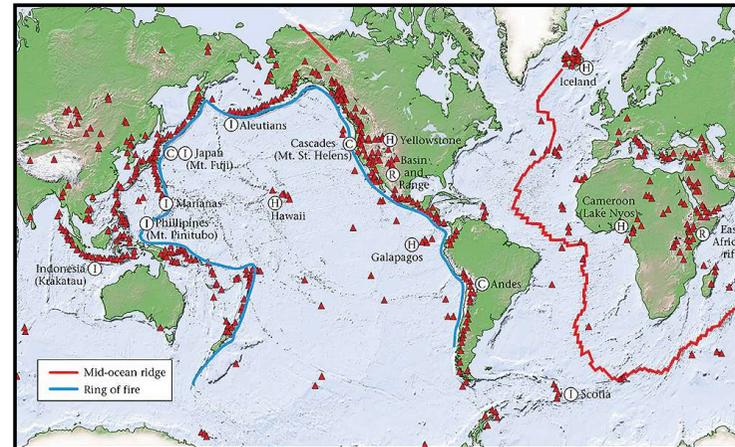
# Spurensicherung an Plattengrenzen

# wie sich Plattengrenzen verraten

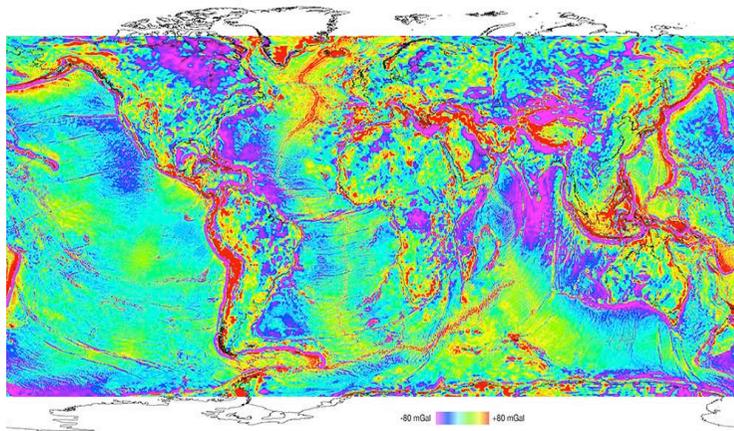
1- Wärmefluss → konstruktive



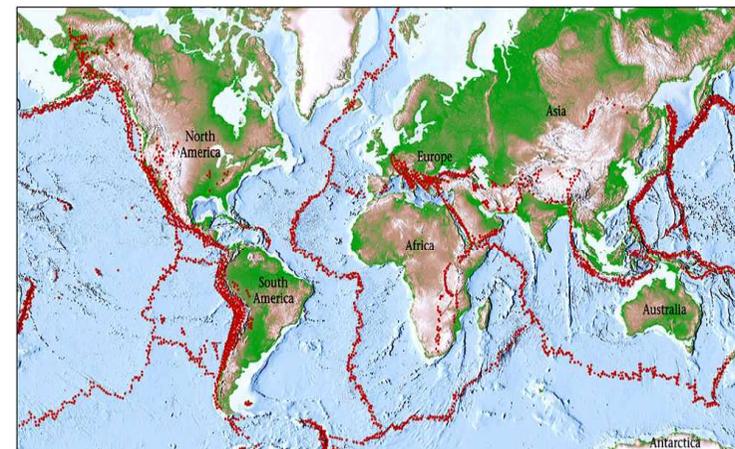
2- Vulkanismus → alle



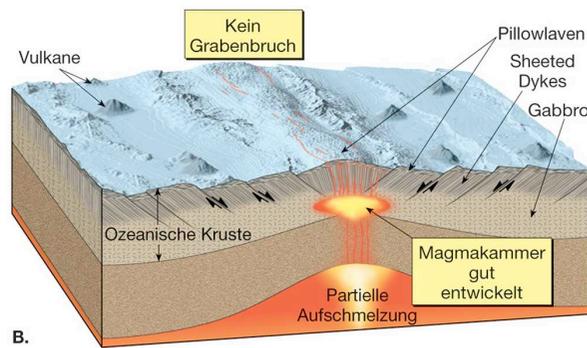
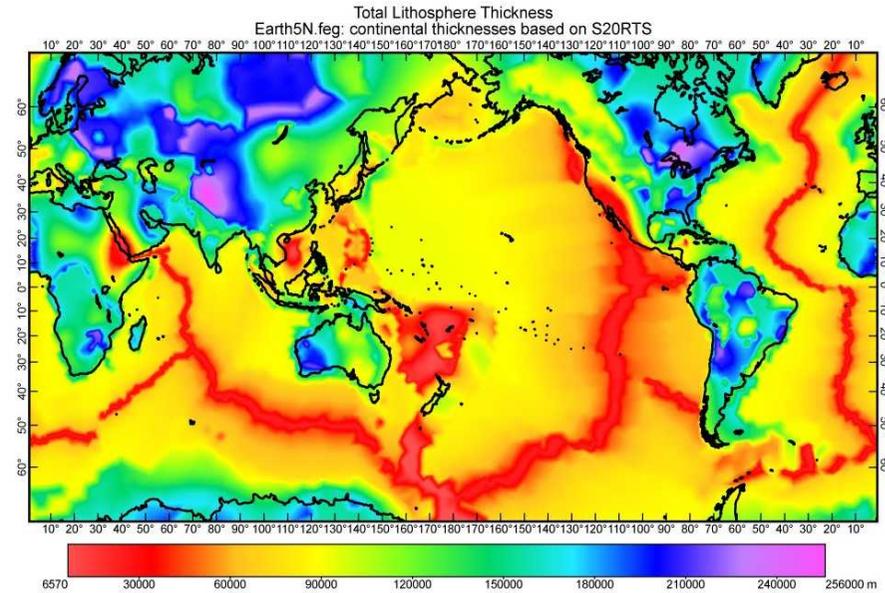
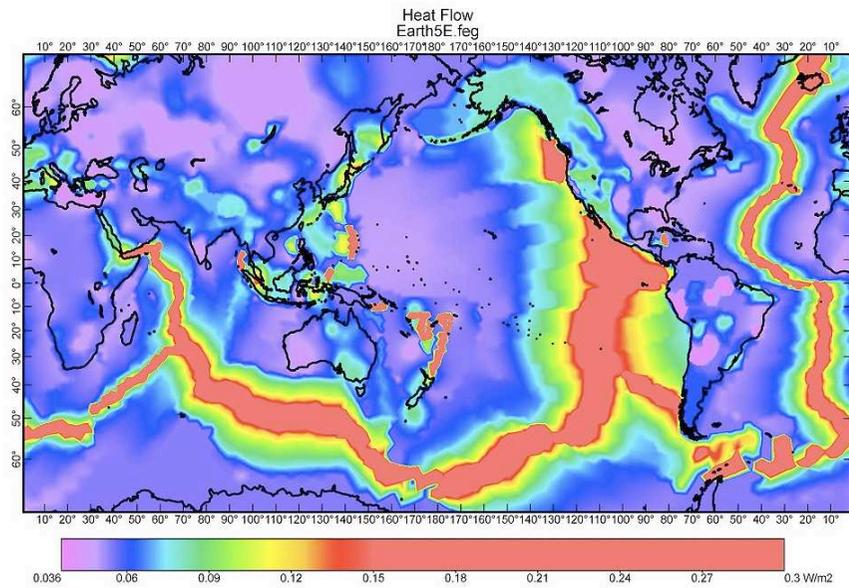
3- Schwereanomalien → destruktive



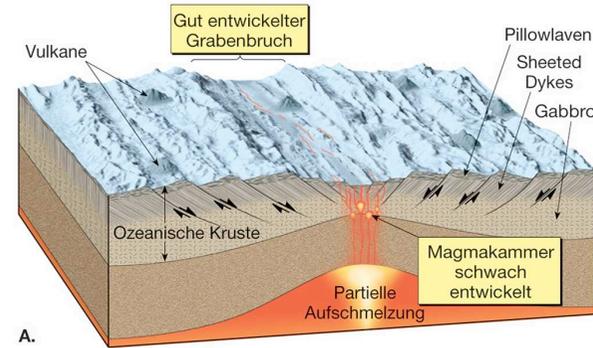
4- Erdbeben → alle



# I - Wärmefluss: Seafloor Spreading

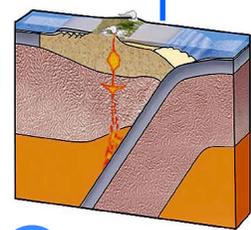
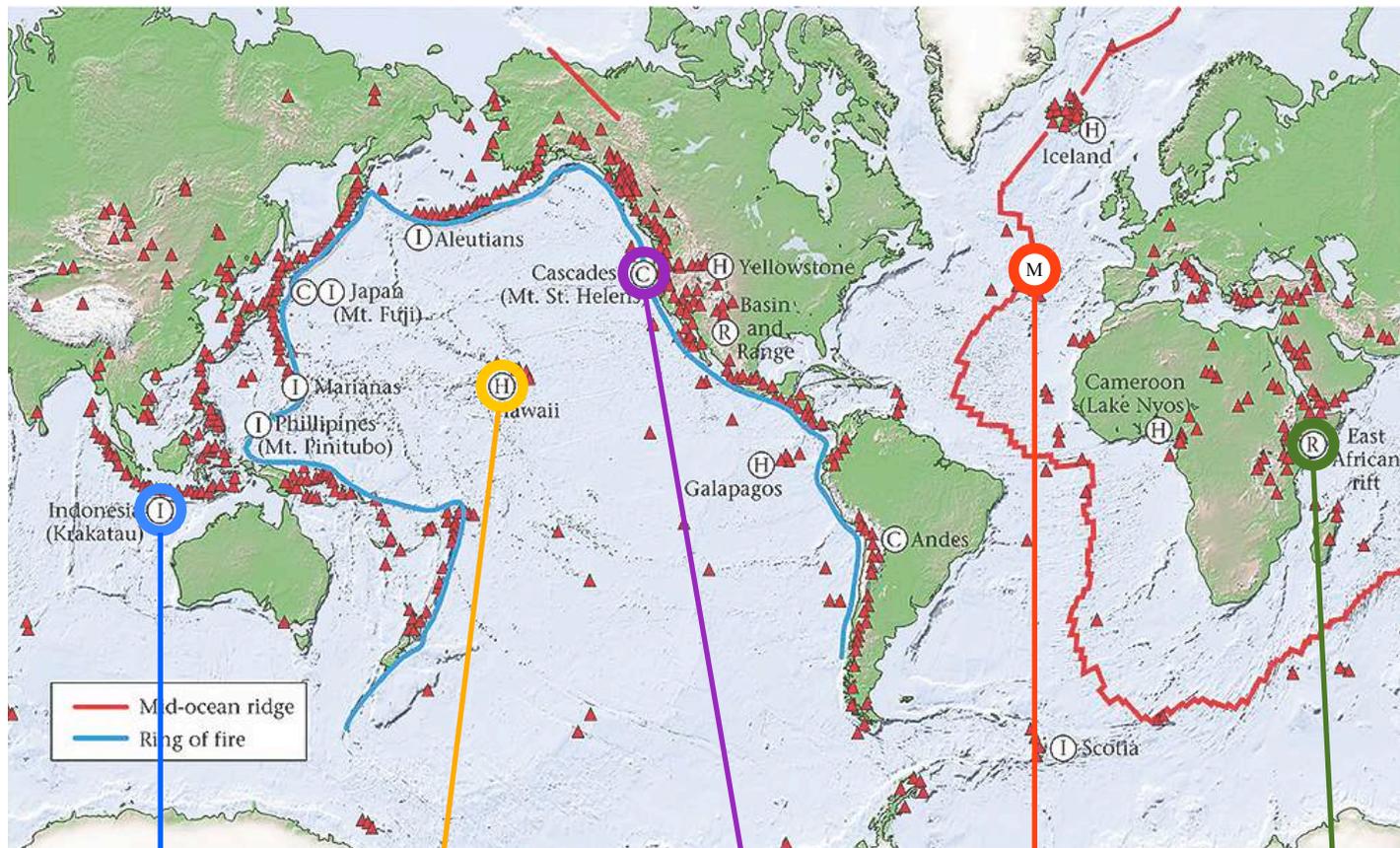


schnelle Öffnung  
(Ostpazifischer Rücken)

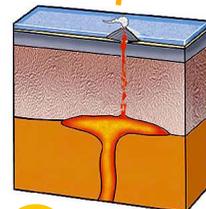


langsame Öffnung  
(Mittelatlantischer Rücken)

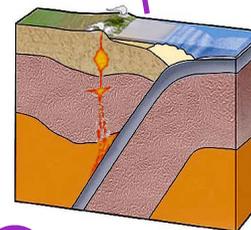
# 2- Vulkanismus an Plattengrenzen



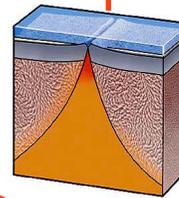
**I** = Island arc  
destruktiv



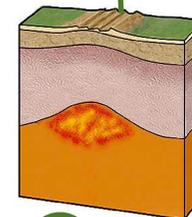
**H** = Hot spot  
(-)



**C** = Continental arc  
destruktiv

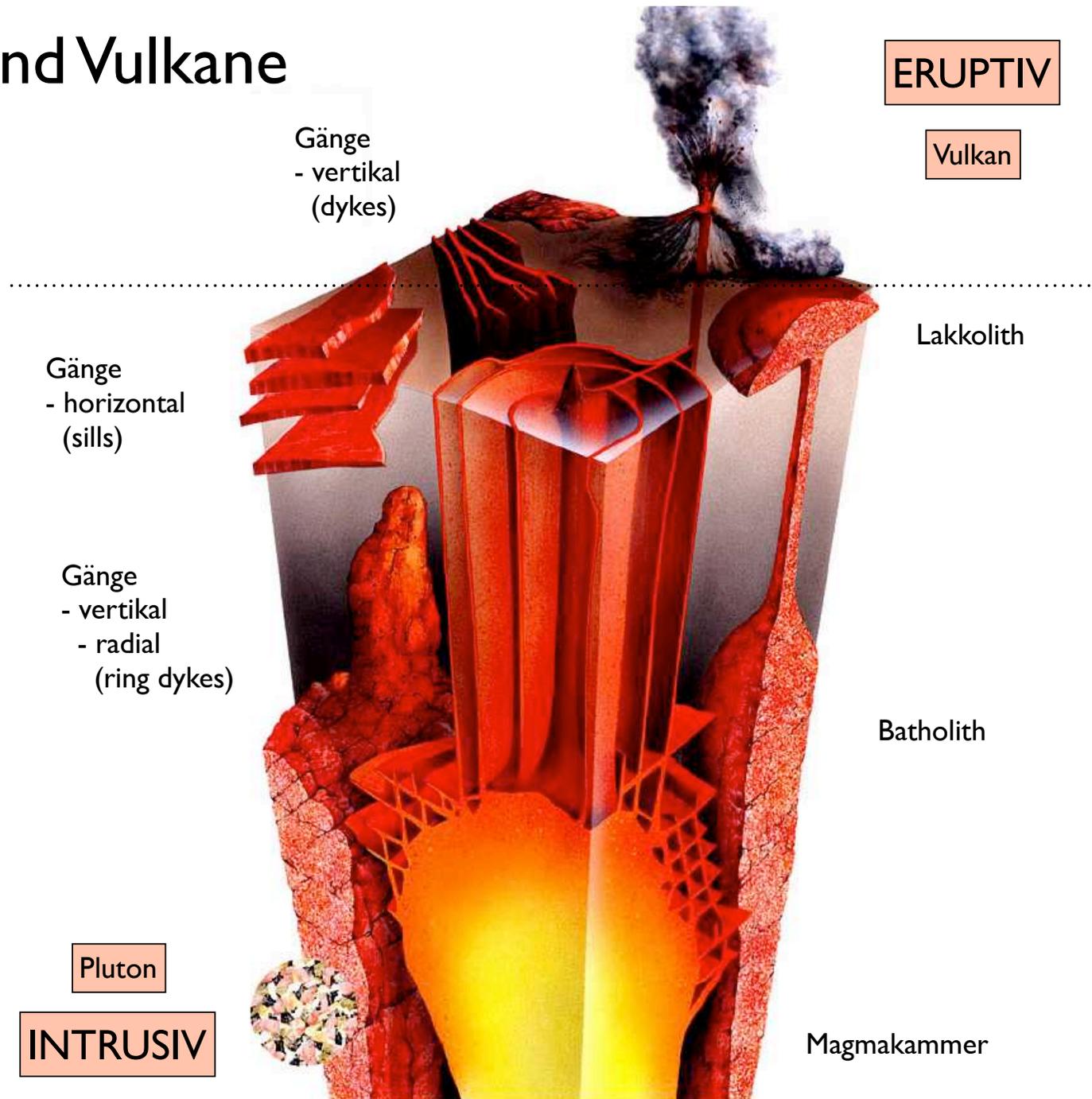


**M** = Mid-ocean ridge  
konstruktiv

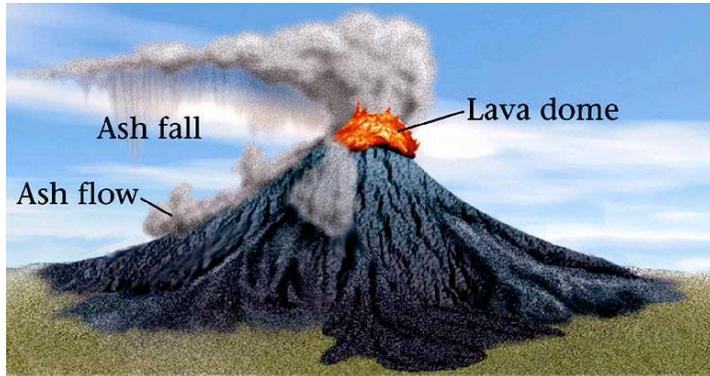


**R** = Rift  
konstruktiv

# 2- Plutone und Vulkane



## 2- will it flow or will it blow?



Felsisch = blow

Felsische Gesteinsschmelze (Magma)  
→ Rhyolitische Lava

Zähflüssig, wenig fließfähig  
(hochviskös)  
→ Gefährliche Explosionen

Beispiel: Mount St Helens



Mafisch = flow

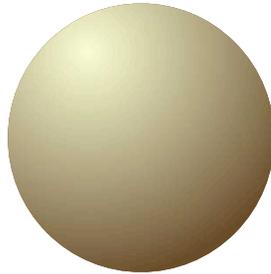
Mafische Gesteinsschmelze (Magma)  
→ Basaltische Lava

Dünflüssig, leicht fließfähig  
(niederviskös)  
→ Ungefährliches Ausfließen

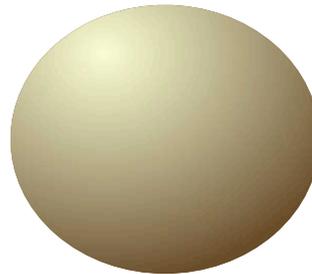
Beispiel: Hawaii

# 3- welche Form hat die Erde ?

Ist die Erde ...

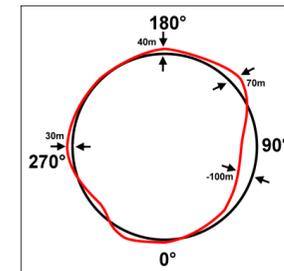
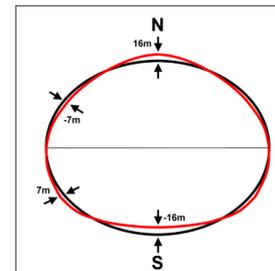
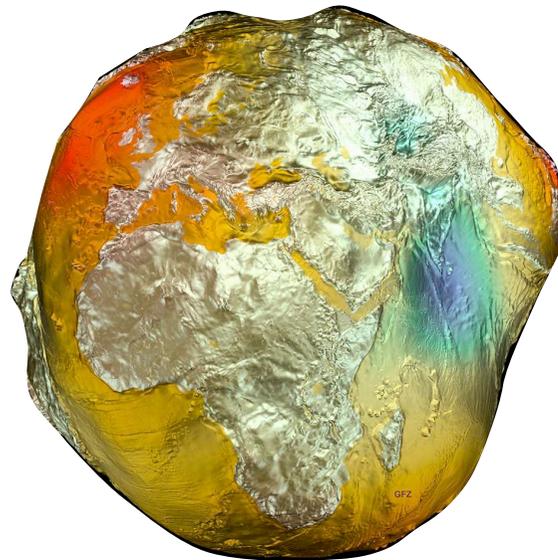
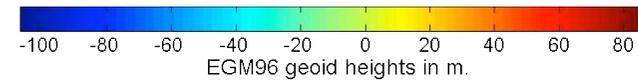
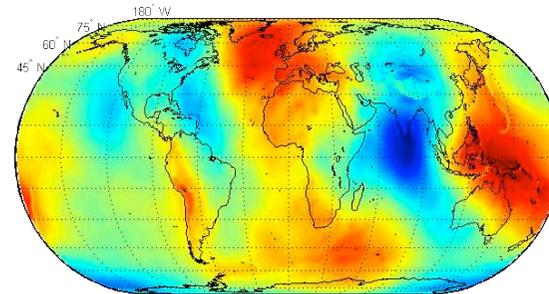


... eine Kugel ?



... ein Rotationsellipsoid ?

Seit 1828 (Carl Friedrich Gauss) ist die physikalische Form der Erde das sogenannte Geoid ...

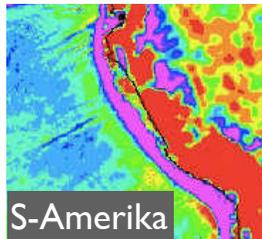
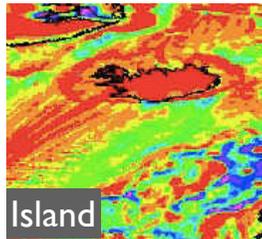
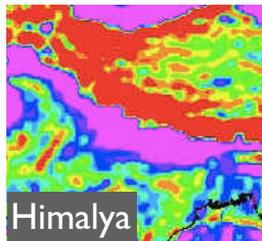
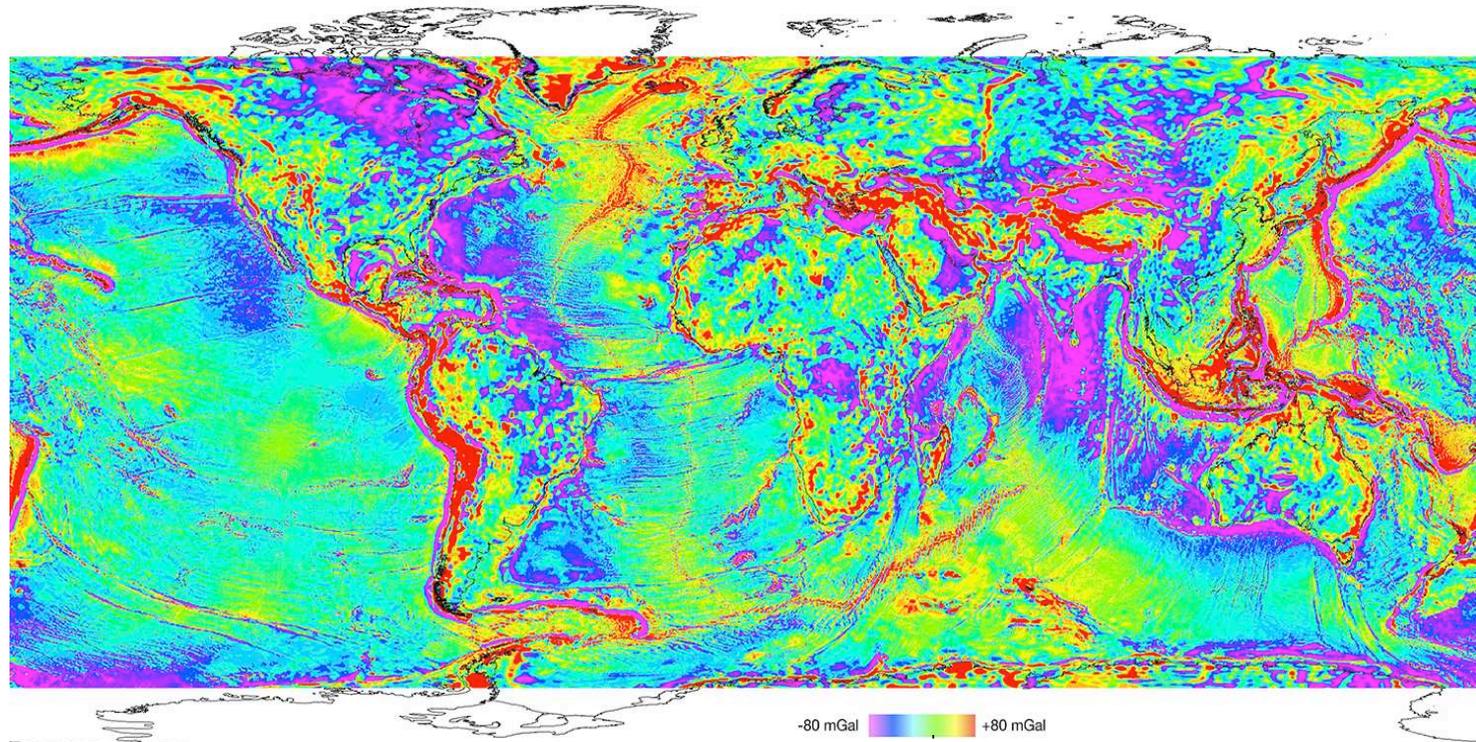


... seit 1996 ist ein Birne...

... und seit 2011 eine Kartoffel !

# 3- Welt - Schwerekarte

<http://www.ngu.no/geodynamics/gplates/> --- Free Air Gravity Anomaly Map



der Höhenlage entsprechende Erdanziehung: zu tief ← → zu hoch

Kontinentalbereich bedeutet:

$\Delta g_F > 0$  zusätzliche Gesteinsmasse

$\Delta g_F < 0$  sehr geringe Dichte - Sedimente

Im Ozeanbereich bedeutet

$\Delta g_F > 0$  dichtes (Mantel-) material - Ozeanrücken

$\Delta g_F < 0$  fehlende Anziehung - grosse Wassertiefe - Graben

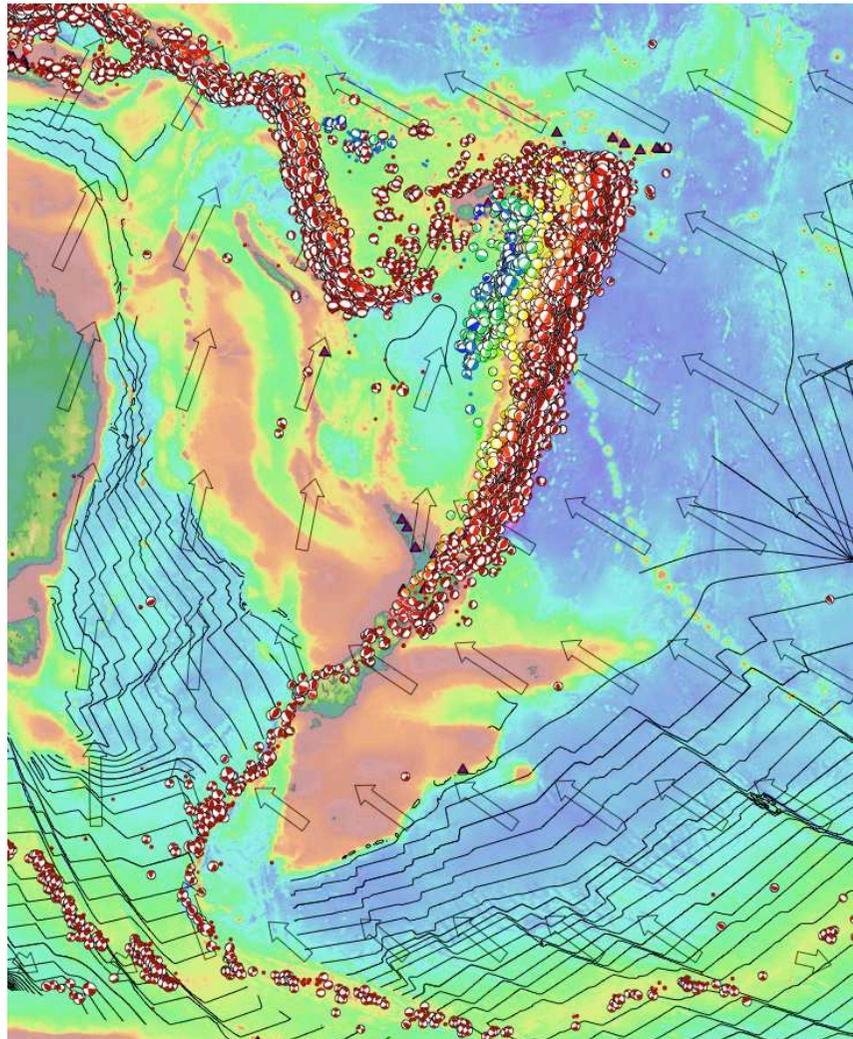
# 4- Erdbeben an Plattengrenzen



Epizentren definieren Plattengrenzen  
Pro memoria: Plattengrenzen  $\neq$  Kontentalrand

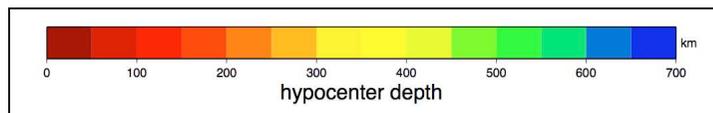
Epizentrum:	Erdoberfläche
Hypozentrum:	Erdbebenherd (in der Tiefe)

# 4- Erdbeben an Platten grenzen



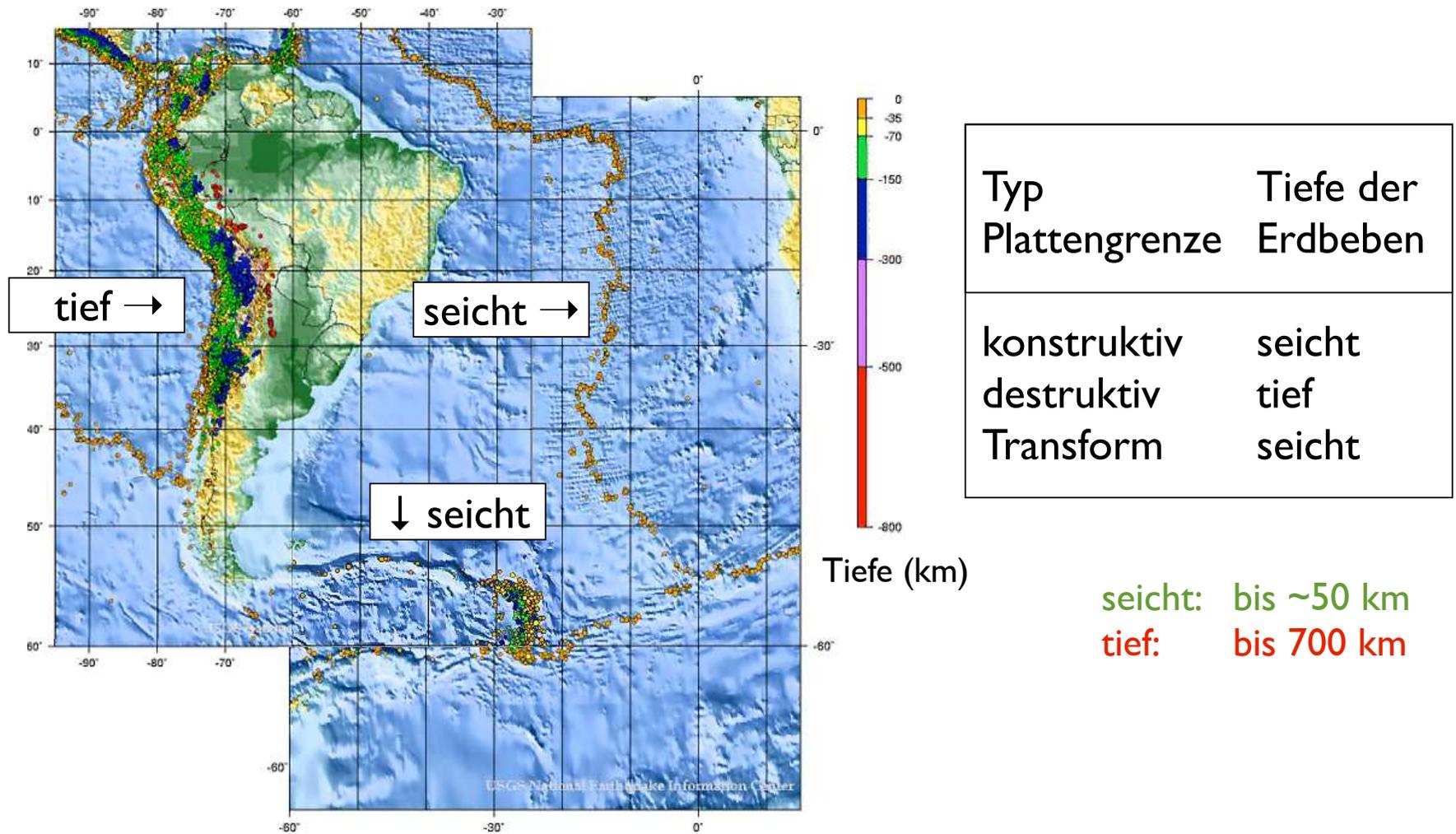
Typ Plattengrenze	Tiefe der Erdbeben
konstruktiv	seicht
destruktiv	tief
Transform	seicht

seicht: bis 50 km  
 tief: bis 700 km



⊙ ⊗ Erdbeben Hypozentren

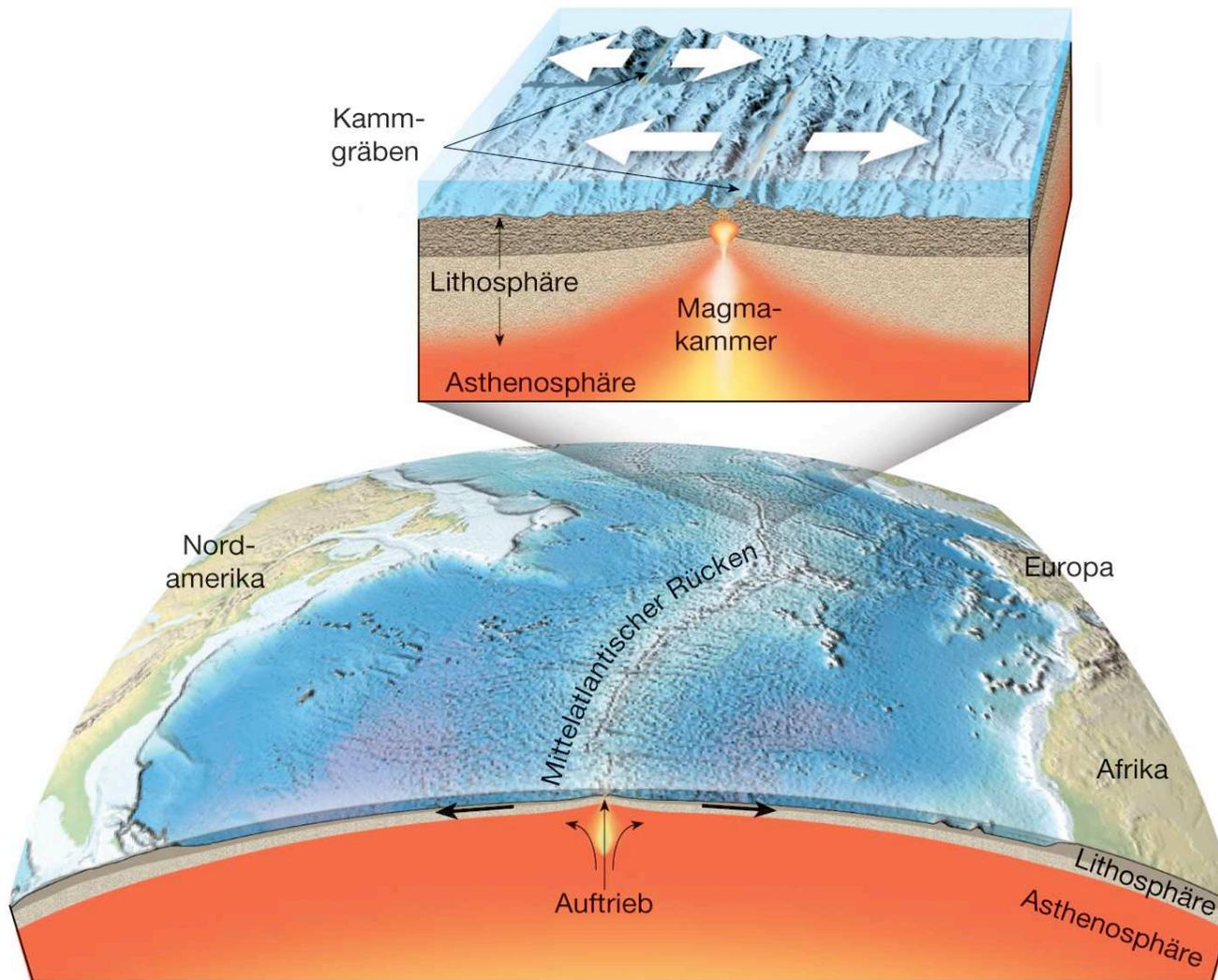
# 4- Charakteristische Tiefe der Erdbeben



<http://earthquake.usgs.gov/regional/world/seismicity/>

**Steckbrief:  
konstruktive  
Plattengrenzen**

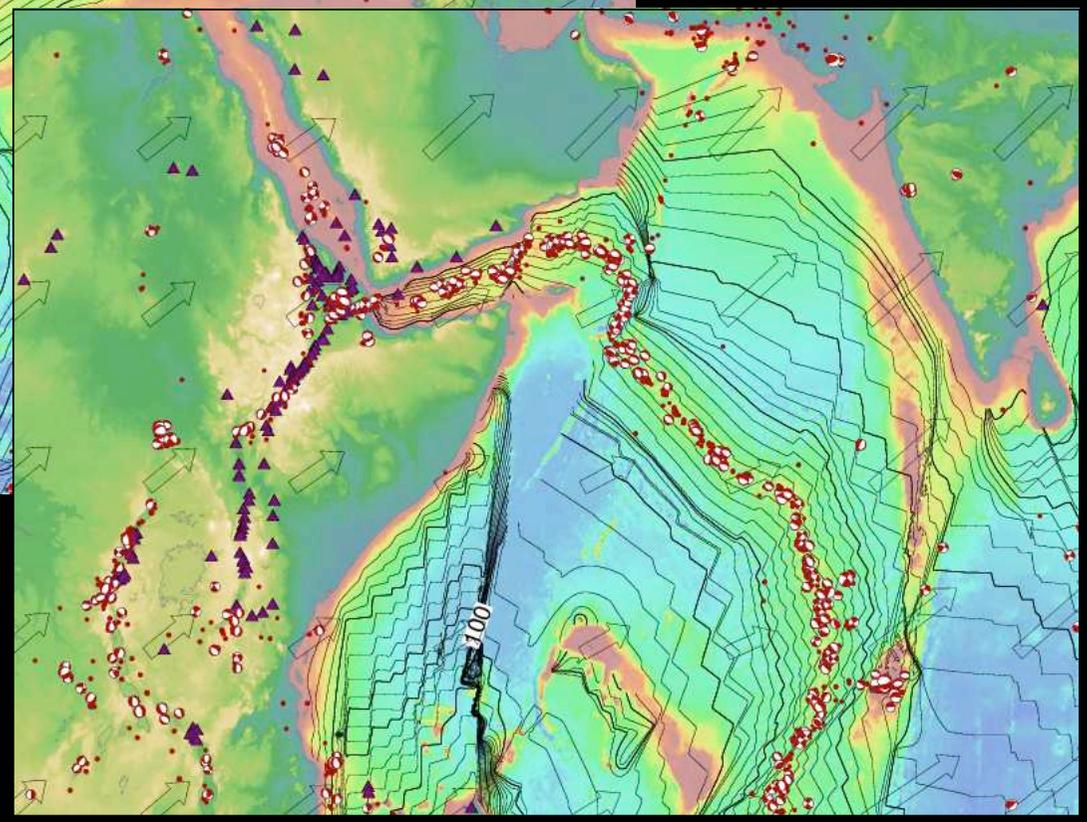
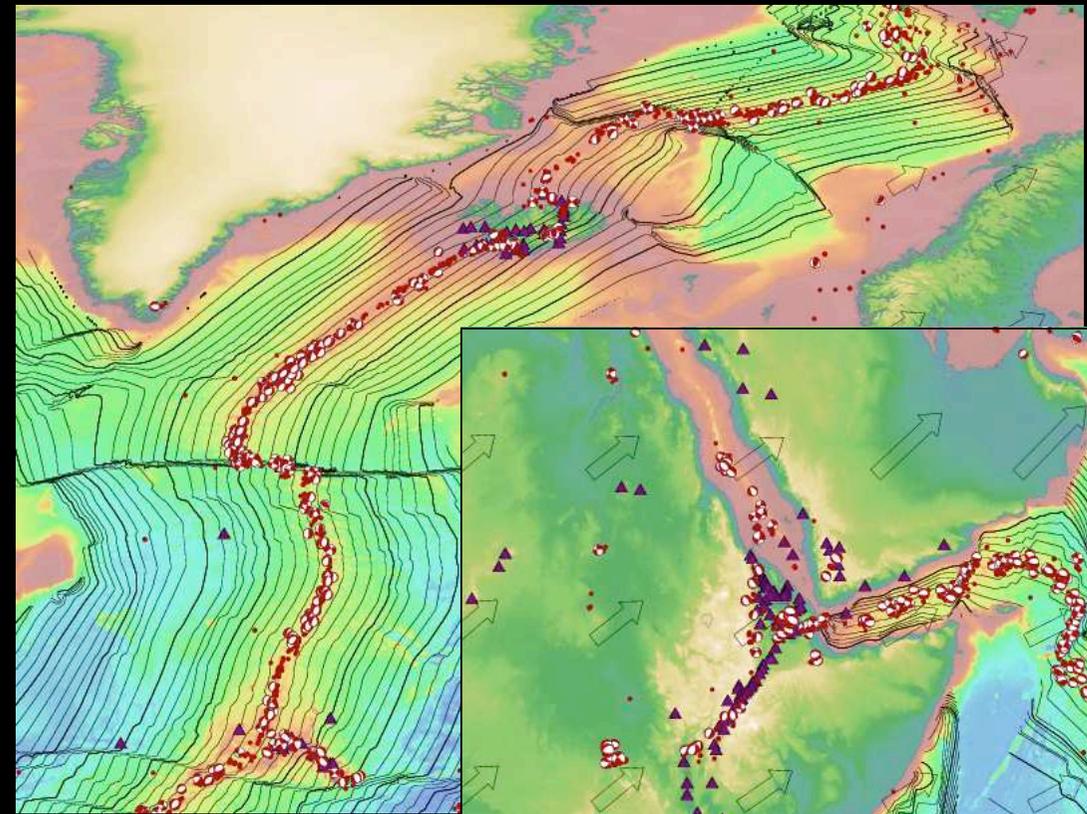
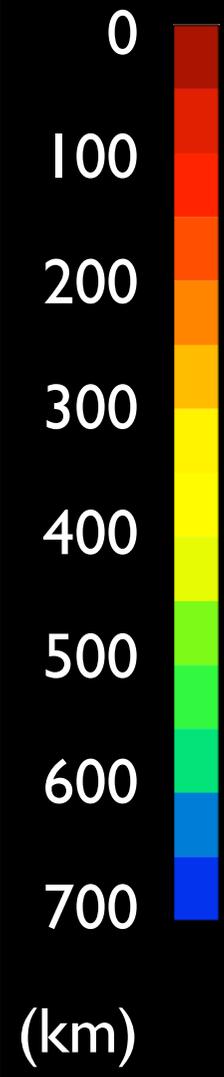
# Konstruktive Plattengrenzen



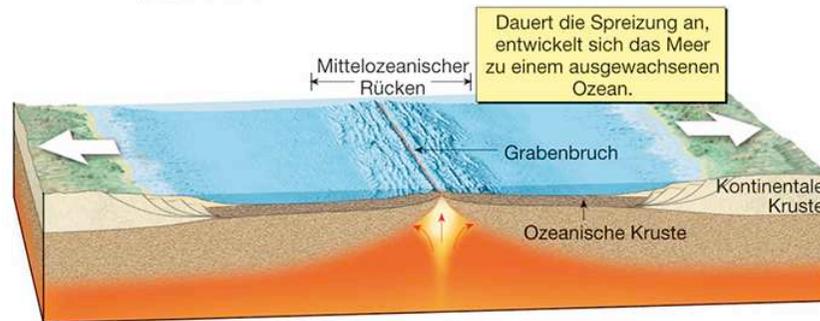
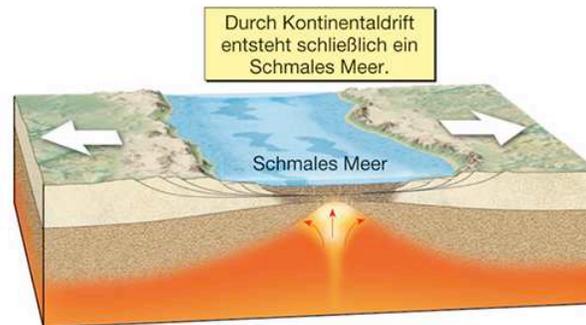
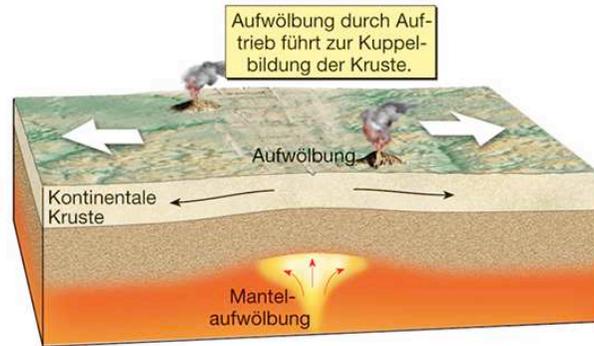
(physikalisch)  
konstruktiv  
=  
(kinematisch)  
divergent  
=  
(geometrisch)  
distensiv

**Abbildung 2.21:** Die meisten divergenten Plattengrenzen befinden sich an den Kämmen der Ozeanischen Rücken.

# Seichte Beben - Konstruktive Plattengrenzen

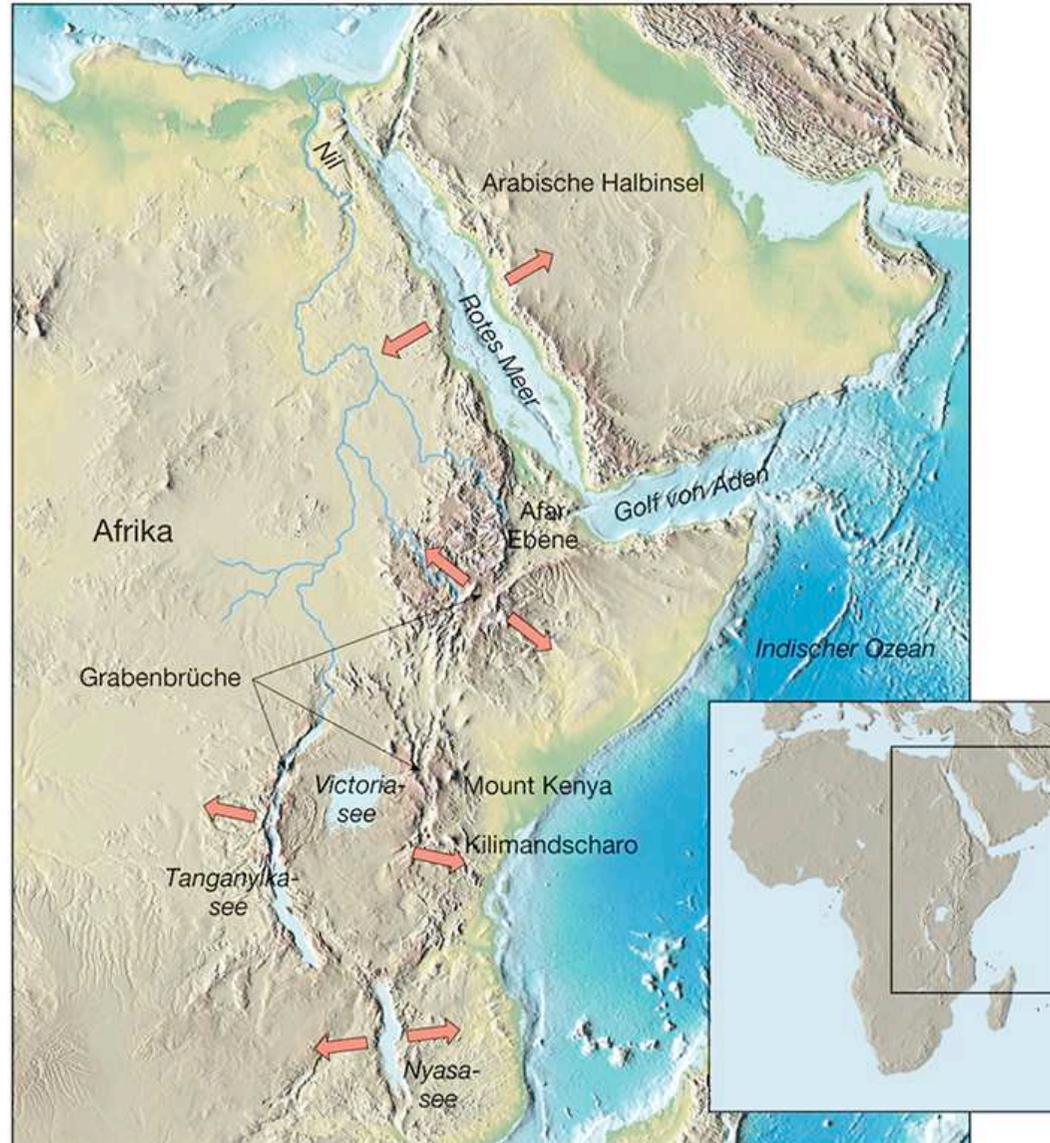


# vom kontinentalen Grabenbruch zum Ozean



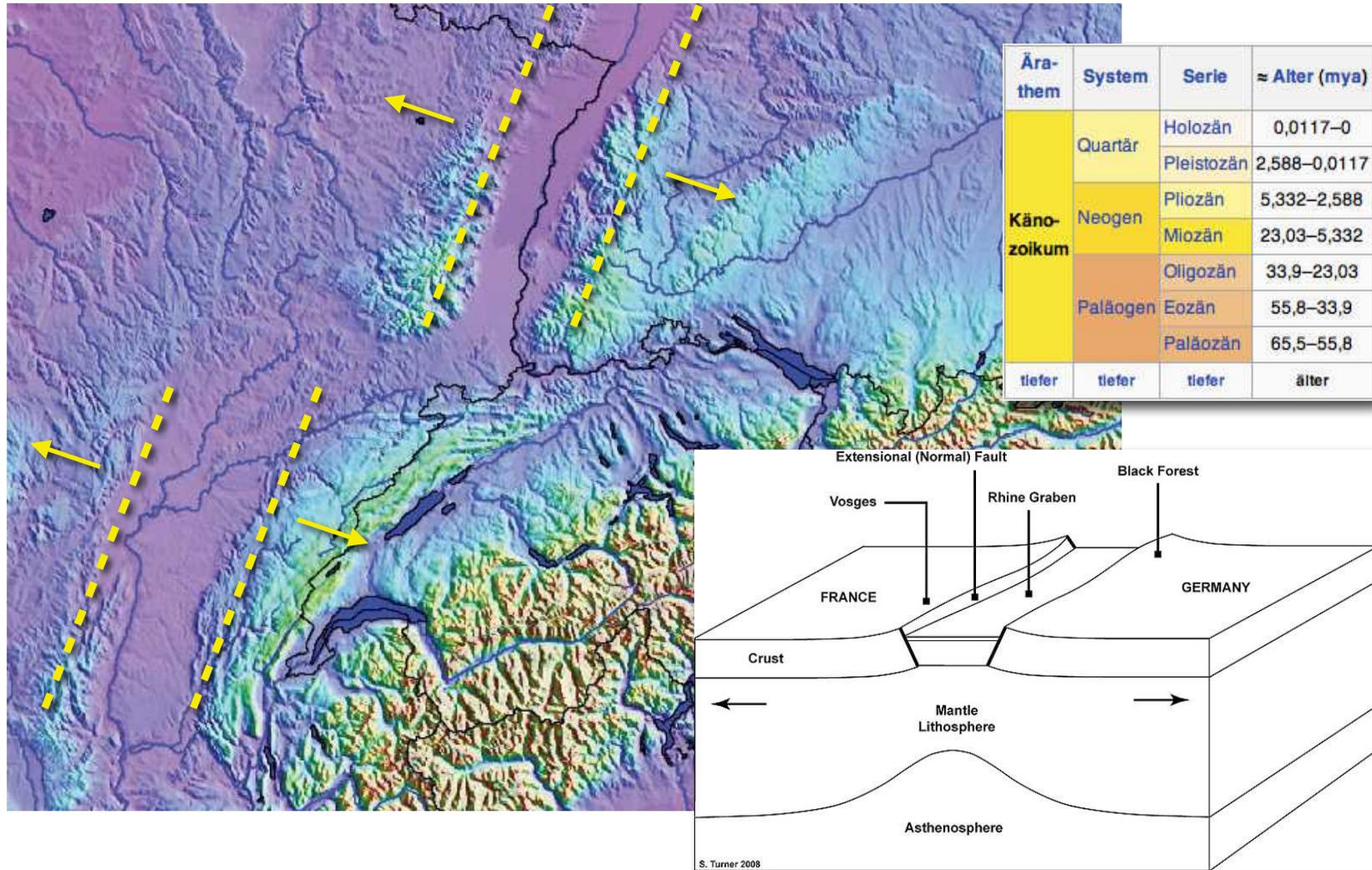
# Beispiel: Ostafrikanischer Grabenbruch

aktuell  
aktiv



# Beispiel: Rheingraben Bressegraben

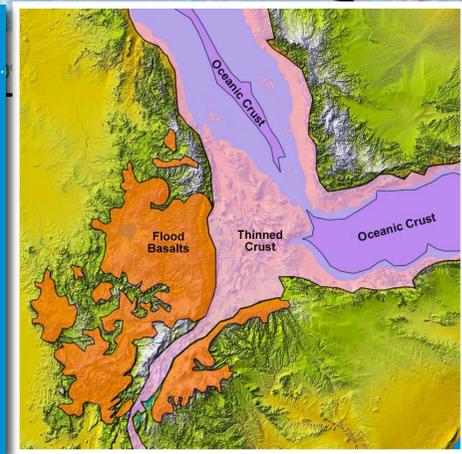
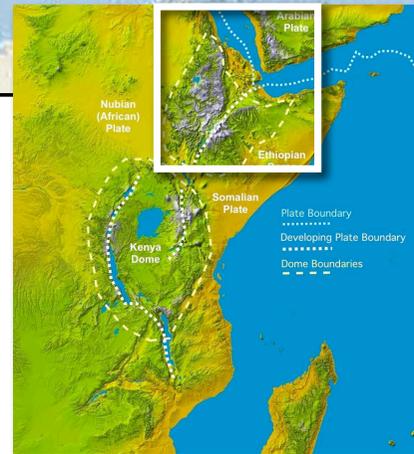
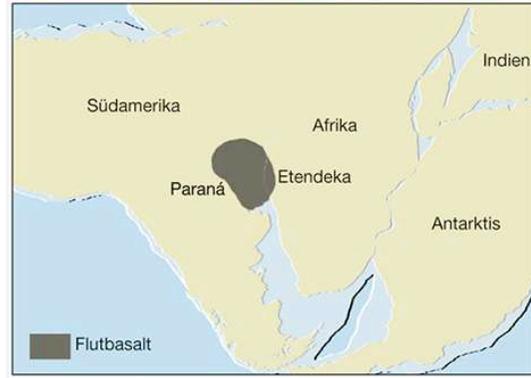
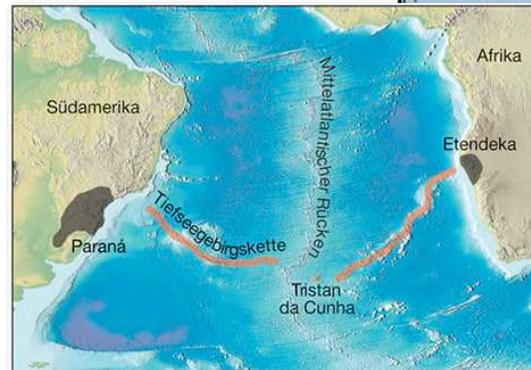
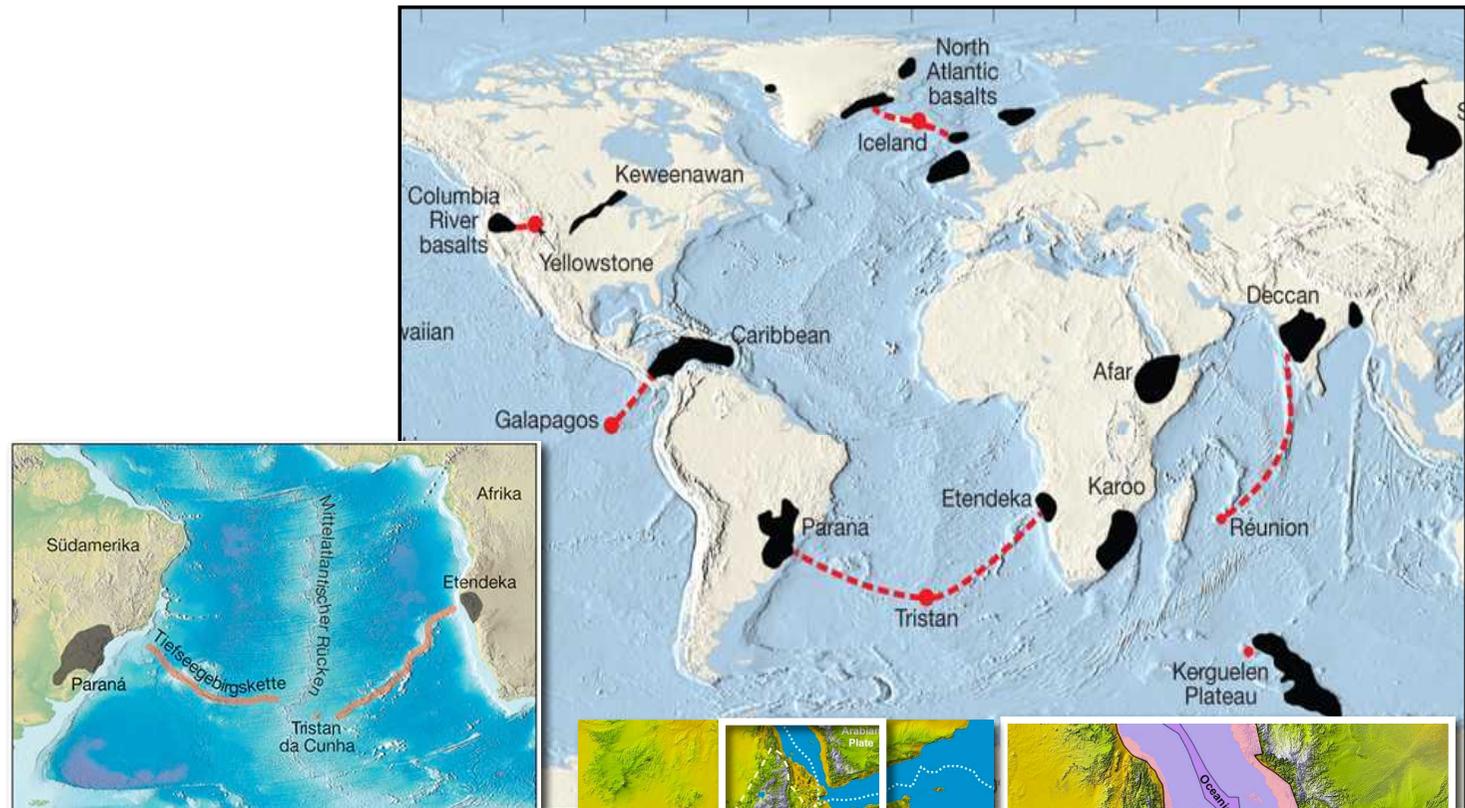
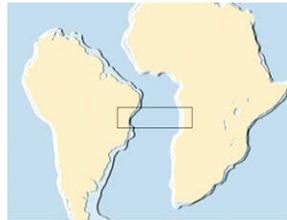
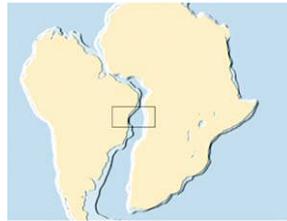
Eozän - Miozän



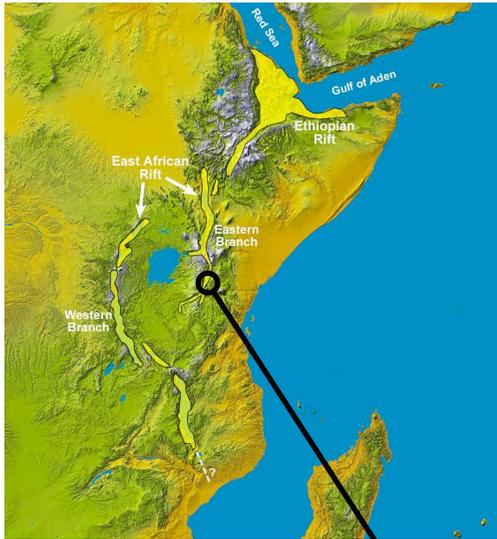
<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Rhinegrabencross.jpg>

vom Hotspot zum Ozean

# Plateaubasalte und Hotspot Trails



# Ost-Afrikanisches Rift: Ein Kontinent zerbricht



Oldoinyo Lengai



Oldoinyo Lengai Lava, ca. 2 Tage alt



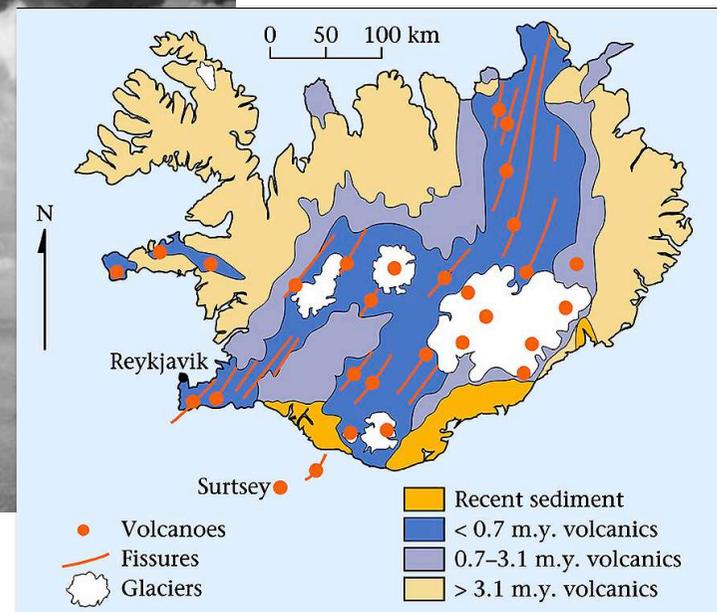
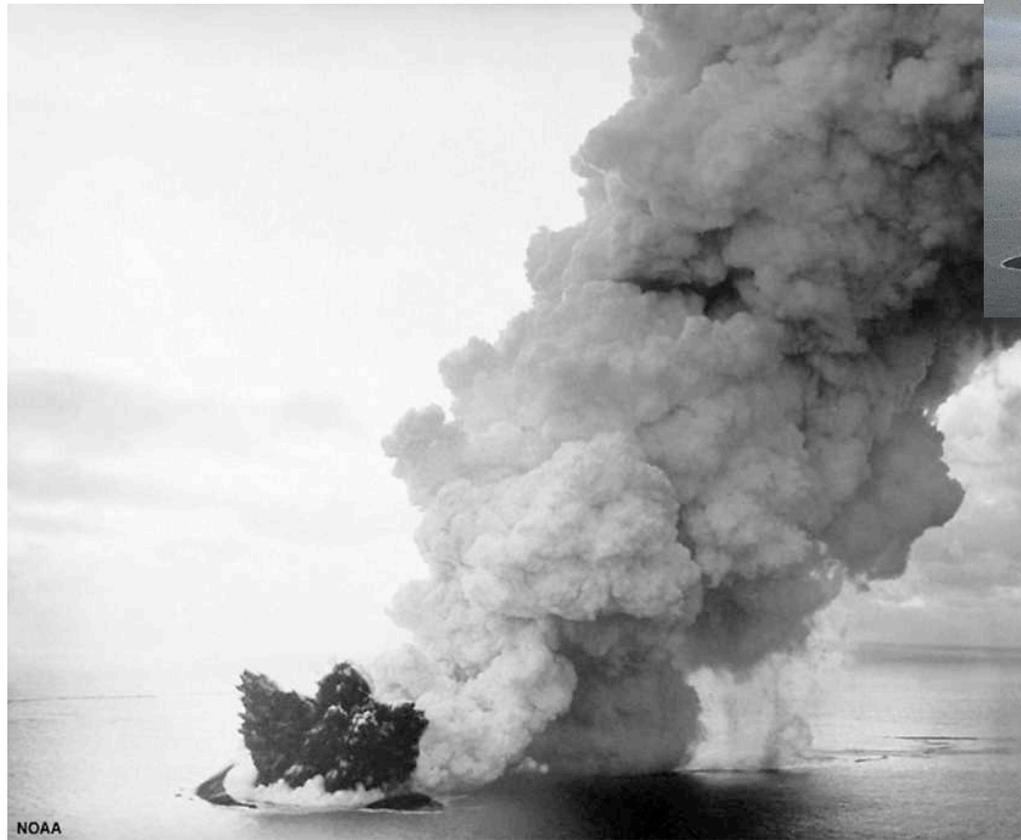
Probennahme (B. Marty and T. Fischer)

## Einzigster aktiver Karbonatit Vulkan der Welt

- Zusammensetzung:  
typisch Ozeanrücken-Mantel mit  $\geq 30\%$   $\text{CO}_2$
- Sehr niedrige Viskosität:  
dünnflüssig, sprudelt fast wie Wasser  
fließt aus bei  $\sim 540^\circ\text{C}$
- An der Oberfläche wird das  $\text{CO}_2$  - nach Erkalten - fest

# Island: auf dem Mittelozeanischen Rücken

## Surtsey Eruption 1963



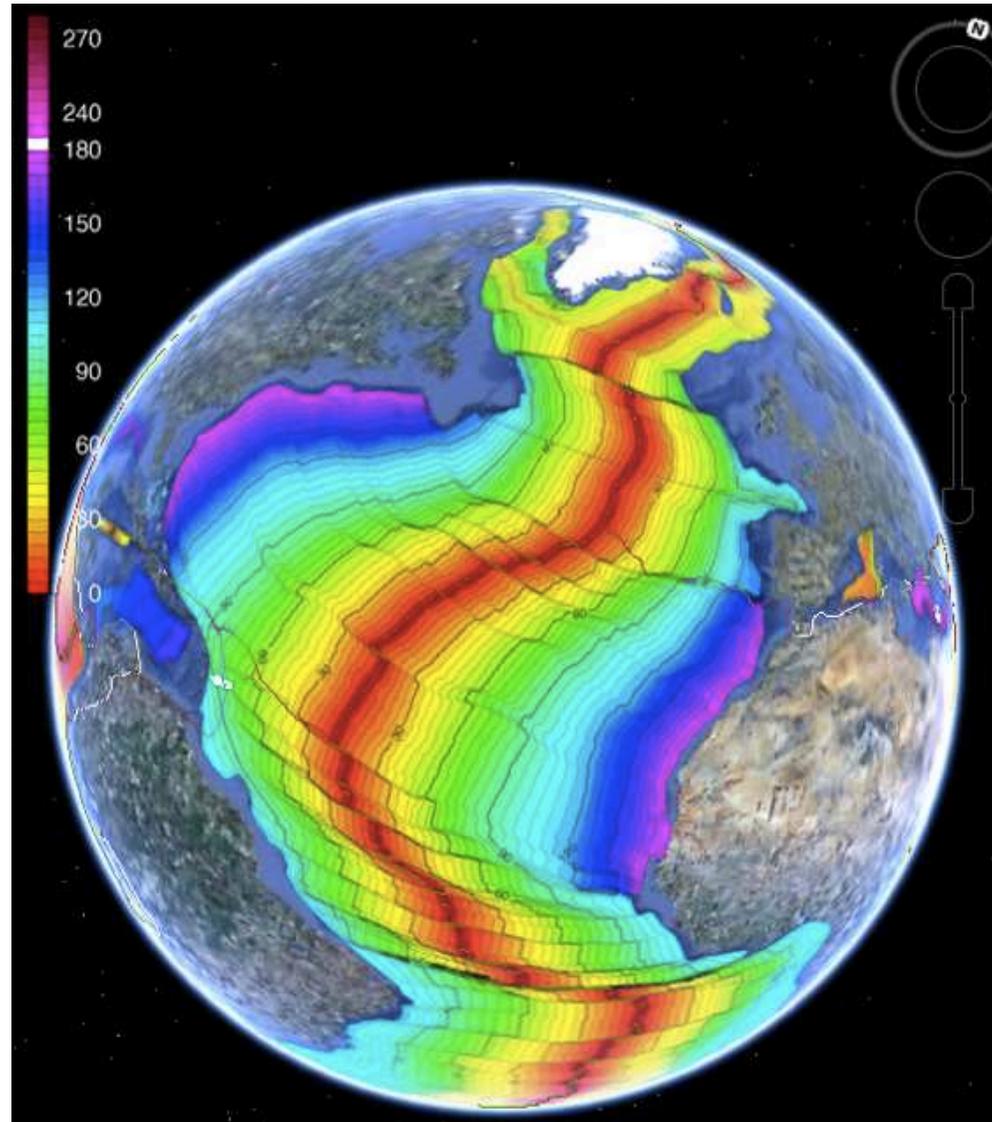
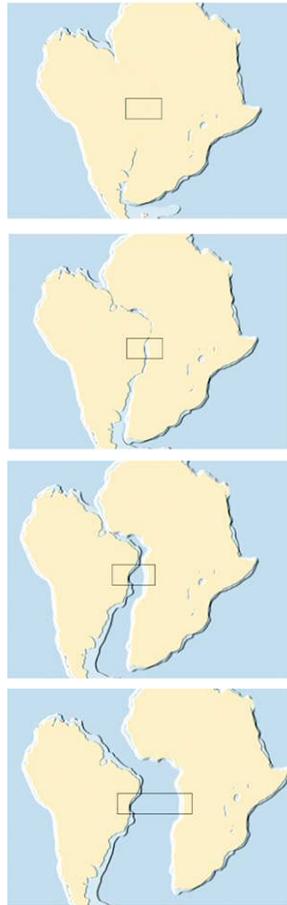
# Der Mittelatlantische Rücken

Alter des Ozeanbodens

180 Ma

90 Ma

0 Ma



# Leben am mittelozeanischen Rücken

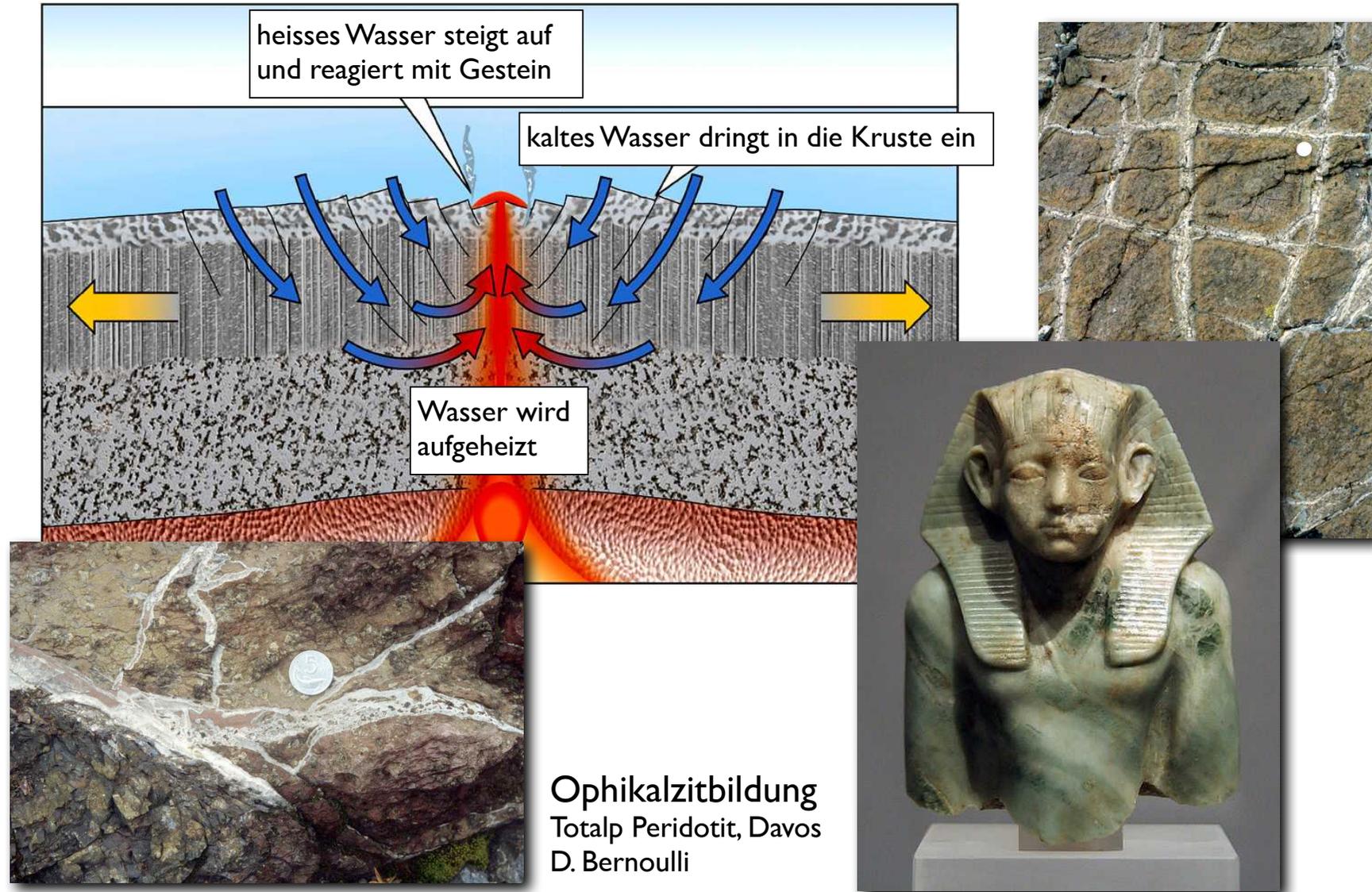
# Bildung von Kissenlava (pillow lava)



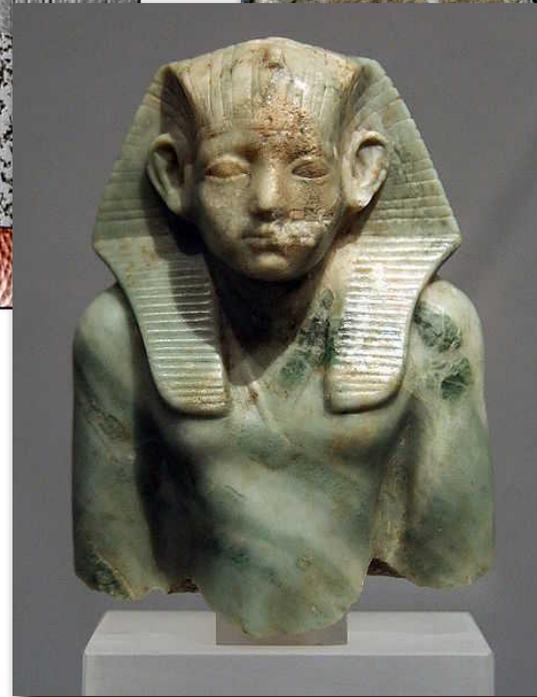
<https://www.youtube.com/watch?v=DdIUuUY0L9c>



# Interaktion Meerwasser - Kruste

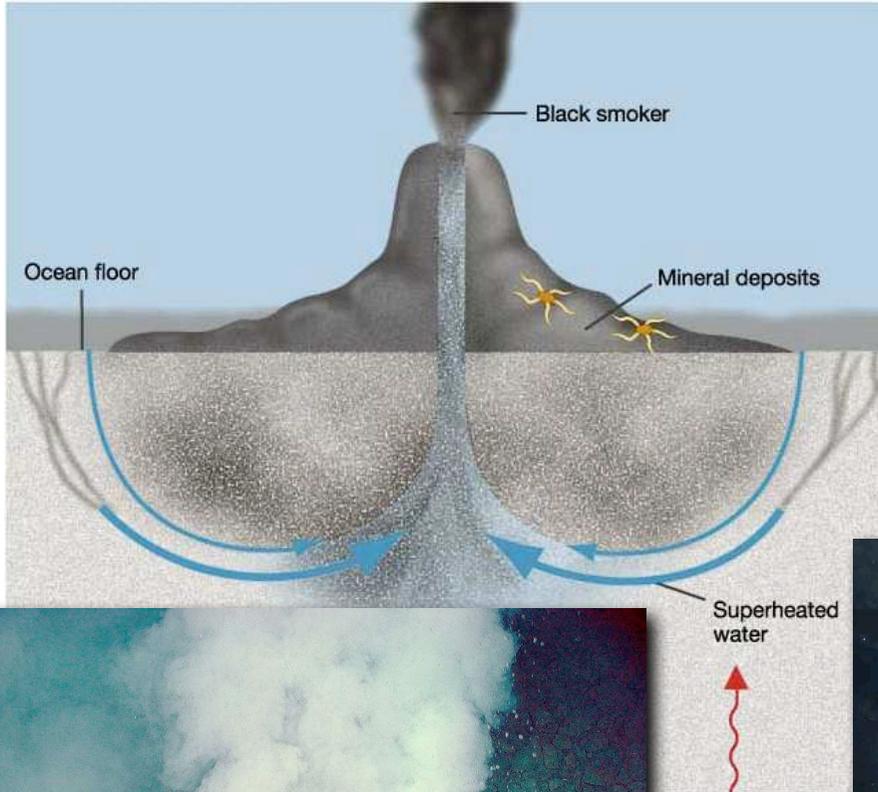


Ophikalzitbildung  
Totalp Peridotit, Davos  
D. Bernoulli

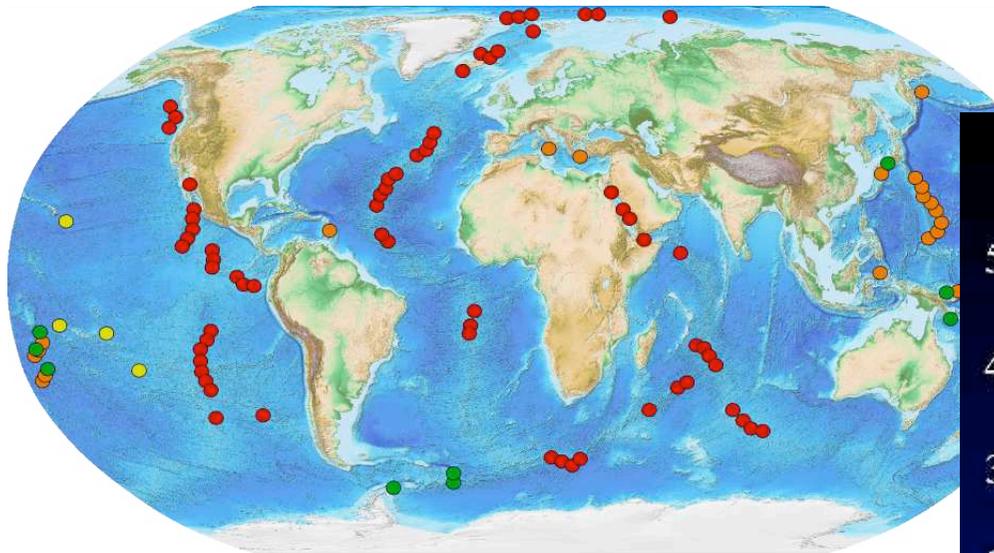


Amenemhet III.

# Schwarze und weisse Raucher

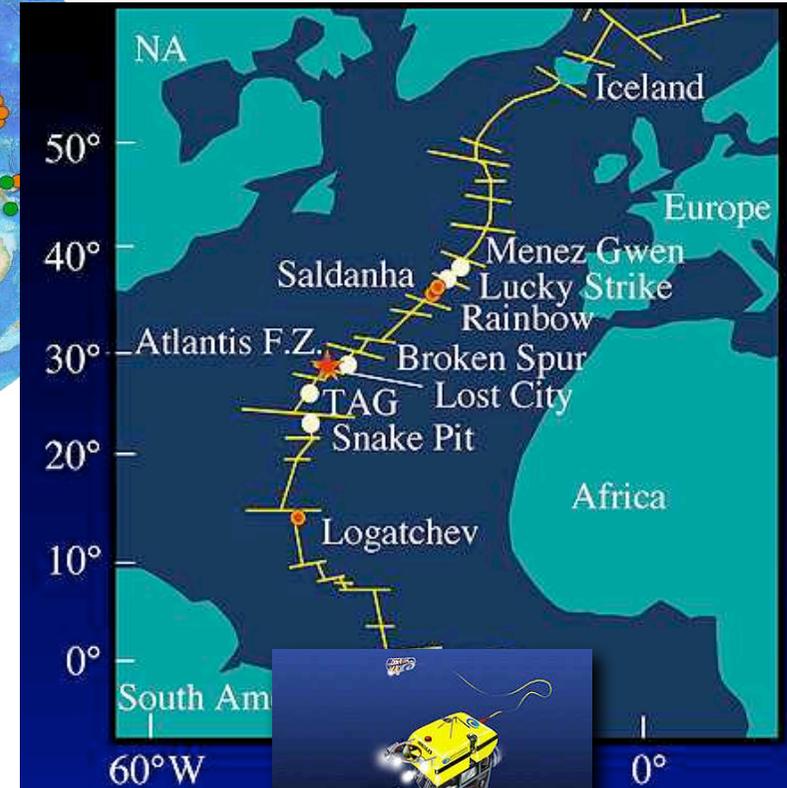


# Hydrothermalfelder



gelb = Hotspot  
rot = Mittelozeanische Rücken  
grün = Back-arc Spreizungsrücken  
orange = Vulkanbögen

<http://www.lostcity.washington.edu/>



**Gretchen L. Früh-Green**  
Petrologist and Geochemist  
Department of Earth Sciences  
ETH-Zurich, Switzerland  
shore-based

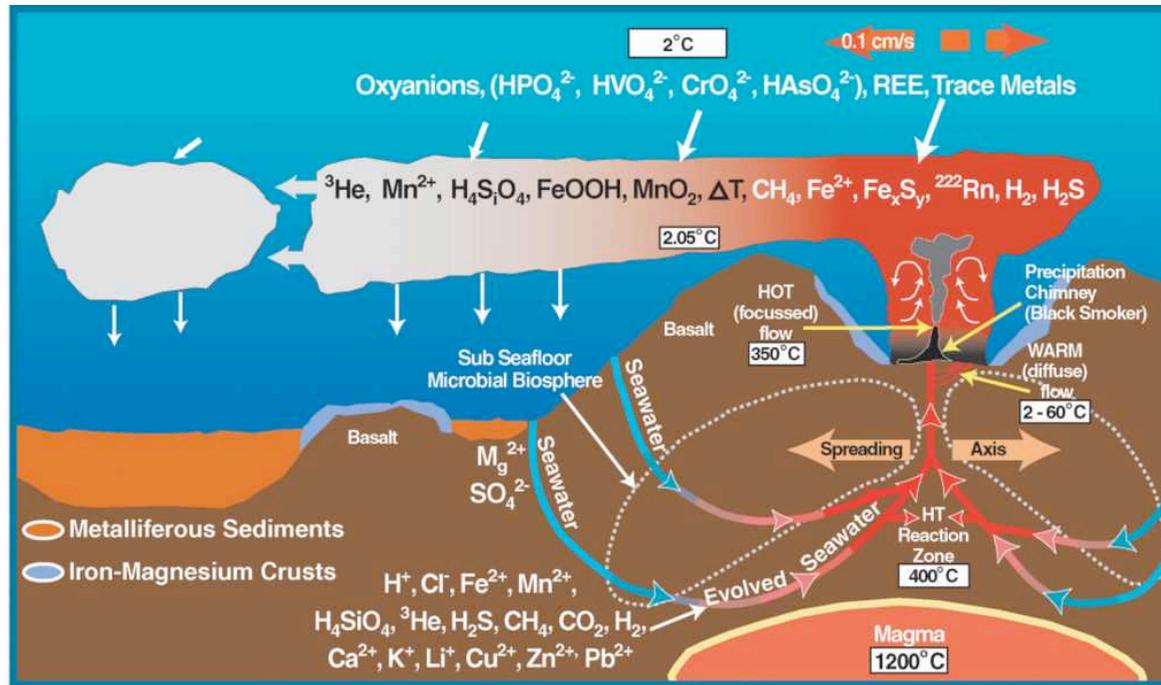


# ROV Kiel nach Twin Sisters



<http://www.geomar.de/entdecken/videos/schwarze-raucher-erzfabriken-der-tiefsee/>

# Chemosynthese versus Photosynthese



Riftia pachyptila (Bartwurm)  
bis zu 3m lang (nur im Pazifik)  
Symbiose mit Schwefelbakterium  
Filamente (rot=Hämoglobin)

Lebensbasis für Tiere =  
chemosynthetisch aktive Bakterien und Archäen

Bartwürmer, Venus-/Miesmuscheln, Spinnenkrabben, ...etc.  
haben kein Verdauungssystem sondern Symbionten



**Steckbrief:  
destruktive  
Plattengrenzen**

# wohin mit der Lithosphäre ?

Produzierte Fläche pro Jahr:

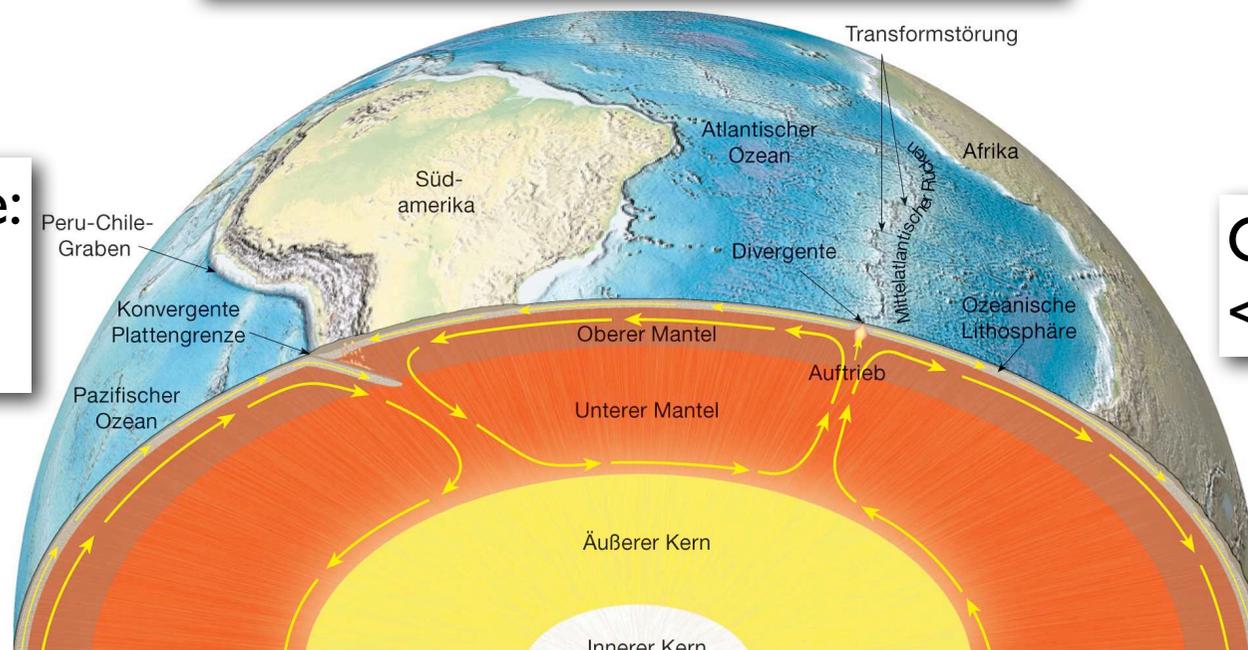
70 000 km ozeanische Rücken, 7cm / a spreading

$70 \cdot 10^6 \cdot 0.07 \approx 5 \cdot 10^6 \text{ m}^2 (\approx 5 \text{ km}^2)$

=  $10^{-8}$  Erdoberfläche

**Verdoppelung in 100 Ma !!**

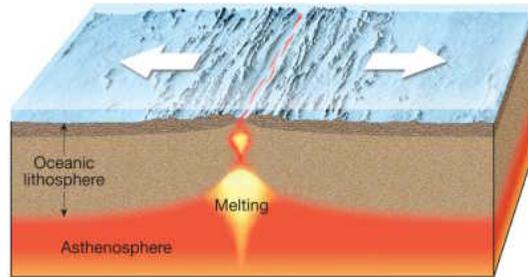
**Kontinente:  
4.5 Ga  
konstant**



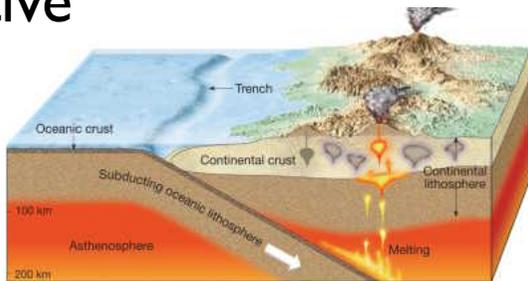
**Ozeane :  
< 180 Ma**

# destruktive Plattengrenzen: 3 Typen

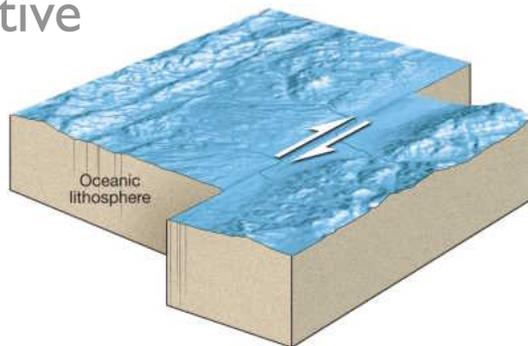
konstruktive



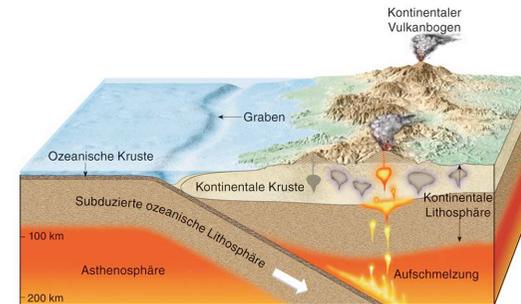
destruktive



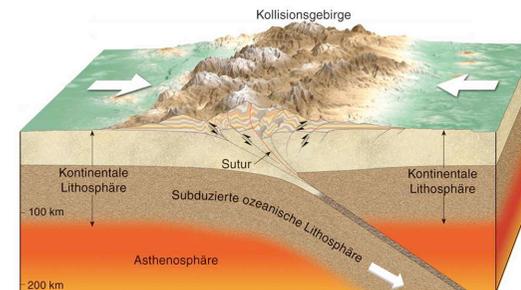
konservative



Ozean - Ozean



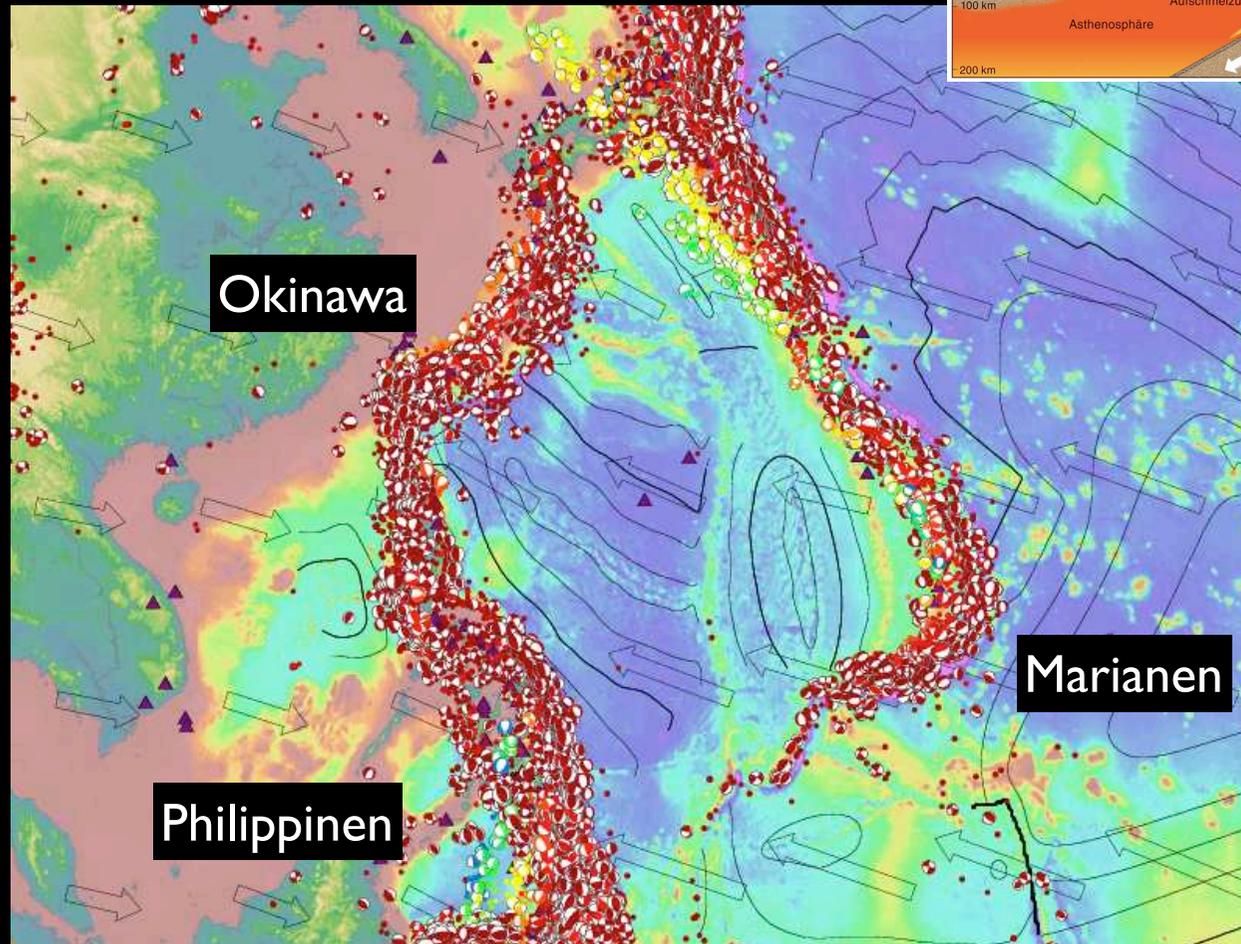
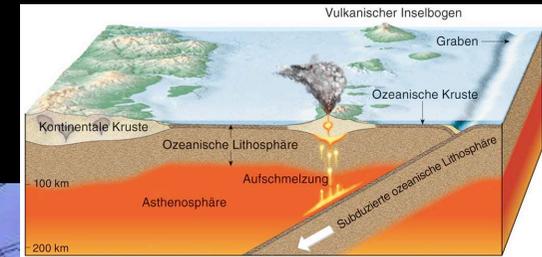
Ozean - Kontinent



Kontinent - Kontinent

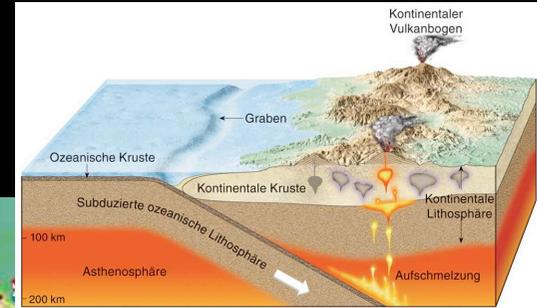
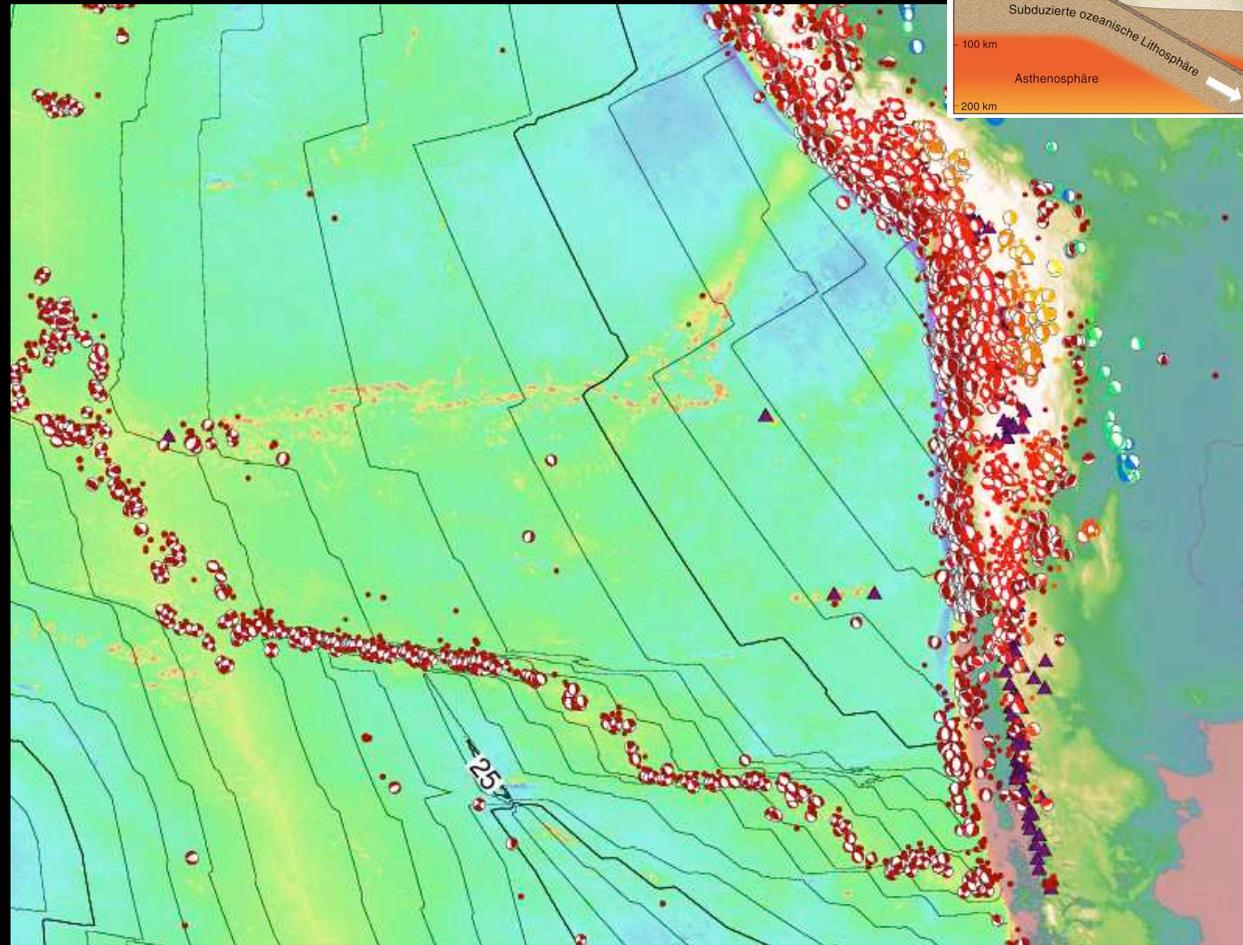
# Ozean - Ozean

Mt Fuji



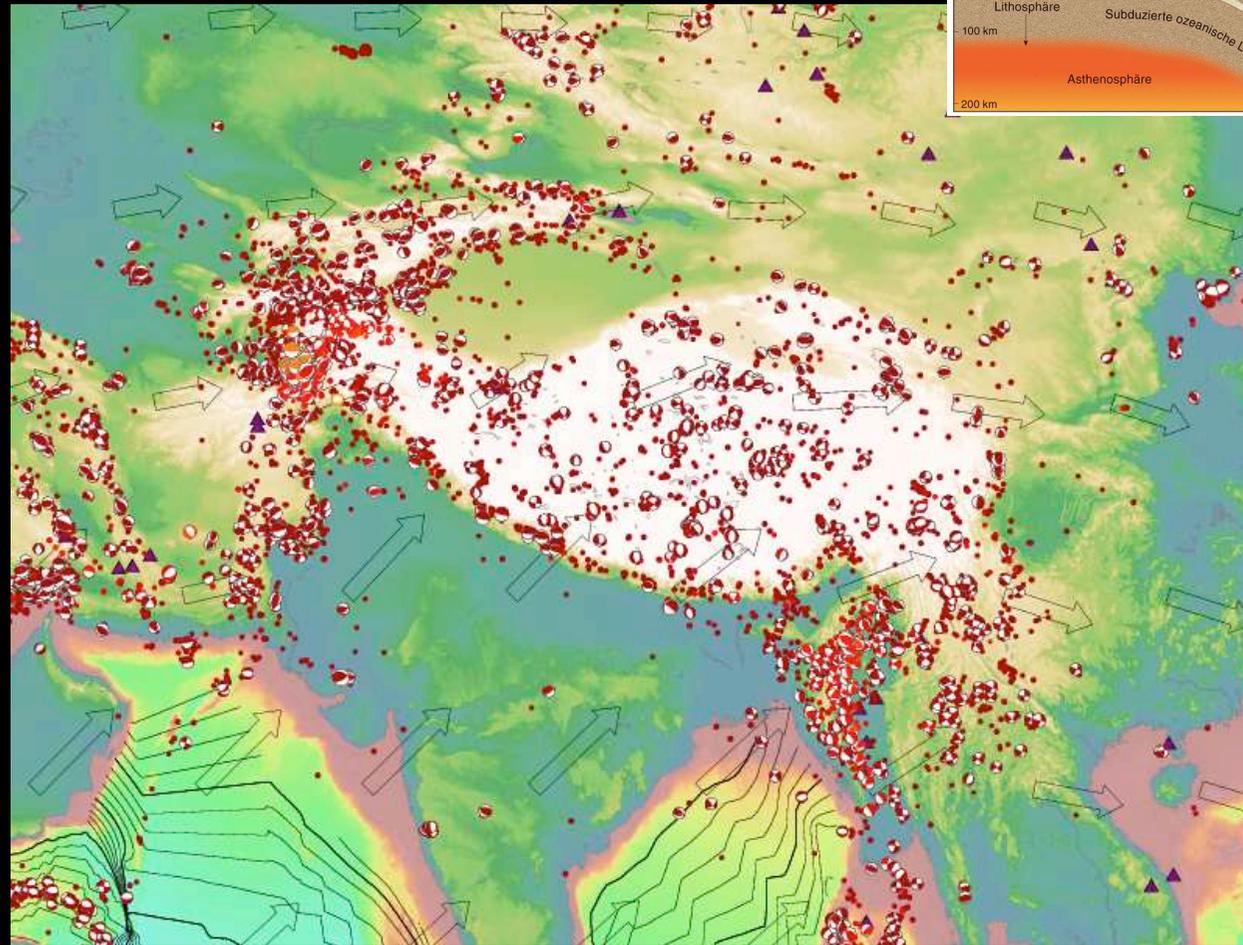
vulkanischer Inselbogen

# Ozean - Kontinent



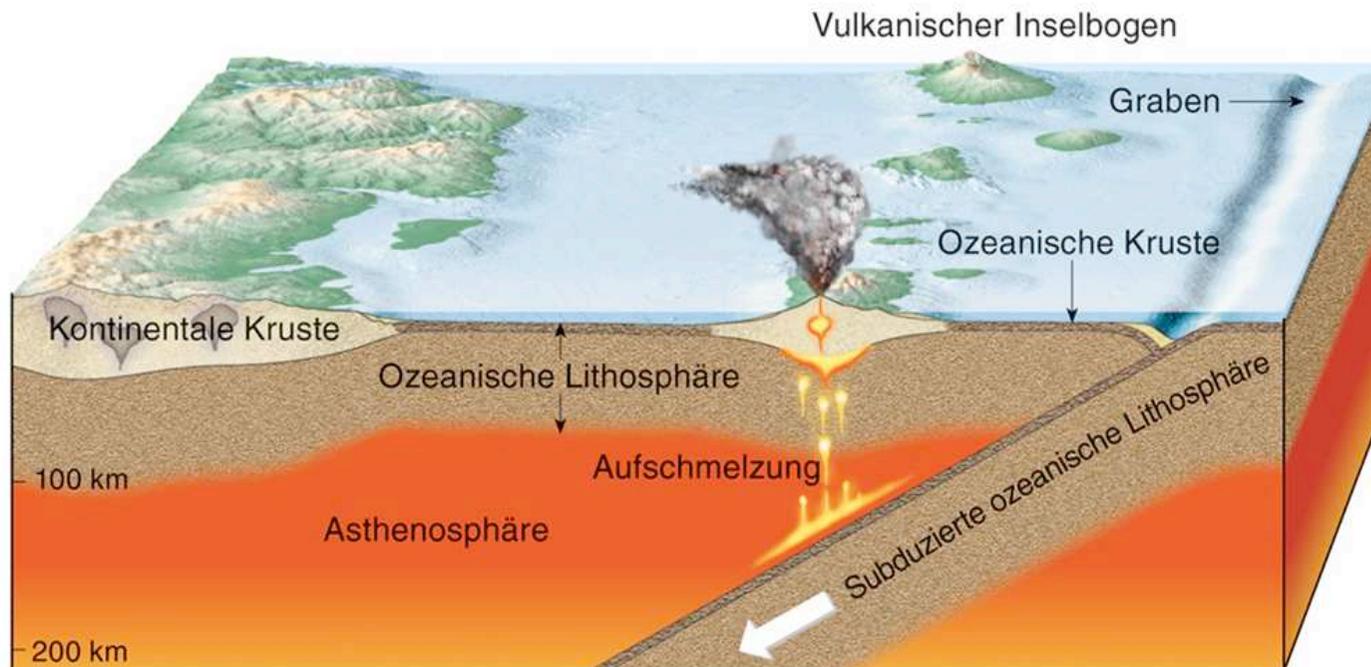
kontinentaler Vulkanbogen

# Kontinent - Kontinent



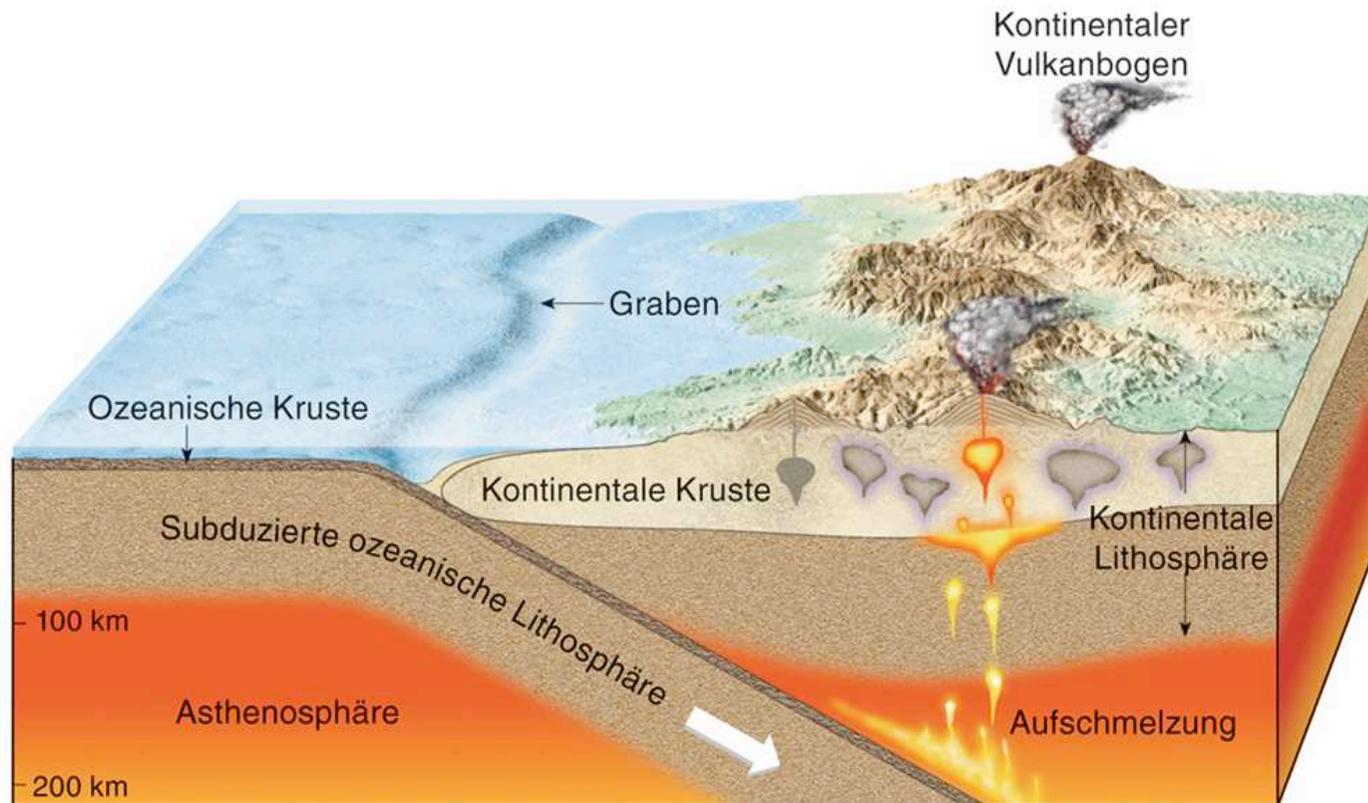
Kontinent-Kontinent Kollision

# Ozean - Ozean



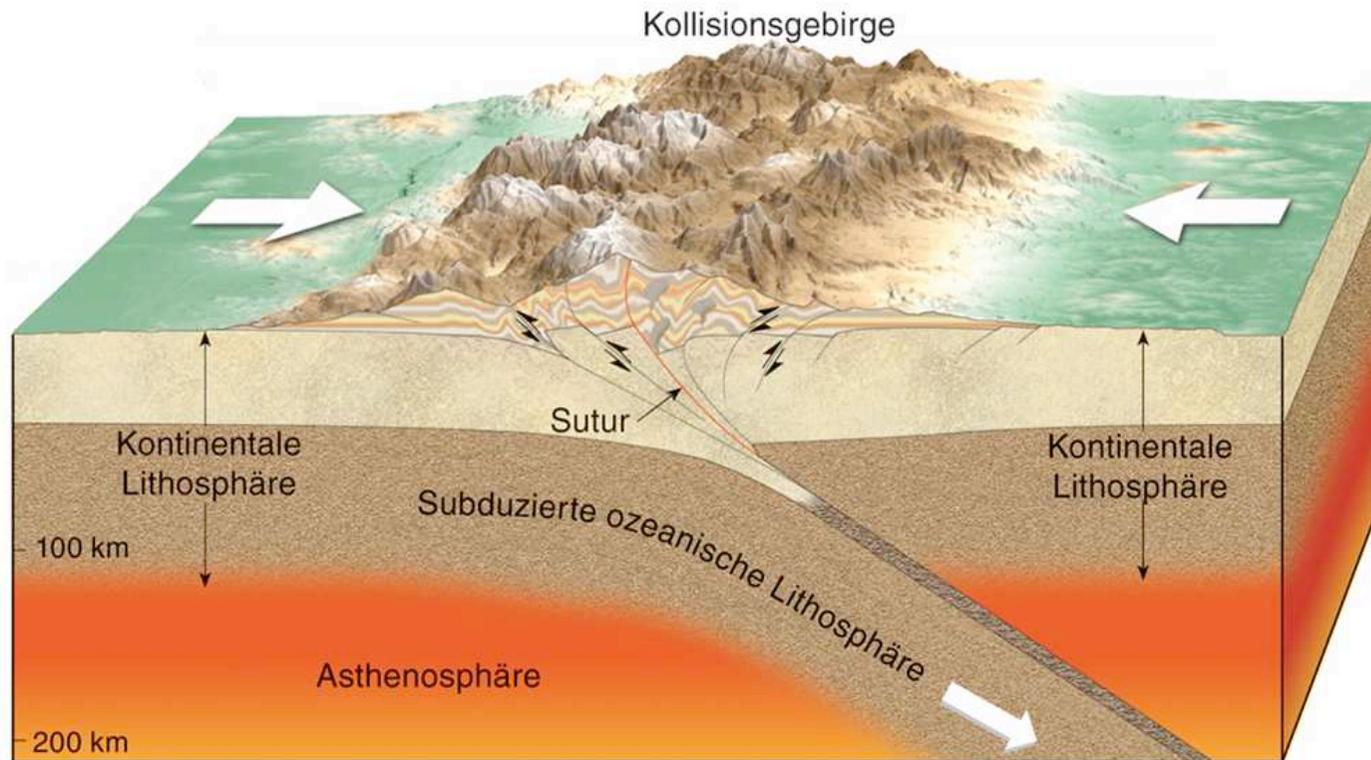
dichtere Platte sinkt hinunter  
Vulkanismus am Ozeanboden  
Vulkanische Inselbögen: Japan, Aleuten, Tonga

# Ozean - Kontinent



dichtere Platte (= ozeanische) sinkt hinunter  
Aufschmelzung in überschobener Platte  
Kontinentale Vulkanbögen: Anden, Cascades (USA)

# Kontinent - Kontinent

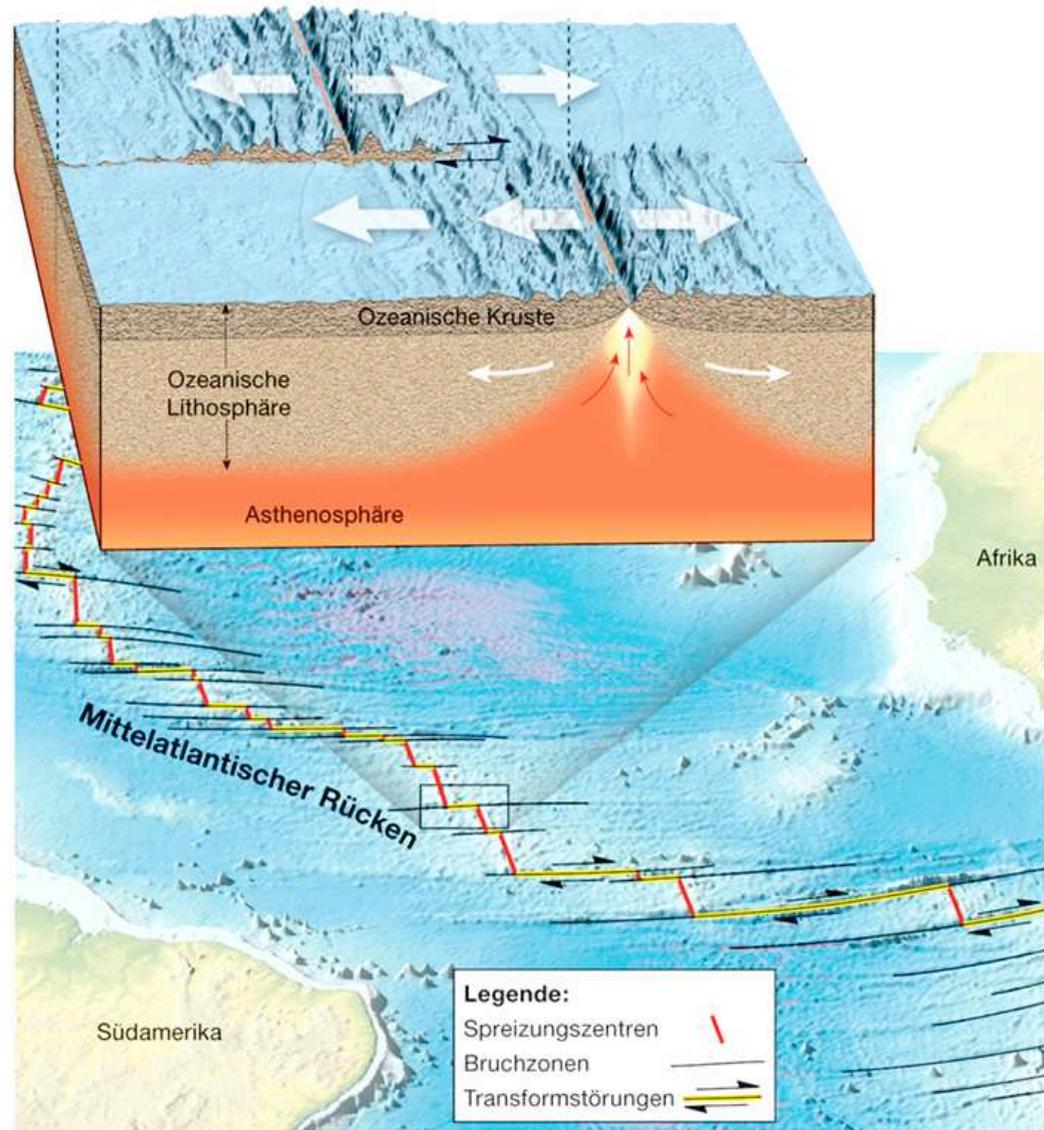


Fortgesetzte Subduktion → kontinentale Kollision  
dichtere Platte wird subduziert  
Kollisionsgebirge: Himalaya, Alpen, Appalachen

**Steckbrief:  
konservative  
(Transform-)  
Plattengrenzen**

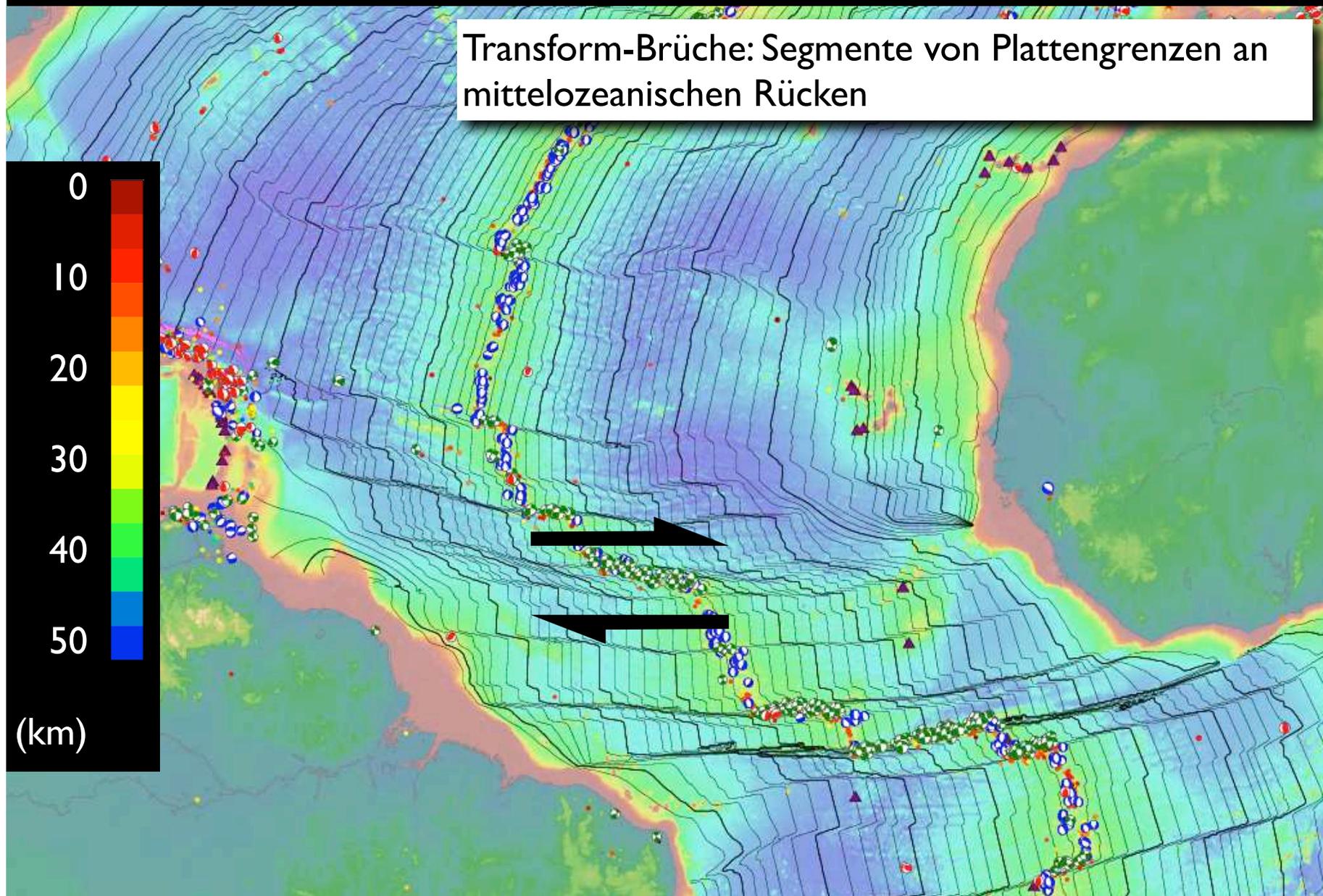
# Konservative Plattengrenzen

Transformbrüche  
Transformstörungen

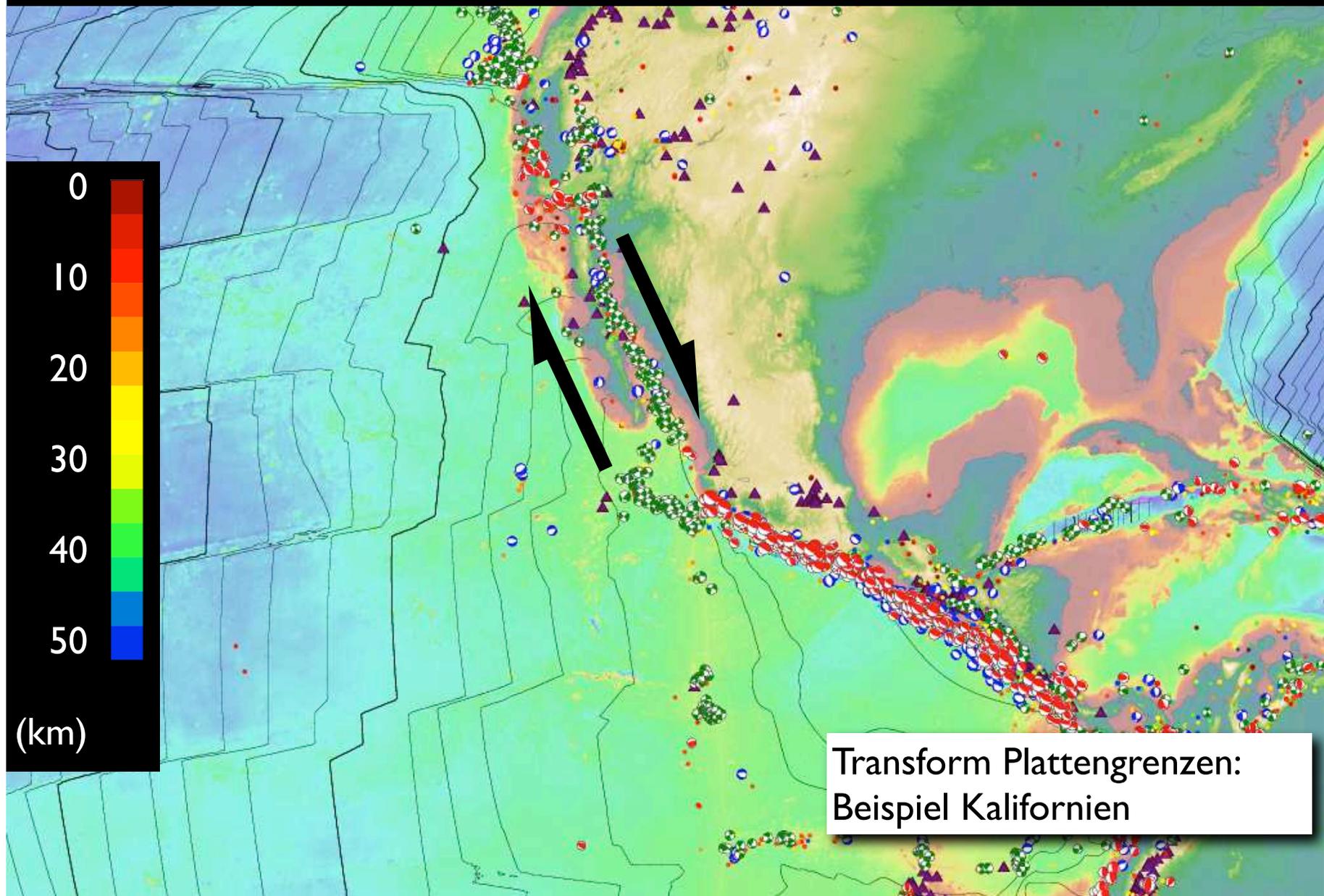


# Konservative Plattengrenze

Transform-Brüche: Segmente von Plattengrenzen an mittelozeanischen Rücken

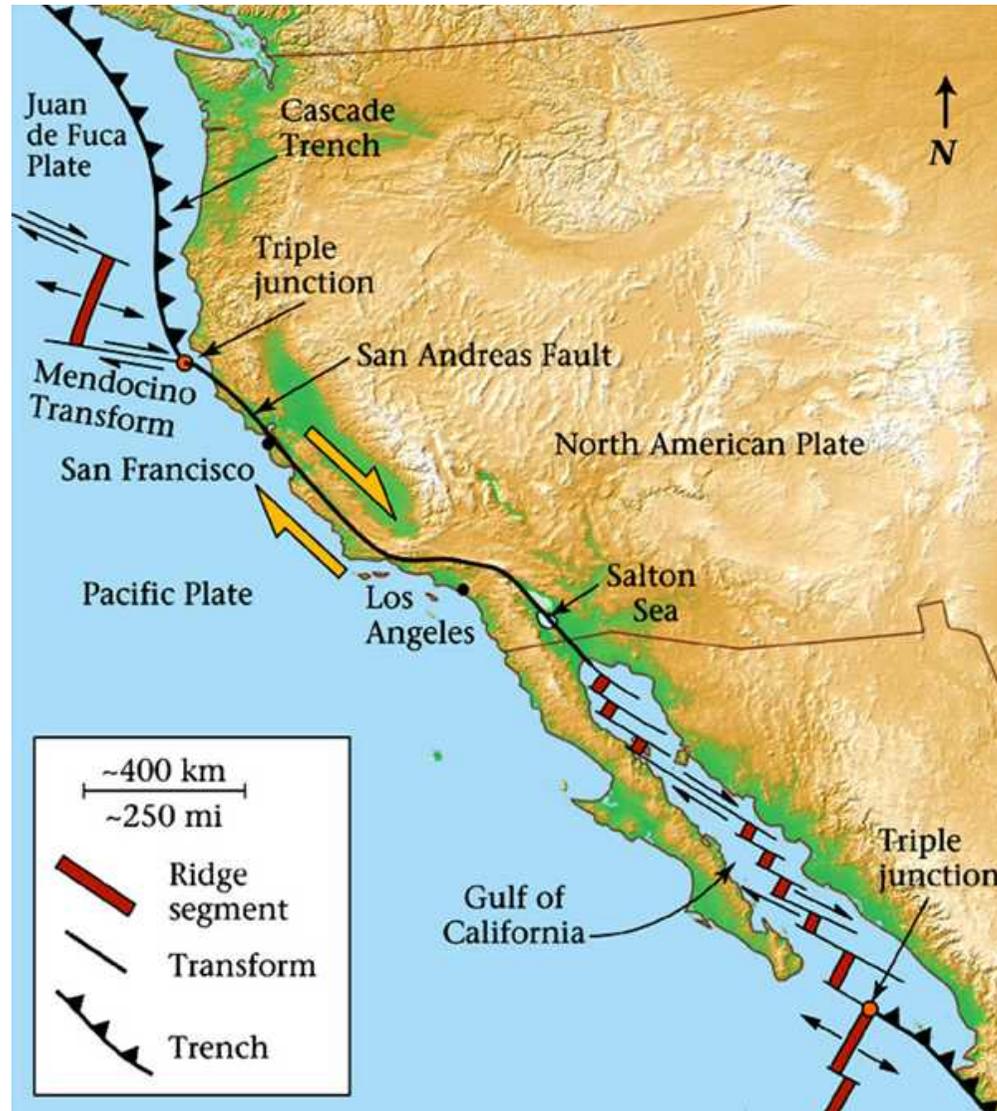


# Konservative Plattengrenze



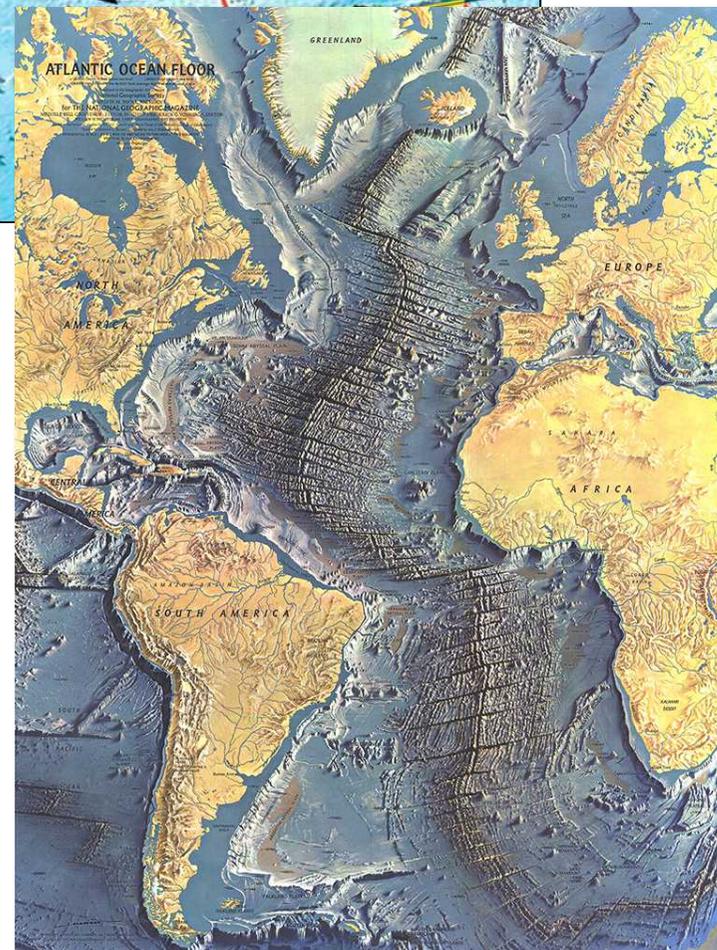
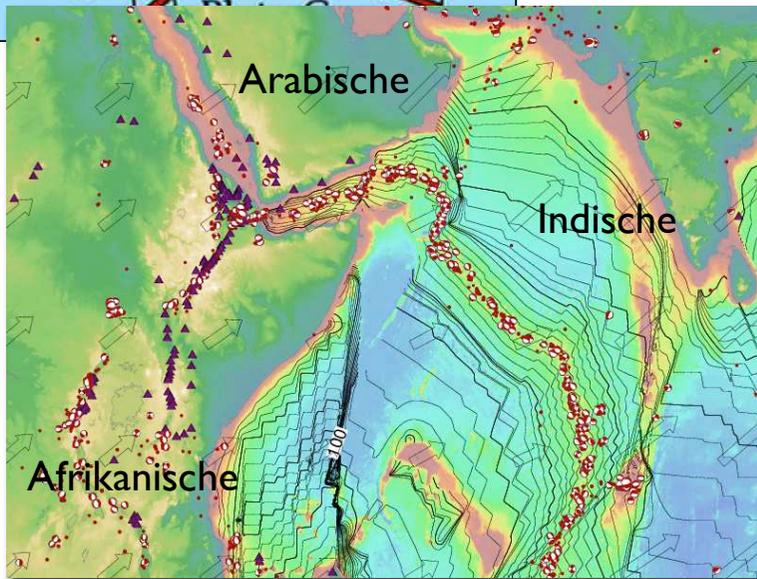
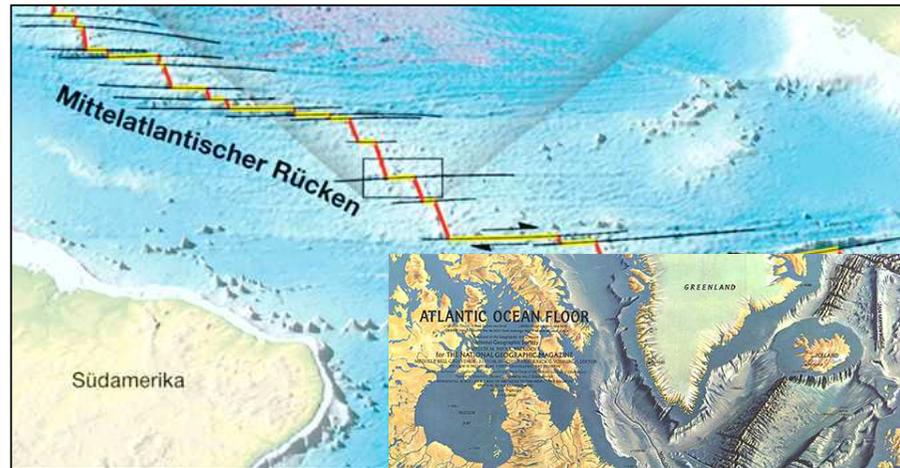
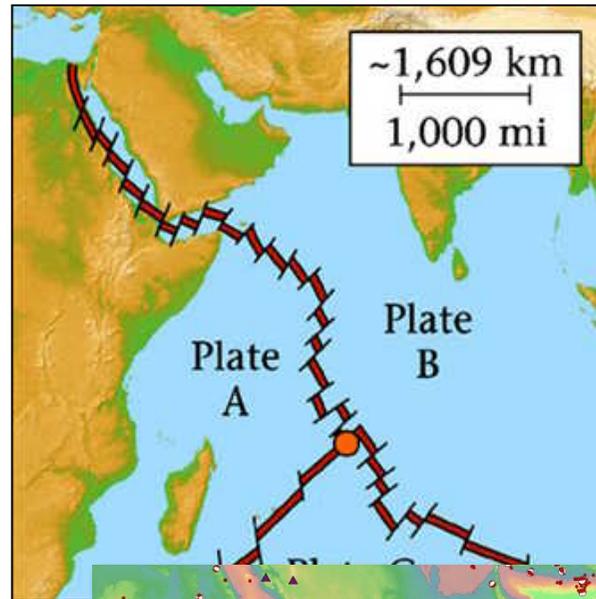
# Transform - Plattengrenzen

Transpression

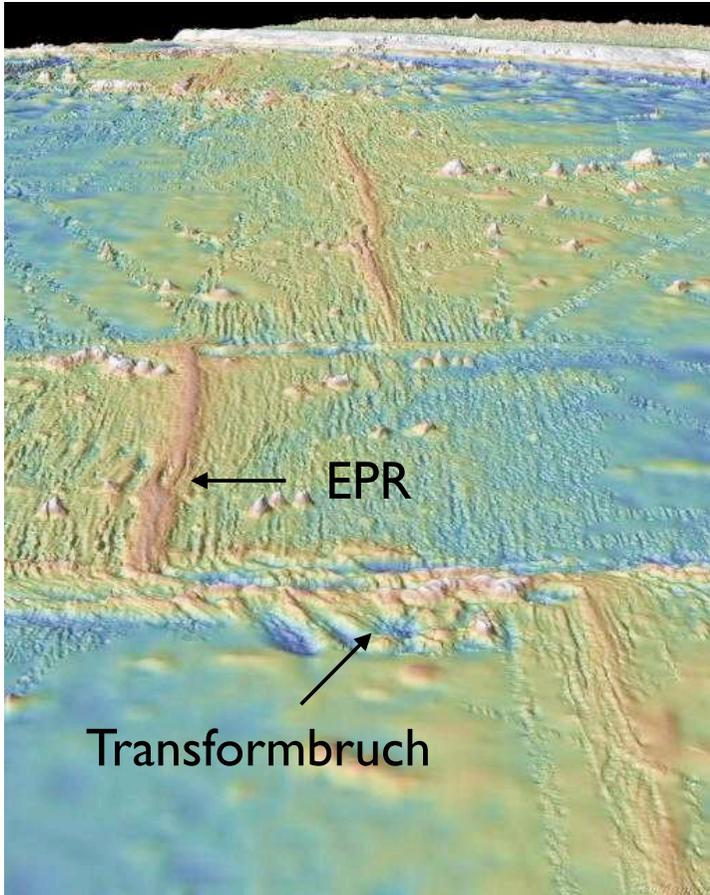


Transtension

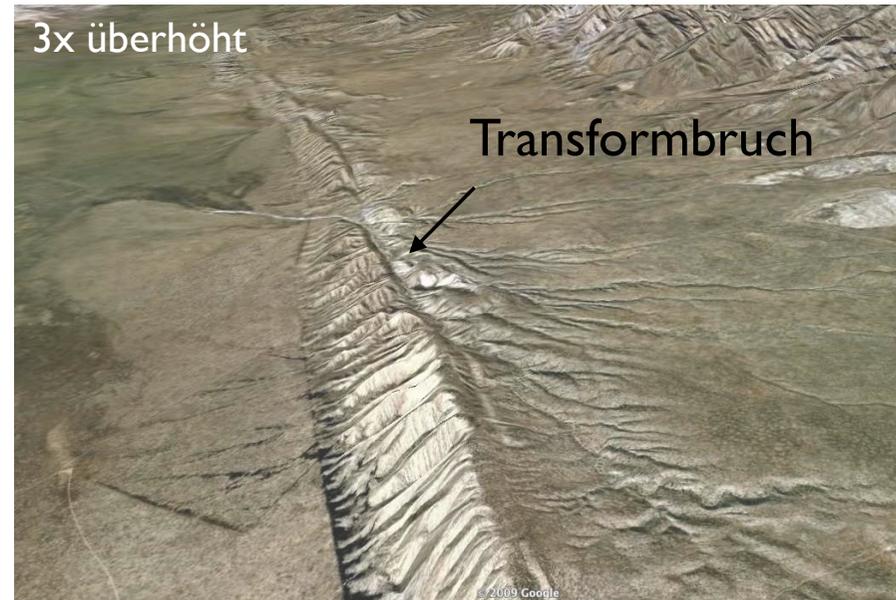
# Transform - Plattengrenzen



# Transformbrüche



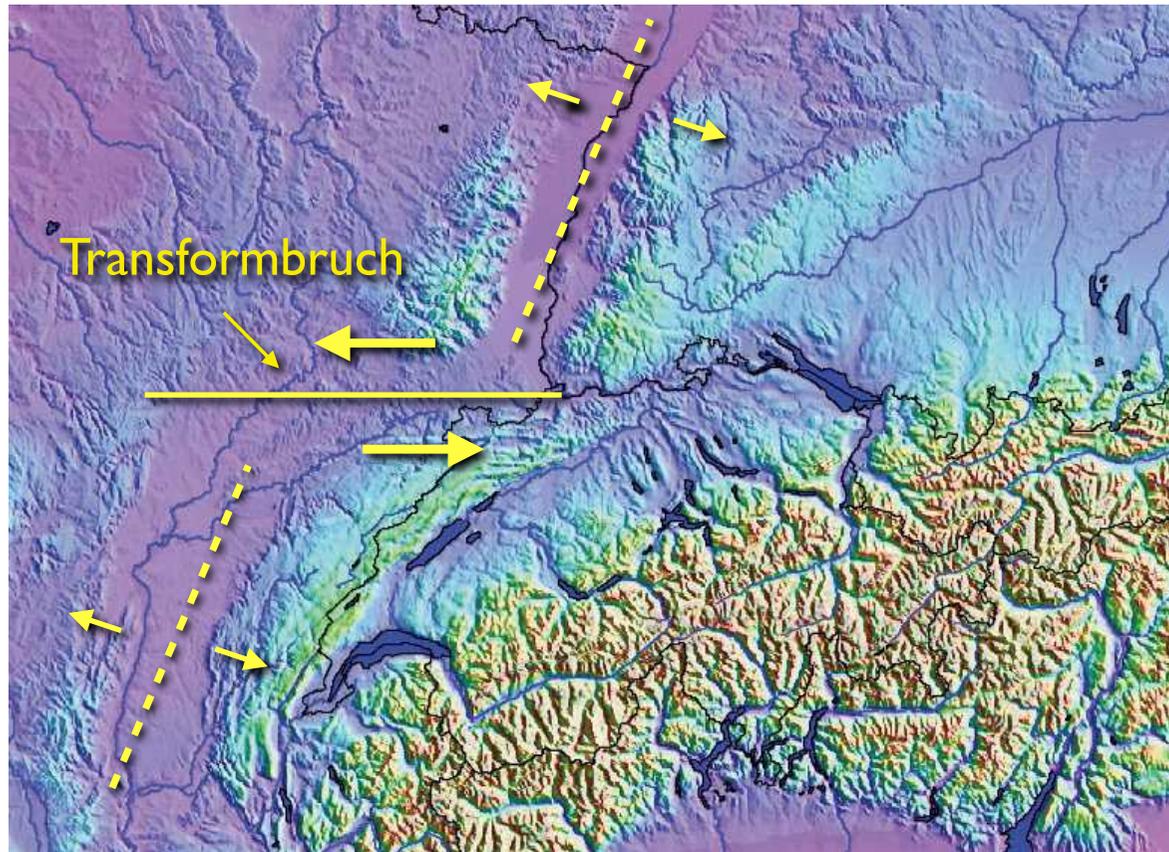
im Ozean: am East Pacific Rise (EPR)



kontinental: San Andreas Fault

# fossile Transform - Störung

Rhein - Graben



Bresse- Graben