



uni

Universität
Augsburg
University

Vorlesung

Physische Geographie Teil 1

Teilgebiet Geomorphologie

Prof. Dr. Andreas Philipp

Geomorphologie

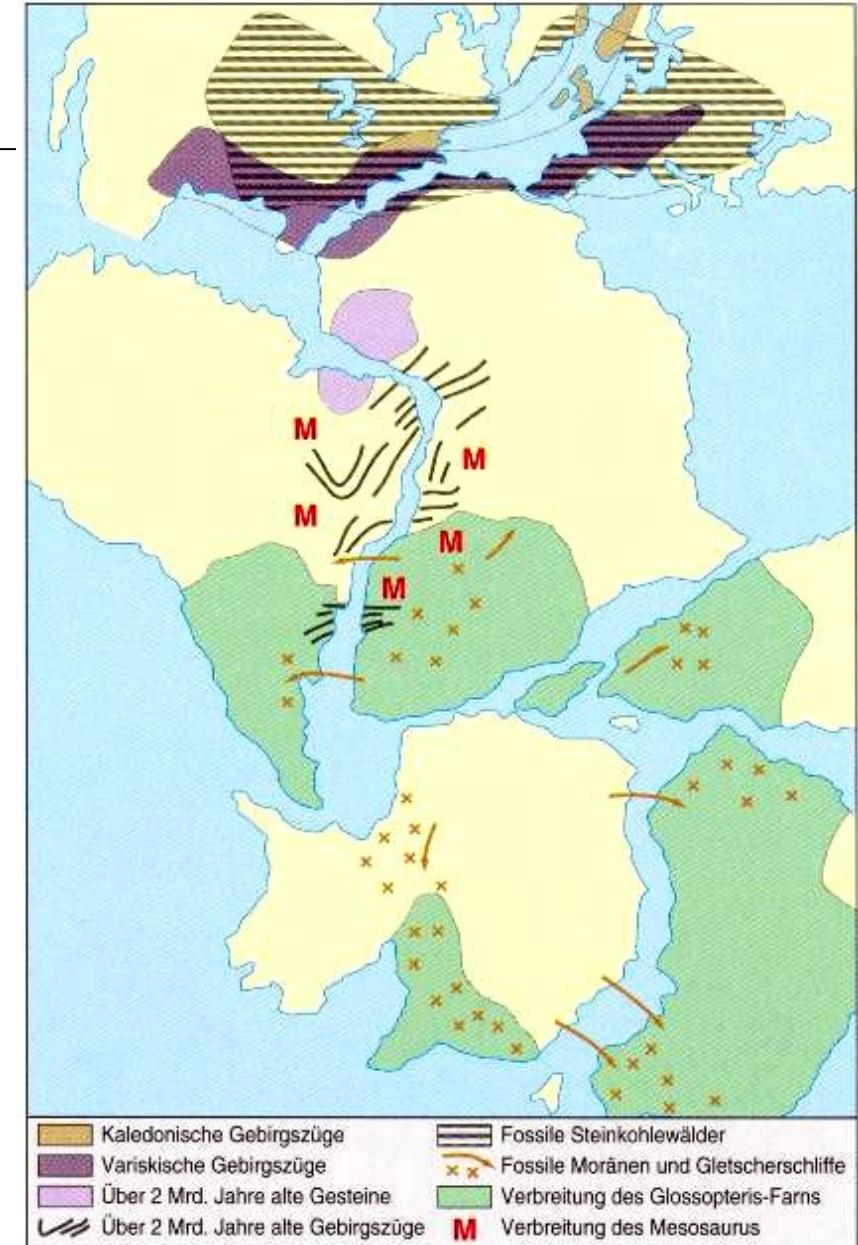
Inhalt

1. Einführung, Erdaufbau und Gesteine
- 2. Endogene Dynamik: Tektonik, Vulkanismus, Erdbeben**
3. Verwitterung
4. Exogene Formungssysteme
5. Großformen des Reliefs
6. Klimatische Geomorphologie

Plattentektonik

Die „Kontinentalverschiebung“

- Alfred Wegener beschrieb 1915 eine Theorie der „Kontinentalverschiebung“ und einen Superkontinent „Pangaea“
- Theorie basierte auf **Formen der Kontinente** und fortlaufende **geologische Strukturen** sowie **Fossilfunde**
- Die Theorie wurde über Jahrzehnte hinweg als **exotisch** betrachtet und von den meisten Geologen verworfen



Plattentektonik

Unerklärliche Befunde in der Tiefsee

Erforschung der **Ozeanböden** ab den 1950er Jahren:

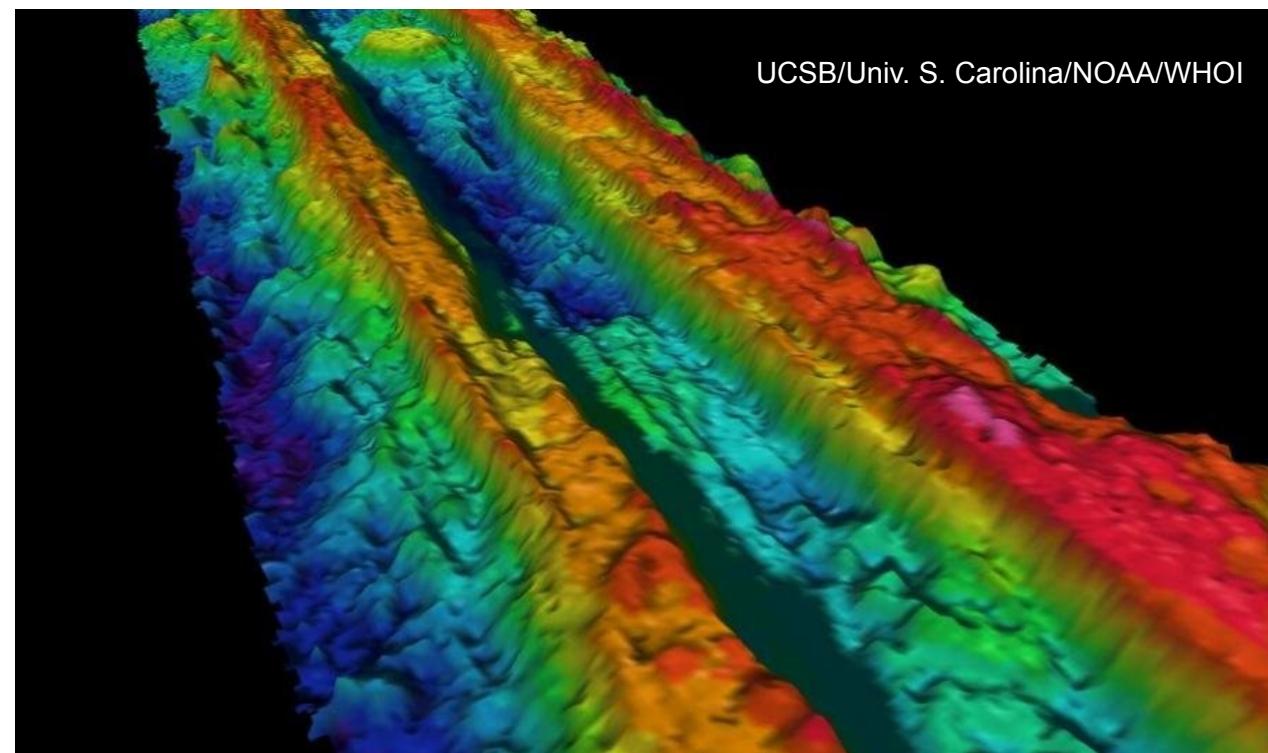
System der **Mittelozeanischen Rücken** und der **Tiefseegräben**

Submariner Vulkanismus und

Erdbeben mit Mittelozeanischen

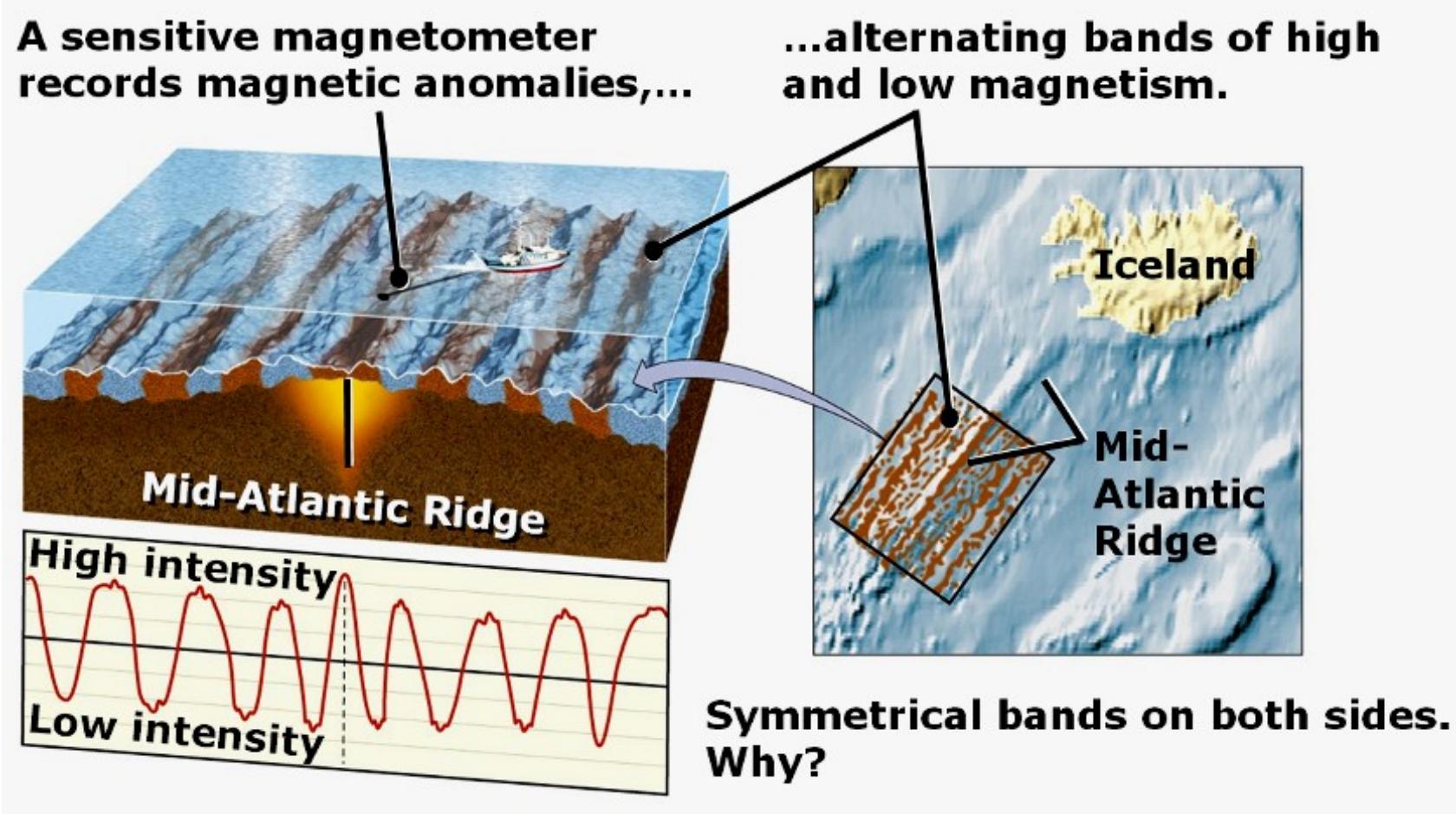
Rücken assoziiert

Sonarbild
Mittelozeanischer
Rücken



Plattentektonik

Nachweis der Plattentektonik



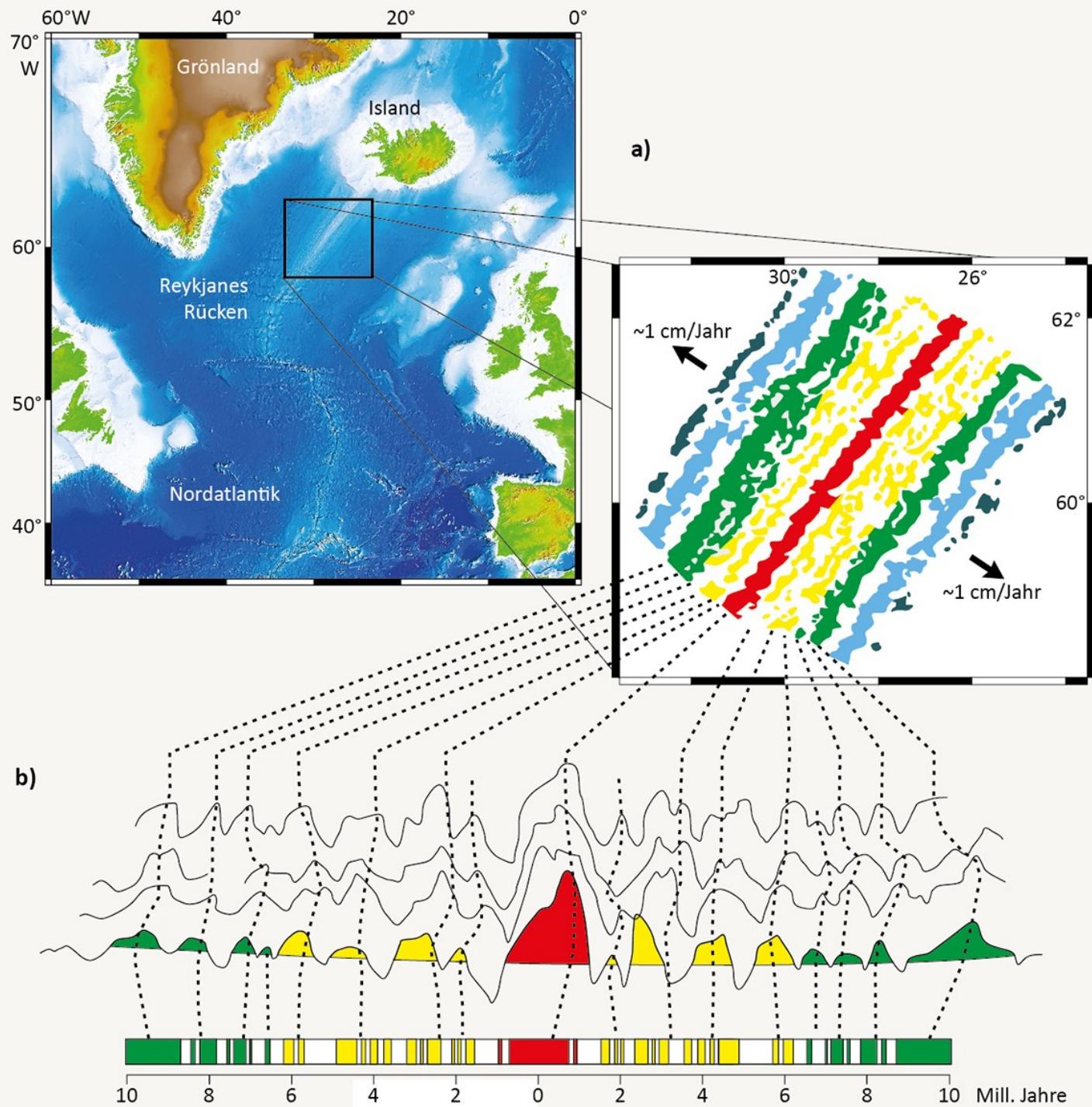
Plattentektonik

Nachweis der Plattentektonik

a) Magnetisches Streifenmuster
Reykjaner-Rücken
(Heirtzler et al. 1966)

b) Kurven der magnetischen Feldstärke
entlang der Fahrtrouten von Schiffen
quer zum Spreizungszentrum des
Reykjaner-Rückens
(aus Frisch & Meschede, 2021)

Magnetfeldstärke ergibt sich aus
Überlagerung des aktuellen Polarität
mit der Polarisation vergangener
Basaltdecken (ca. 250ta, letzte:
Brunhes-Matuyama-Umkehr 780ta)
Bei gleicher Polarisation: Verstärkung
Bei gegenteiliger: Abschwächung



Plattentektonik

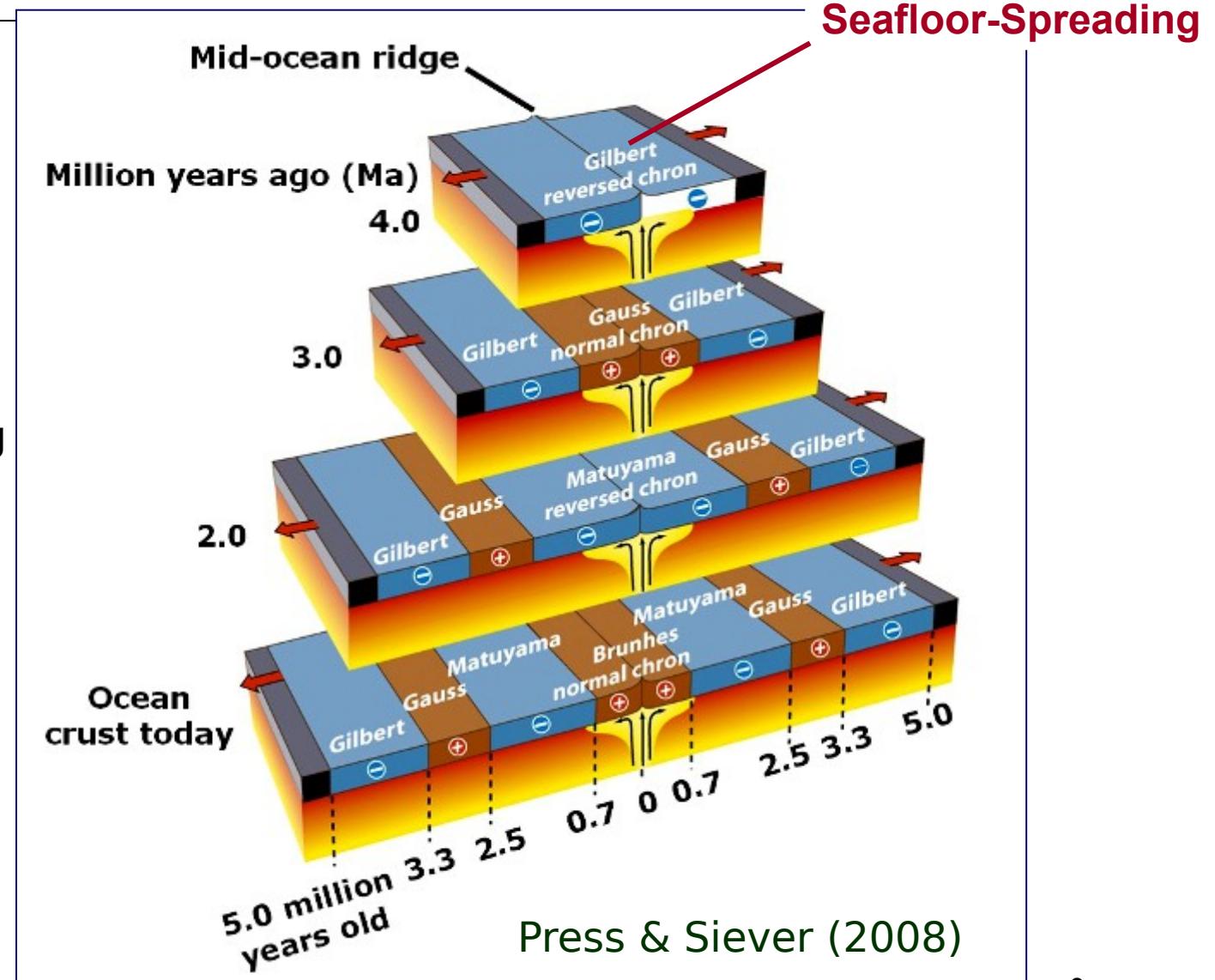
Seafloor-Spreading:

Verbreiterung des Ozeanbodens:
bei Entstehung neuer ozeanischer Kruste
(basaltisch):

Bei Erstarrung Konservierung der aktuellen
Polung des Erdmagnetfeldes durch Ausrichtung
der magnetischen Bestandteile des Magmas

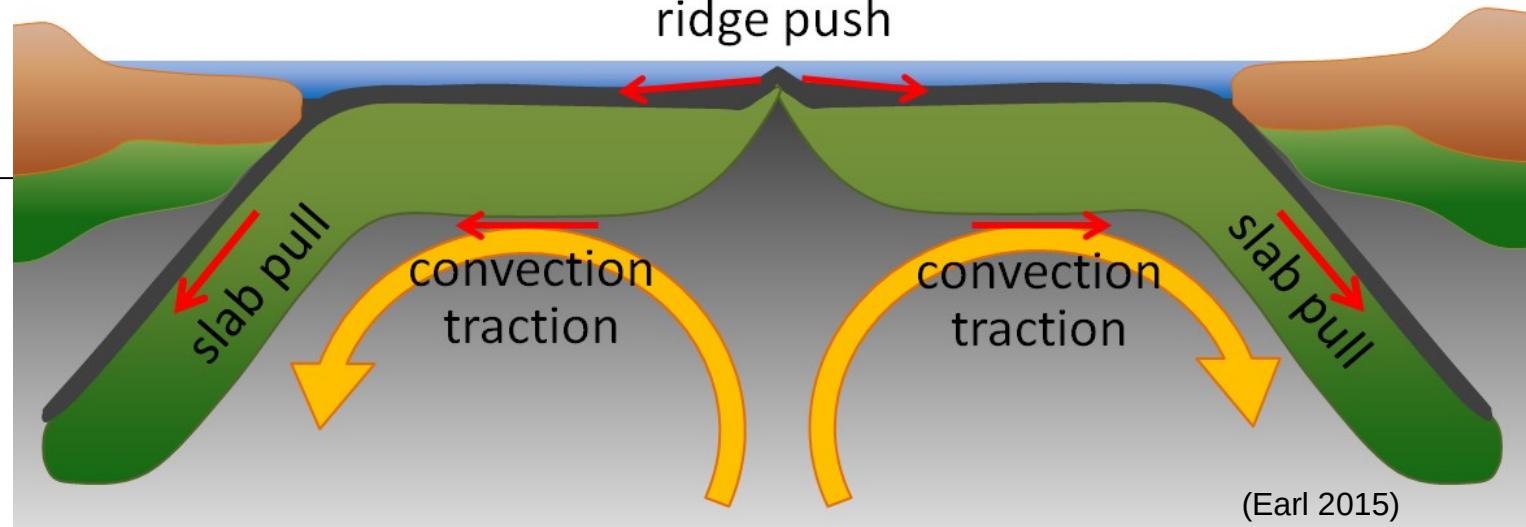
Nach Polumkehr entgegengerichtete Polung

- Brunhes-Epoche (normal)
- Matuyama-Epoche (umgekehrt)
- Gauss (normal)
- Gilbert (umgekehrt)
- ...



Plattentektonik

Antriebskräfte der Plattentektonik



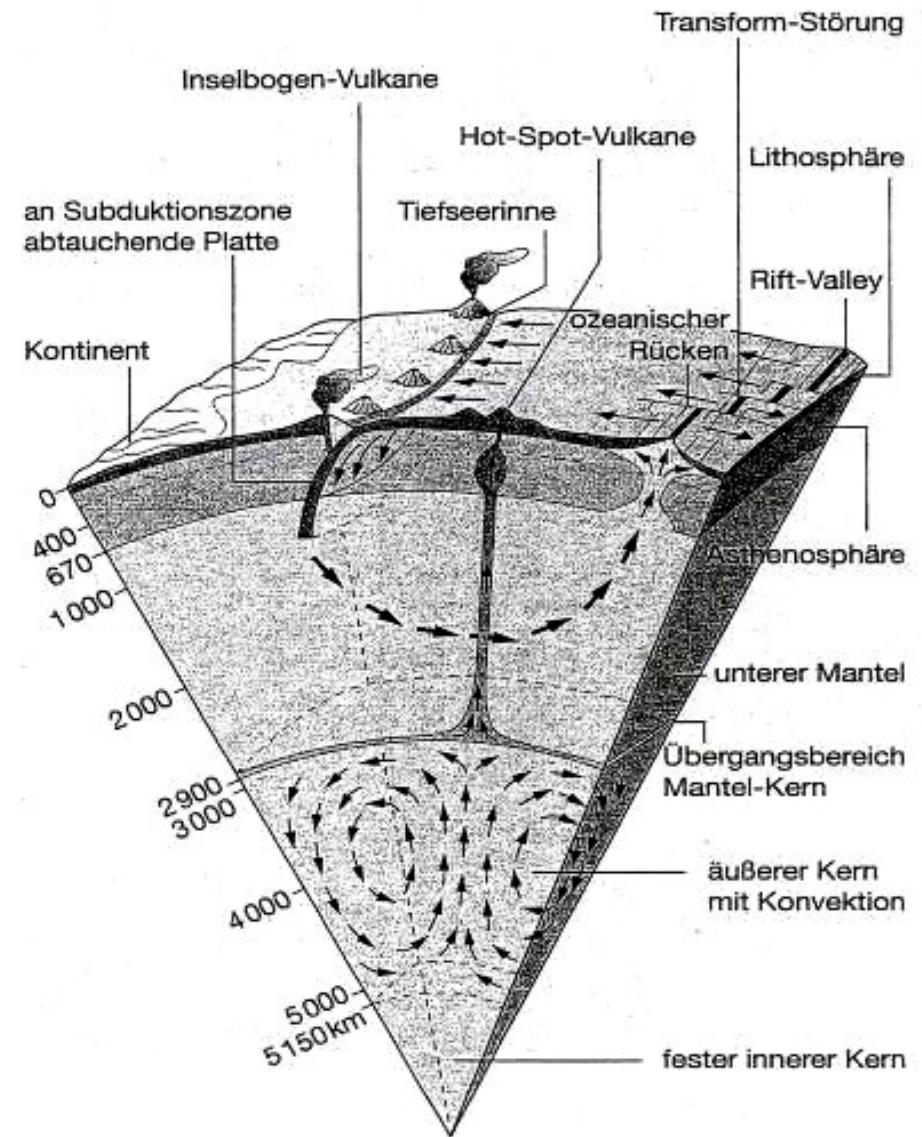
1. **Slap-Pull**: Ziehen der Platten durch Subduktion
(Absinken von ältestem Material mit höchster Dichte):
Hauptursache!

2. **Ridge-Push**: Schieben der Platten durch Aufwölbung an Mittelozeanischen Rücken: Untergeordnet!

3. **Mantle-Drag** oder **Convection-Traction**: Horizontale Äste der Mantelkonvektion schleppen Platten mit: Nur geringfügig wirksam!

Plattentektonik

- Entwicklung der Theorie in den **1960er Jahren**
- Die feste Lithosphäre wird durch **konvektive Bewegungen** im Mantel passiv verlagert
- Die **Lithosphäre** ist in **8 große Platten** gegliedert
- Die Platten bewegen sich relativ zueinander
- Es können **3 Typen von Platten-grenzen** unterschieden werden



Tektonische Platten

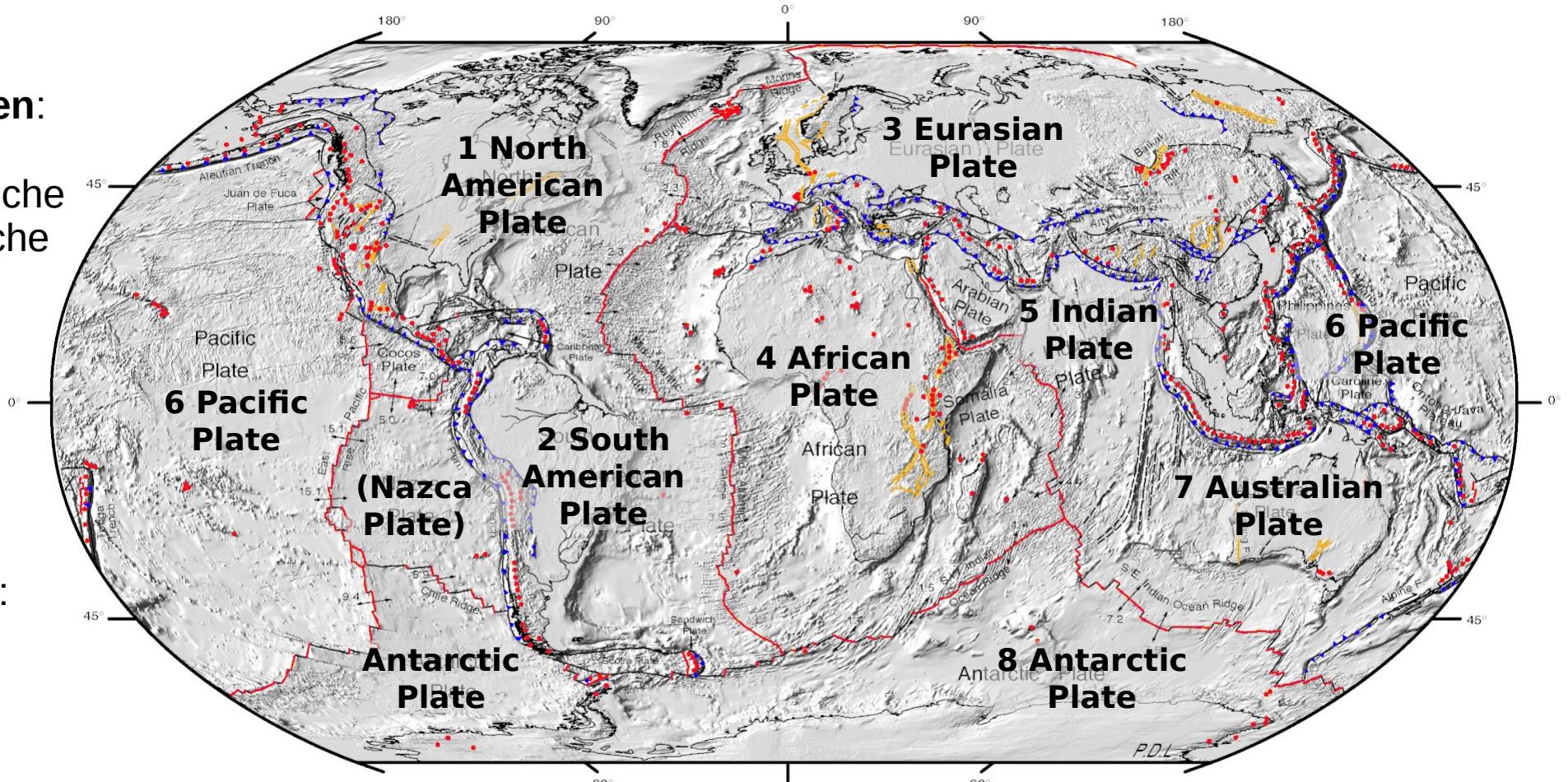
DIGITAL TECTONIC ACTIVITY MAP OF THE EARTH

Tectonism and Volcanism of the Last One Million Years

Acht große Platten:

- 1 Nordamerikanische
- 2 Südamerikanische
- 3 Eurasische
- 4 Afrikanische
- 5 Indische
- 6 Pazifische
- 7 Australische
- 8 Antarktische

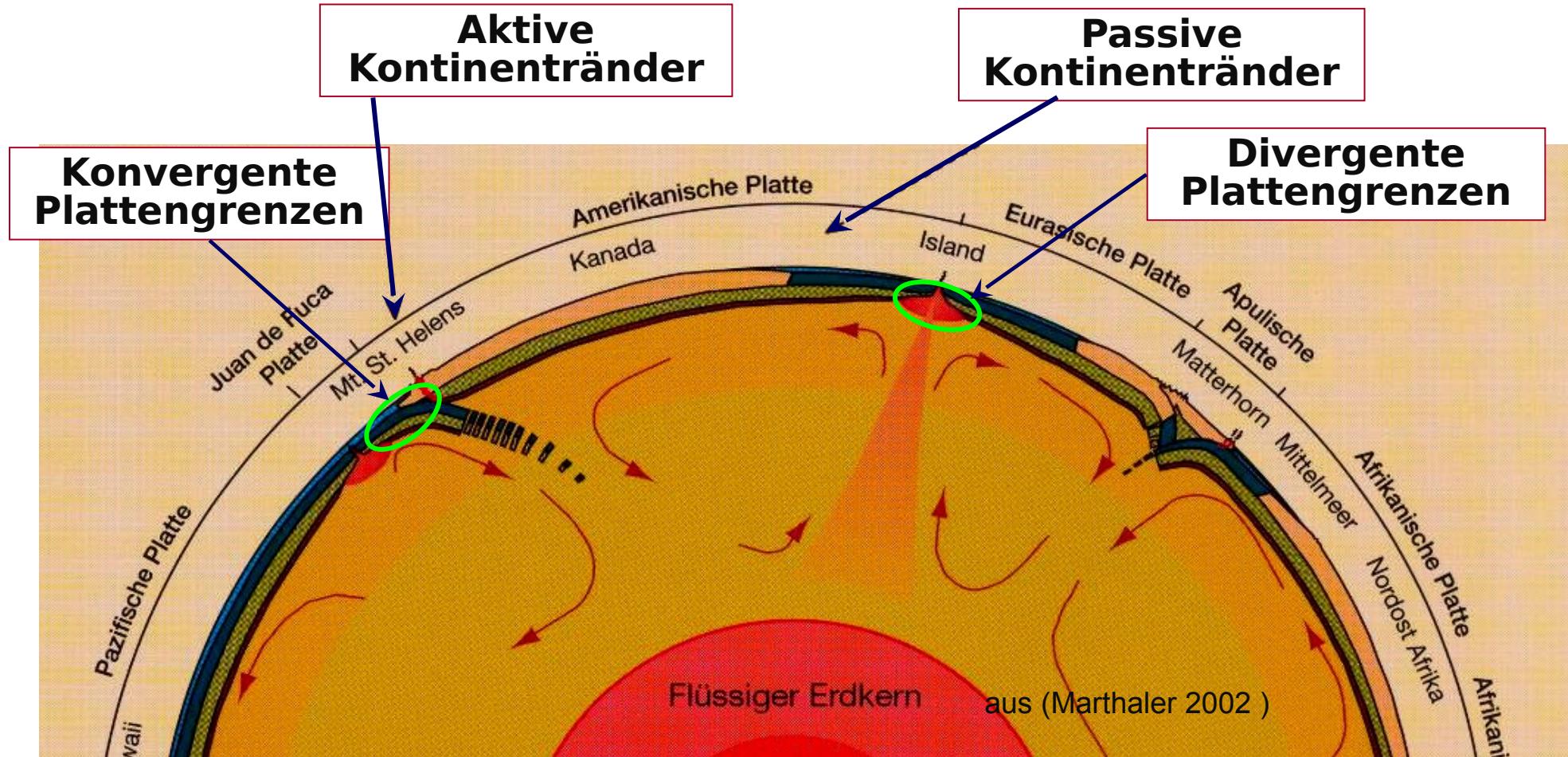
+ kleinere Platten:
Nasca-Platte
Karibische
Philippinische
Arabische
...



Tektonische Platten



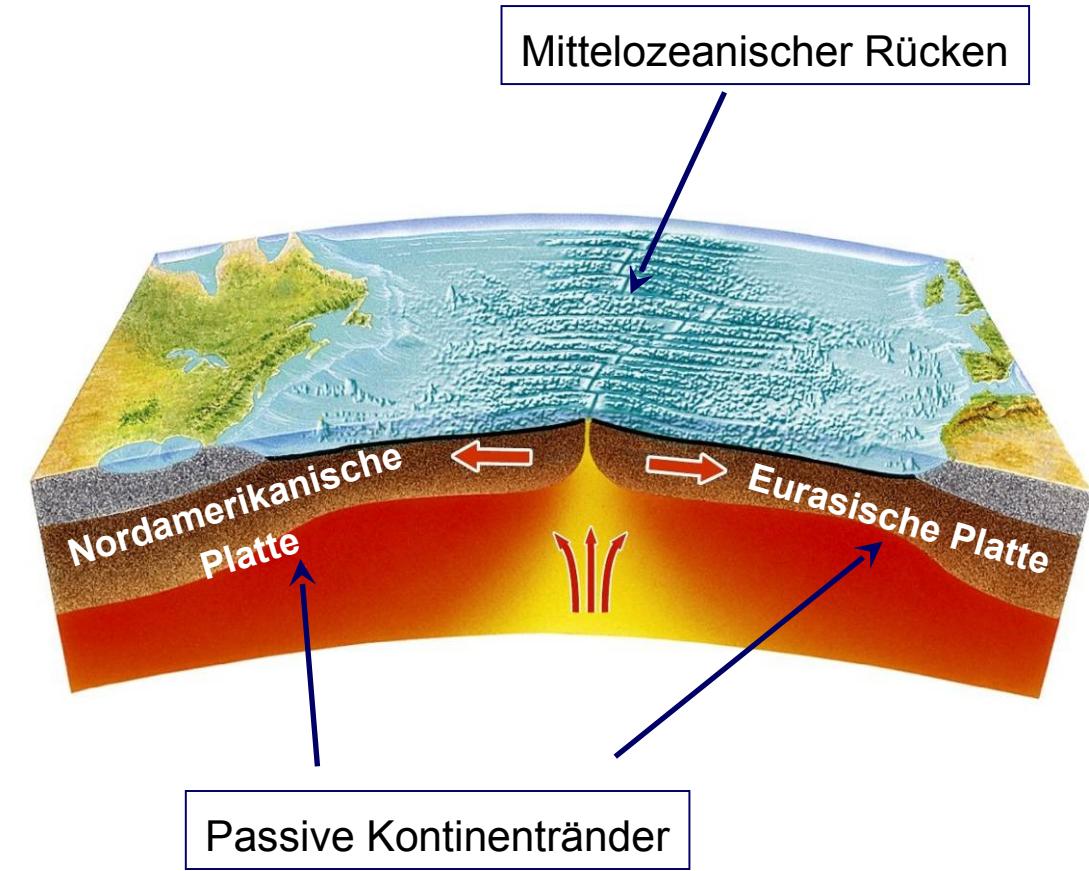
Plattengrenzen



Bei der Plattentektonik werden **divergente**, **konvergente** und **transforme** Plattengrenzen unterschieden

Divergente Plattengrenzen

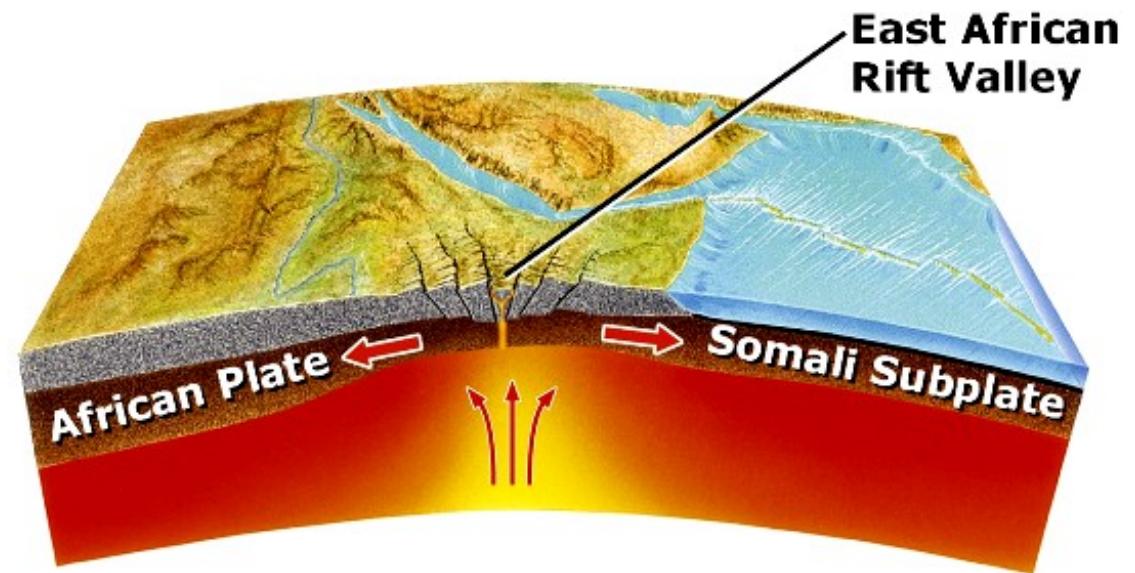
- Bei divergenten Plattengrenzen wird neue Lithosphäre gebildet
- **Passives Aufreißen** der Lithosphäre durch Schubspannung
- Austritt dünnflüssiger **Basaltlava**
- Entstehung der **Ozeanböden**
- Divergente Plattengrenzen im Ozean sind immer **Mittelozeanischen Rücken**
- Mittelozeanischer Rücken liegt in **Island** über dem Meeresspiegel



Press & Siever 2008, S. 30

Divergente Plattengrenzen

- Divergente Plattengrenzen gibt es auch auf den **Kontinenten**
- Auf Kontinenten handelt es sich um **junge Bruchstrukturen**, sog. **Rift-Valleys**
- Die Bruchstrukturen sind mit **basaltischem Vulkanismus** verbunden
- Im Laufe geologischer Zeiträume werden daraus **neue Ozeane**
- Beispiel dafür ist das **Rote Meer**

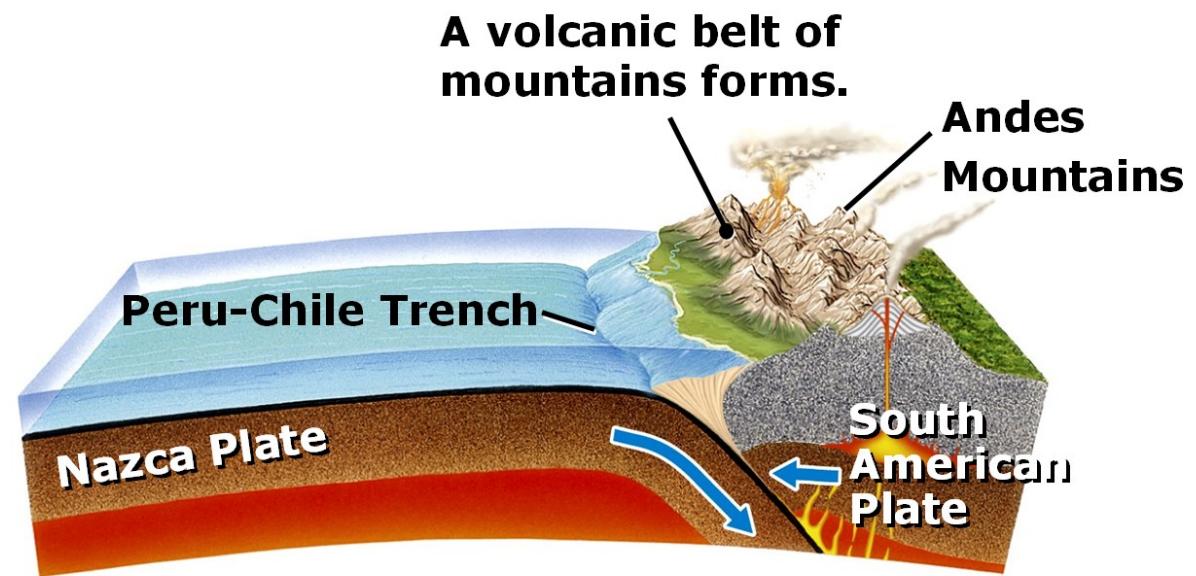


Press & Siever 2008, S. 30

Das Äthiopische Hochland ist von parallelen Tälern und zahlreichen Vulkanen gekennzeichnet. Erdbeben sind häufig.

Konvergente Plattengrenzen

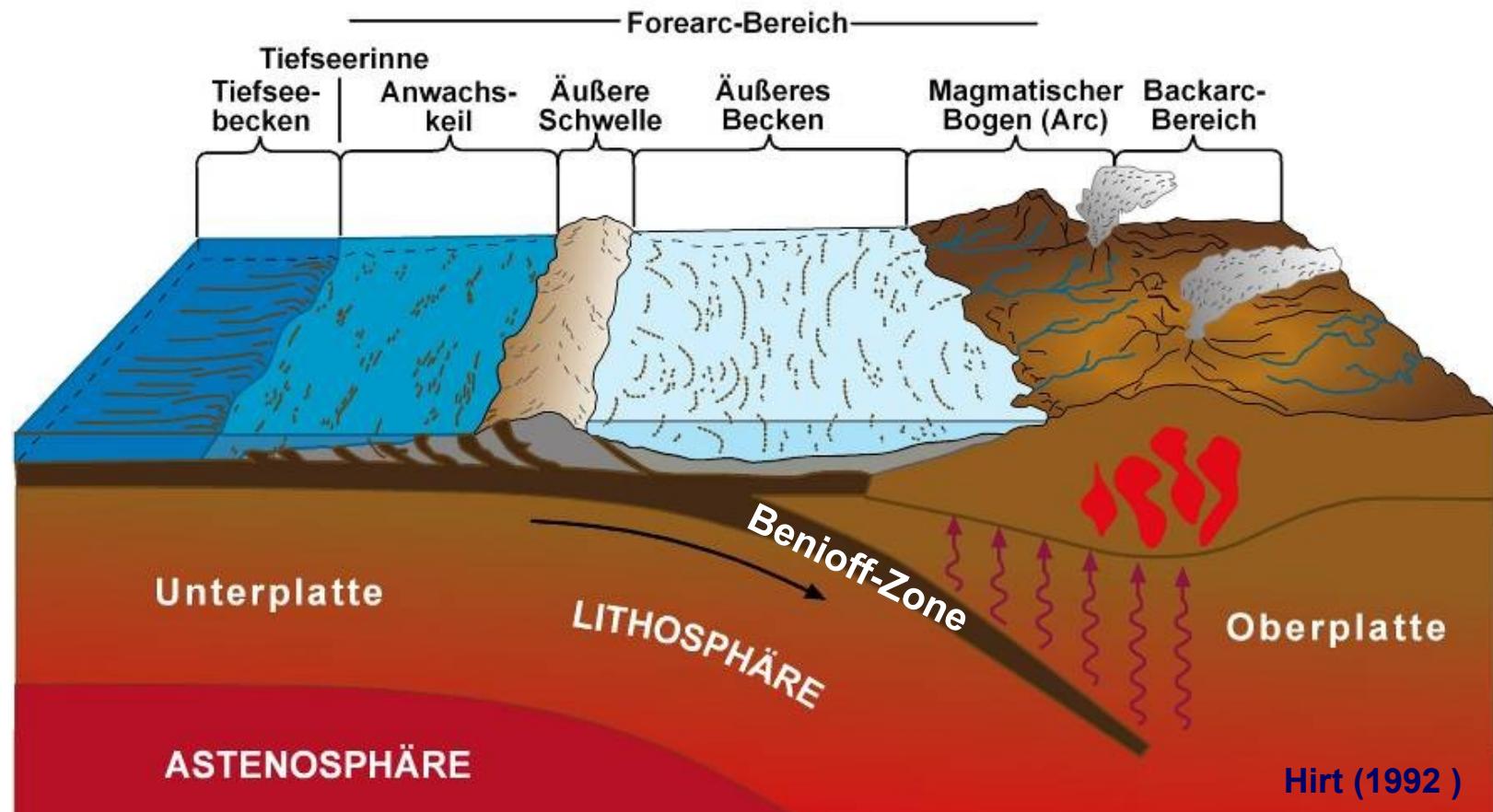
- Bei konvergenten Platten-grenzen wird Lithosphäre in den Mantel geführt
- Subduktion**
- Es können **drei Typen** von konvergierenden Platten unterschieden werden
- Plattenkonvergenz ist immer mit **Gebirgsbildung** verbunden
- Häufig treten **Vulkanismus** und **Erdbeben** in Subduk-tionsgebieten auf



Press & Siever 2008, S. 31

Der „Normalfall“ ist die Subduktion einer ozeanischen unter eine kontinentale Platte, wie es vor der **Westküste Südamerikas** der Fall ist.

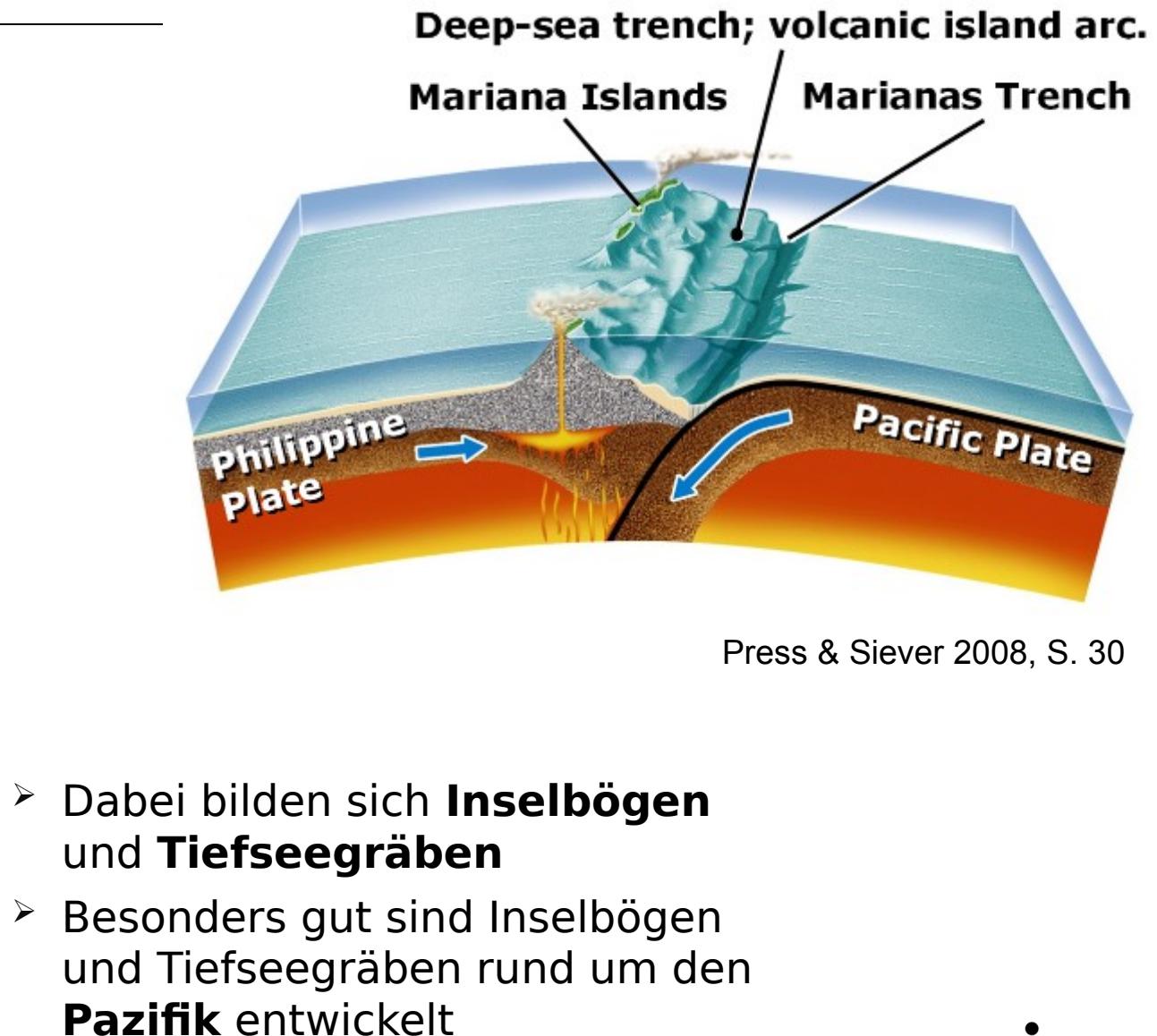
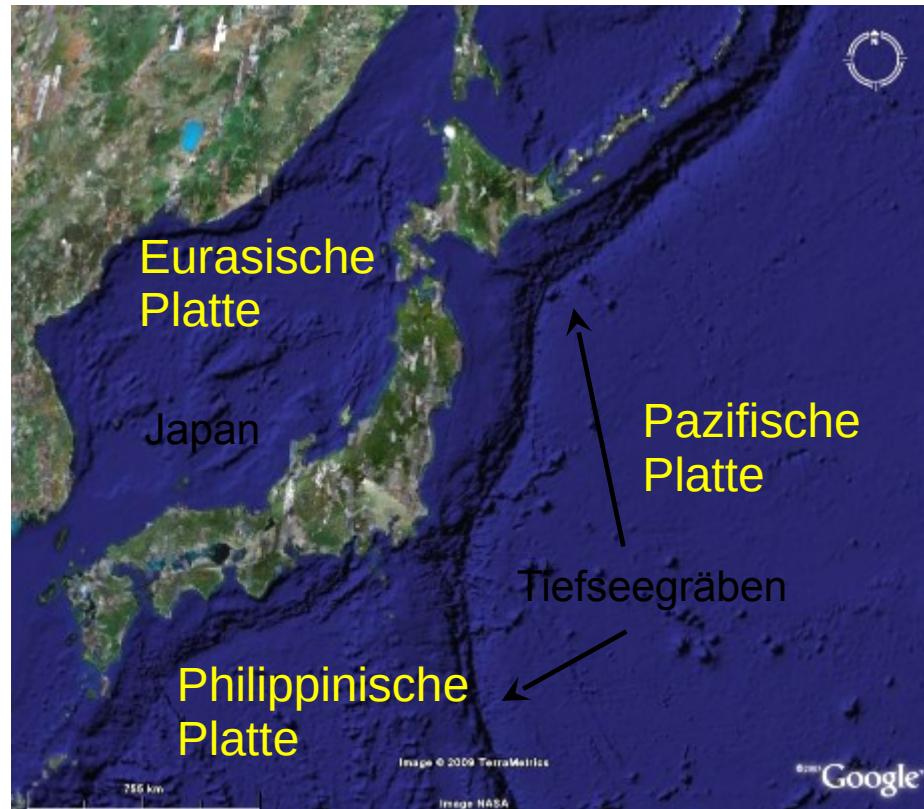
Ozean - Kontinent Konvergenz



Bei der Subduktion ozeanischer Lithosphäre unter kontinentale entsteht eine **typische Abfolge von Reliefeinheiten**, die besonders gut in Südamerika ausgebildet ist.

Ozean - Ozean Konvergenz

- Wenn ozeanische Platten aufeinander treffen, wird meistens die **ältere Platte** subduziert



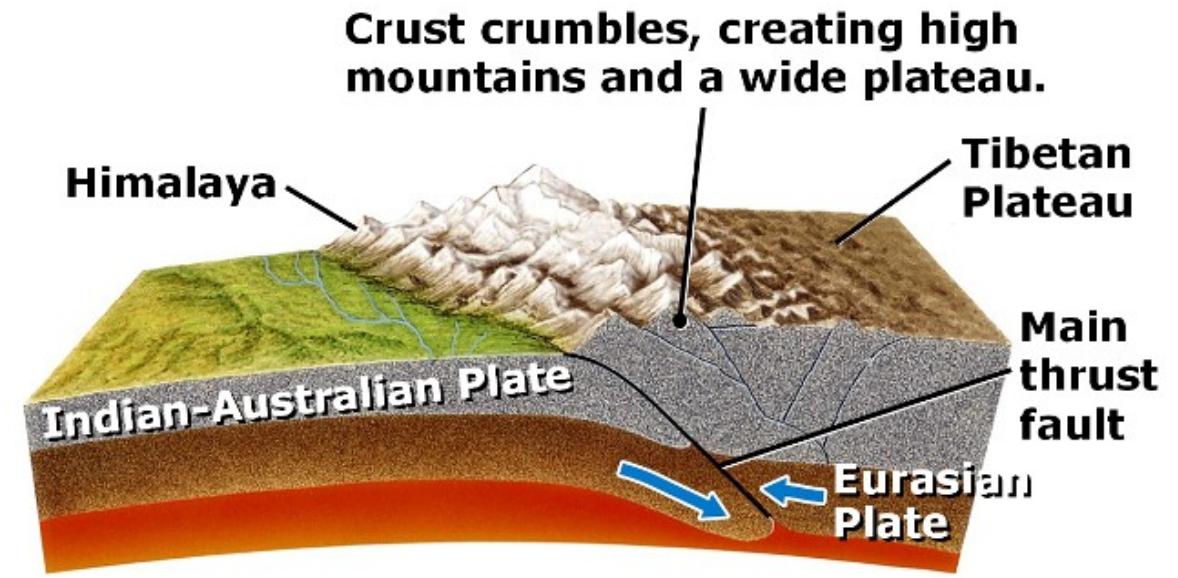
Press & Siever 2008, S. 30

- Dabei bilden sich **Inselbögen** und **Tiefseegräben**
- Besonders gut sind Inselbögen und Tiefseegräben rund um den **Pazifik** entwickelt

Kontinent - Kontinent Konvergenz

- Die Konvergenz kontinentaler Platten erzeugt **extreme Krustenverdickungen**
- Es findet ein **Zusammenschieben** der Platten statt, keine echte Subduktion
- In der **Variszischen Gebirgsbildung** erfolgte eine Konvergenz kontinentaler Platten Appalachen, europäische Mittelgebirge

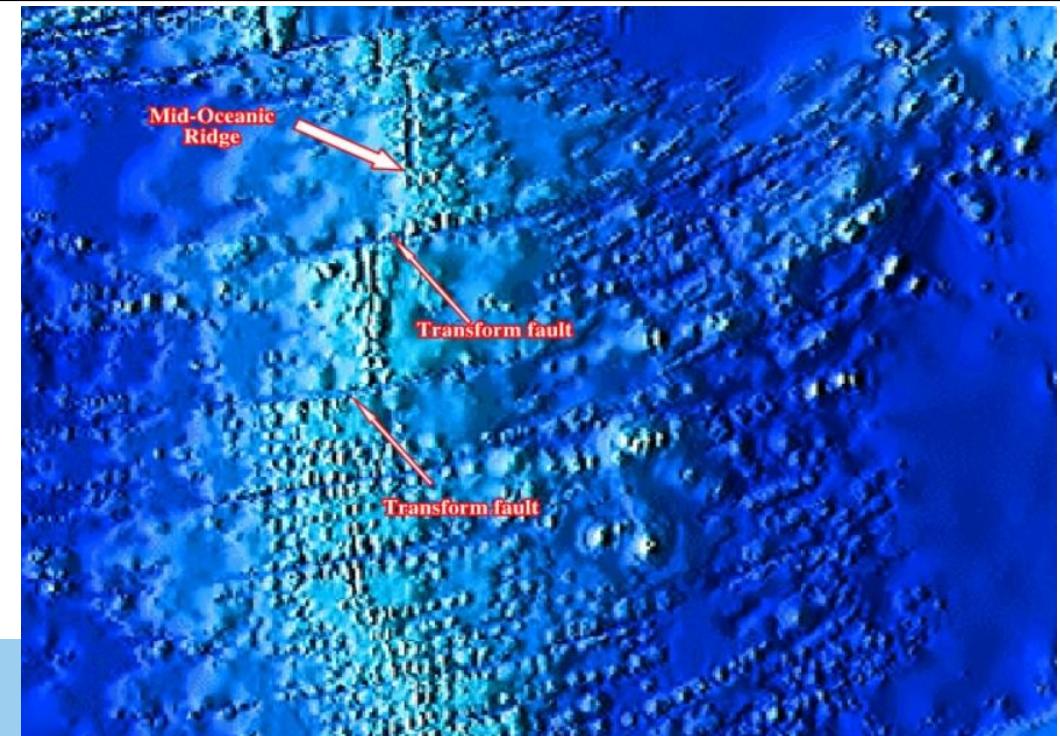
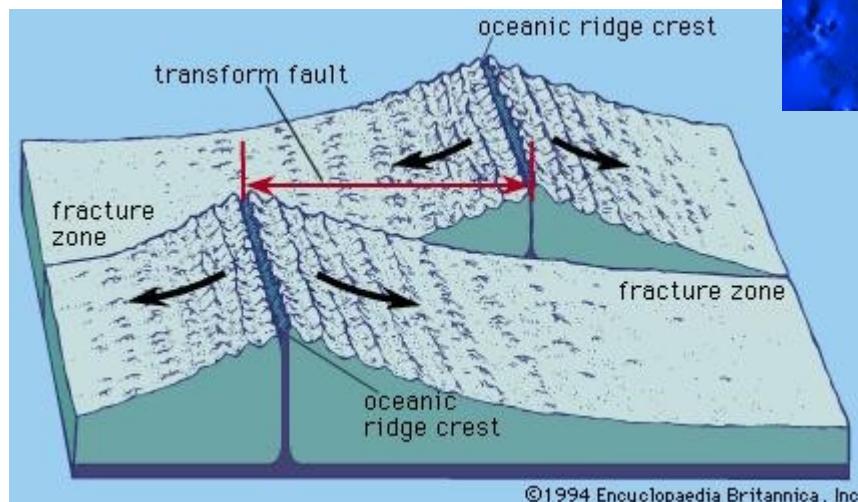
Press &



Press & Siever 2008

Transforme Plattengrenzen

- Bei transformen Plattengrenzen finden weder Raumgewinn noch Einengung statt.
- Markante Reliefstrukturen können durch **Horizontalverschiebungen** entstehen



- Die Horizontalverschiebungen entlang der mittelozeanischen Rücken resultieren aus der **Kugelgestalt der Erde**

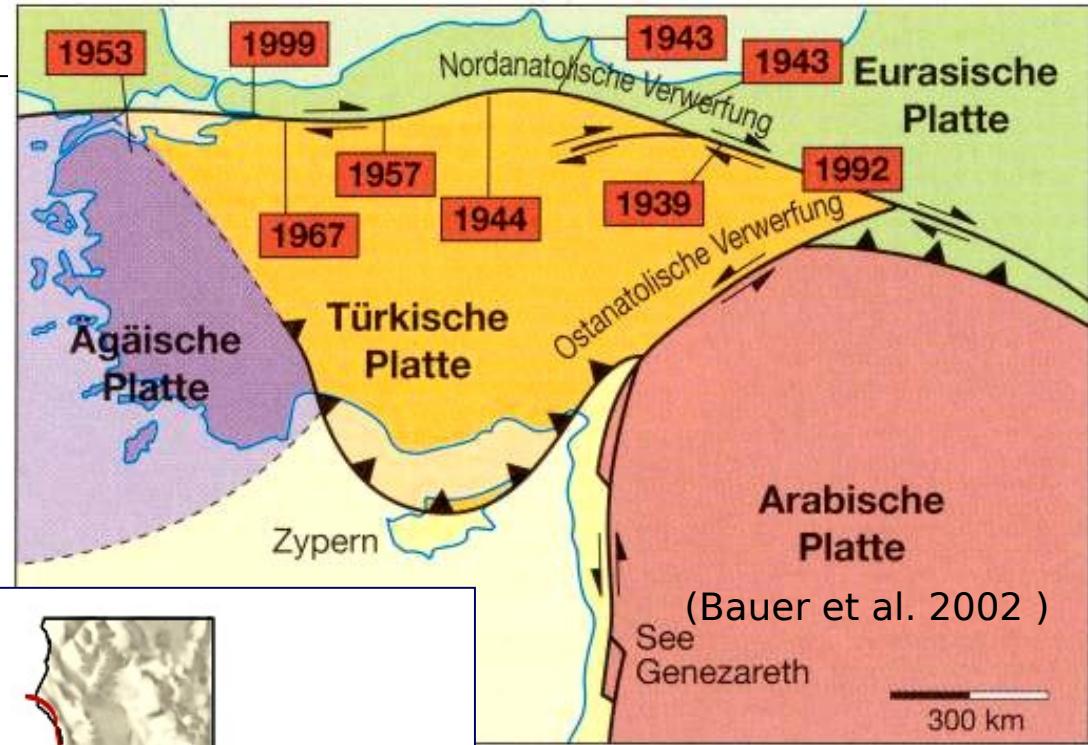
Transforme Plattengrenzen

- Transforme Plattengrenzen befinden sich auch auf den **Kontinenten**
- An den transformen Plattengrenzen finden die heftigsten **Erdbeben auf dem Globus** statt

Bachlauf-verschiebung

As plates move past each other...

...creek beds are offset

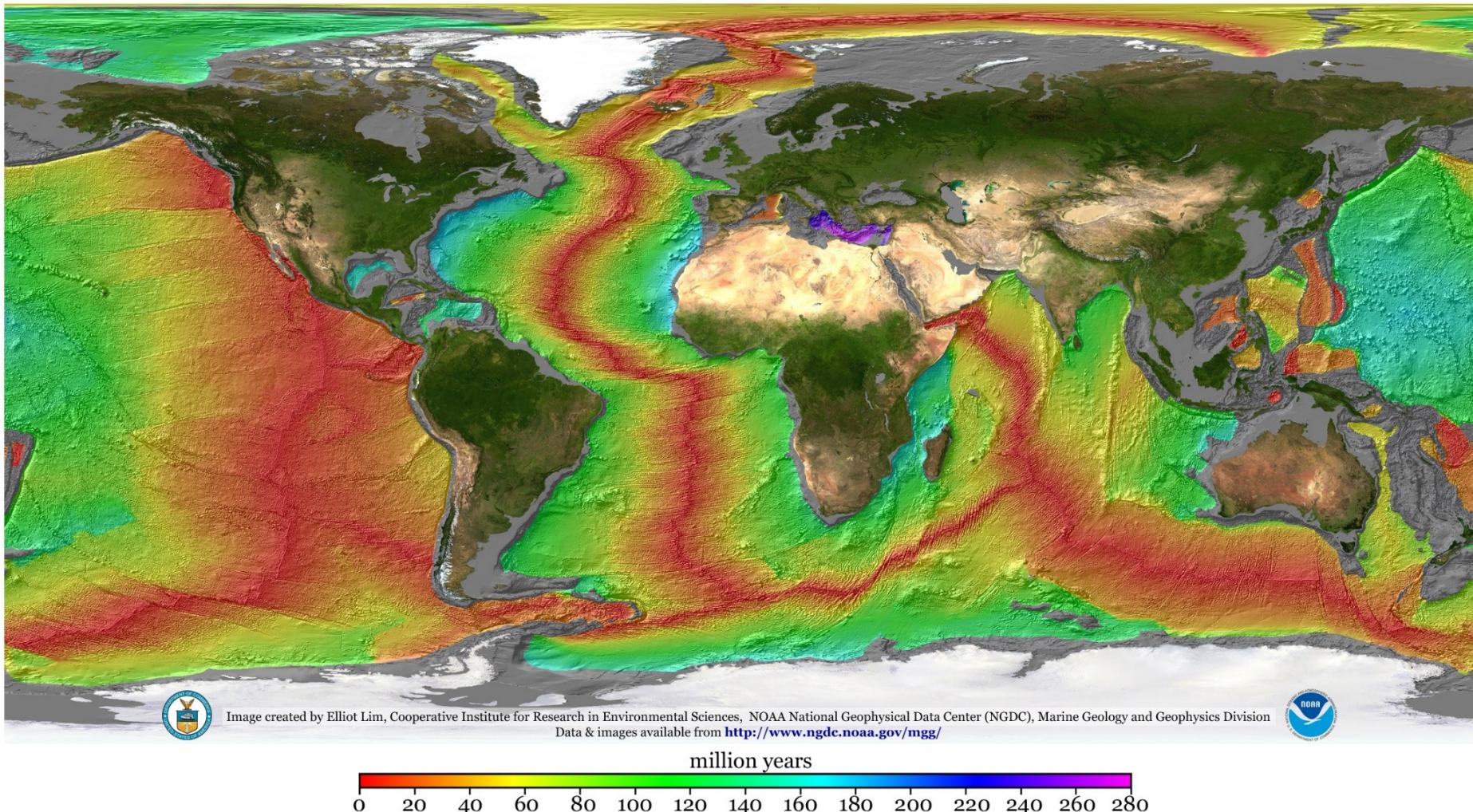


Die ozeanische Kruste

Age of Oceanic Lithosphere (m.y.)

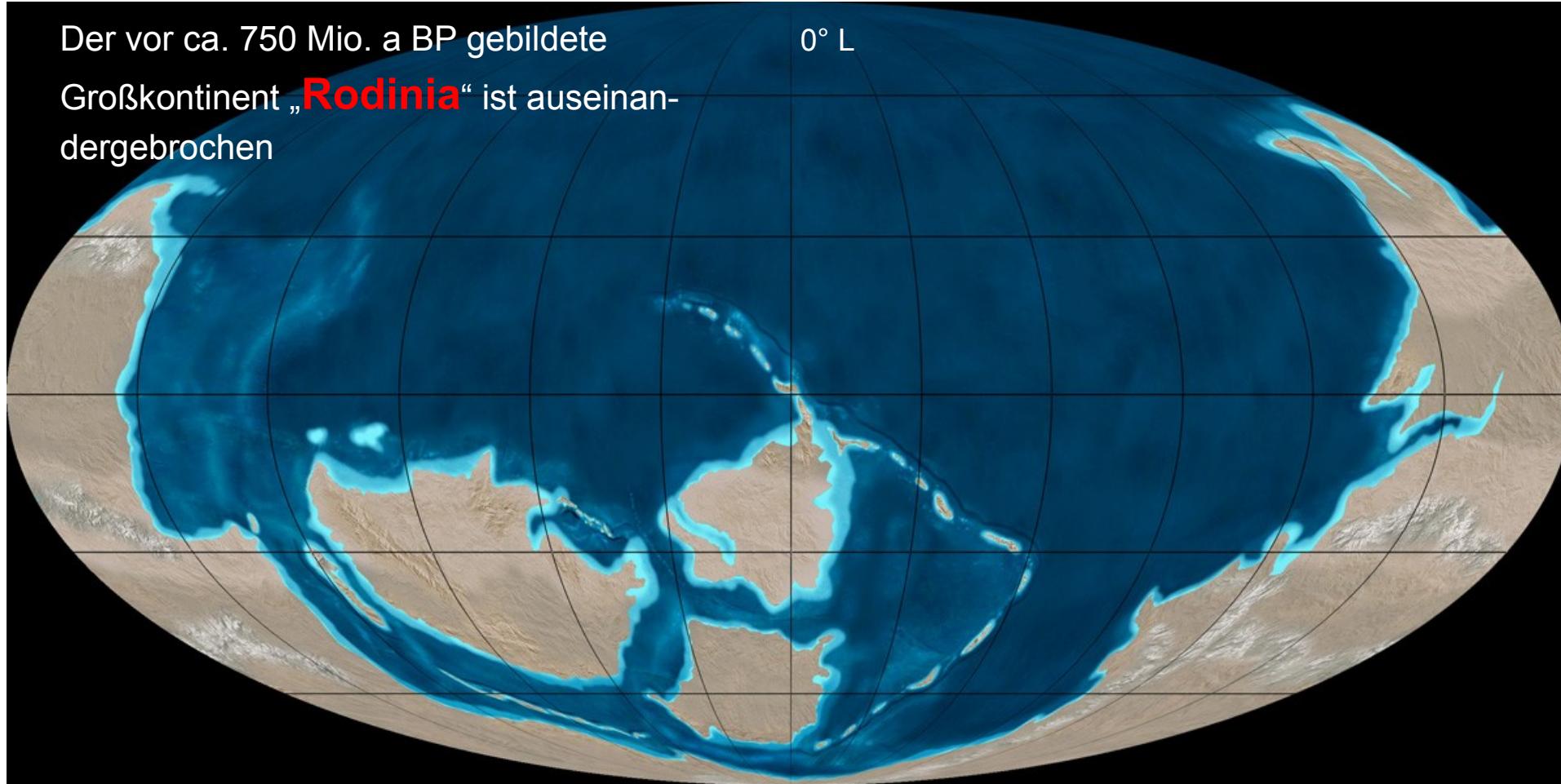
Data source:

Muller, R.D., M. Sdrolias, C. Gaina, and W.R. Roest 2008. Age, spreading rates and spreading symmetry of the world's ocean crust, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9, Q04006, doi:10.1029/2007GC001743.



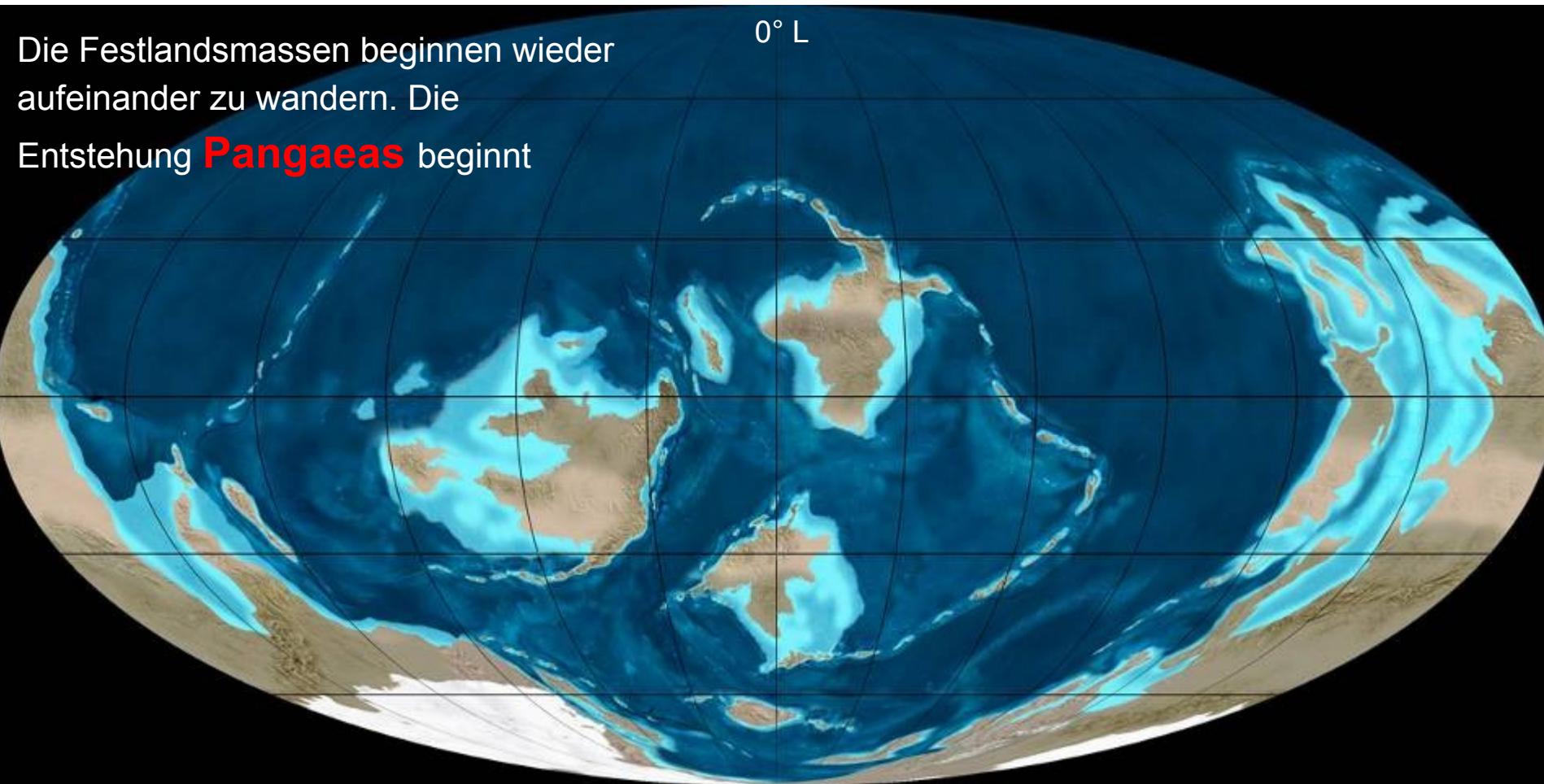
Bewegung der Lithosphärenplatten

Der vor ca. 750 Mio. a BP gebildete Großkontinent „**Rodinia**“ ist auseinandergebrochen



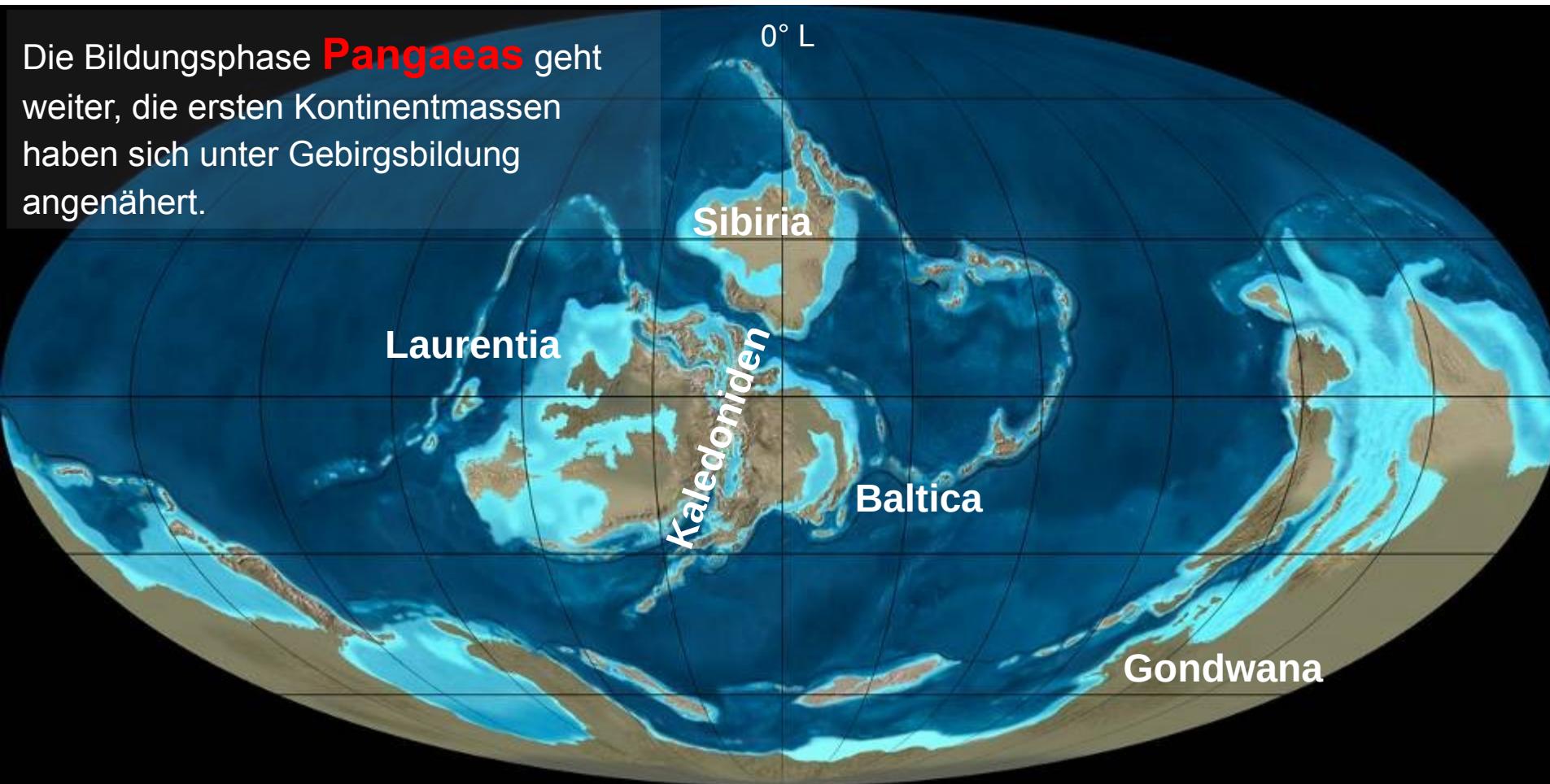
Die Lage der Platten im frühen Kambrium ca. 540 Mio. a BP

Bewegung der Lithosphärenplatten



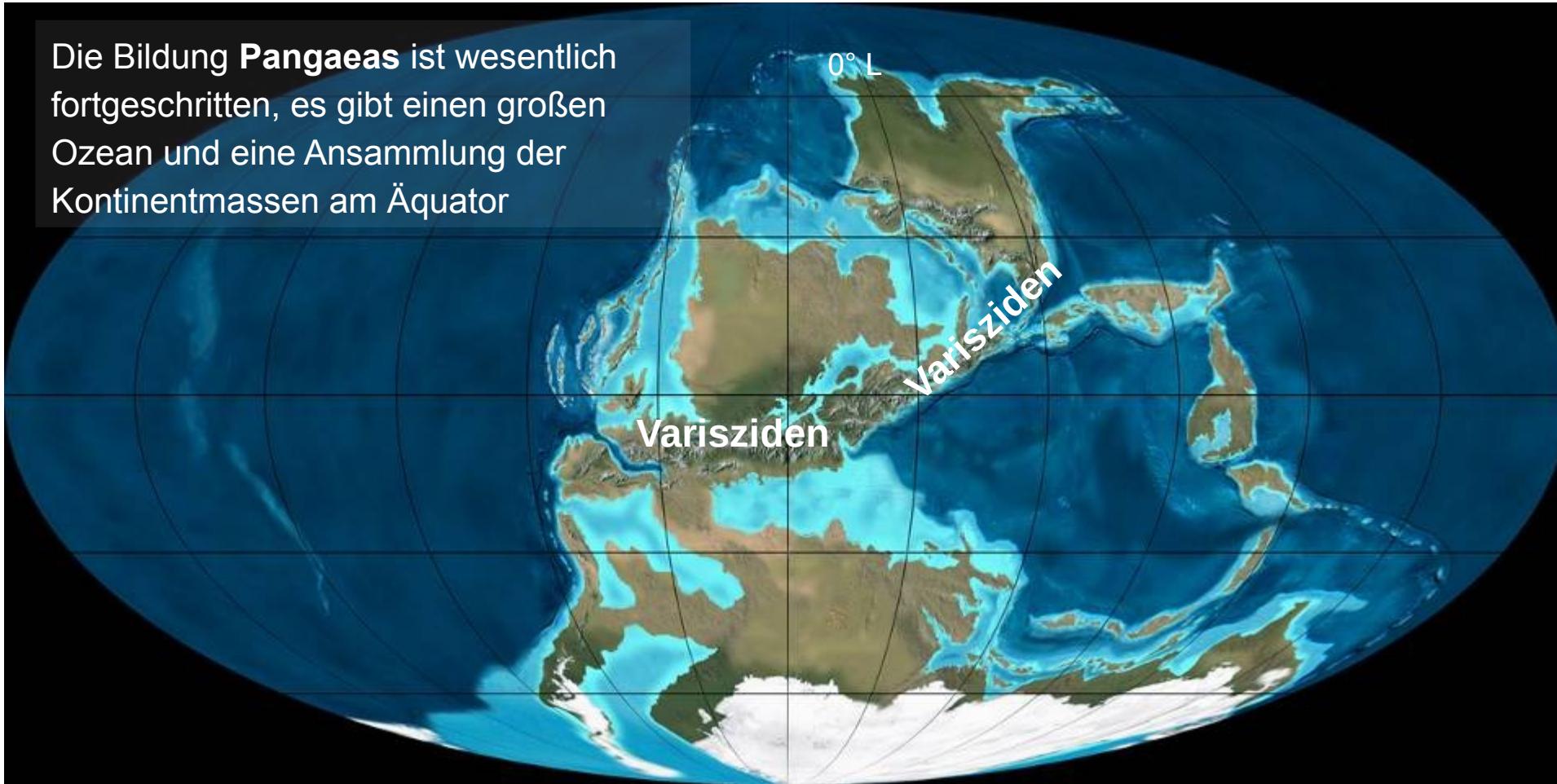
Die Lage der Platten im Ordovicium ca. 470 Mio. a BP

Bewegung der Lithosphärenplatten



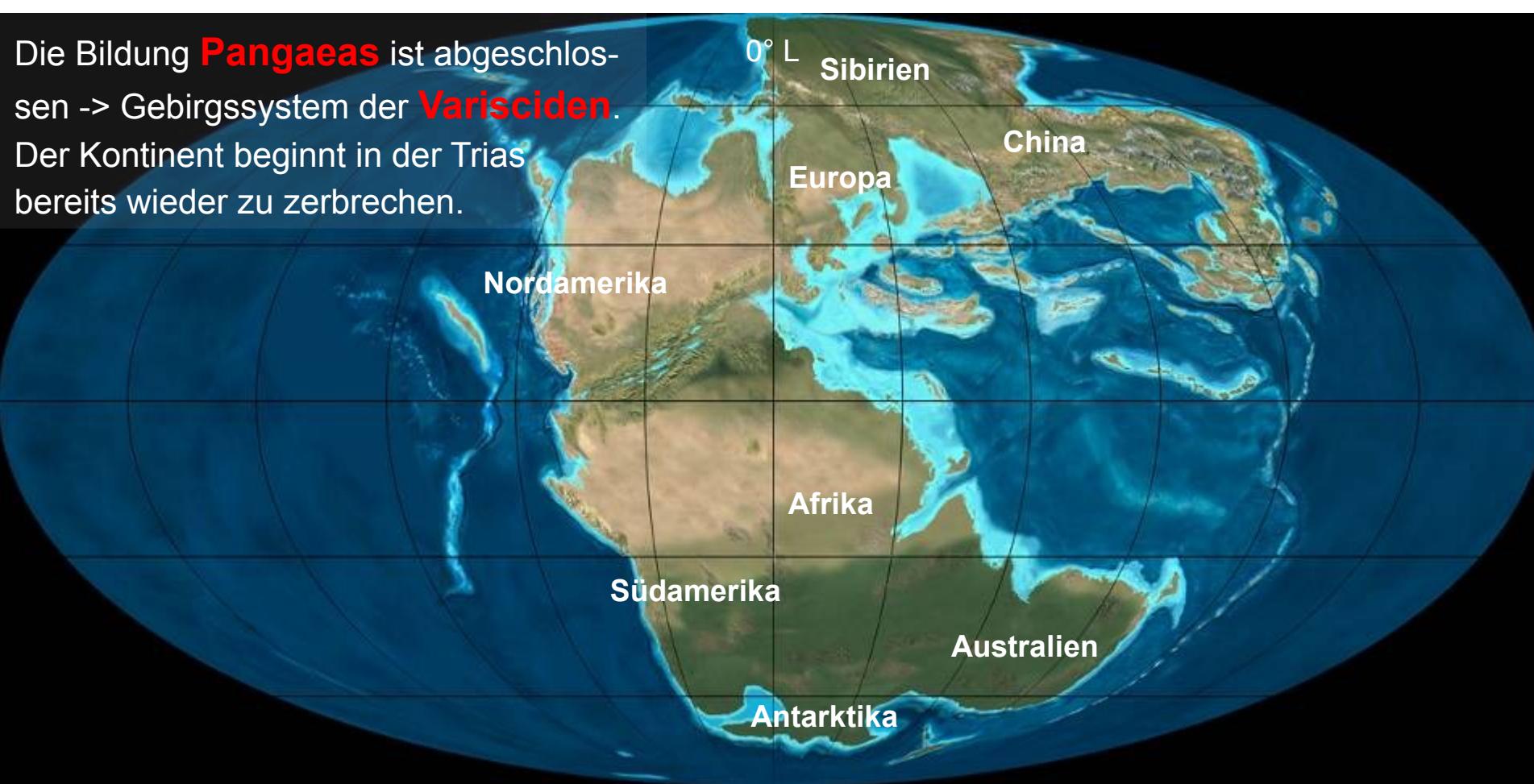
Die Lage der Platten im Silur ca. 430 Mio. a BP

Bewegung der Lithosphärenplatten



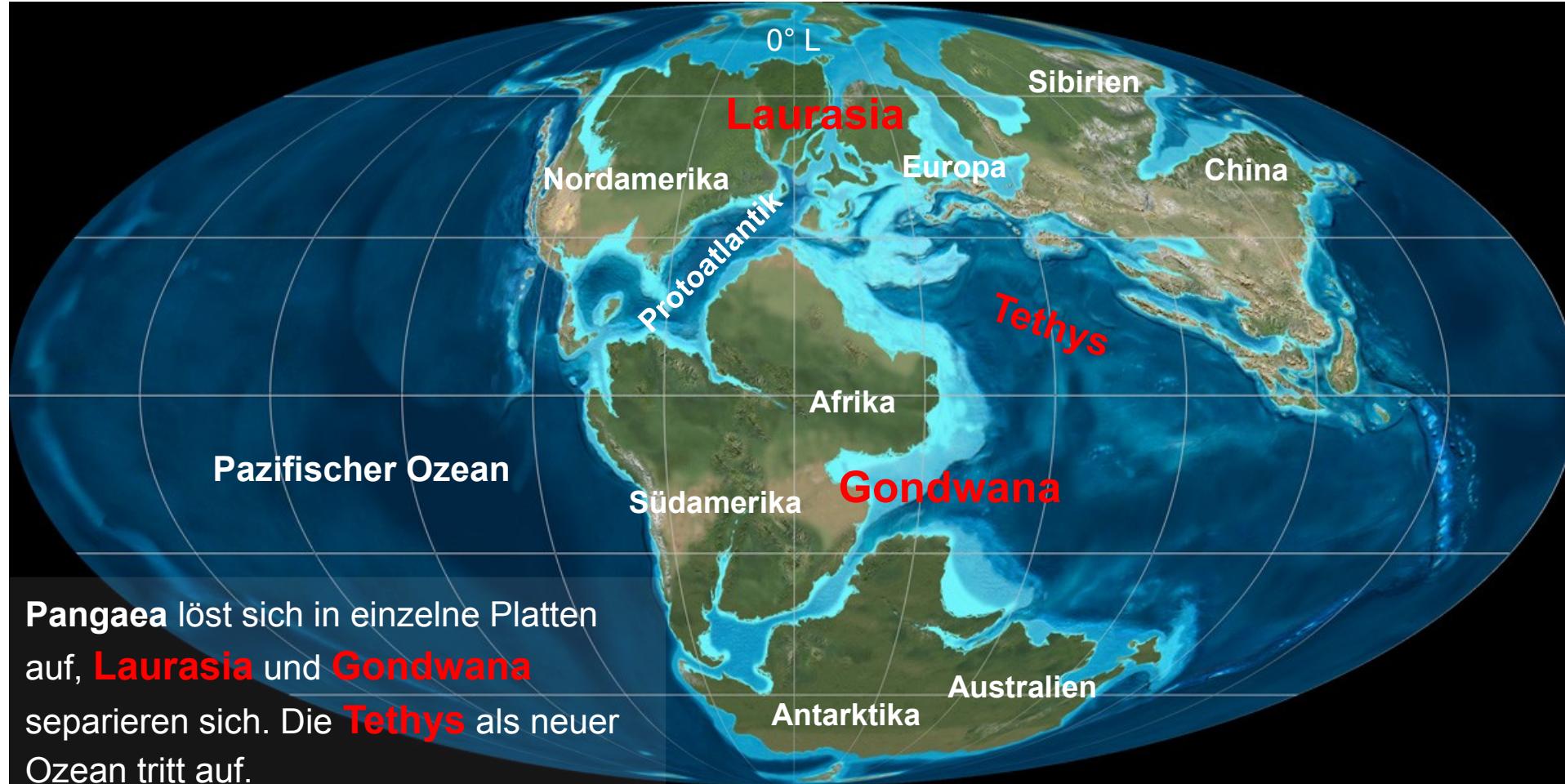
Die Lage der Platten im Karbon ca. 340 Mio. a BP

Bewegung der Lithosphärenplatten



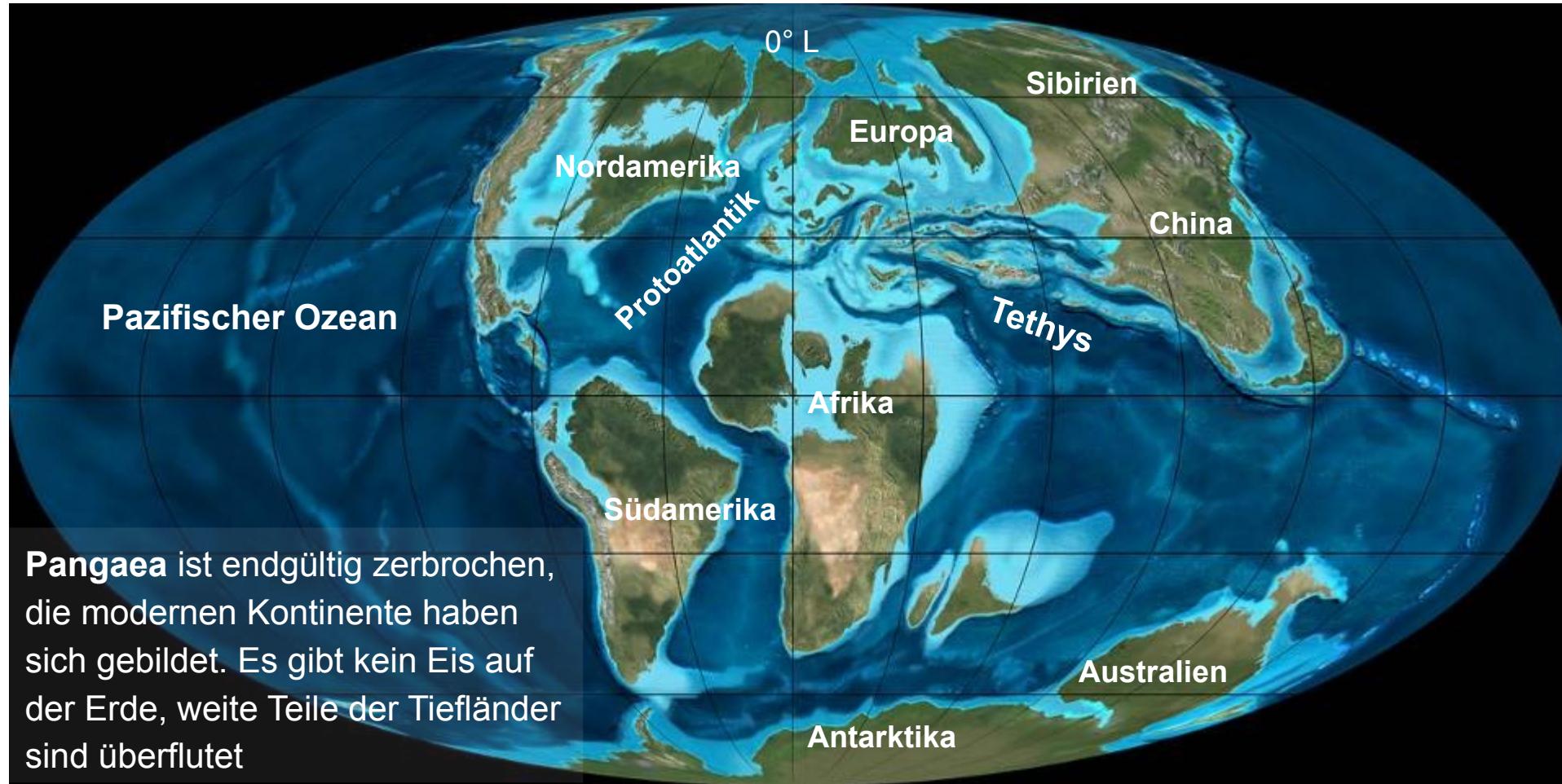
Die Lage der Platten in der Trias ca. 230 Mio. a BP

Bewegung der Lithosphärenplatten



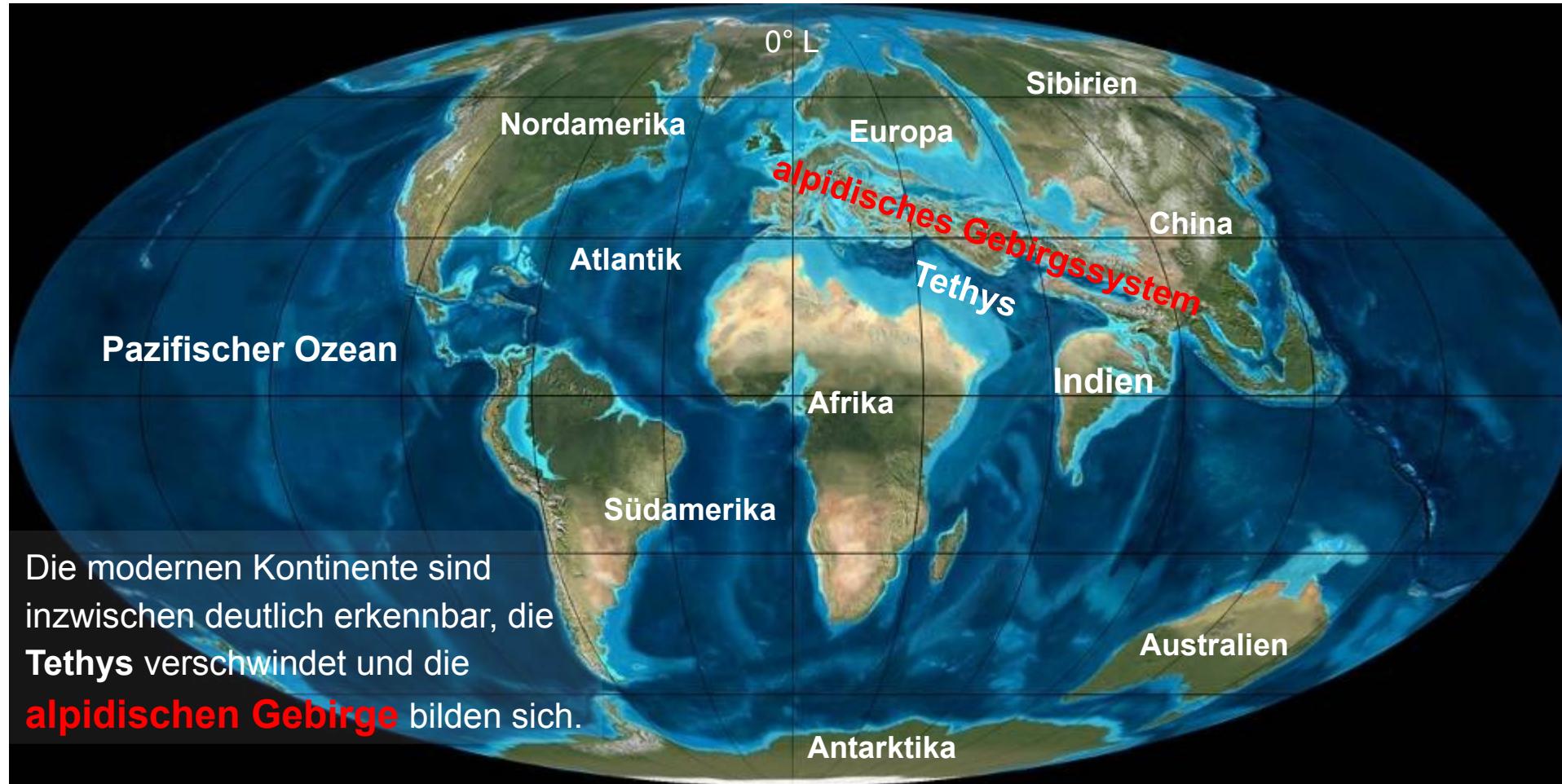
Die Lage der Platten im Jura ca. 160 Mio. a BP

Bewegung der Lithosphärenplatten



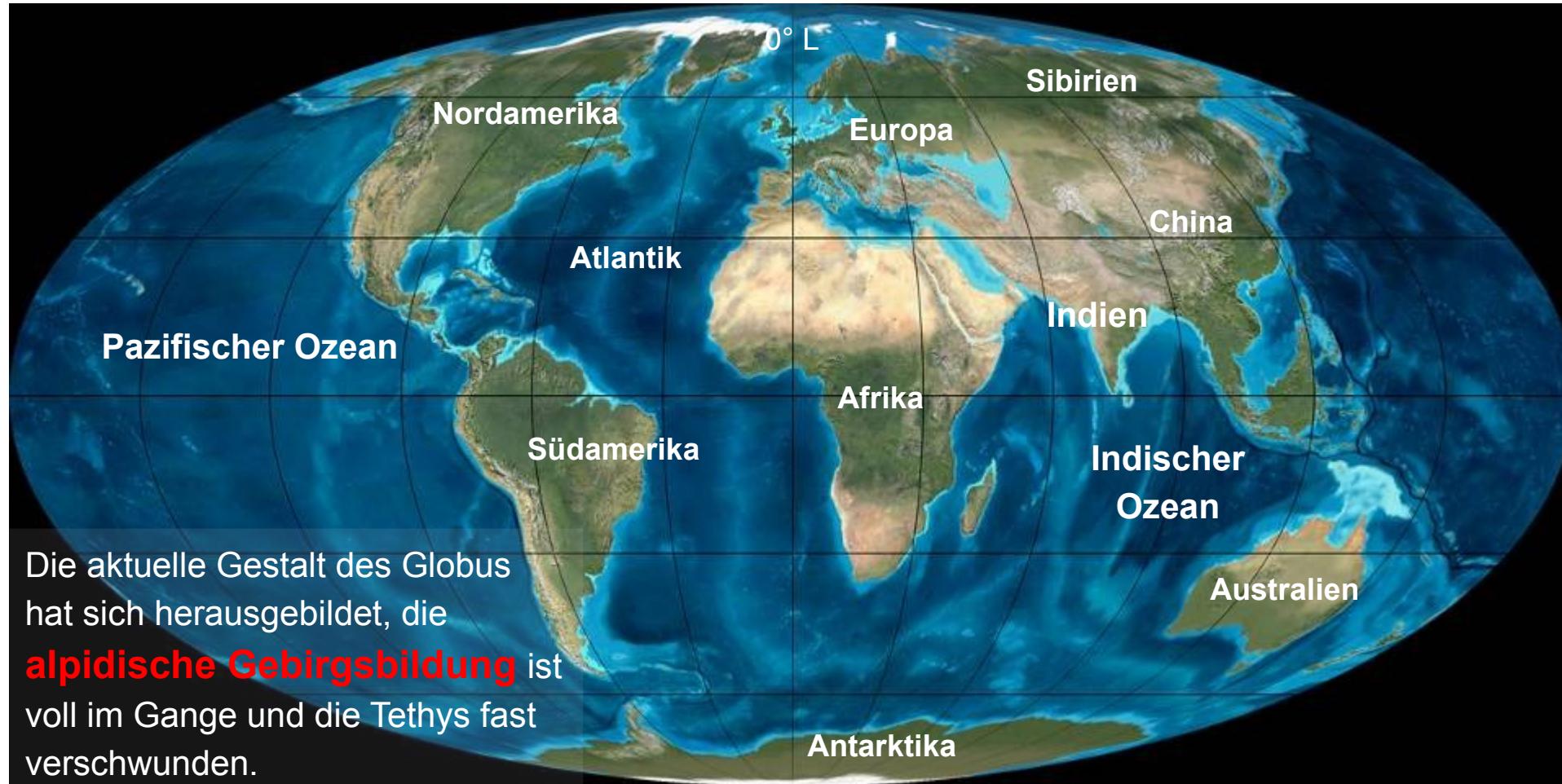
Die Lage der Platten in der Kreide ca. 90 Mio. a BP

Bewegung der Lithosphärenplatten



Die Lage der Platten im frühen Tertiär (Paläozän) ca. 60 Mio. a BP

Bewegung der Lithosphärenplatten



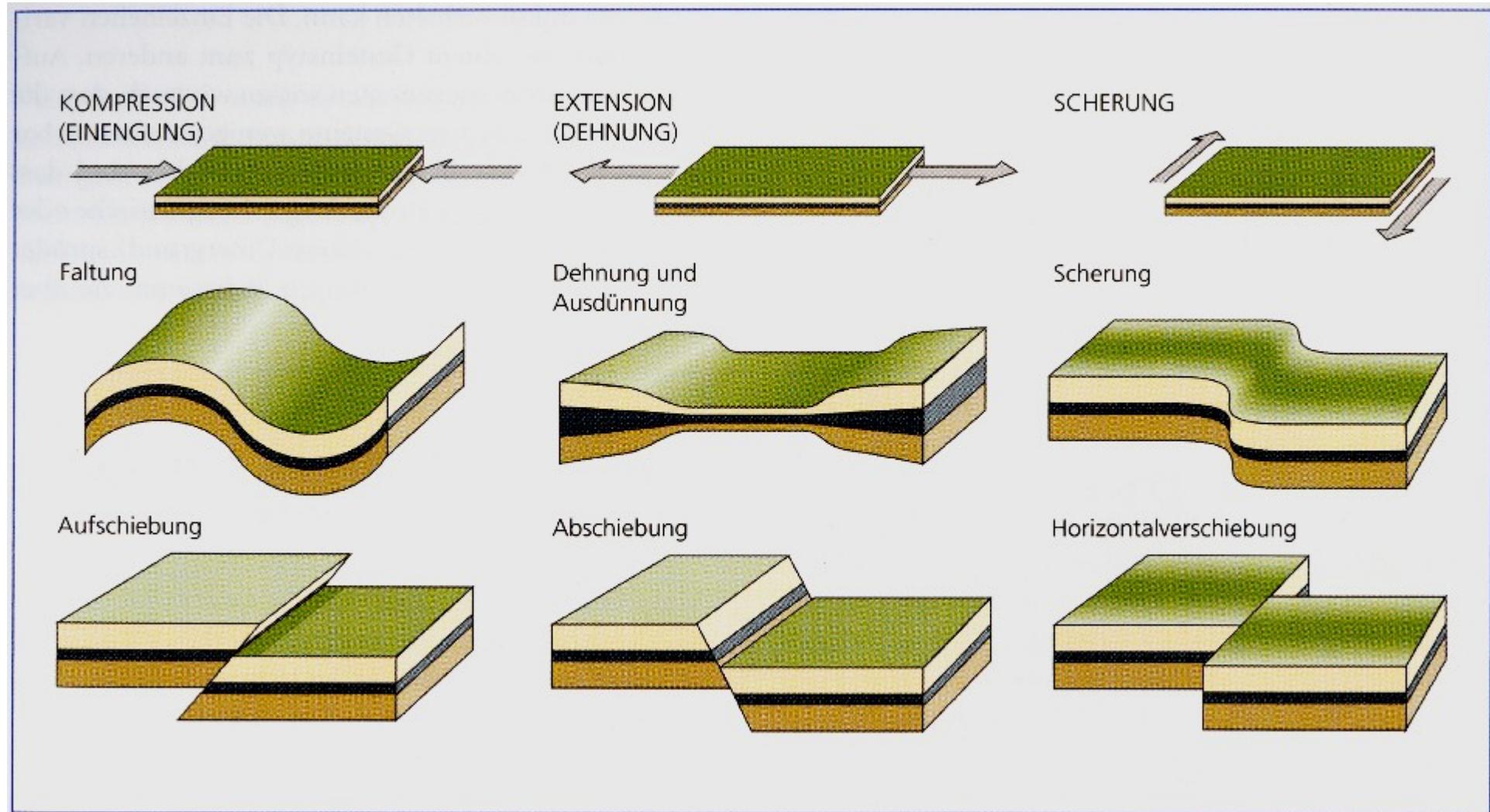
Die Lage der Platten im mittleren Tertiär (Miozän) ca. 20 Mio. a BP

Formung durch tektonische Bewegung

Tektonische
Bewegung

Plastische
Formung:
Faltentektonik

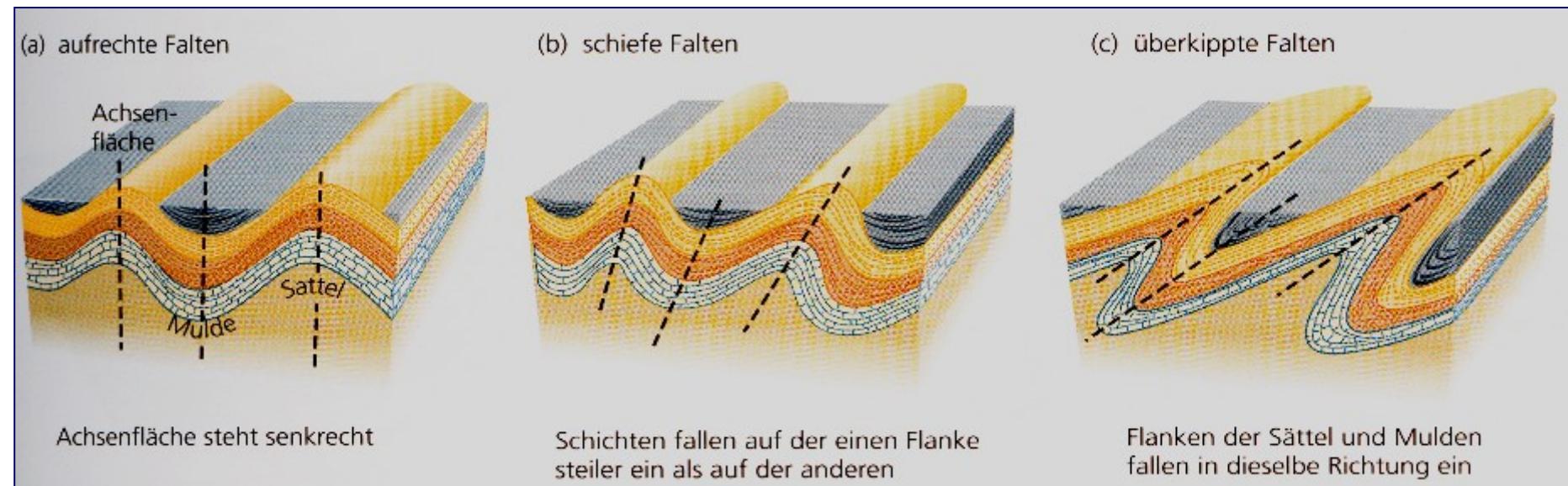
Nicht-plastisch:
Bruchtektonik



Formung durch tektonische Bewegung

Plastische Verformung → Faltentektonik

Abhängig von Ausgangsmaterial, Druck und Temperatur!



Press & Siever (2003)

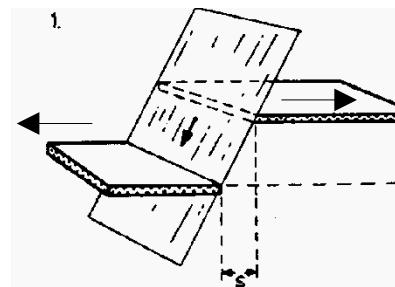
Formung durch tektonische Bewegung

Spröde Verformung → Bruchtektonik

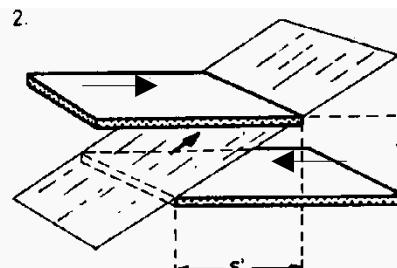
Abhängig von Ausgangsmaterial, Druck und Temperatur!

Die wichtigsten Grundformen (erkennbar bei versetzter Schichtung):

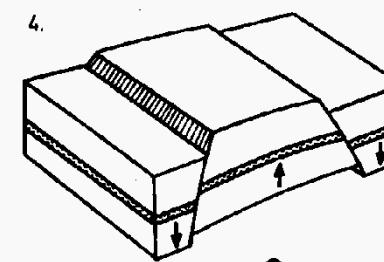
Abschiebung



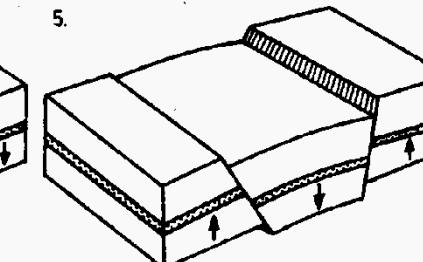
Überschiebung



Horst



Graben



hangende Schicht
(oben)

liegende Schicht
(unten)

Richter (1980, S. 221)

Formung durch tektonische Bewegung

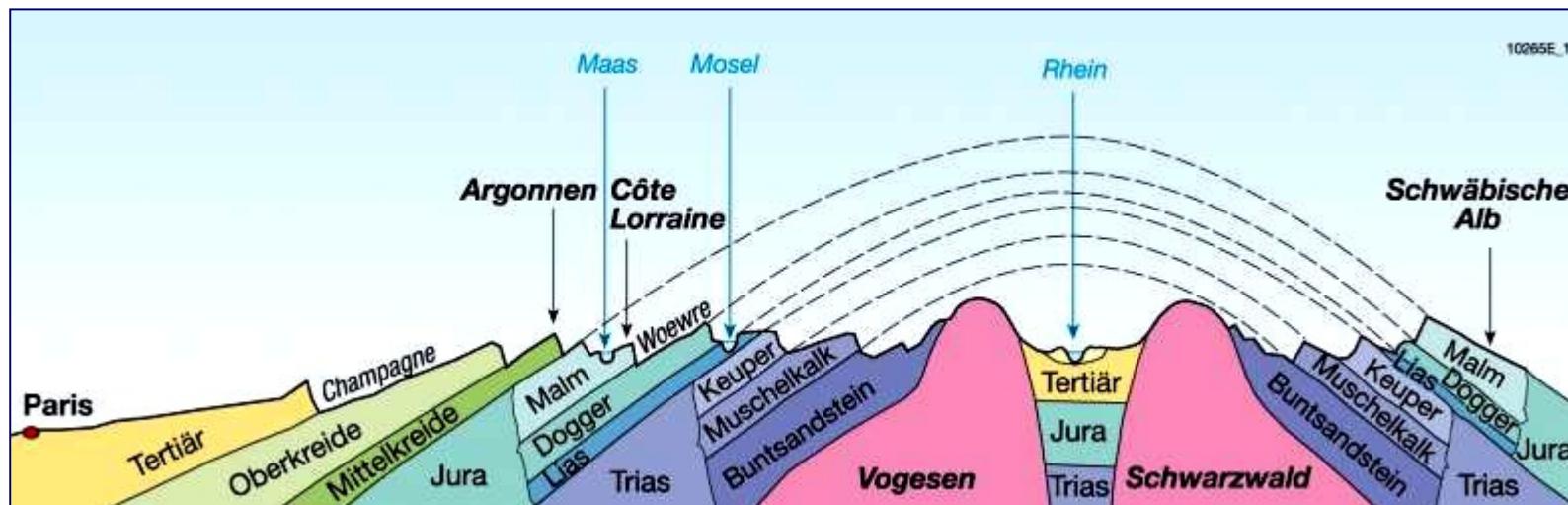
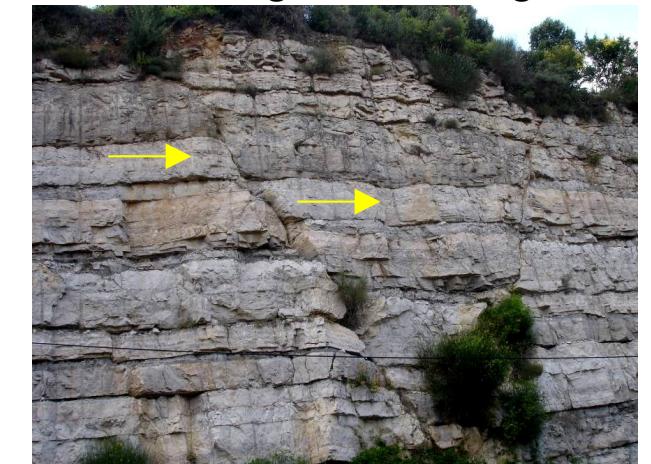
Spröde Verformung → Bruchtektonik

Abhängig von Ausgangsmaterial, Druck und Temperatur!

Beispiel: Grabenstruktur Oberrheingraben:

Aufwölbung & Dehnung → Einsinken im Zentrum (=Graben) &
Erosion der Aufwölbung
→ Schichtsufenlandschaft

Abschiebung mit Raumgewinn



Orogenese = Gebirgsbildung

Einengung und Faltenbildung bzw. Überschiebung
ggf. mit Geosynkinalbildung (Trogbildung)

Unterscheidung:

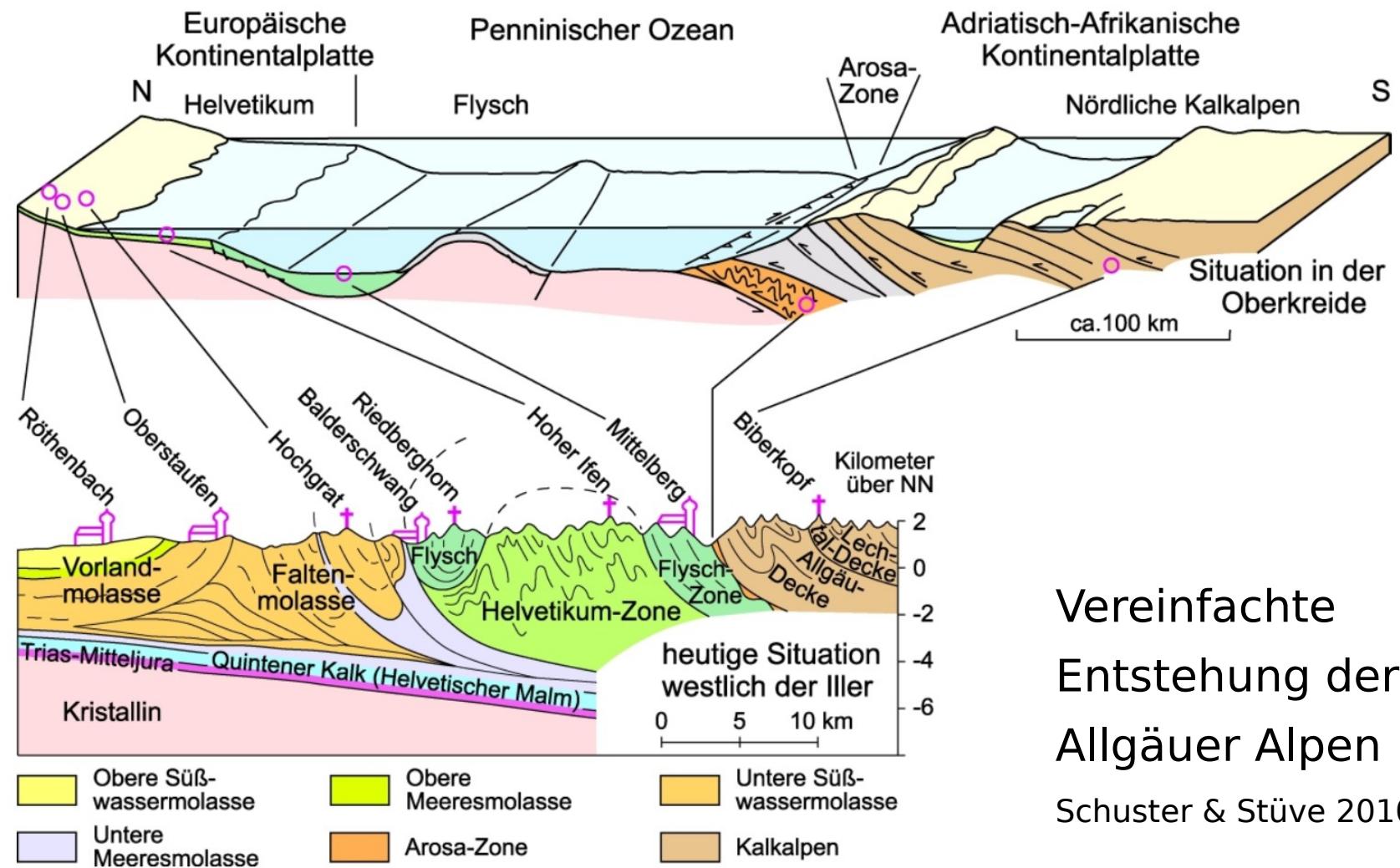
- Bruchschollengebirge (Bsp. Mittelgebirge b. Alpenentstehung)
- Faltengebirge (bei „jungen“ Sedimentstapeln)
- Deckengebirge (Überschiebung ganzer Deckenstapel)



Ära/Zeitalter	Periode	mya	Orogenese
Känozoikum	Neogen	23,03	
<i>Erdneuzeit</i>			
Dauer: 65,5 Mio.	Paläogen	65,5	
Mesozoikum	Kreide	145,5	
<i>Erdmittelalter</i>	Jura	199,6	Alpidische Orogenese
Dauer: 185,5 Mio.	Trias	251,0	
Paläozoikum	Perm	299,0	
<i>Erdfrühzeit</i>	Karbon	359,2	variszische Orogenese
Dauer: 291 Mio.	Devon	416,0	
Silur		443,7	kaledonische Orogenese
Ordovizium		488,3	
Kambrium		542,0	cadomische

Formung durch tektonische Bewegung

Beispiel
Alpen:
ein Decken-
Faltengebirge



Vereinfachte
Entstehung der
Allgäuer Alpen
Schuster & Stüve 2010

Geomorphologie

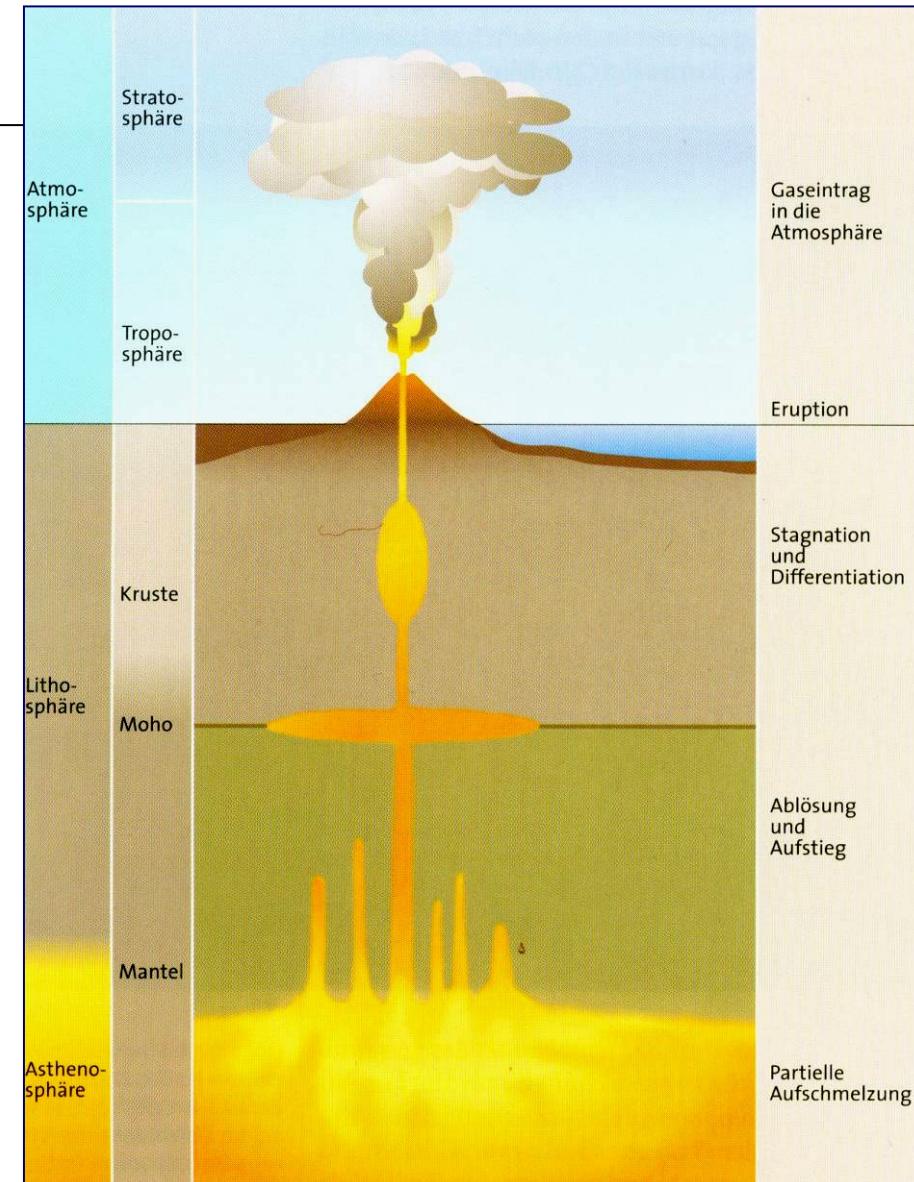
Inhalt

1. Einführung, Erdaufbau und Gesteine
- 2. Endogene Dynamik: Tektonik, Vulkanismus, Erdbeben**
3. Verwitterung
4. Exogene Formungssysteme
5. Großformen des Reliefs
6. Klimatische Geomorphologie

Vulkanismus

Definition:

Vorgänge und Erscheinungen, die mit der **Förderung von Gesteinsschmelzen, Lockerstoffen und Gasen** aus dem Inneren der Erde zur Erdoberfläche in Zusammenhang stehen.

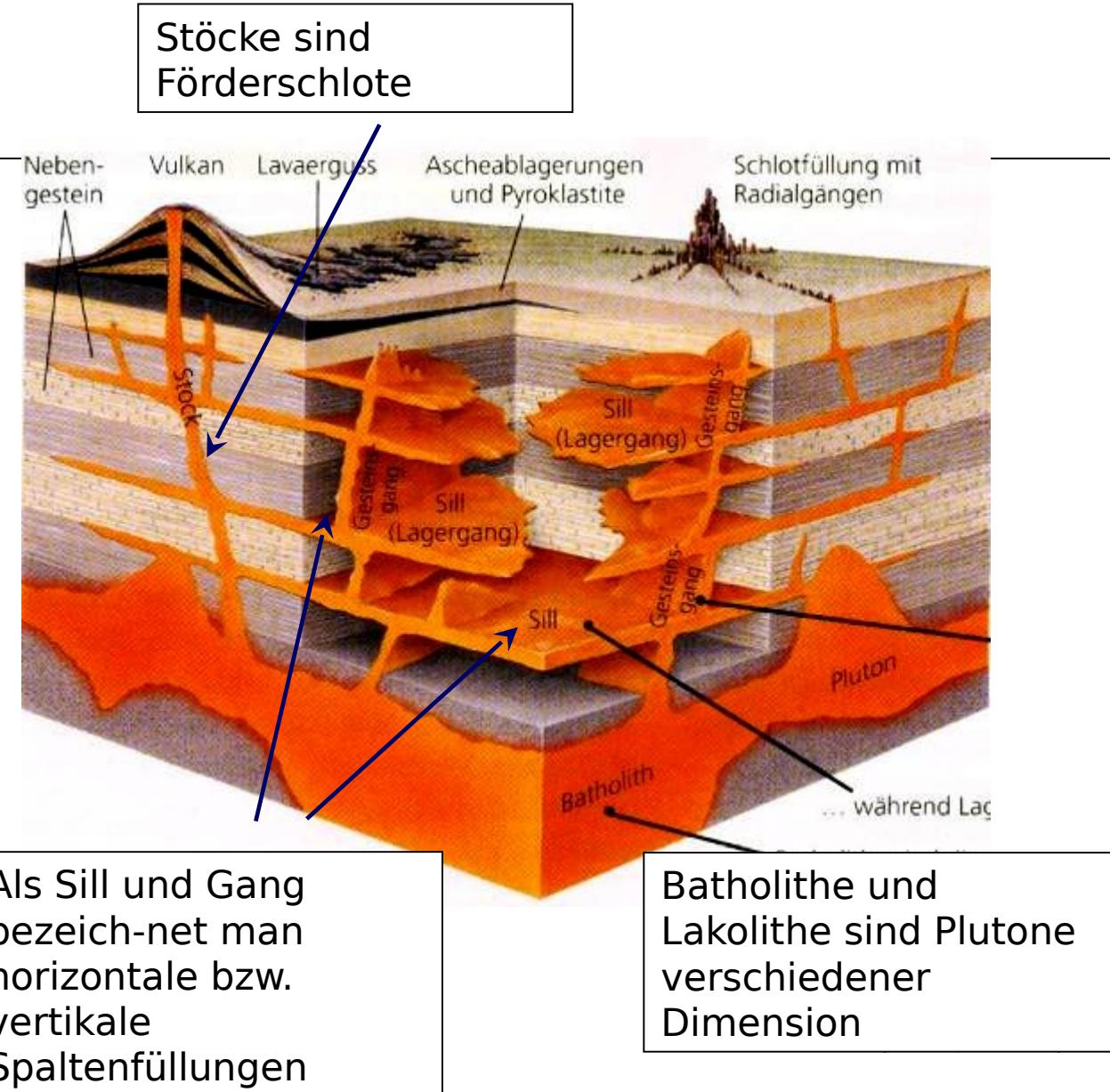


Schmincke (2000, S. 12)

Vulkanismus

Abgrenzung zu Plutonismus und Subvulkanismus

- Die chemische Zusammensetzung (Si-Gehalt) entscheidet über die Viskosität der Magma
- Im Zusammenspiel mit Beschaffenheit des Nebengesteins entscheidet sich daraus u.a. der Vertikalaufstieg
- Bei Erstarrung in der Tiefe spricht man von **Plutonismus** bzw. **Plutonen**
- Erstarrt die Schmelze nahe der Oberfläche, spricht man von **Subvulkanismus**

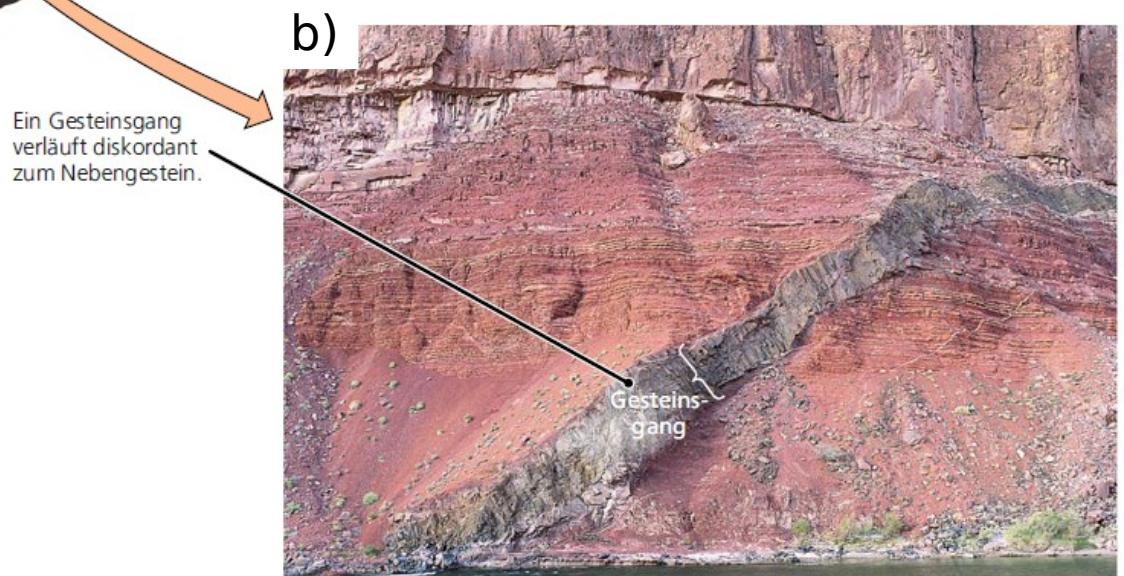
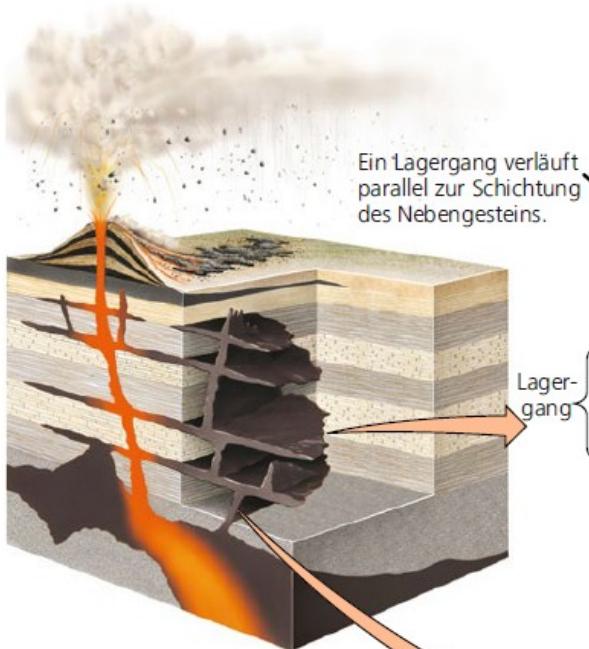


Vulkanismus

Abgrenzung zu Plutonismus und Subvulkanismus

(Oberflächen-)Vulkanismus
i.d.R. immer begleitet von
Plutonismus und Subvulkanismus

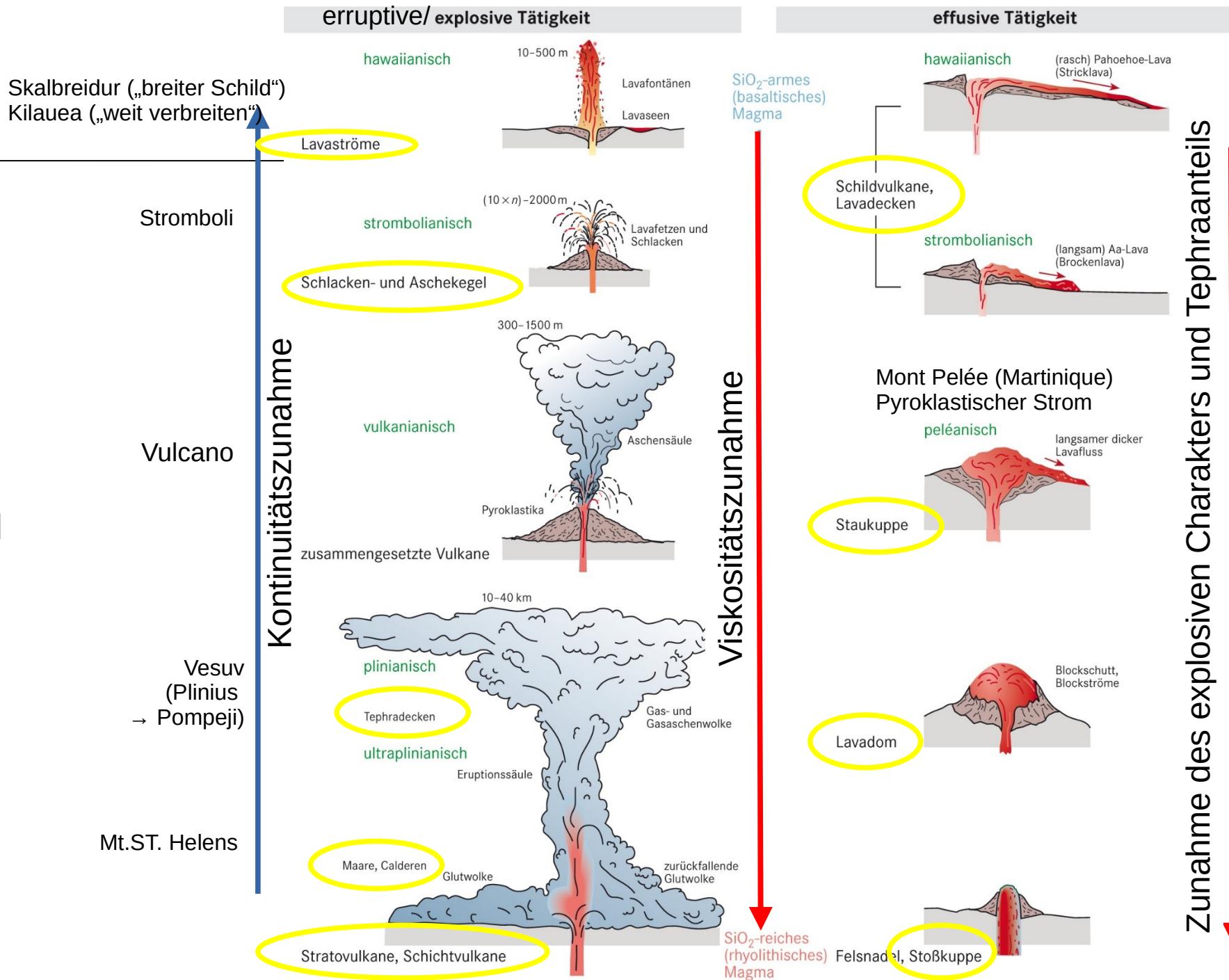
- a) Lagergänge sind konkordante Intrusionen (Schichtungsparallel)
- b) Gesteinsgänge verlaufen diskordant zur Schichtung (quer zur Schichtung)



Vulkanismus

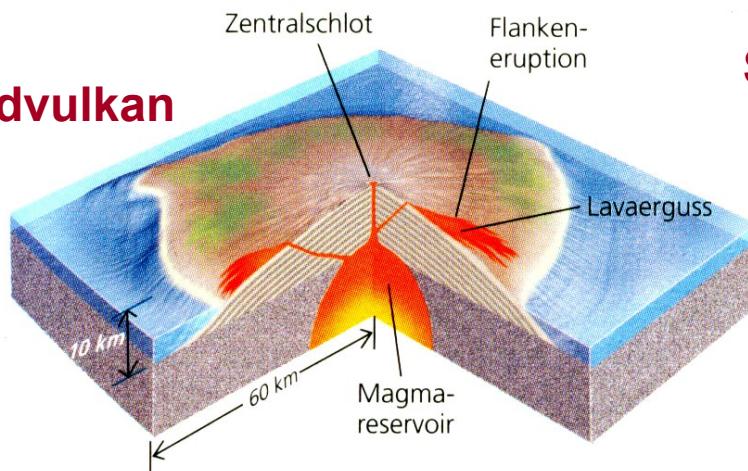
Eruptionstypen

Abhängigkeit vom Chemismus der Schmelze kommt es zu unterschiedlichen **Eruptionstypen** und in der Folge zu unterschiedlichen **Vulkanbauten**

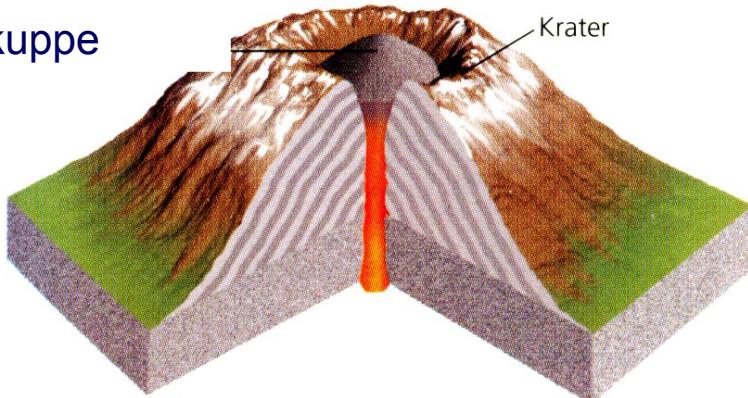


Vulkantypen

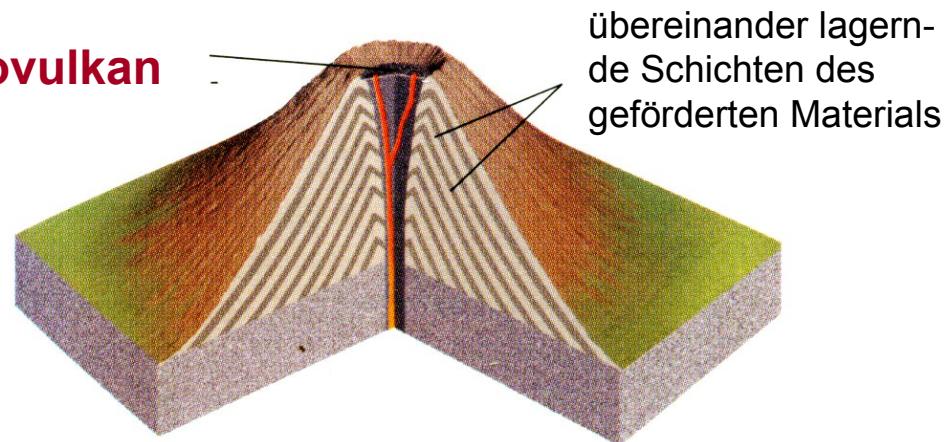
Schildvulkan



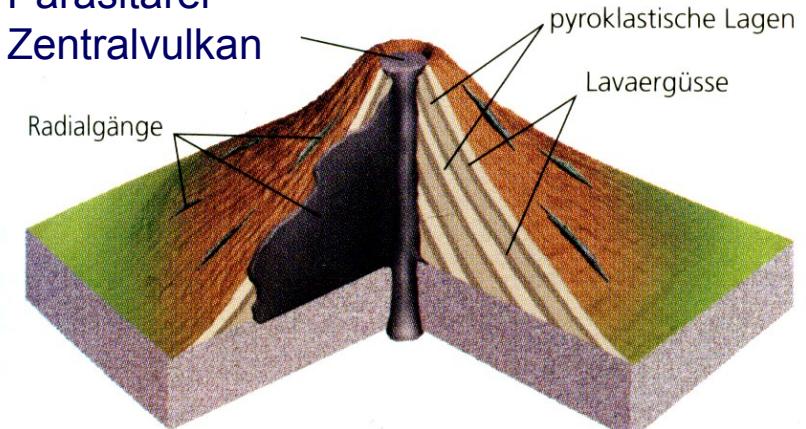
Quellkuppe



Stratovulkan



Parasitärer Zentralvulkan



Neues Magma dringt in alten Vulkankegel ein → parasitäre Kegel oft auch an Flanken

flach → dünnflüssige Laven

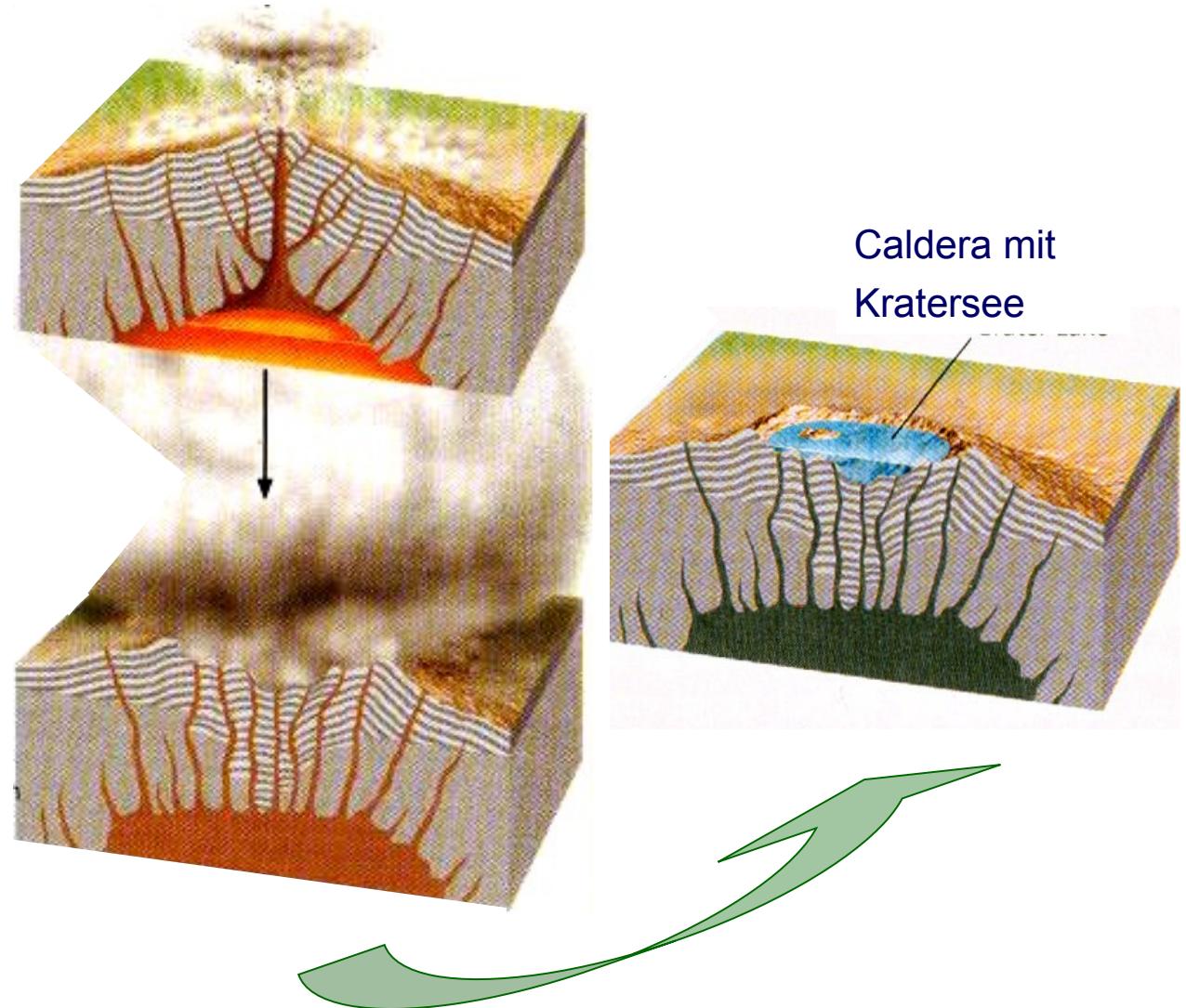
steil → intermediäre bis saure Lava

Press & Siever (2005, S. 309)

Vulkantypen

Entstehung von Calderen

- Im Laufe der vulkanischen Fördertätigkeit entleert sich die **Magmenkammer**
- Durch auflastenden Druck kommt es zum **Einbrechen** der Oberfläche → Caldera
- **Calderen** treten bei saurem **und** basaltischem Vulkanismus auf

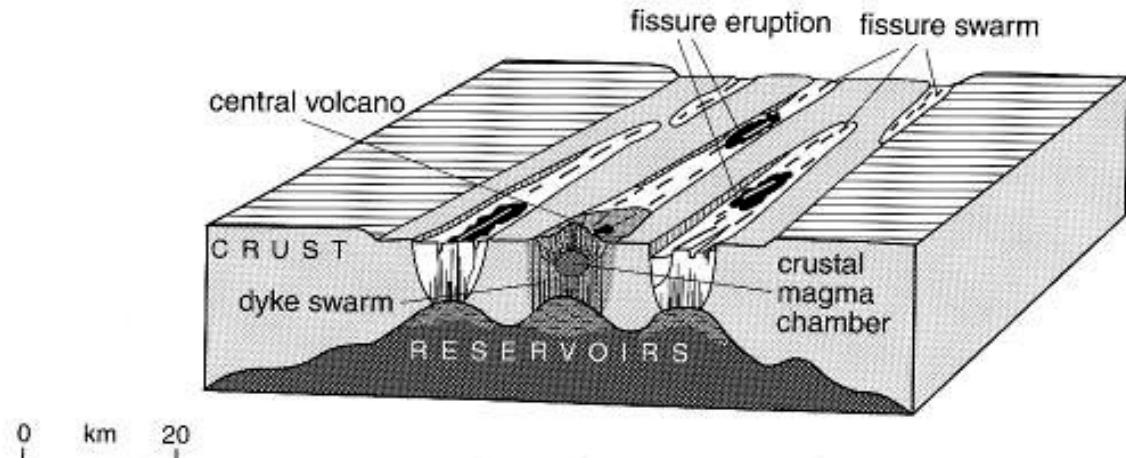


aus Press & Siever (2005, S. 311)

Vulkantypen

Spaltenvulkanismus

- Spaltenvulkane treten bei starker **Dehnung der Lithosphäre** auf
- Spaltenvulkane sind typisch für **divergente Plattengrenzen**



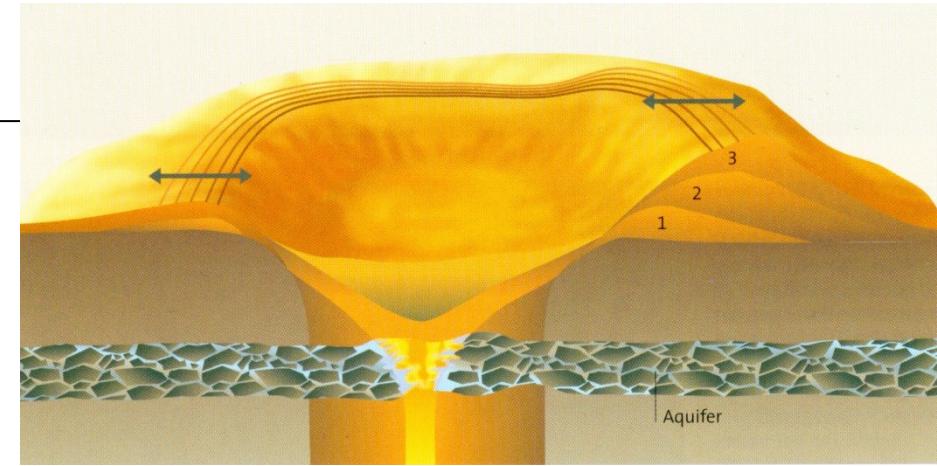
- In **Island** verläuft der mittelozeanische Rücken auf dem Festland
- Hier treten 10er km lange Spaltenvulkane auf
- An der **Laki-Spalte** wurden 1783 die größten Lavamengen (ca. 14,7 km³) in historischer Zeit gefördert

Vulkantypen

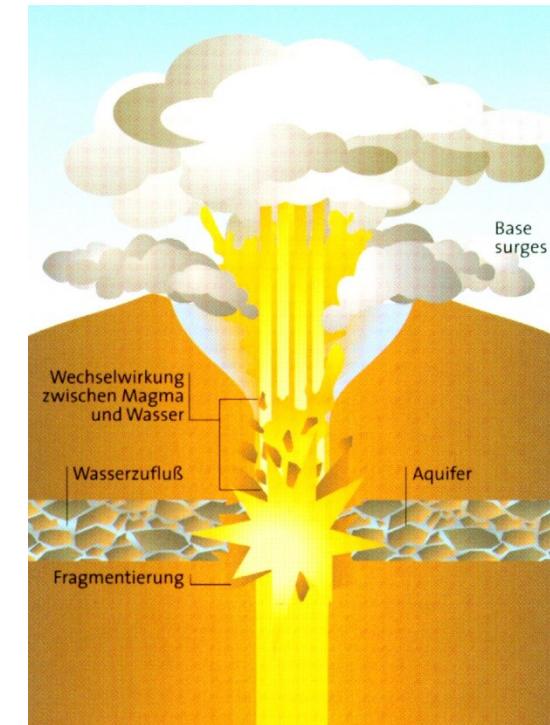
Maare und Schlackenkegel



Schmincke (2000, S. 185, 186)



- Maare und Schlackenkegel:
phreatische/phratomagmatiche Eruption
- Tiefe/Fläche des **Magma-Wasser Kontaktes** entscheidet über die Intensität des Ausbruchs



Vulkantypen

Vulkanische Förderprodukte:

Laven Flutbasalte, Lavaströme (Strick-, Fladen-, Blocklava), Kissenlava

Glutwolken Ignimbritdecken, Lahare (Schlammströme mit Wasser u./o. Eis)

Lockerprodukte Schlacken (kantig), Bomben (rund), Bimsstein, Lapilli (4-32 mm), Aschen (< 4 mm). Verfestigt als **Pyroklastika** bezeichnet, verfestigte Asche als **Tuff**



Vulkanismus

Eigenschaften der Magma

Silikatreiche saure Lava



Aa-Lava

Silikatarme basische Lava



Pahoehoe Lava

Vulkanismus

Pyroklastische Ströme und Lahare



Ruinen von St. Pierre
(Montagne Pelée, Martinique)
8.5.1902 ca.40.000 Opfer



Glutwolken (**Pyroklastische Ströme**)
bestehen aus heißen Gasen und
erreichen Geschwindigkeiten von
mehreren 100 km/h

Vulkanismus

Pyroklastische Ströme und Lahare

Lahare sind durch Vulkanismus ausgelöste Geröll- und Schlammlawinen, die ähnlich wie Muren mit hoher Geschwindigkeit abgehen.



Laharablagerungen Mt. St. Helens Ausbruch 1980

Vulkanismus

Tephra / Pyroklastika

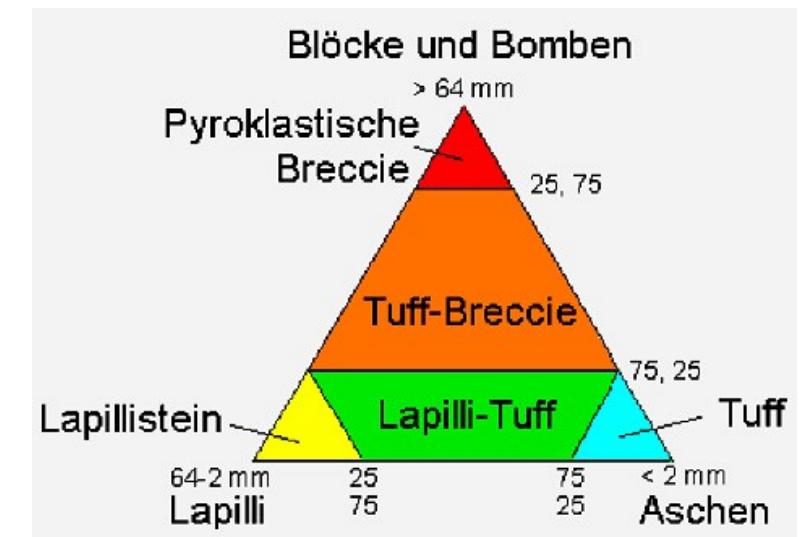


Tephra nach Korngrößen
differenziert:
Asche, Lapilli, Bomben



Ausbruch des Vesuvs 1872

L'Eruzione del Vesuvio, 26 Aprile 1872 ore 3, P.M. - M. 6102.



Vulkanismus

Postvulkanismus



- Vulkanismus gilt als erloschen, wenn über **geologische Zeiträume** keine Ausbrüche zu erwarten sind
- Vulkanismus in Eifel vielfach als erloschen bezeichnet
- letzter Ausbruch vor ca. **12.900 a** → Laacher See
- Vulkanismus nicht wirklich erloschen!

Laacher See – ein erloschener Vulkan!?

Vulkanismus

Postvulkanismus

postvulkanische Erscheinungen nach Temperatur differenziert:

Fumarolen Dampfquelle mit einer Temp. von **200 - 800°C**

Solfataren Dampfquelle mit einer Temp. **100 - 200°C**, schwefelhaltig

Mofetten Kohlendioxid-Exhalationen, Temp. < **100°C**

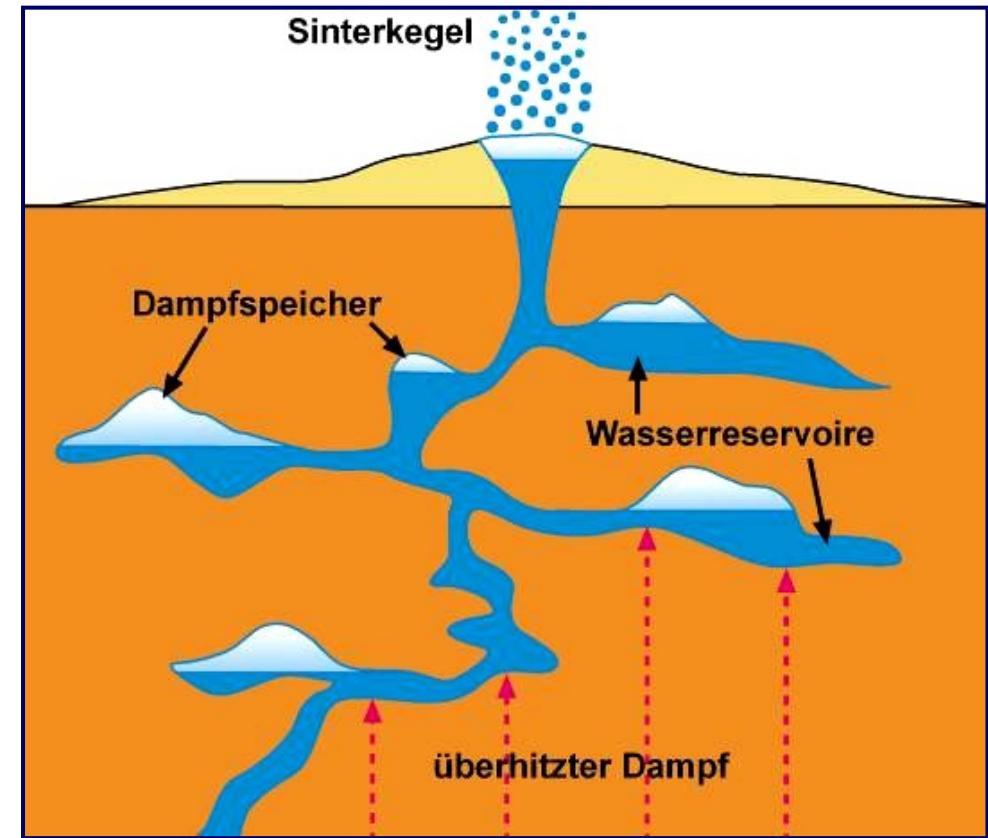
Geysire Springquellen, regelmäßiges Auswerfen von heißem Wasser und Dampf durch Überhitzungsdruck im Untergrund.



Vulkanismus

Gysire und Kaltwassergysire

- Geysire haben von den postvulkanischen Erscheinungen das **niedrigste Temperaturniveau**
- Geysire werden durch **Dampfdruck** angetrieben
- Fehlt die Möglichkeit zum Druckaufbau treten **heisse Quellen** auf
- Druckaufbau ist auch durch CO₂-Exhalationen möglich → **Kalt-wassergeysire**



Funktionsweise eines Geysirs (Hirt 1990)

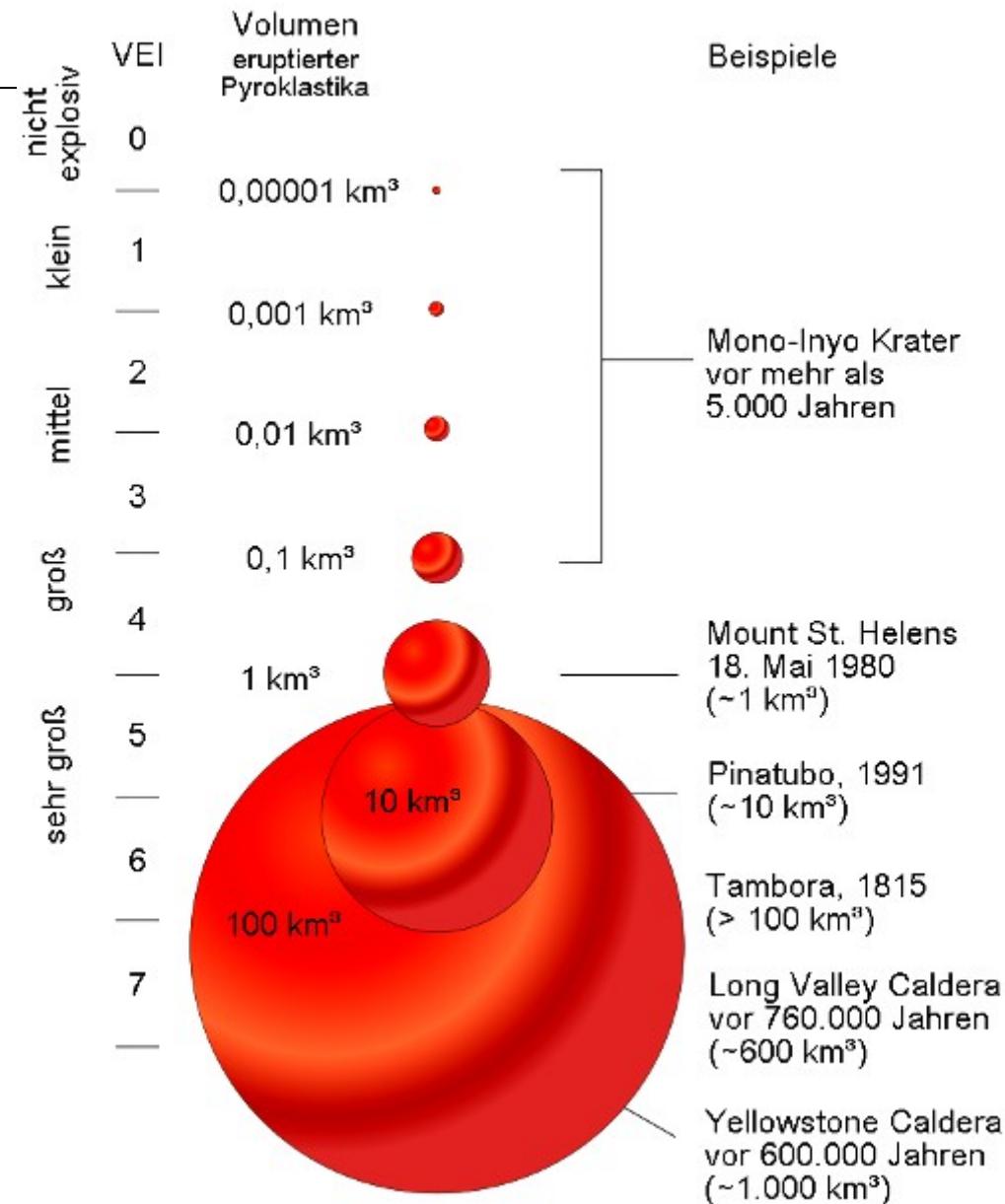
Vulkanismus

Historische Vulkanausbrüche

1783 Laki-Spalte mit Konsequenzen bis Mitteleuropa

1815 führte die Explosion des **Tambora** zu dem **Jahr ohne Sommer** auf der Nordhalbkugel

1991 Pinatubo (Philippinen, rel. starke klimatische Effekte)



Geomorphologie

Inhalt

1. Einführung, Erdaufbau und Gesteine
- 2. Endogene Dynamik:** Tektonik, Vulkanismus, Erdbeben
3. Verwitterung
4. Exogene Formungssysteme
5. Großformen des Reliefs
6. Klimatische Geomorphologie

Erdbeben

Definition:

Erdbeben sind kurz andauernde **Schwingungen der festen Erdkruste**, die durch unterschiedliche Prozesse hervorgerufen werden können.

Auslöser:

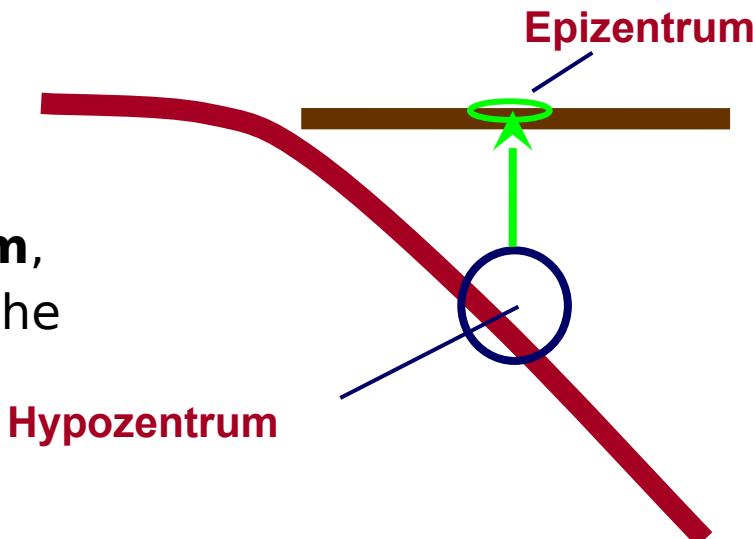
- 1 tektonische Bewegungen in der Lithosphäre und im Mantel (ca. 90% aller Beben) → **Tektonische Beben**, so z.B. auch vor Japan
- 2 Erschütterungen im Zusammenhang mit Vulkanismus, z. B. bei Bewegungen des Magmas (ca. 7% aller Beben) → **Vulkanische Beben**
- 3 Erdbeben durch Einsturz unterirdischer Hohlräume (3% der Beben) → **Einsturz-Beben**

Begriffsbestimmungen

Einteilung der Erdbeben nach der Tiefe des **Erdbebenherdes**:

- Tiefe Beben, auch **Tiefherd-Beben** 300 – 700 km Herdtiefe
- Mittlere Tiefenlage, **mitteltiefe Beben** 70 – 300 km Herdtiefe
- Flachbeben, **oberflächennahe Beben** bis 70 km Herdtiefe

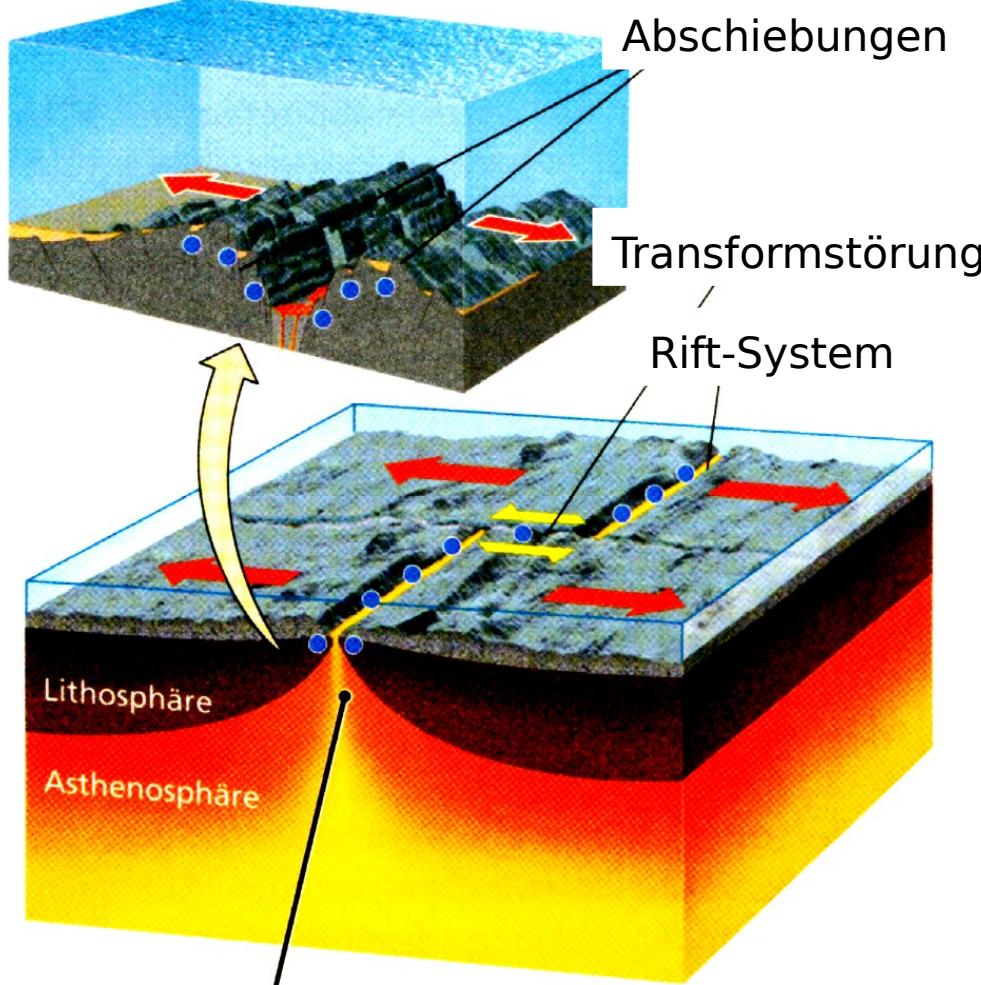
Das Zentrum des Erdbebens in
der Tiefe wird als **Hypozentrum**,
seine Projektion an die Oberfläche
als **Epizentrum** bezeichnet



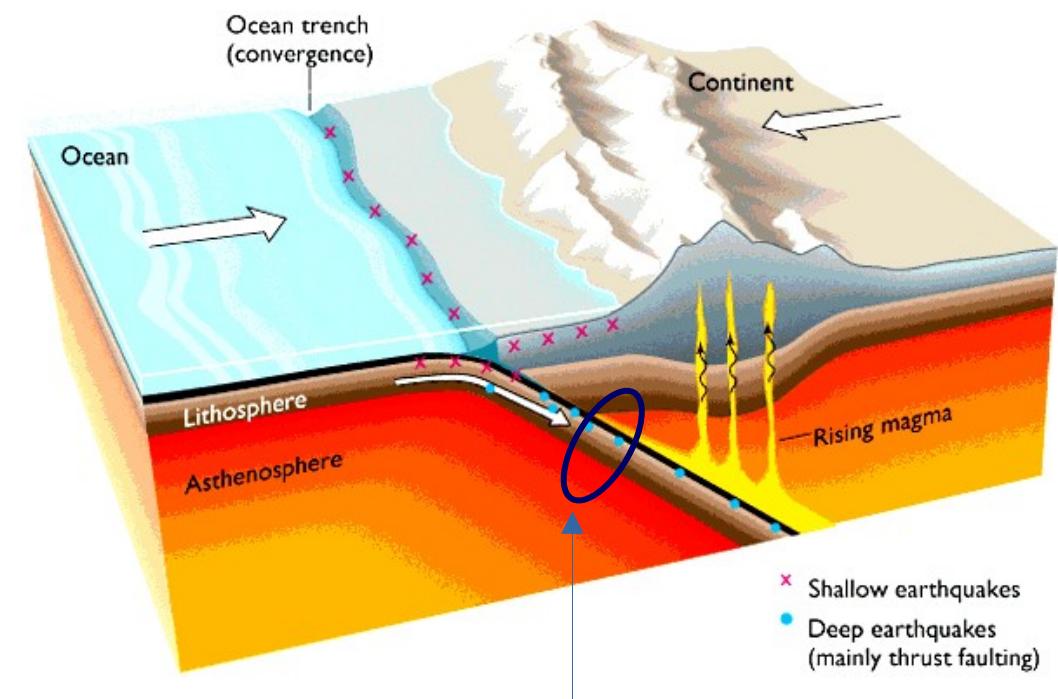
Erdbeben

Tektonische Beben

Mittelozeanischer Rücken (Divergenz)



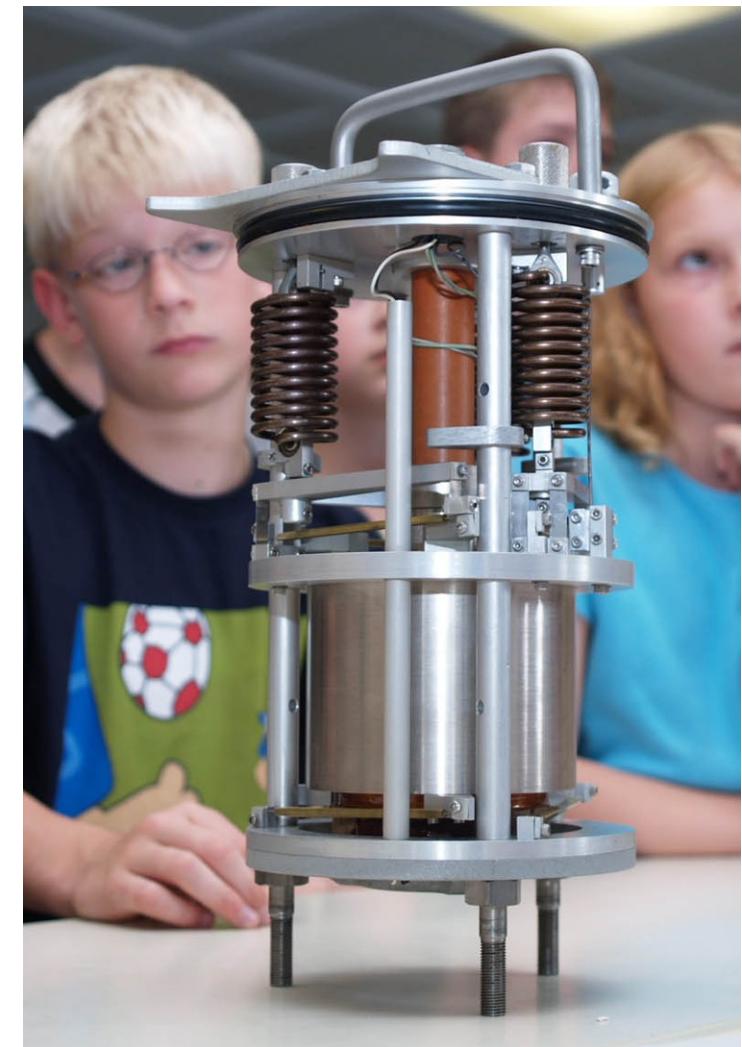
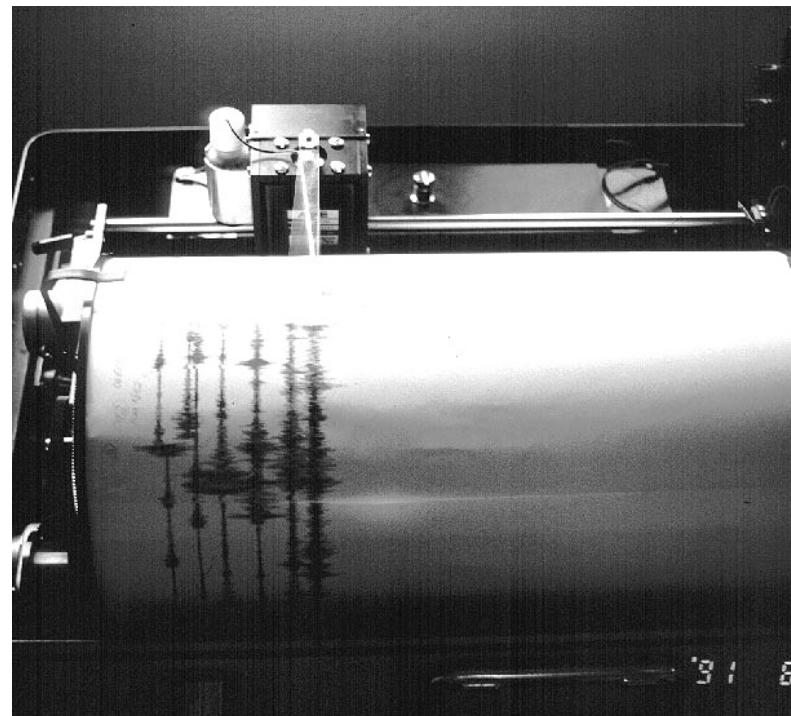
plötzliche Plattenbewegung bei Lösung von Spannungen



Erdbeben

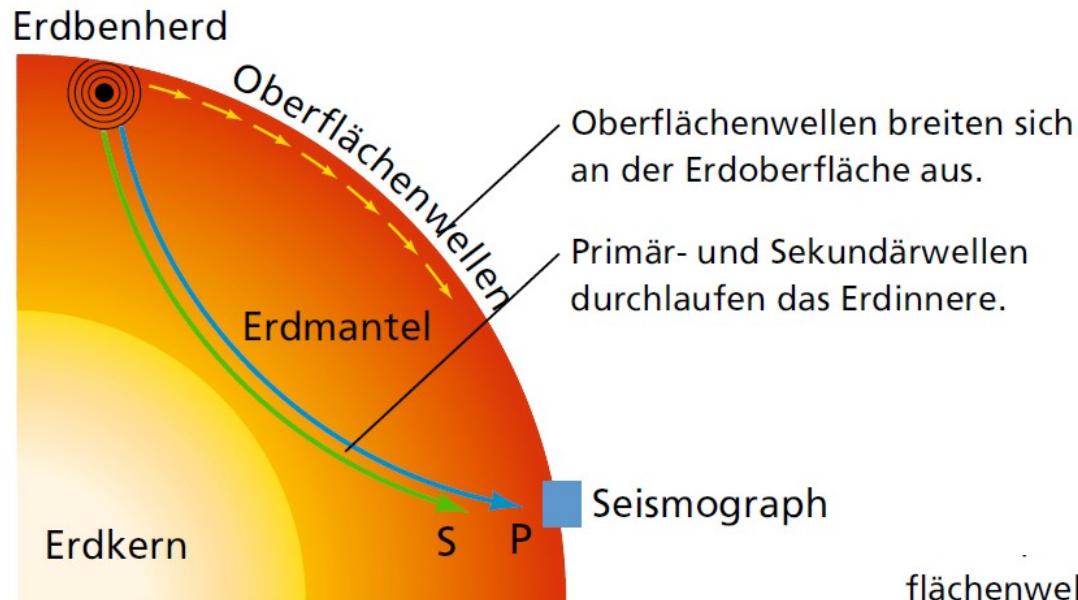
Quantitative Erfassung von Beben

- Schwingungen **frei beweglicher Massen** werden auf Diagrammpapier gezeichnet
- Moderne **Seismometer** messen auf elektronischem Wege



Erdbeben

Erdbebenwellen

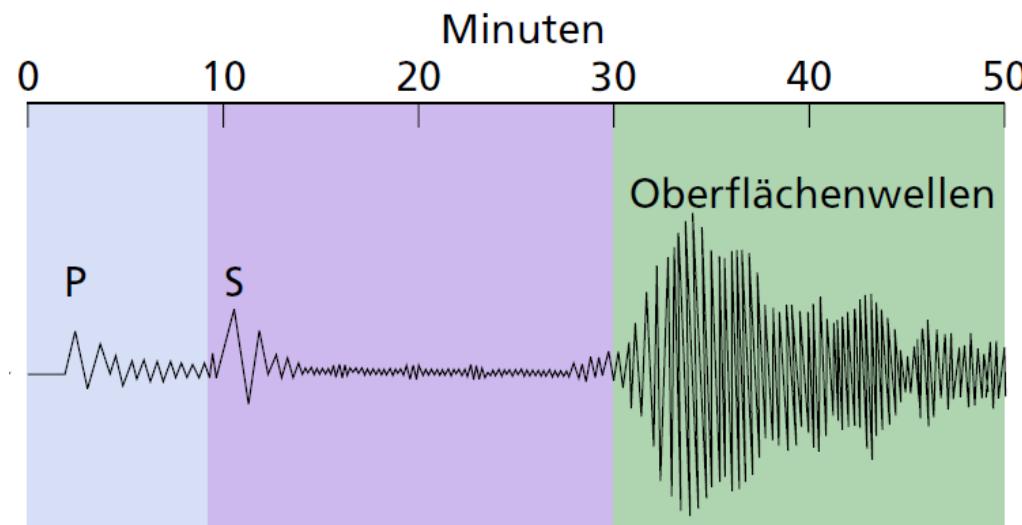


Ausbreitung von Erdbebenwellen
im Erdkörper und im
Seismogramm (Press & Siever
2017, S. 345)

Vom Hypozentrum des Erdbebens breiten sich
Erdbebenwellen ähnlich Schallwellen aus

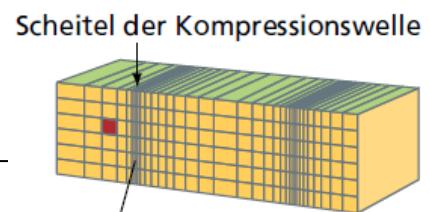
drei verschiedene **Wellentypen**:

- **Primärwellen** (Stoßwellen, Longitudinalwellen), schnell
- **Sekundärwellen** (Scher-/Transversalwellen), langsamer
- **Oberflächenwellen** breiten sich am langsamsten aus

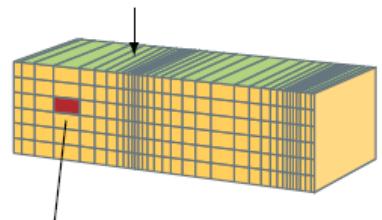


Erdbeben

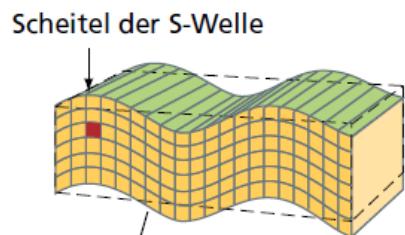
Deformation der Kruste bei verschiedenen Wellentypen
(Press & Siever 2017, S. 345)



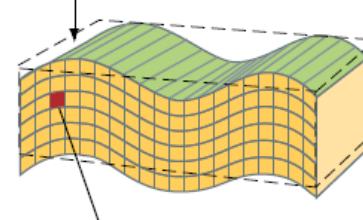
Scheitel der Kompressionswelle
P-Wellen breiten sich als Folge der sich ändernden Kompression und Dehnung aus; jedes Bodenteilchen schwingt in Fortpflanzungsrichtung.



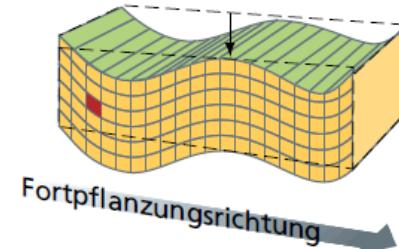
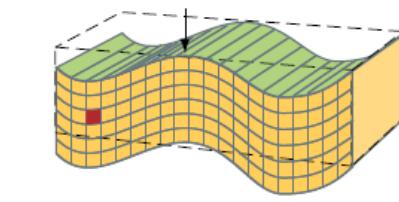
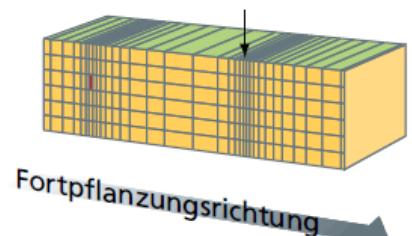
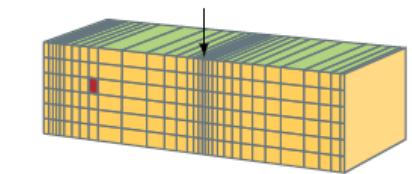
Das rote Quadrat zeigt Kompression und Dehnung eines Gesteins.



Scheitel der S-Welle
S-Wellen sind Scher- oder Transversalwellen. Jedes Bodenteilchen bewegt sich senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung.

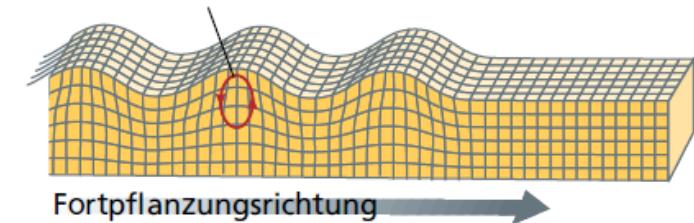


Das rot markierte Quadrat zeigt mit dem Übergang von einem Quadrat zu einem Parallelogramm die Scherbewegung beim Durchlaufen der Transversalwellen.



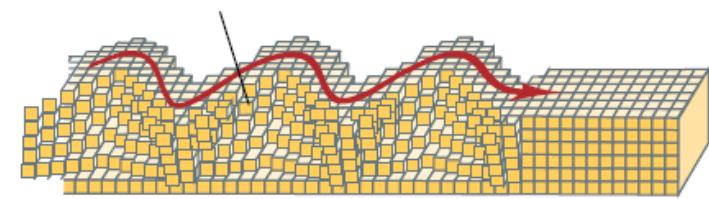
Oberflächenwellen breiten sich entlang der Erdoberfläche aus, da sie für ihre Ausbreitung eine freie Oberfläche benötigen. Man unterscheidet zwei Arten von Oberflächenwellen.

Bei den Rayleigh-Wellen bewegt sich der Untergrund in einer retrograd-elliptischen Bahn, die mit zunehmender Tiefe unter der Erdoberfläche allmählich endet.



Fortpflanzungsrichtung

Bei den Love-Wellen bewegt sich der Untergrund ausschließlich seitwärts ohne vertikale Komponente.



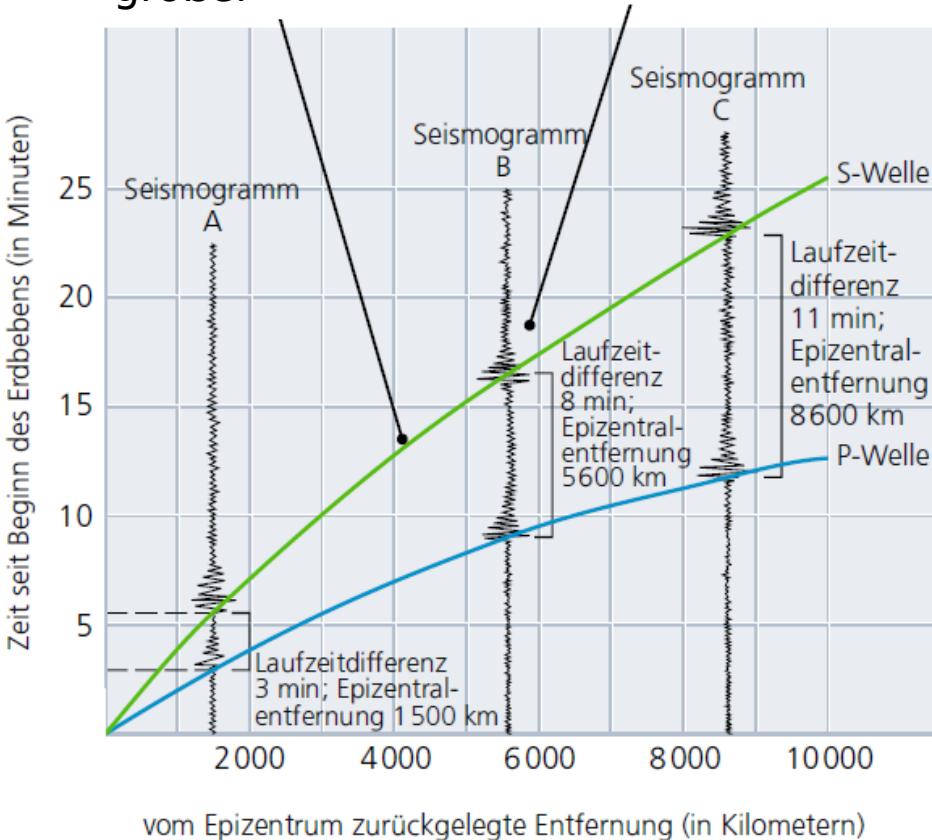
Fortpflanzungsrichtung

Erdbeben

Seismische Erkundung des Planeten

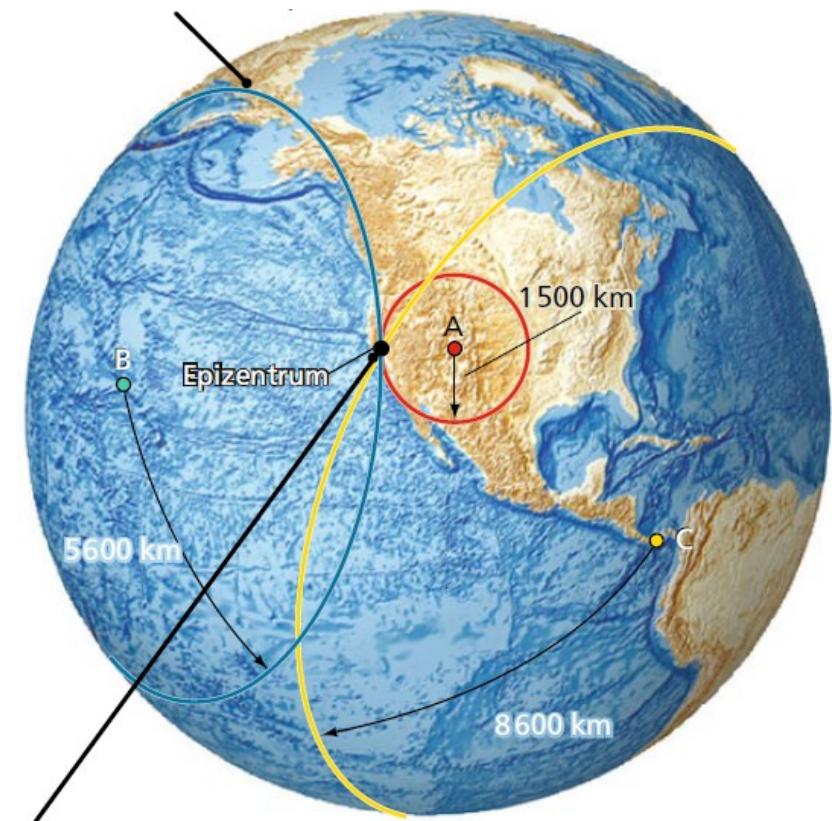
Zeitlicher
Abstand wird
größer

Laufzeitdifferenz ist
proportional zur
Entfernung



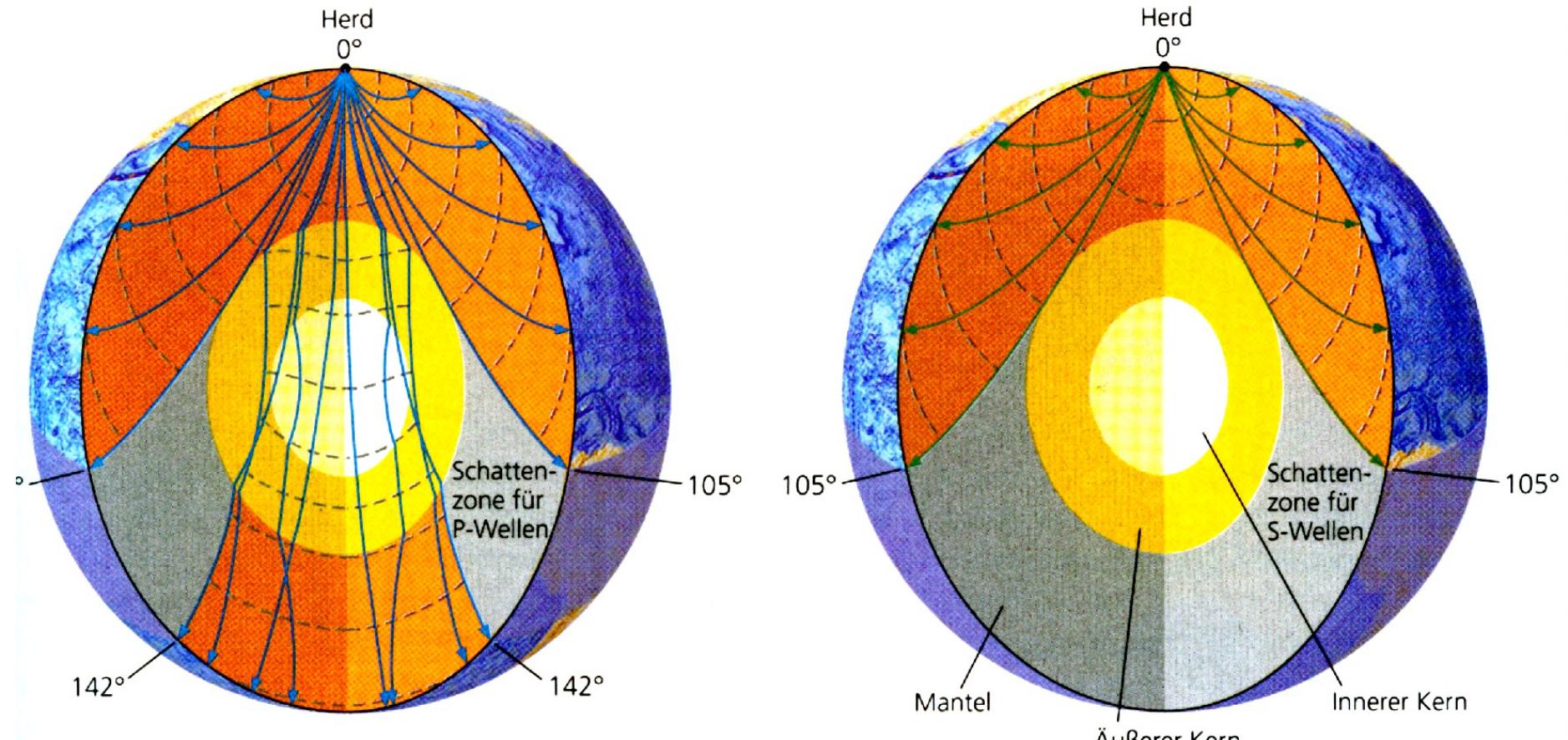
Aus: Press & Siever (2017, S. 347)

- Die **Laufzeitdifferenzen** von P und S Wellen sind proportional zur Entfernung vom Hypozentrum
- Aus Laufzeitdifferenzen 3er Stationen ist **Ortsbestimmung des Epizentrums** möglich



Erdbeben

Seismische Erkundung des Planeten (siehe Kapitel Erdaufbau)



Durch Brechung der P-Wellen und Dämpfung der S-Wellen kann auf den Erdaufbau geschlossen werden

Press & Siever (2005)

Erdbeben

Intensität von Erdbeben

- Die Intensität von Erdbeben wird international nach verschiedenen **Skalen** eingeteilt
- Am bekanntesten sind die 12-teilige **Mercalli-Skala** und die 10-teilige **Richter Skala**
- **Mercalli-Skala** schätzt nach **sichtbaren Schäden** die Magnitude

Stufe		Auswirkungen
I	unmerklich	nur von Seismometern registrierbar
II	sehr leicht	vereinzelt spürbar
III	leicht	von ruhenden Personen deutlich zu spüren
IV	mäßig	von vielen wahrnehmbar, Schlafende können erwachen
V	ziemlich stark	hängende Gegenstände sowie Bäume und Masten beginnen zu schwanken
VI	stark	leichte Schäden an Gebäuden
VII	sehr stark	Menschen geraten in Panik
VIII	zerstörend	große Spalten im Mauerwerk
IX	verwüstend	allgemeine Gebäudezerstörungen, Erdrutsche
X	vernichtend	Einsturz von vielen Bauten, Spalten im Boden bis zu einem Meter Breite
XI	Katastrophe	fast alle Gebäude zerstört, Straßen nahezu unpassierbar, Landschaftsveränderungen
XII	große Katastrophe	starke Veränderungen an der Erdoberfläche

Erdbeben

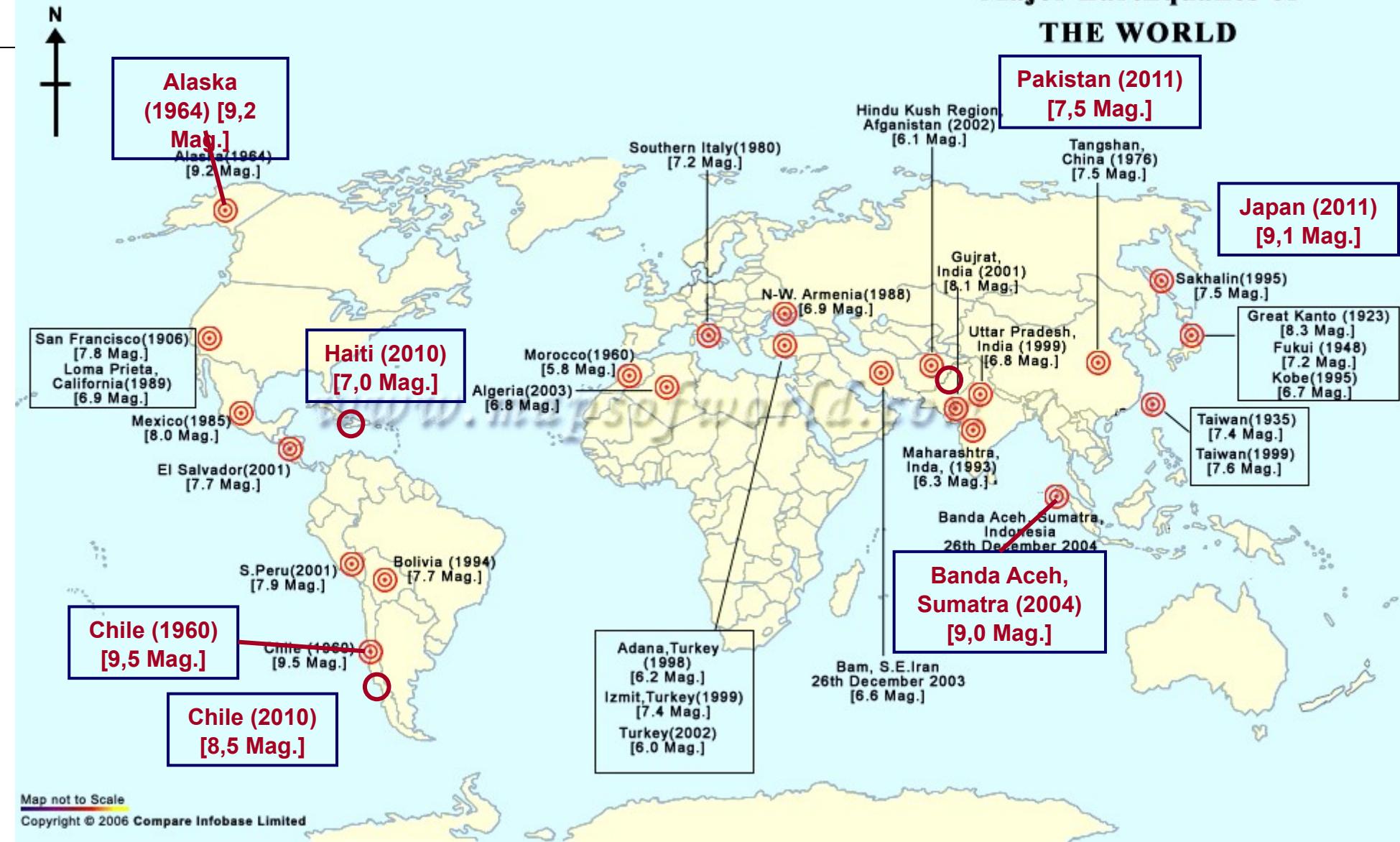
Intensität von Erdbeben

Bei der **Richter-Skala** erfolgt eine logarithmische Einteilung nach Amplituden von Seismographen

→ Erfassung der Energiefreisetzung

Einteilung der Erdbebenstärke		Erdbebenauswirkungen	Häufigkeit der Ereignisse
< 2.0	Mikro	Mikroerdbeben, nicht spürbar	ca. 8.000 Mal pro Tag
2.0-2.9	Extrem leicht	Generell nicht spürbar, jedoch gemessen	ca. 1.000 Mal pro Tag
3.0-3.9	Sehr leicht	Oft spürbar, Schäden jedoch sehr selten	ca. 49.000 Mal pro Jahr
4.0-4.9	Leicht	Sichtbares Bewegen von Zimmergegenständen, Erschütterungsgeräusche; meist keine Schäden	ca. 6.200 Mal pro Jahr
5.0-5.9	Mittel	Bei anfälligen Gebäuden ernste Schäden	ca. 800 Mal pro Jahr
6.0-6.9	Stark	Zerstörung im Umkreis von bis zu 70 Kilometern	ca. 120 pro Jahr
7.0-7.9	Groß	Zerstörung über weite Gebiete	ca. 18 pro Jahr
8.0-8.9	Sehr groß	Zerstörung in Bereichen von einigen hundert Kilometern	ca. 1 pro Jahr
9.0-9.9	Extrem groß	Zerstörung in Bereichen von tausenden Kilometern	ca. alle 1 bis 20 Jahre
10.0+	Globale Katastrophe	Niemals registriert	Extrem selten (Unbekannt)

Erdbeben



Erdbeben

Erdbeben in Mitteleuropa

Die Erdbebengefährdung ist in Form berechneter Intensitätswerte für eine **Nichtüberschreitenswahrscheinlichkeit von 90% in 50 Jahren** dargestellt.

