

The Earth's Mantle

Nature 2001, August, Review Article

The Earth's Mantle

2 kluge Köpfe - 2 Disziplinen - **1 Ziel**



Bernard J. Wood George R. Helffrich

Einblick

1. Thesen des Papers
2. Geochemie vs Seismik
3. Zusammenführung und offene Fragen
4. Ausblick

The Earth's Mantle

1 Thesen des Papers

Beweis der Ganzmantelkonvektion:

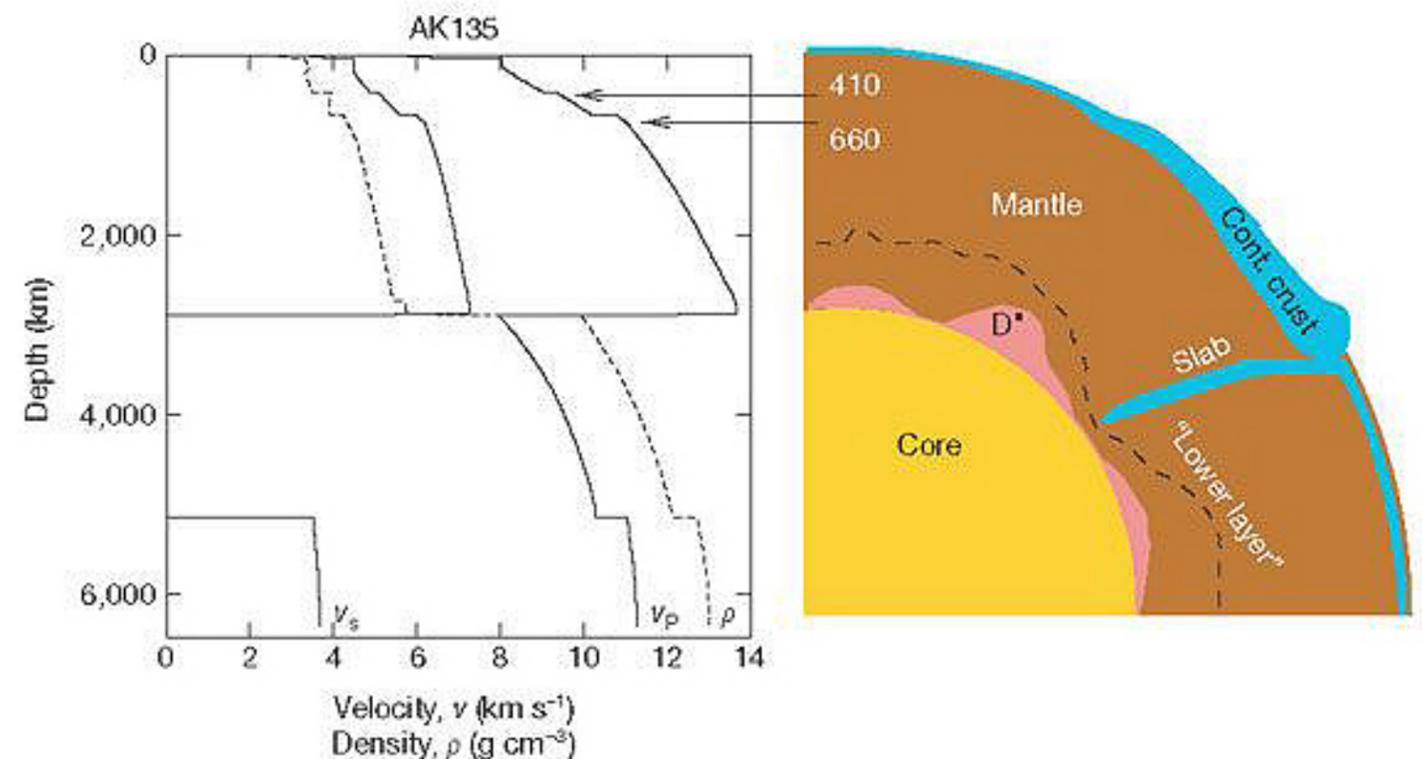
- Geochemie:
Phasentransformationen - **isochemische**
Mantelzusammensetzung (bis auf D"-Schicht)
- Seismik:
im gesamten Mantel **Heterogenitäten** = subduzierte ozean.
Plattenreste

The Earth's Mantle

2 Geochemie vs Seismik

Layering vs Phasentransformation

- seismische Beobachtung:
Geschwindigkeitssprünge
bei **410, 660 + 2700km**
 - > bis D'' kontinuierliche
Beschleunigung,
dann low-velocity
Strukturen



Paper: Helffrich, Wood

The Earth's Mantle

2 Che vs Phy

nach J.D.Bernal

Olivin Wadsleyit	410km 13/14GPa exotherm	α Olivin - β Spinel
Wadsleyit Ringwoodit	520km 18GPa exotherm	β - γ Spinel
Ringwoodit Perovskit + Magnesiowüstit	660km 23GPa endotherm - Schichtung erklärbar?	γ Spinel - (Mg,Fe)SiO ₃ + Fe,Mg-Oxide

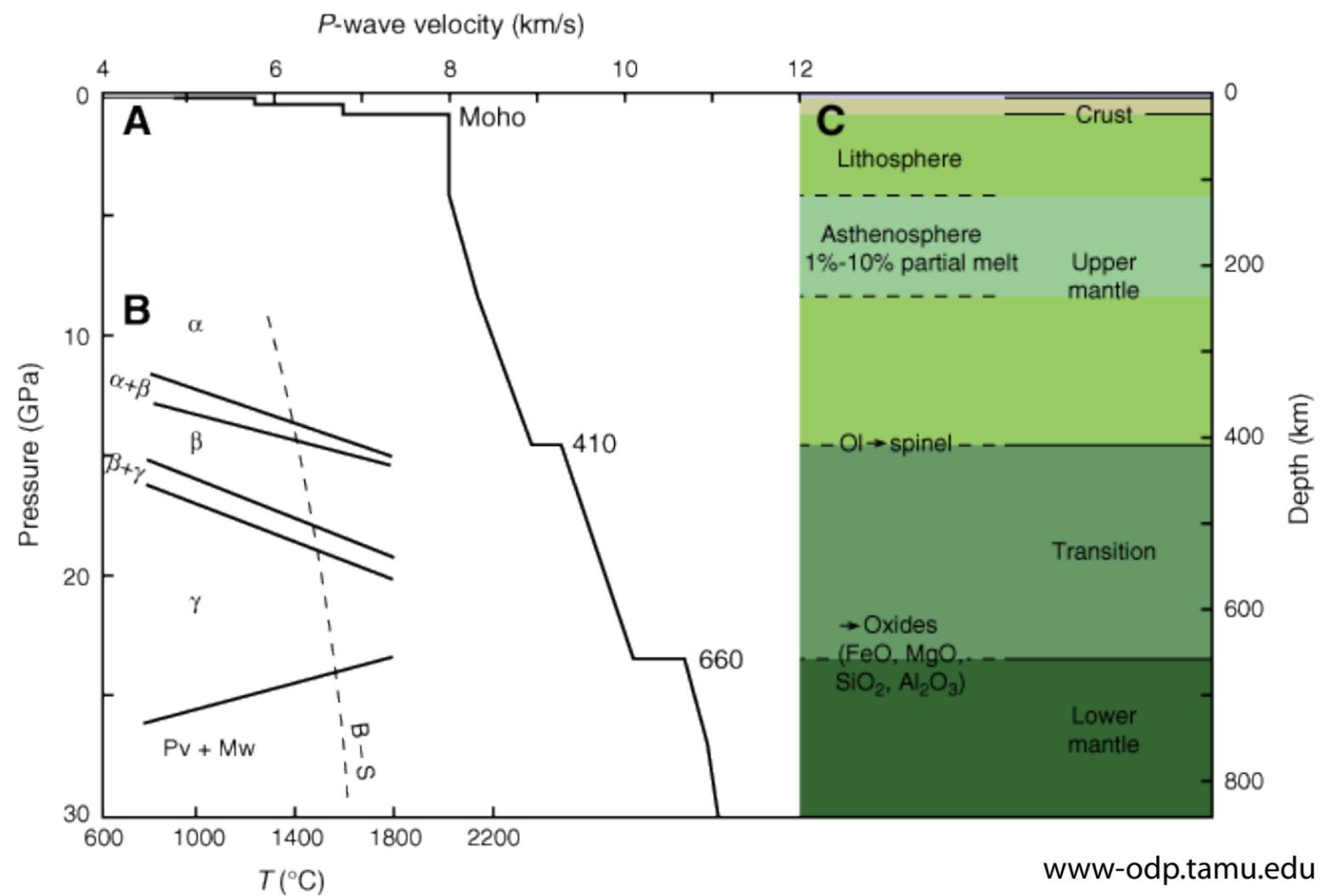
The Earth's Mantle

2 Che vs Phy

- geochem. Erklärung:

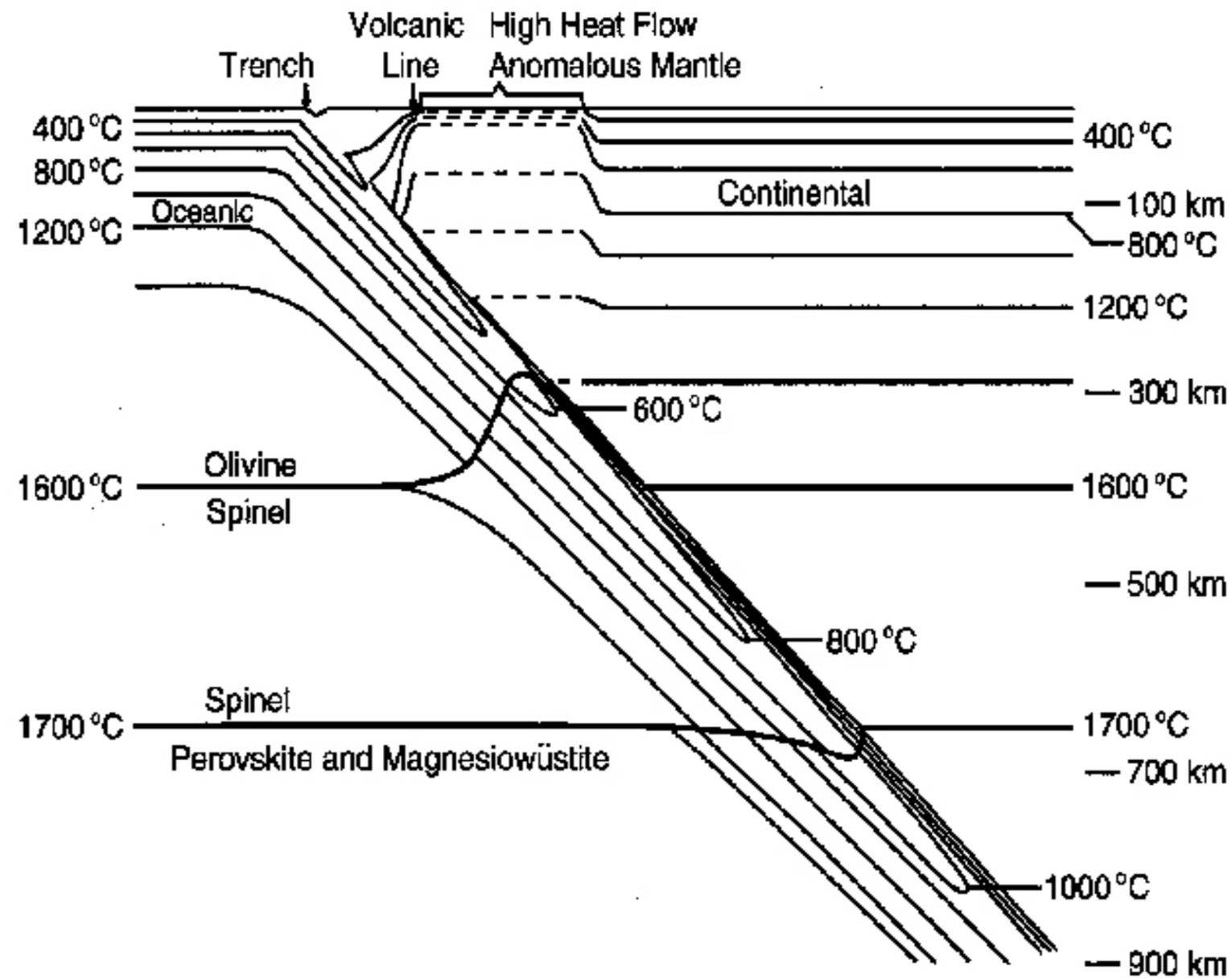
Phasenumwandlung Olivin des Peridotits

> Isochemie Mantel



The Earth's Mantle

2 Che vs Phy



Schubert et al., 2001 Mantle convection in the Earth and Planets

Seismische Tomographie

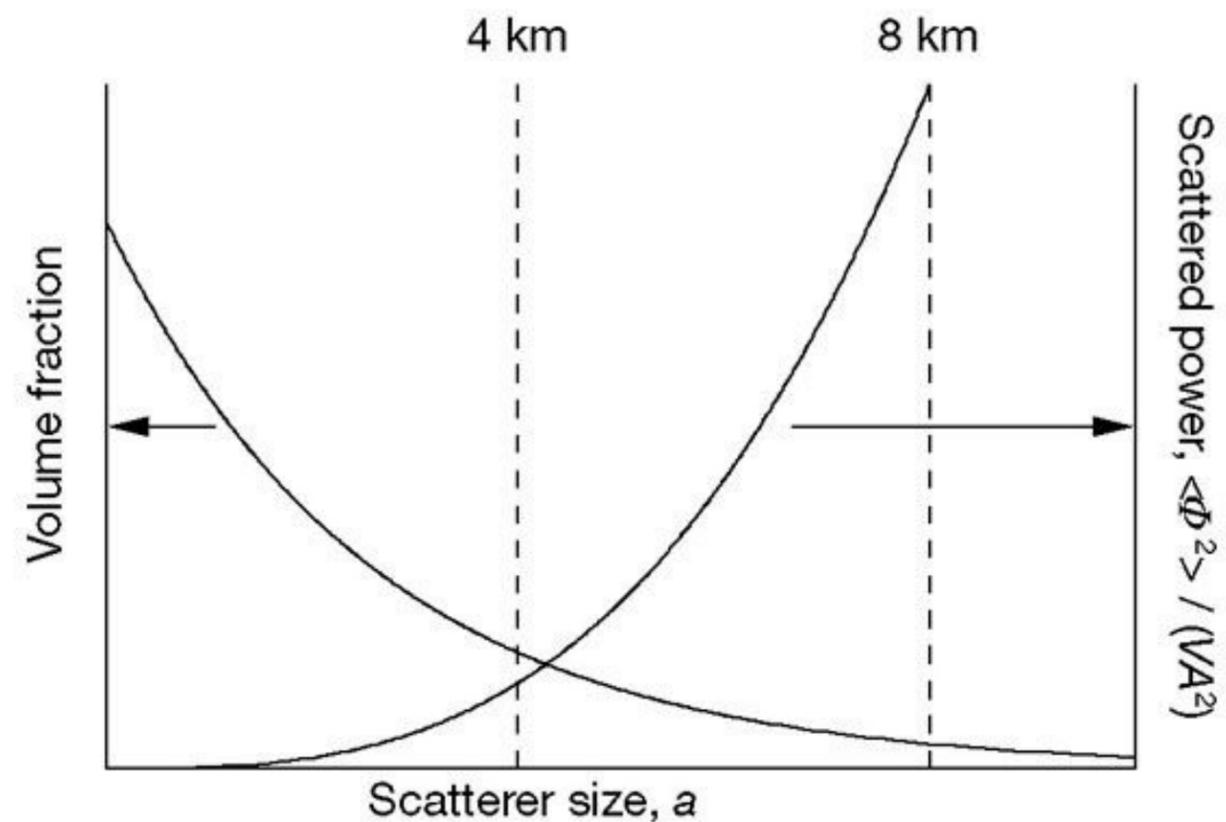
Ziel: komplettes (Temp.-)Abbild des Mantels

- Abtastmodi: lang+kurzperiodisch
ab 400km > deshalb
- **Scattering**
max 10km
- **Heterogenitäten** jeder Größe im gesamten Mantel
> unterschiedlich schnell und lang **subduziertes Material**
- **D"-Schicht**: Häufung von Heterogenitäten

The Earth's Mantle

2 Che vs Phy

- Verteilung der Heterogenitäten:
mehr als 93% < 4km, aber auch großskalige Bereiche im unteren Mantel
> spricht für GMK



Paper: Helffrich, Wood

Wärmefluss / inkompatible Elemente

- K,Th,U ~ 20 von 44TW Wärmeproduktion
 - beob. Magmenvarietäten: Unterteilung in 2 Hauptreservoirs
un-/depleted mantle
 - > **spricht für Schichtkonvektion**
- aber undepleted: Kruste, Heterogenitäten und Erklärung mit „lower layer“

The Earth's Mantle

3 Zusammenführung und offene Fragen

The Earth's Mantle

3 Zusammenführung

Mantelmodell

- 2 Endglieder:

r: alte recycelte ozean. Kruste (arok)

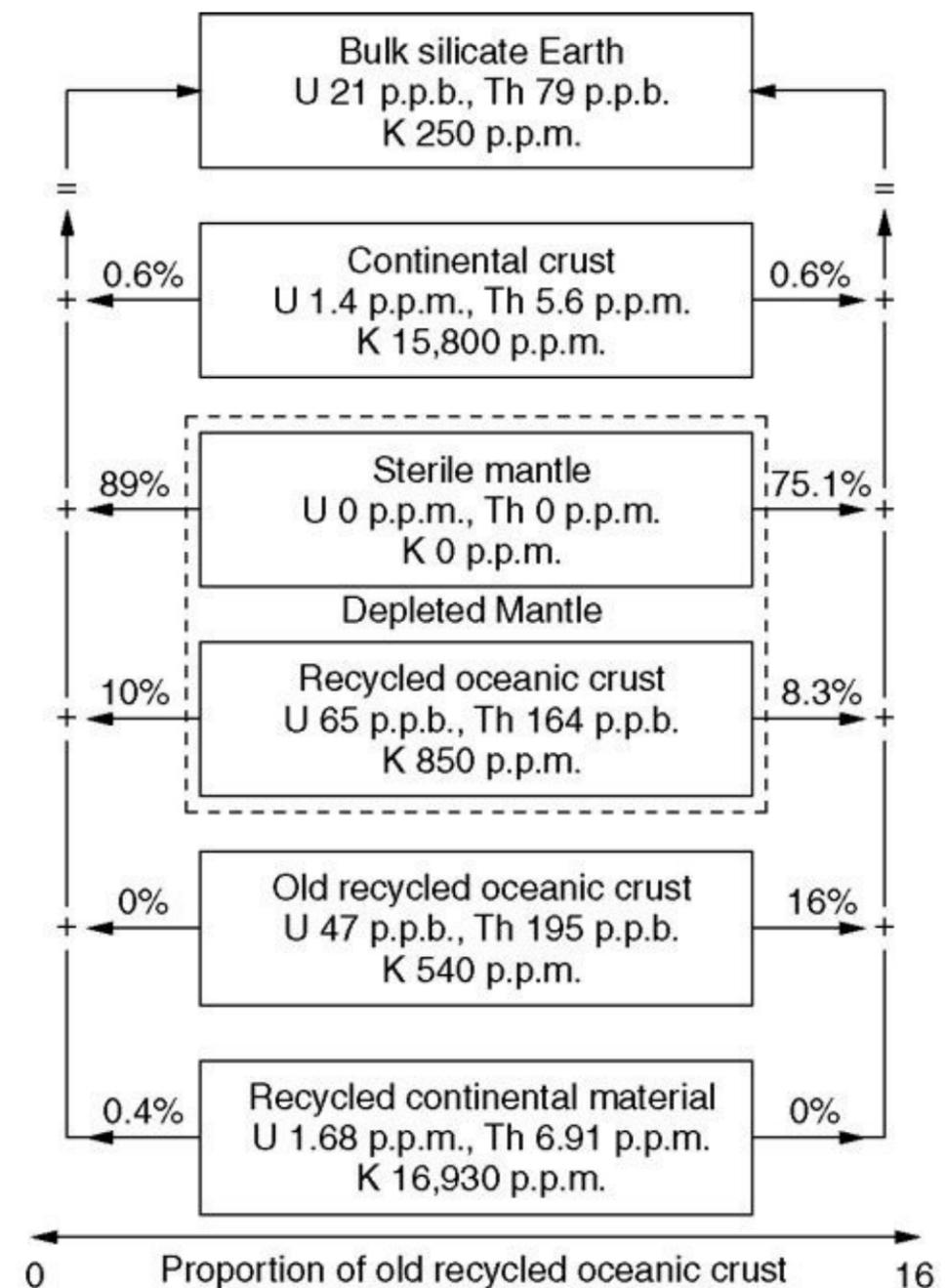
> schnellere Abkühlungsrate

l.: ohne arok

> langsame MORBproduktion

- beide fehlerhaft

> **Verhältnis 25/75**



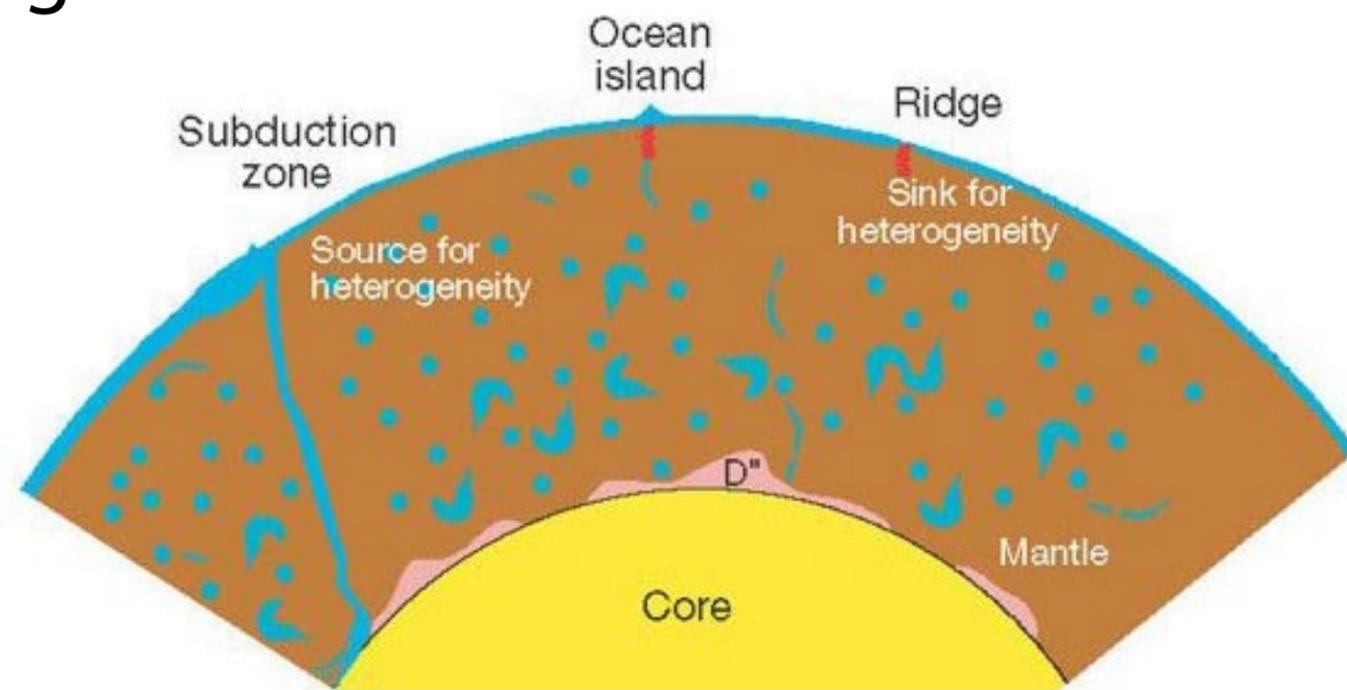
Paper: Helffrich, Wood

Mantelmodell

- Versuch Radiogenhaushalt, seismische und geochemische Beobachtungen zu vereinen

Mantel als lateral heterogen betrachtet

> „marble cake“



Paper: Helffrich, Wood

Forschungsaufträge

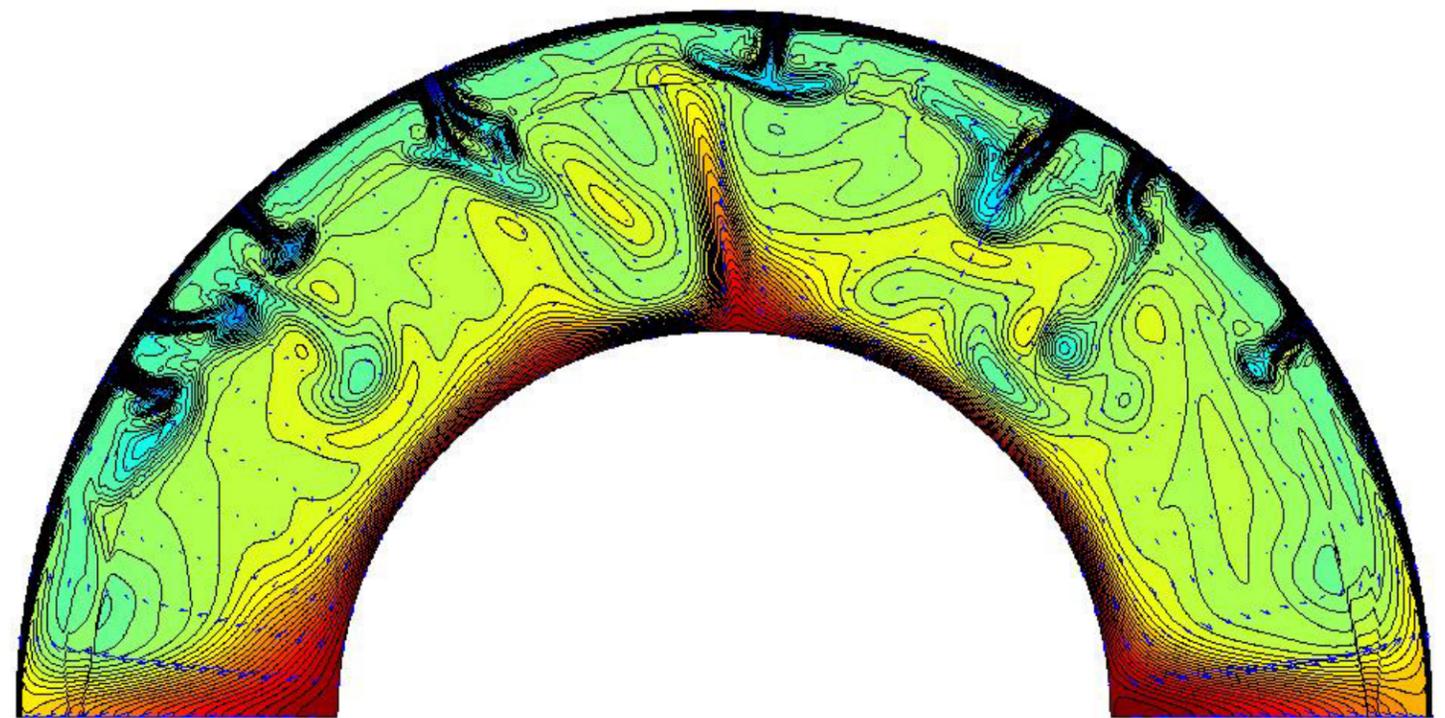
- Ziel: **Konvektionsmischungsmodelle** für Aussagen über Geschwindigkeiten + Stil der Heterogenitäten
- Zshg: Wärmefluss und **Edelgase** besser erklären
- aufsteigende Ströme seismisch beleuchten
- **dynamische** Modellierungen des Problems

The Earth's Mantle

4 Ausblick

weitere Modelle

- allgemein anerkanntestes Modell heute:
Teilung in unteren und oberen Mantel bei
660km-Diskontinuität
- Konvektion gehindert, aber
Durchdringung möglich
u. bewiesen



<http://homepage.usask.ca/~sab248/coreh.jpg>

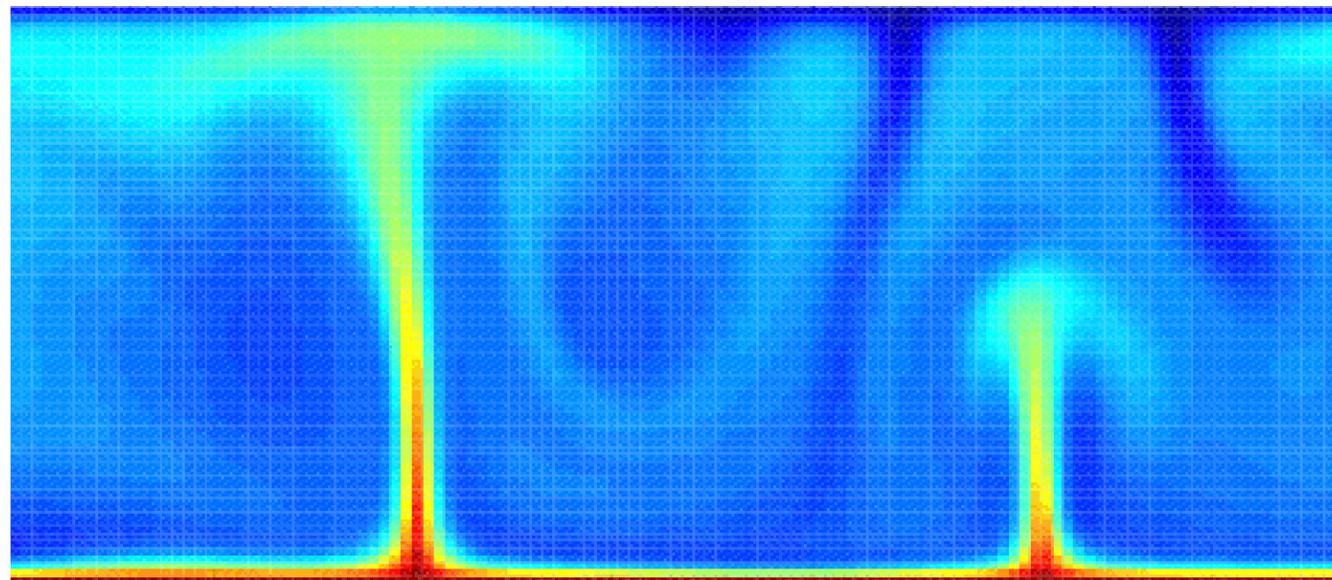
weitere Modelle

- Klaus-Dirk Gottschaldt (Dissertation, Jena, 2004):
 - > **gradueller Wandel von Schichtkonvektion zu GMK**
mit der Zeit
 - > Faktoren: abnehmender Wärmefluss, heutige seism. Beobachtungen wie in Paper (jedoch Bild statisch)
 - > Lösung nur über dynamische Betrachtung möglich

The Earth's Mantle

Resüme

- seismische Beobachtungen sprechen für GMK
 - geochemische für geschichtete Konvektion
- > vollständige Kombination bis jetzt nicht gelungen

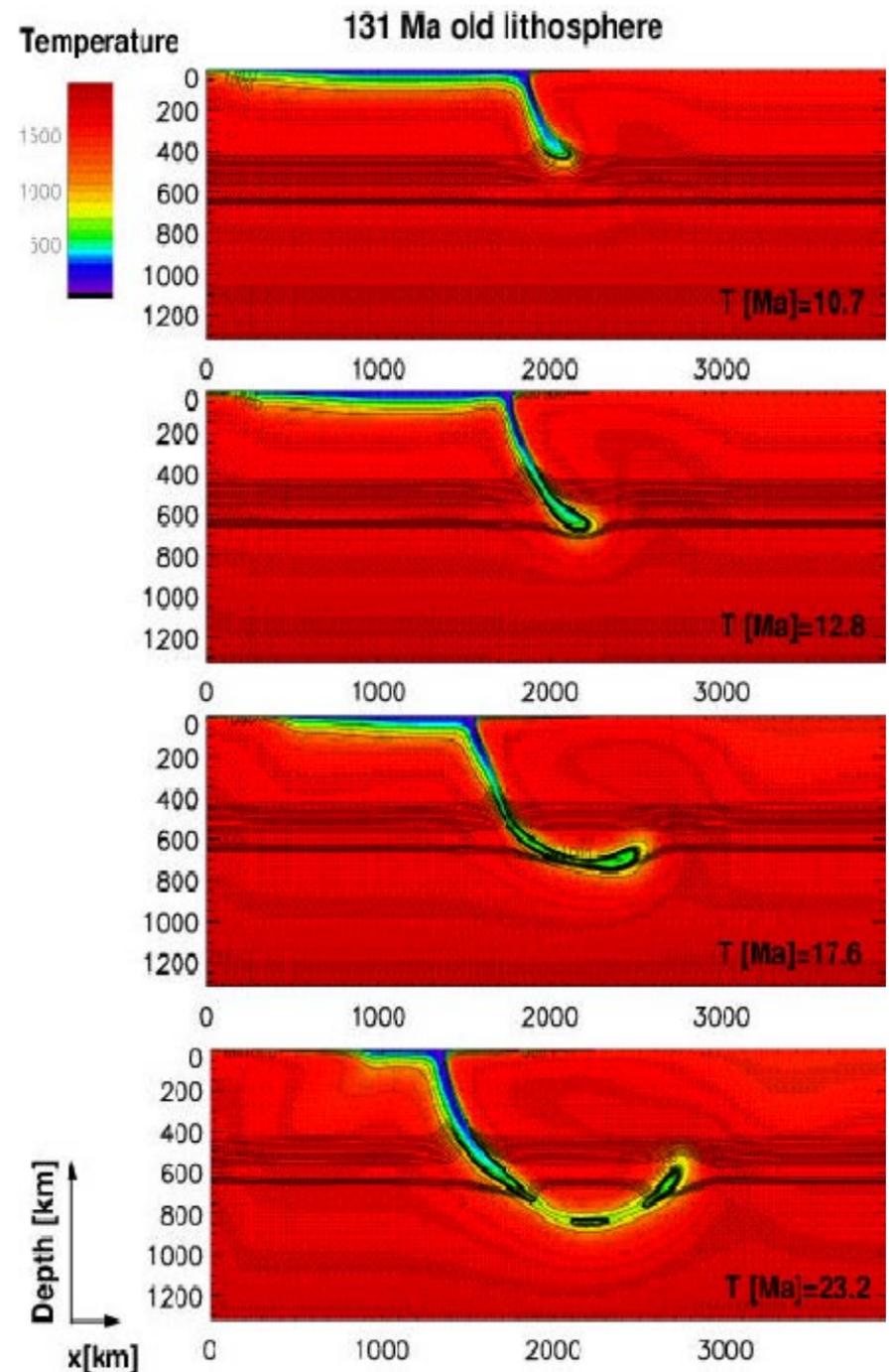


<http://de.wikipedia.org/wiki/Mantelkonvektion>

**Vielen Dank für eure
Aufmerksamkeit!**

The Earth's Mantle

- slab penetration
- Anzeichen für geschichtete Konvektion, s.a. endotherme Reaktion Ringwoodit - Perowskit



Tetzlaff und Schmelting, 2000