

# **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:

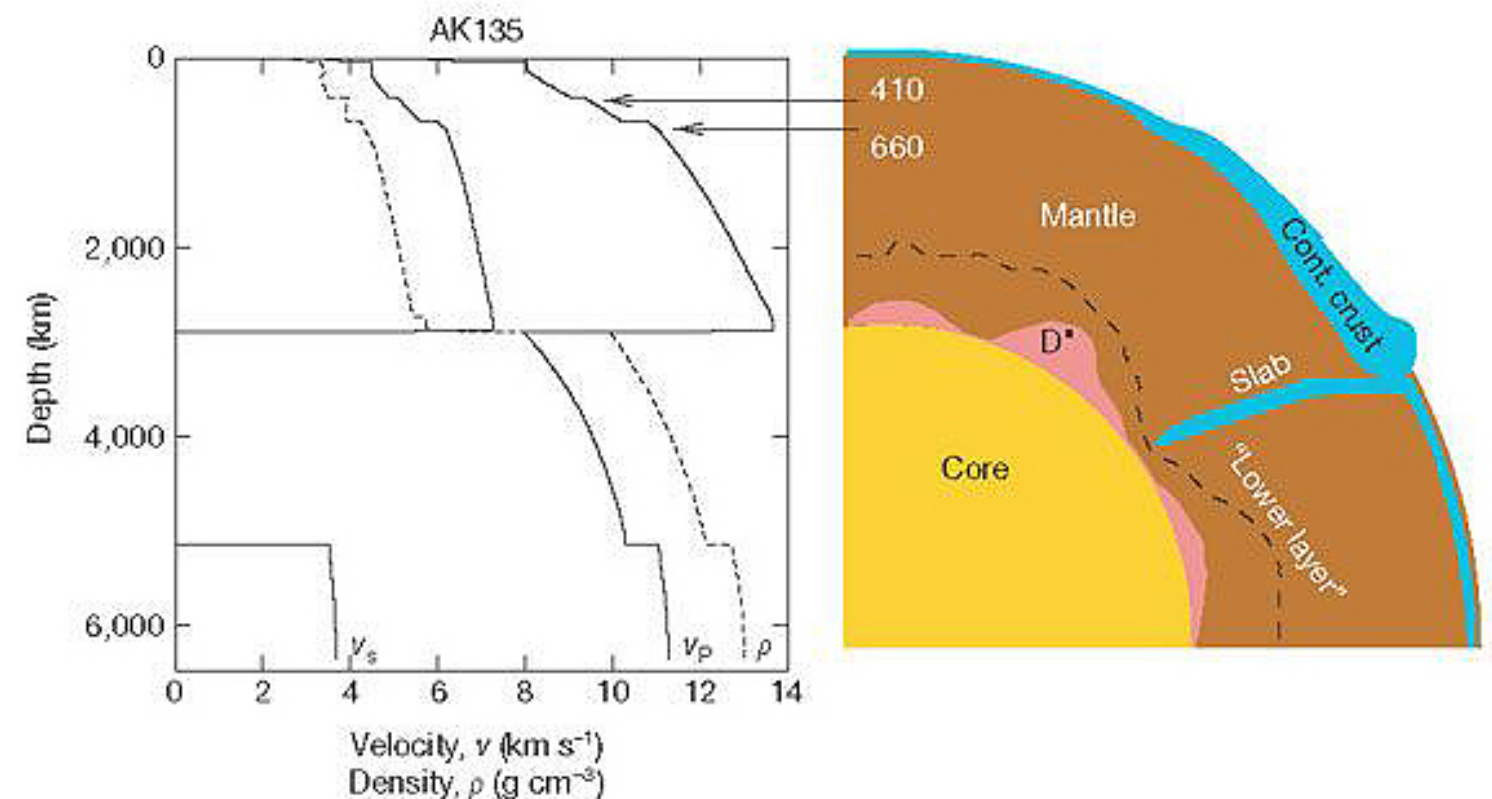
- Geochemie:  
Phasentransformationen - **isochemische**  
Mantelzusammensetzung (bis auf D"-Schicht)
- Seismik:  
im gesamten Mantel **Heterogenitäten** = subduzierte ozean.  
Plattenreste

# 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

<b>Olivin Wadsleyit</b>	410km 13/14GPa <b>exotherm</b>	$\alpha$ Olivin - $\beta$ Spinel
<b>Wadsleyit  Ringwoodit</b>	520km 18GPa <b>exotherm</b>	$\beta$ - $\gamma$ Spinel
<b>Ringwoodit  Perovskit + Magnesiowüstit</b>	660km 23GPa <b>endotherm - Schichtung erklärbar?</b>	$\gamma$ Spinel - (Mg,Fe)SiO <sub>3</sub> + Fe,Mg-Oxide



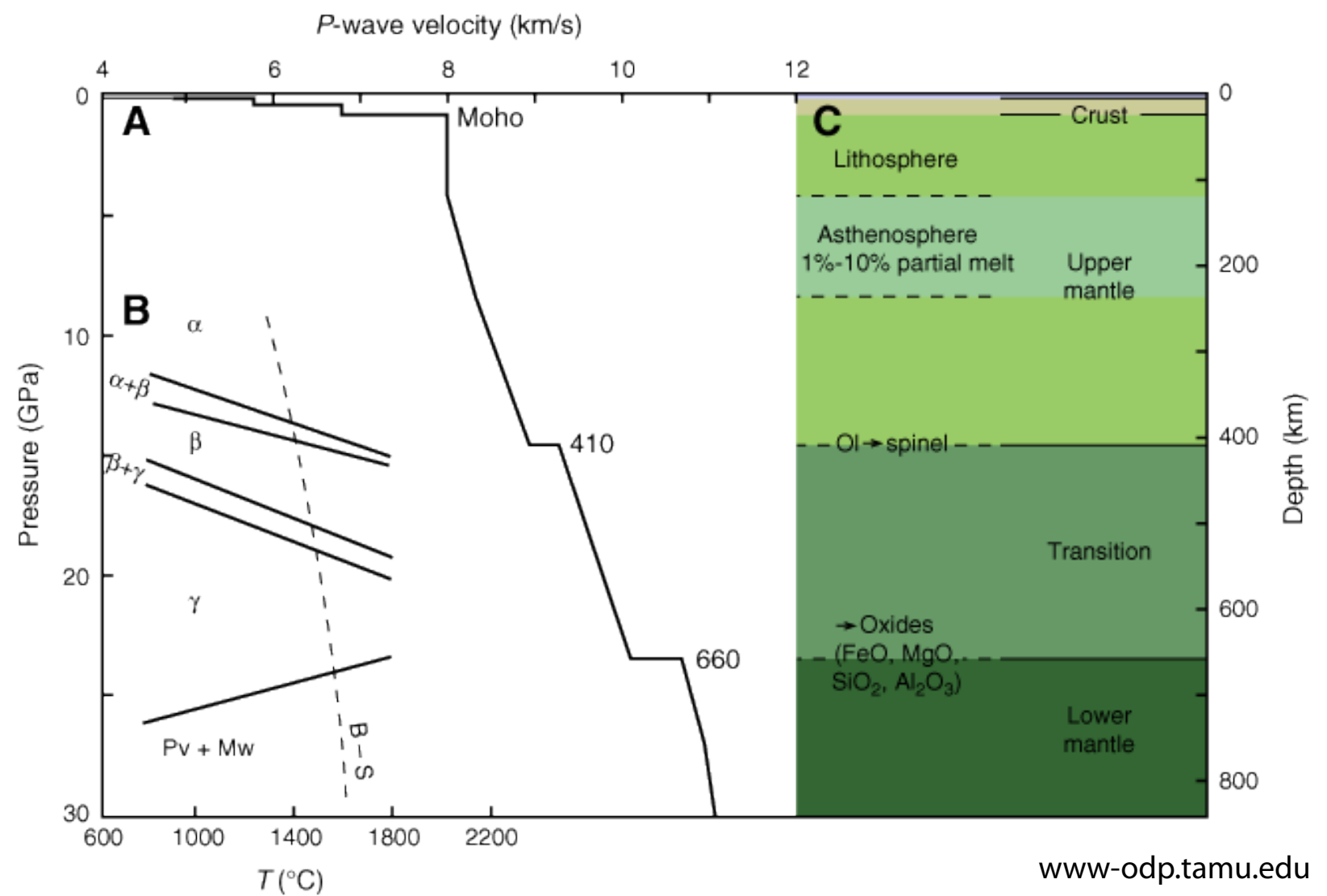
# The Earth's Mantle

## 2 Che vs Phy

- geochem. Erklärung:

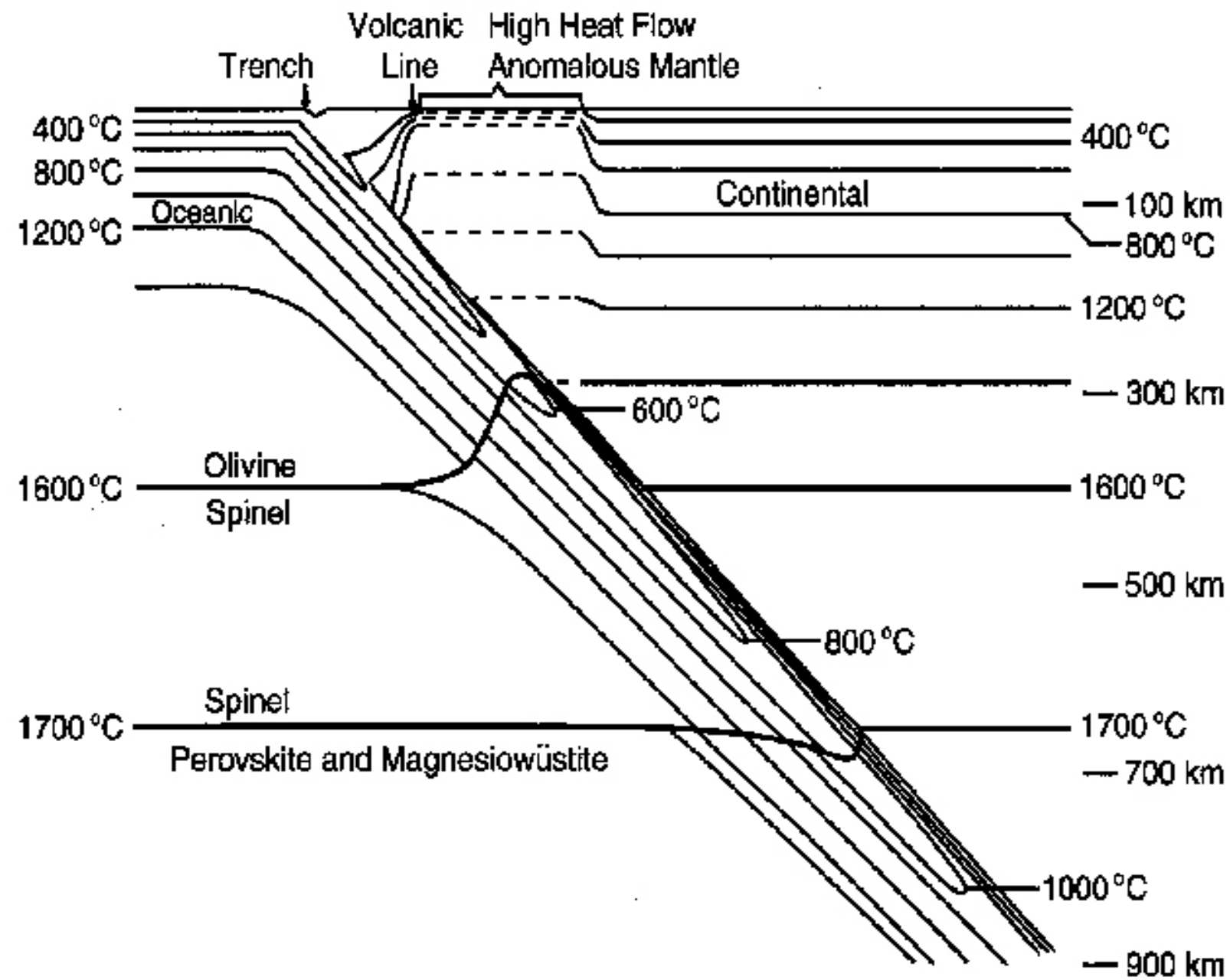
Phasenumwandlung Olivin des Peridotits

> Isochemie Mantel



# The Earth's Mantle

2 Che vs Phy



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

### Seismische Tomographie

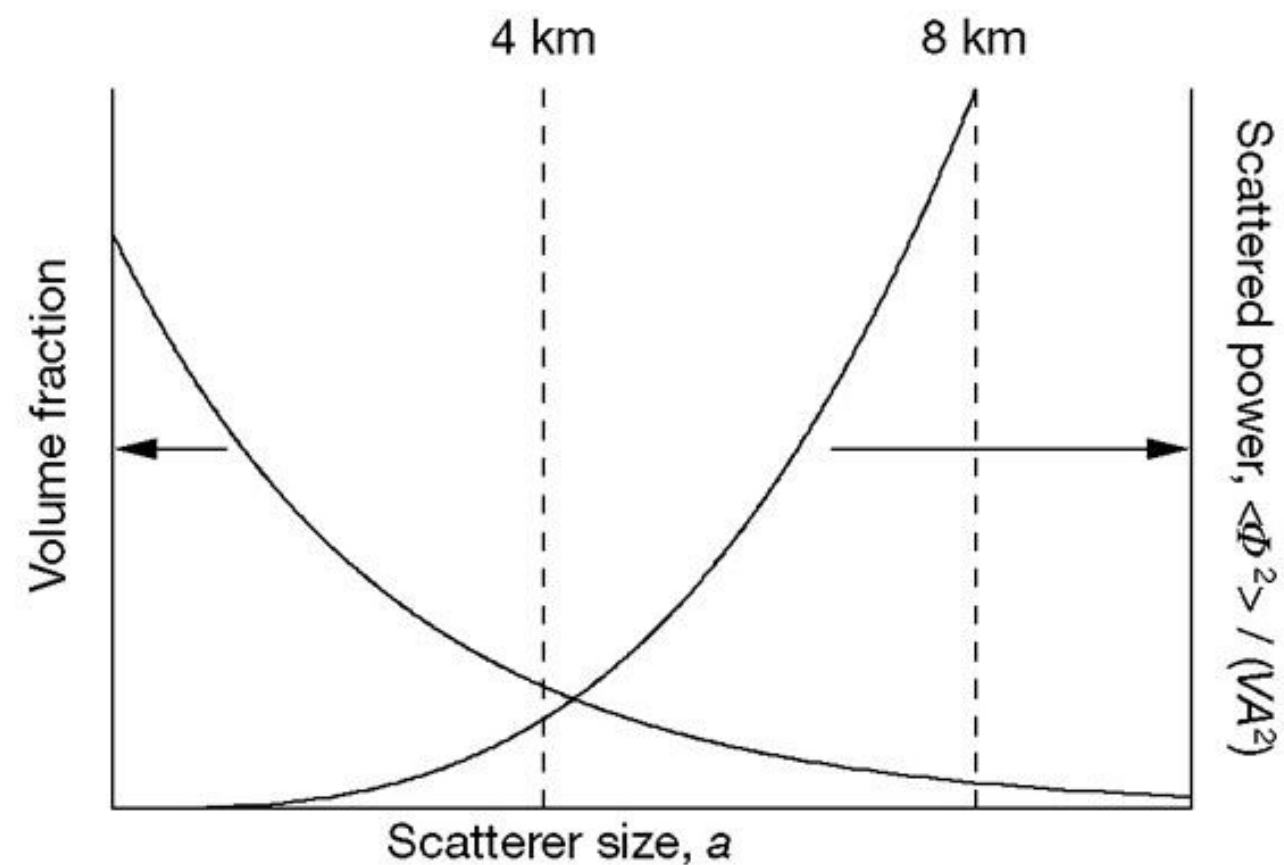
Ziel: komplettes (Temp.-)Abbild des Mantels

- 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)

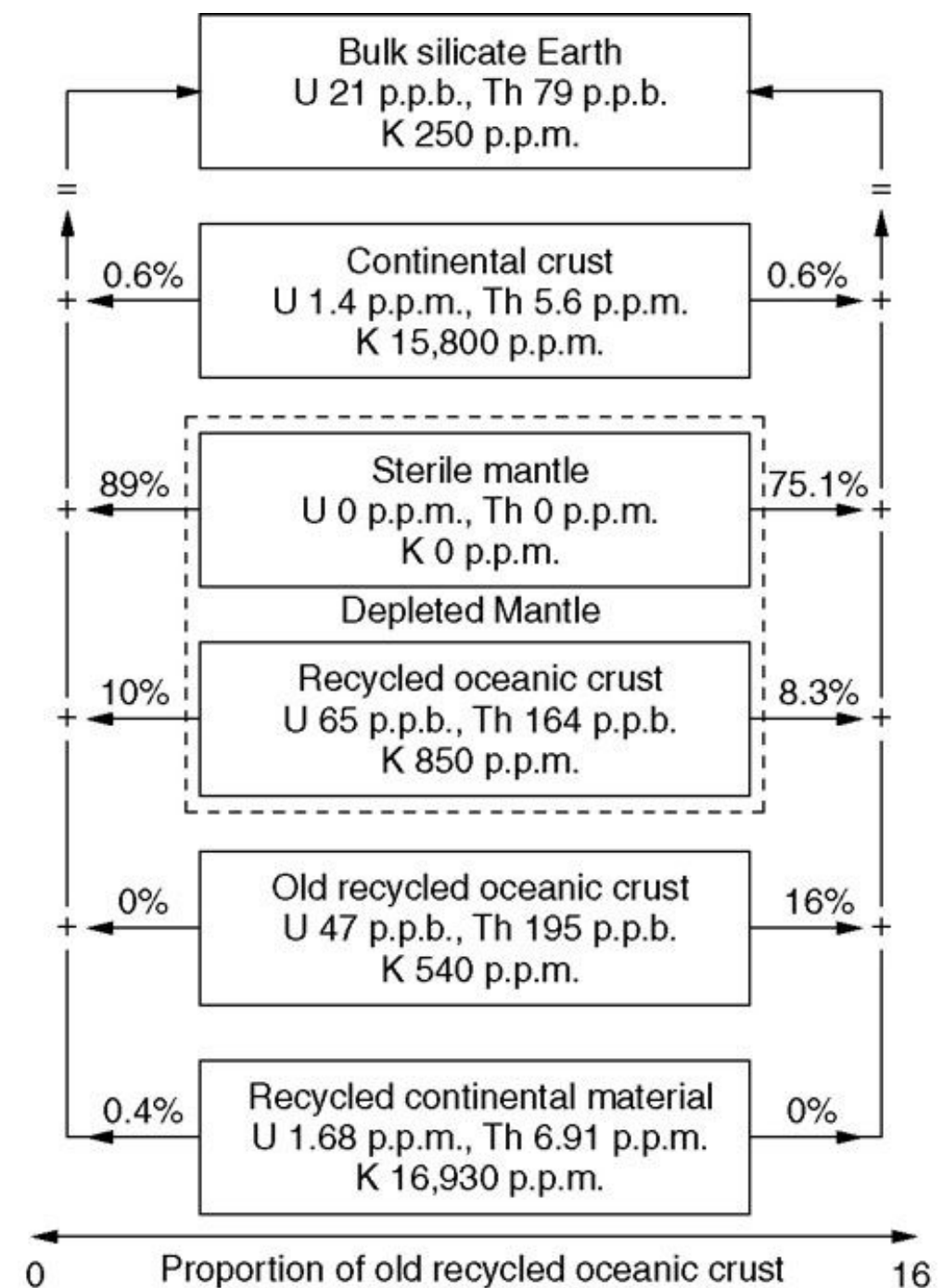
> schnellere Abkühlungsrate

l.: ohne arok

> langsame MORBproduktion

- beide fehlerhaft

> **Verhältnis 25/75**



Paper: Helffrich, Wood

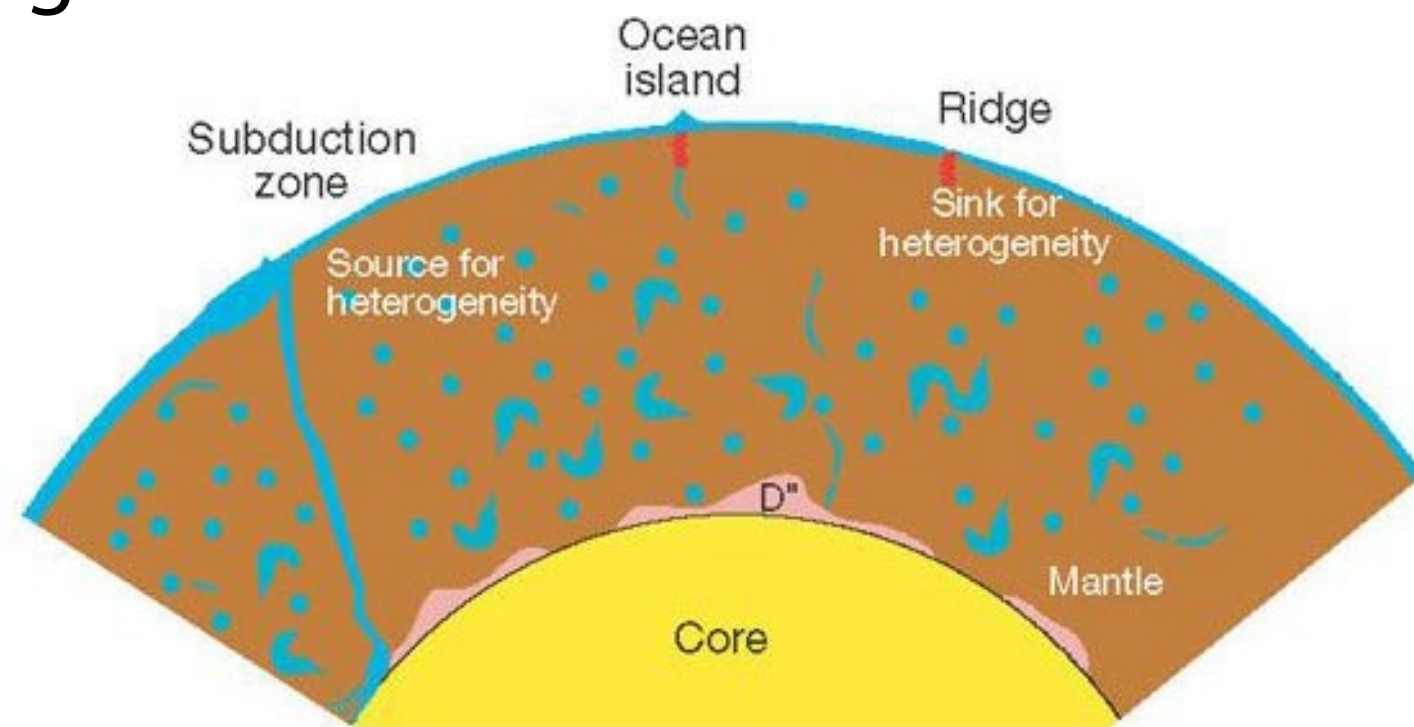


## Mantelmodell

- Versuch Radiogenhaushalt, seismische und geochemische Beobachtungen zu vereinen

Mantel als lateral heterogen betrachtet

> „marble cake“



Paper: Helffrich, Wood



## Forschungsaufträge

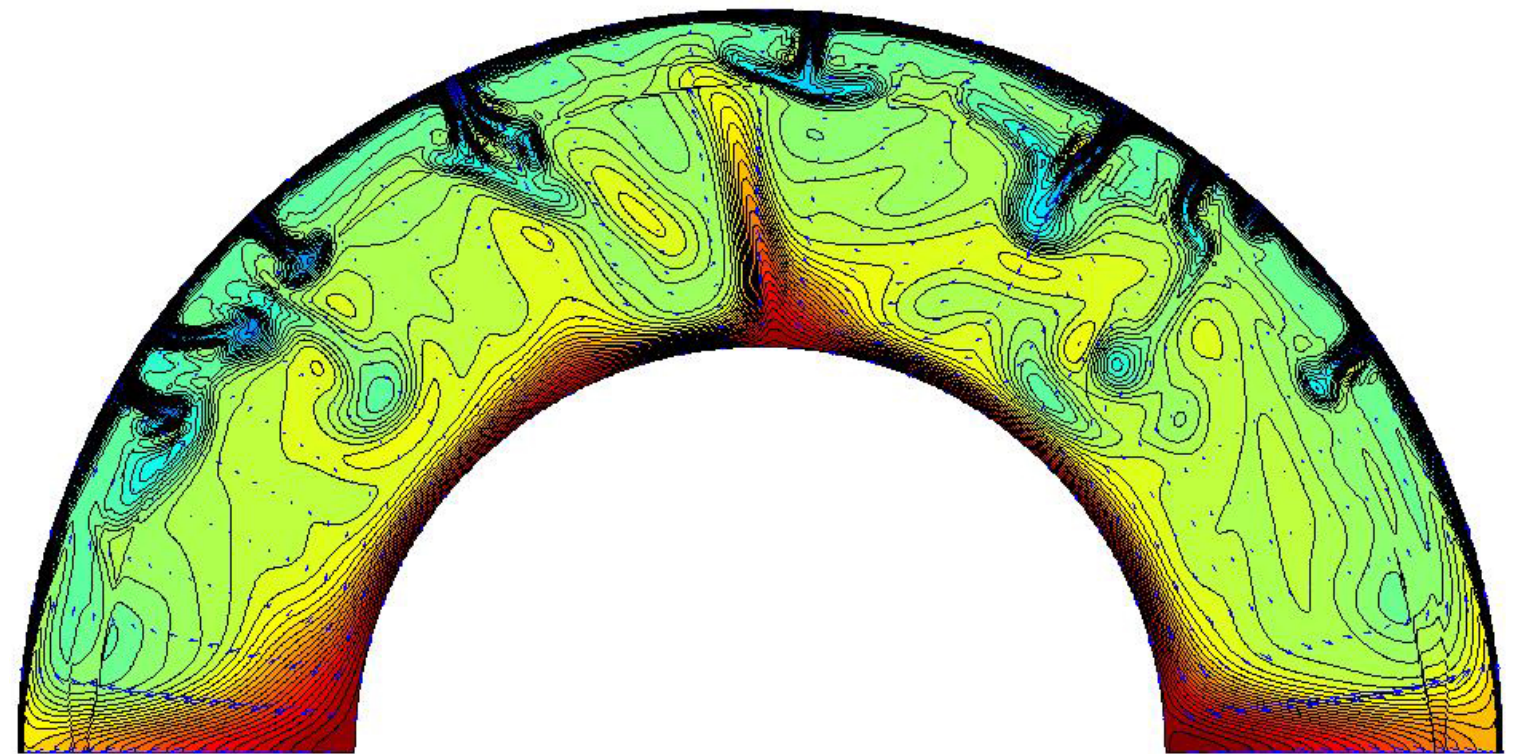
- Ziel: **Konvektionsmischungsmodelle** für Aussagen über Geschwindigkeiten + Stil der Heterogenitäten
- Zshg: Wärmefluss und **Edelgase** besser erklären
- aufsteigende Ströme seismisch beleuchten
- **dynamische** Modellierungen des Problems

# 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>

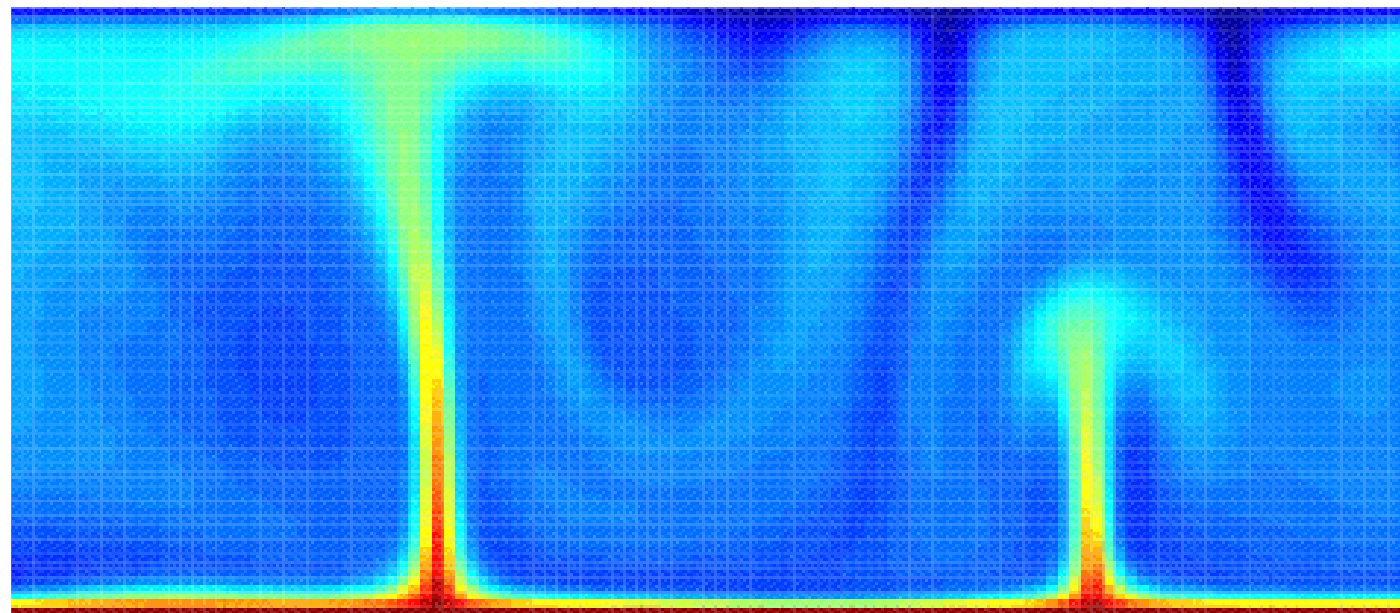
### weitere Modelle

- 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



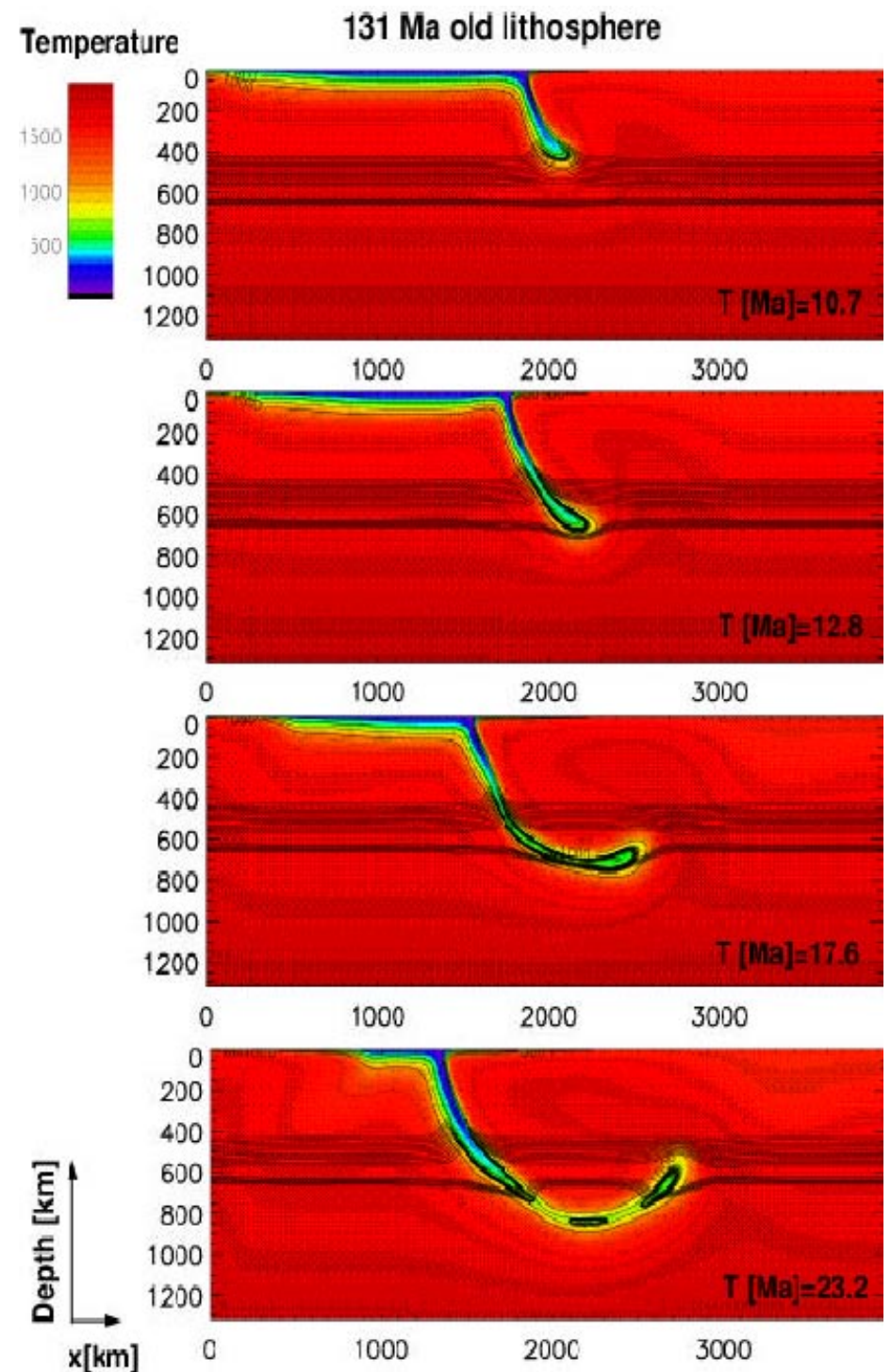
<http://de.wikipedia.org/wiki/Mantelkonvektion>

**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