

Heat Processes in the Crust

Probeklausur als Beispiel für einen Kurs auf Master-Level
Florian Wellmann

“WIEDERHOLUNG” THEORIE

Was wir (theoretisch) in den letzten Stunden
gelernt haben:

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) - \rho c_p \left(u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \rho H$$

zeitliche
Änderung

Konduktion

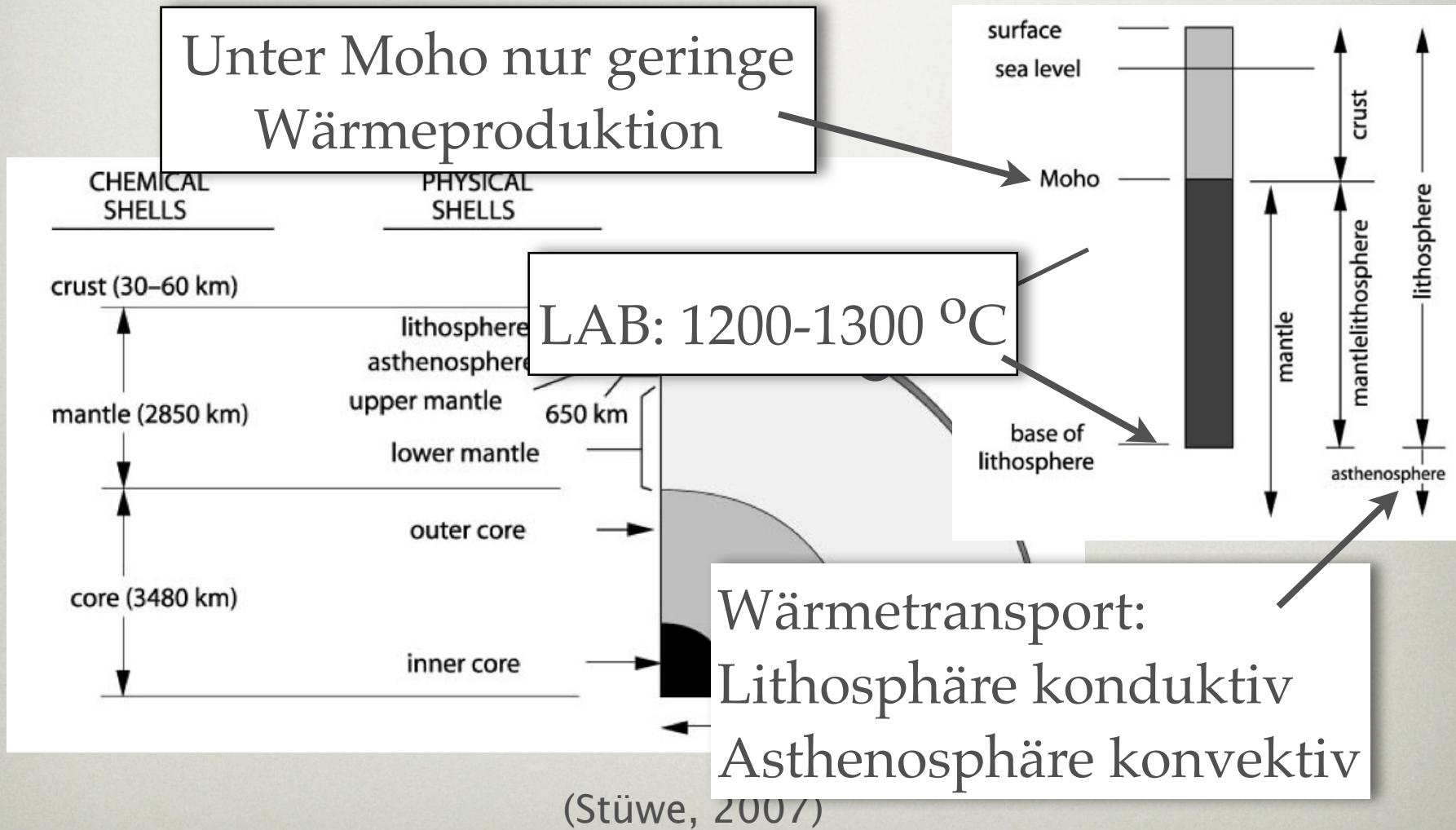
Advektion

Produktion

WIR LERNEN HEUTE:

- Als Wiederholung: Definition Kruste-Mantel, Lithosphäre-Asthenosphäre
- Unterschiede Ozean-Kontinent
- Ein thermisches Modell für die Entstehung der ozeanische Lithosphäre

Kurze Wiederholung: Erdkruste (im geothermischen Kontext)



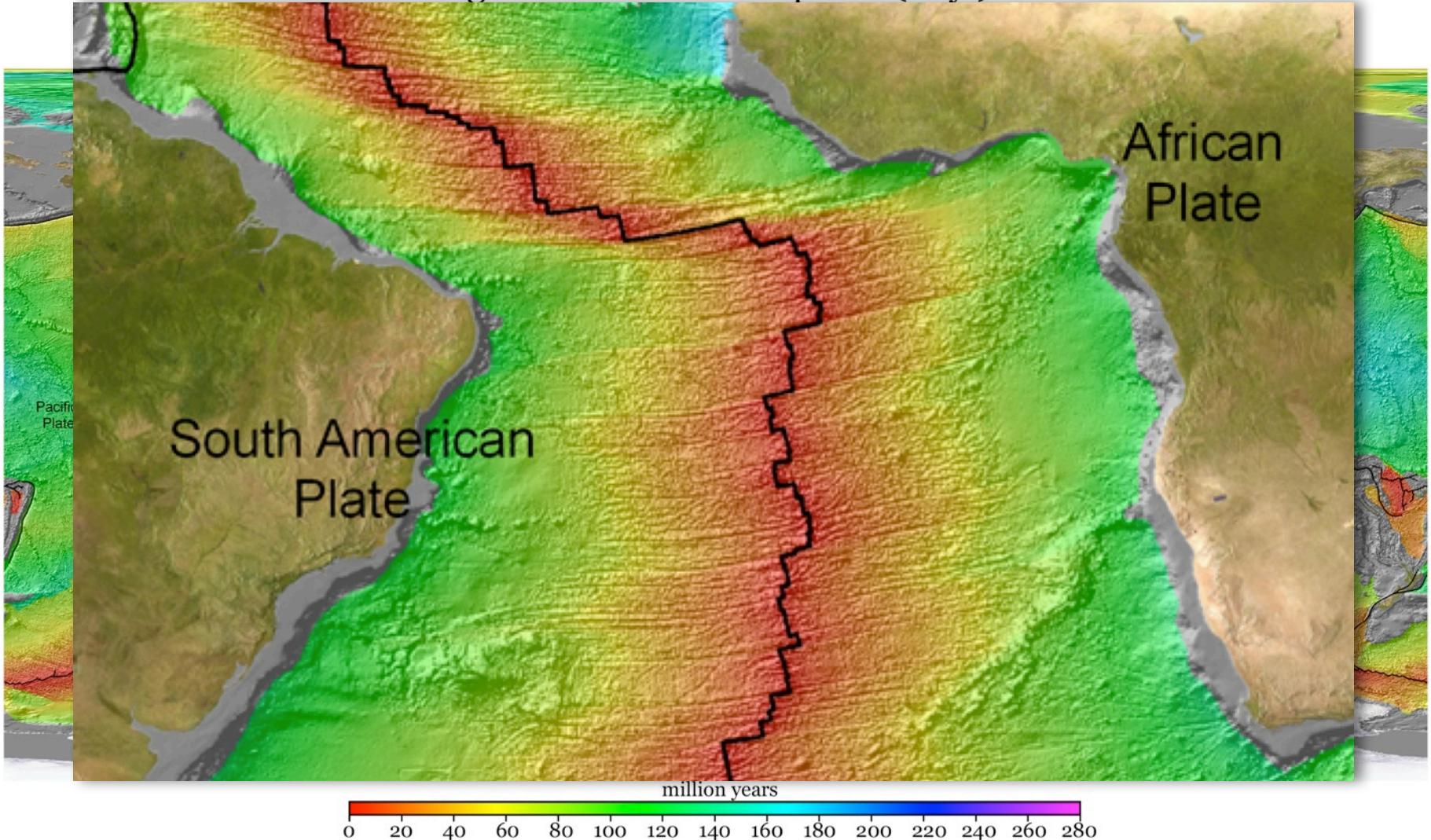
ERDKRUSTE: KONTINENT VS. OZEAN

	Ozean	Kontinent
Komposition	Basaltisch (Mg)	Granitisch (Al)
“Komplexität”	gering (?)	hoch
Alter	< 200 Ma	Durchschnitt: 2 Ga
Wärmeproduktion	vernachlässigbar	bedeutend
Wärmefluss	101 mW / m ²	65 mW / m ²
Mächtigkeit Kruste	5-7 km	30-50 km

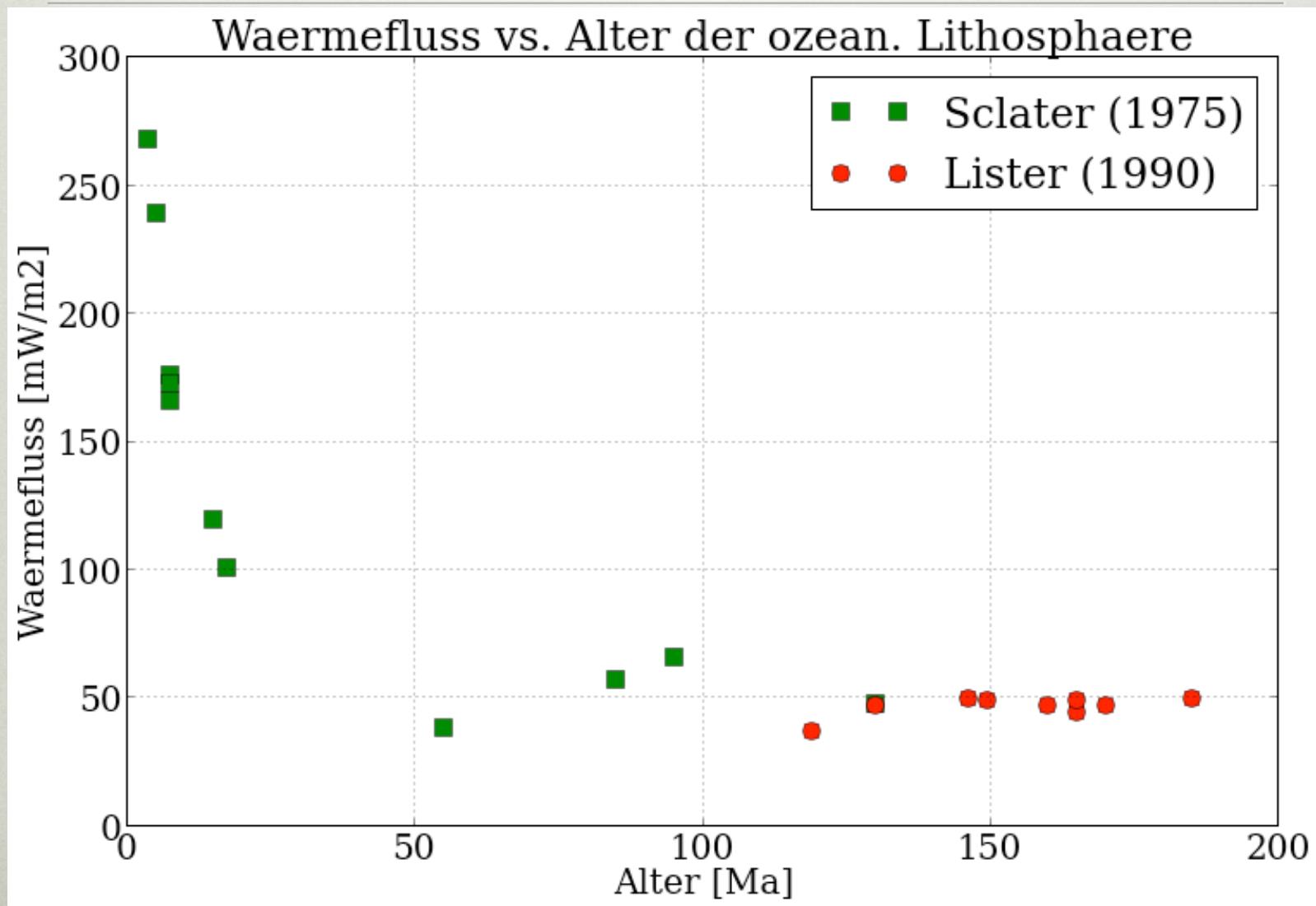
Heute: Ozean!

1. BEOBACHTUNG: ALTER DER OZEAN. LITHOSPHÄRE

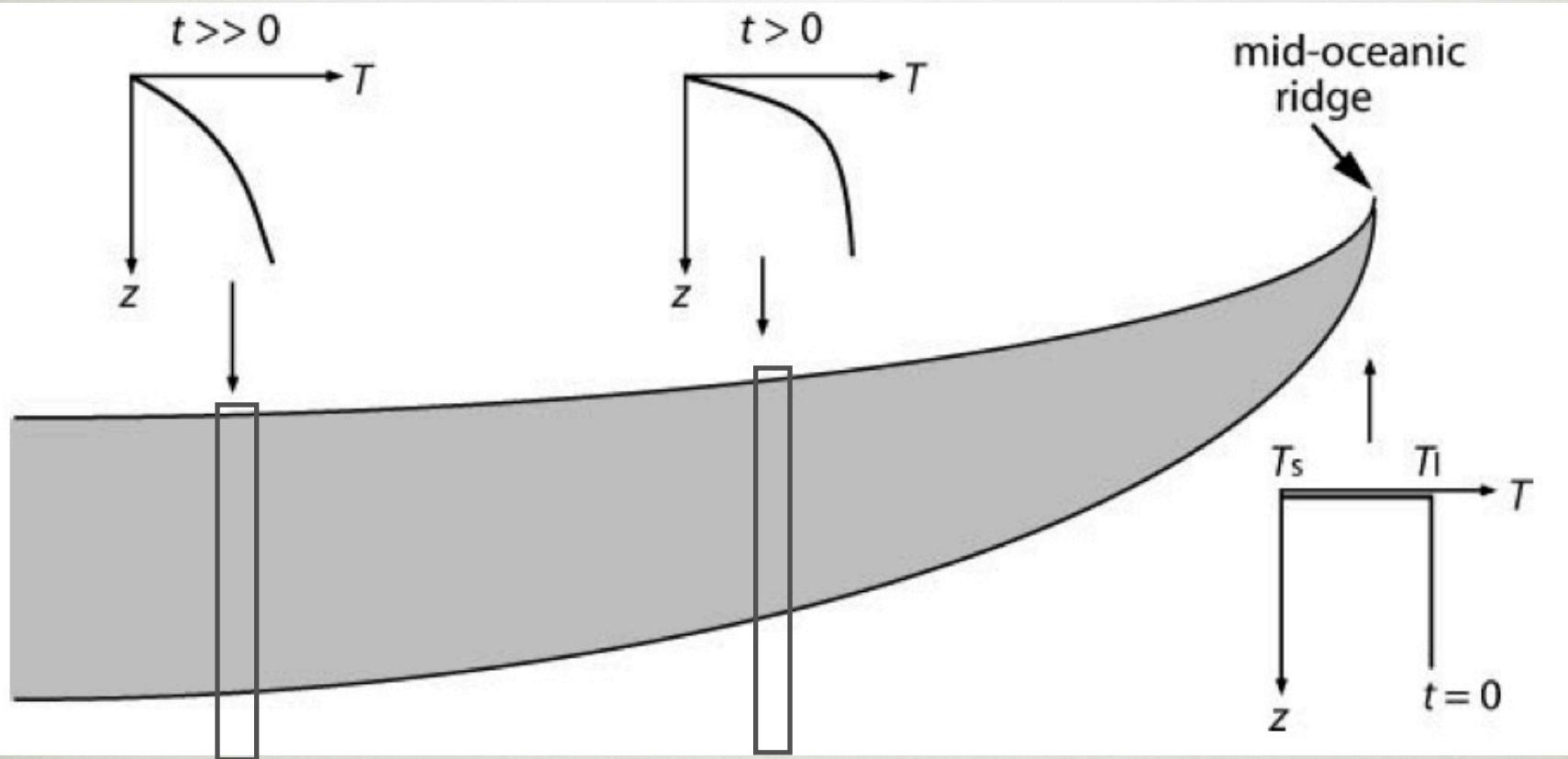
Age of Oceanic Lithosphere (m.y.)



2. BEOBACHTUNG: WÄRMEFLUSS



BILDUNG OZEANISCHER LITHOSPÄHRE



(Stüwe, 2007)

HYPOTHESE

Zusammenhang kann erklärt werden mit einem Abkühlungmodell unter den Annahmen:

- Am Mittelozeanischen Rücken entsteht Kruste aus differenziertem Mantelmaterial, kühlt von der Oberfläche aus ab (während die Kruste sich wegbewegt), die Lithosphärenmächtigkeit nimmt zu
- Die Temperatur in grosser Tiefe bleibt unbeeinflusst
- Lateraler Wärmefluss und Wärmeproduktion können vernachlässigt werden

HERLEITUNG

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial T}{\partial y^2} \right) - \rho c_p \left(u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \rho H$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \right) \text{ mit } \kappa = \frac{\lambda}{\rho c_p}$$

Boundary Conditions:

$$T = T_1 \text{ fuer } t = 0, y > 0$$

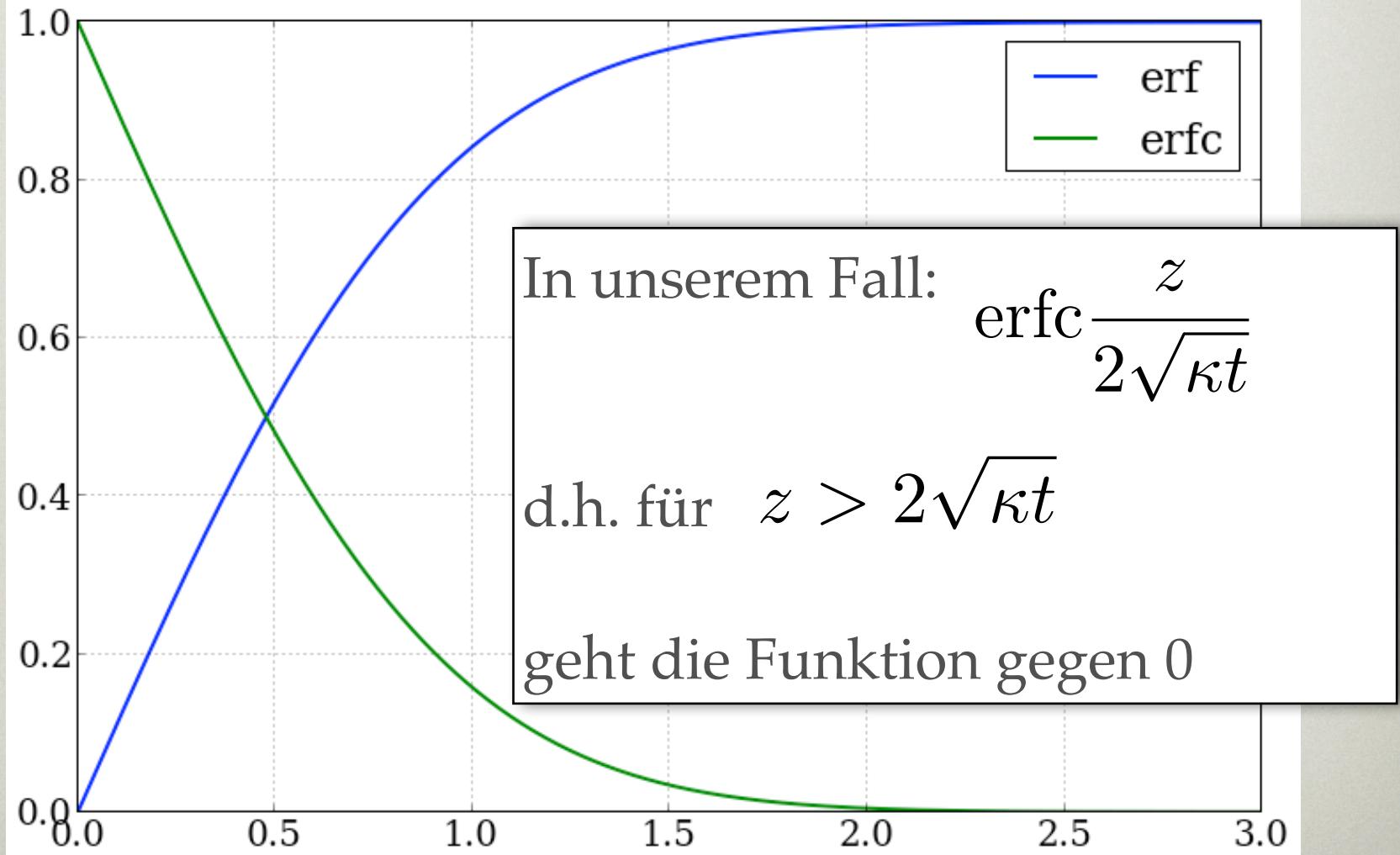
$$T = T_0 \text{ fuer } y = 0, t > 0$$

$$T \rightarrow T_1 \text{ fuer } y \rightarrow \infty, t > 0$$

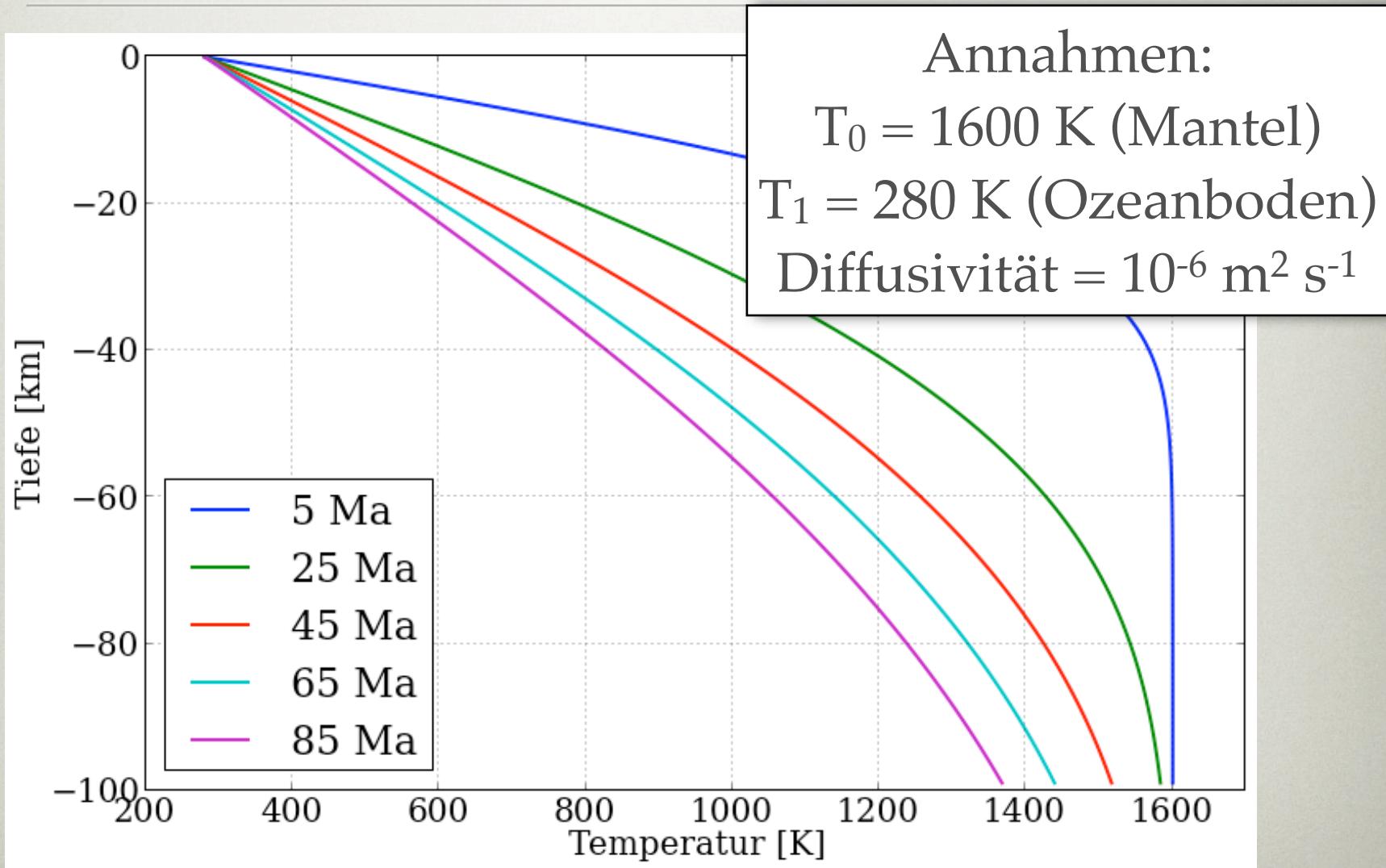
$$T(z) = (T_0 - T_1) \operatorname{erfc} \frac{z}{2\sqrt{\kappa t}} + T_1$$

Error Function

ERROR-FUNCTION/ FEHLERFUNKTION



BEISPIEL: TEMPERATUREPROFILE



NUN ZUM WÄRMEFLUSS AN DER OBERFLÄCHE

$$q = -\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)_{y=0}$$

= ...

$$= \frac{\lambda(T_0 - T_1)}{\sqrt{\pi \kappa t}}$$

Wärmeleitfähigkeit,
3.3 W/(m K)

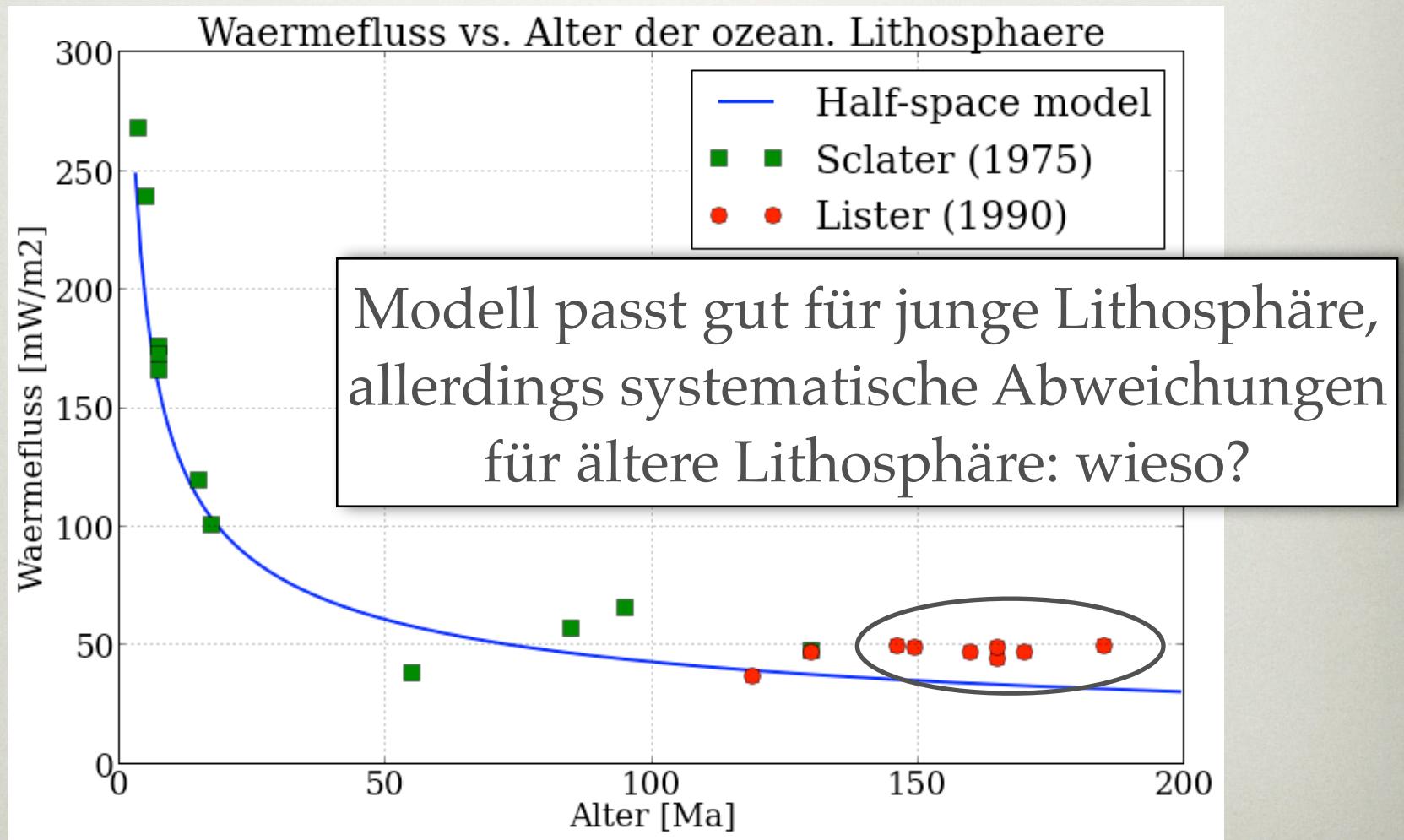
Übung



<http://www.seasky.org>

Wir tauchen mit einem U-Boot auf den Ozeanboden und messen einen Wärmefluss von 80 mW/m². Wie alt ist der Ozeanboden unter uns?

MODELL UND DATEN



WAS WIR HEUTE GELERNT HABEN

Wie wir aus grundlegenden Überlegungen und einigen Beobachtungen ein Modell für die Bildung ozeanischer Lithosphäre erstellen können.

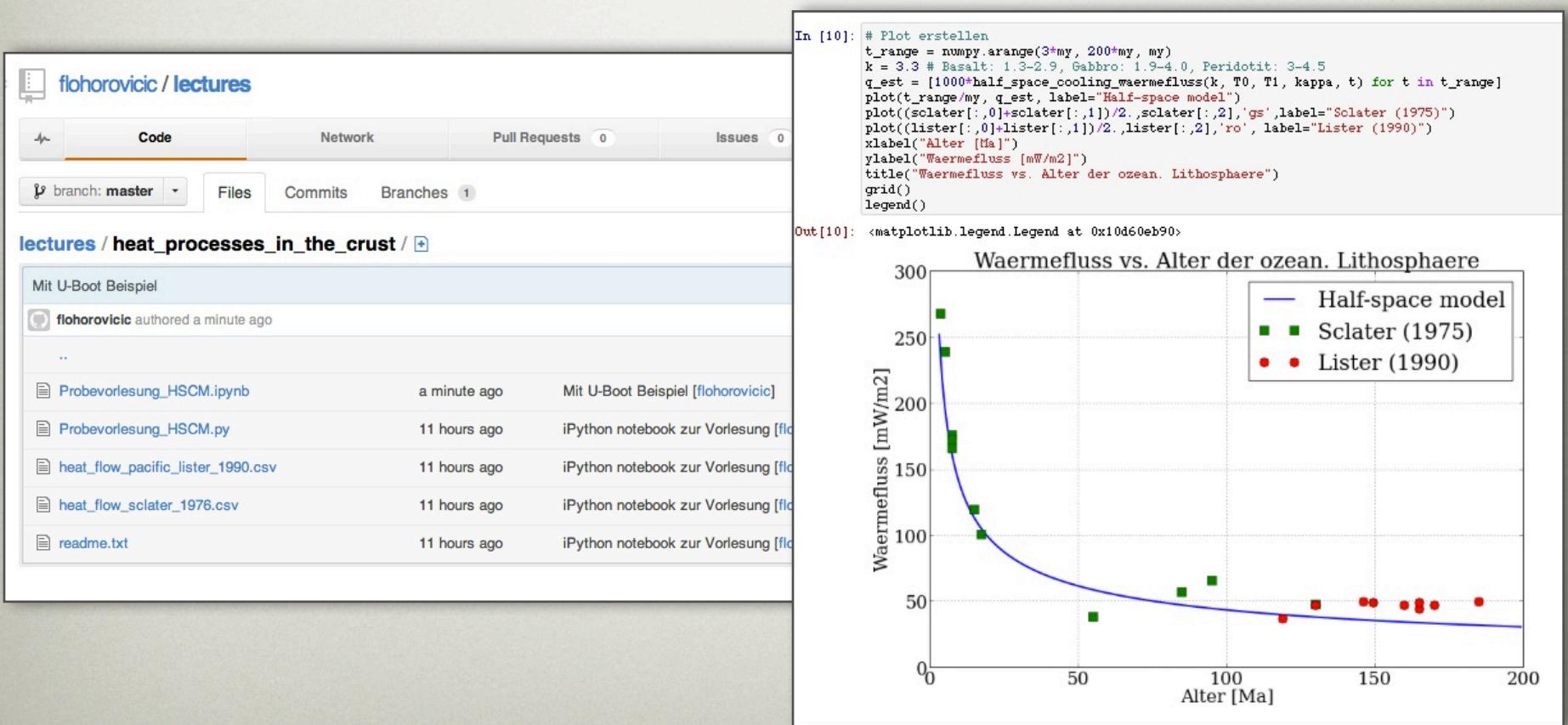
WEITERE HYPOTHESEN: TIEFE DES OZEANBODENS

Auf Basis der Modelle zur ozeanischen Lithosphäre lassen sich weitere Hypothesen aufstellen. Eine spannende Frage ist z.B. noch, wie die Tiefe des Ozeanbodens mit den WärmeProzessen zusammenhängt!

MATERIAL AUF GITHUB

<https://github.com/flohorovicic>

-> Lectures -> Heat Processes in the Crust



LITERATUR UND WEITERE INFORMATION

- Literatur:
 - Turcotte & Schubert: Geodynamics
 - Stüwe: Geodynamics of the Lithosphere (auch auf Deutsch erhältlich)
- TU Lehrbrief “Geoströmungstechnik”
- Internet:
 - Für Fortgeschrittene: David Sandwell’s Herleitung: [http://topex.ucsd.edu/
geodynamics/07cooling.pdf](http://topex.ucsd.edu/geodynamics/07cooling.pdf)