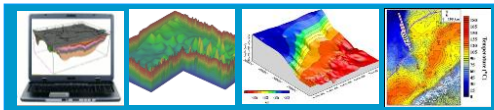


Überregionale geologische Modellierung: Kontrollfaktoren des thermischen Feldes im zentraleuropäischen Beckensystem

Magdalena Scheck-Wenderoth,
Yuriy Maystrenko, Mauro Cacace,
B.O. Kaiser, Vera Noack
Yvonne Cherubini, Phillip Balling



GeoForschungsZentrum Potsdam, Sekt.4.4 Sedimentbeckenanalyse

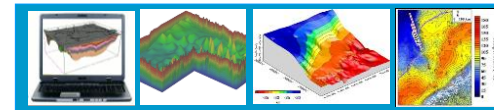
Warum überregional?

Geodynamik von Sedimentbecken

- ⇒ Thermische Signatur für unterschiedliche Becken?
- ⇒ Relevante Prozesse auf der Beckenskala

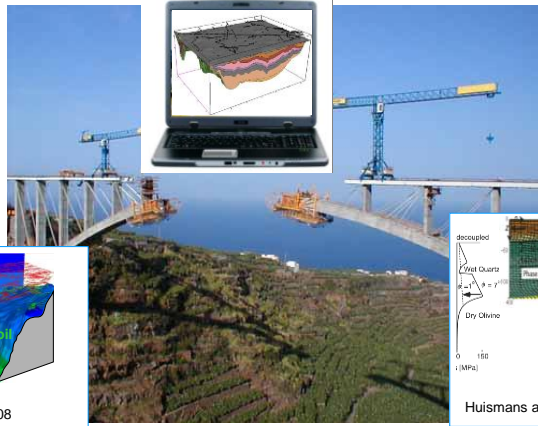
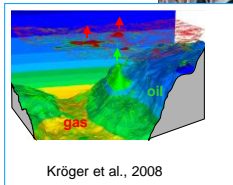
Anwendungen

- ⇒ Was kontrolliert welche Komponente des thermischen Felds?
- ⇒ Vorhersage der Temperatur auf Basis von Strukturkenntnis und physikalischen Prinzipien

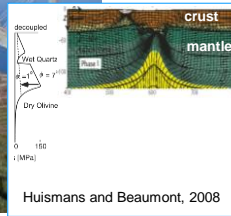


Datengestützte 3D Beckenmodelle

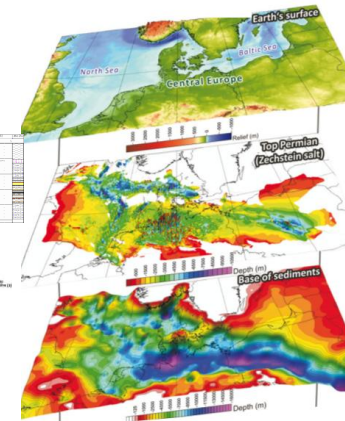
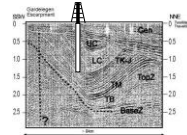
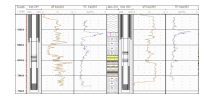
Reservoir-Modelle



Dynamische Modelle

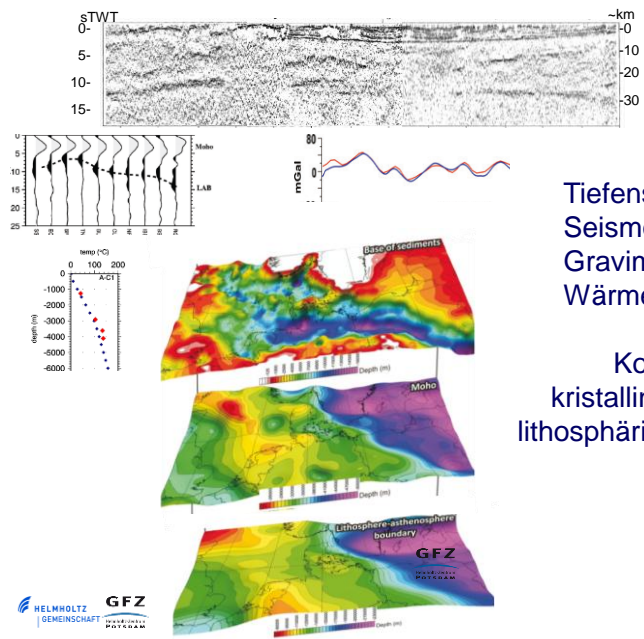


Konstruktion eines 3D Strukturmodells der Sedimentfüllung



Jeder Layer hat definierte

- Tiefe
- Mächtigkeit
- Lithologie-abhängige physikalische Eigenschaften (porositätsabhängige thermische Konduktivität, Dichte, radiogene Wärmeproduktion, etc...)

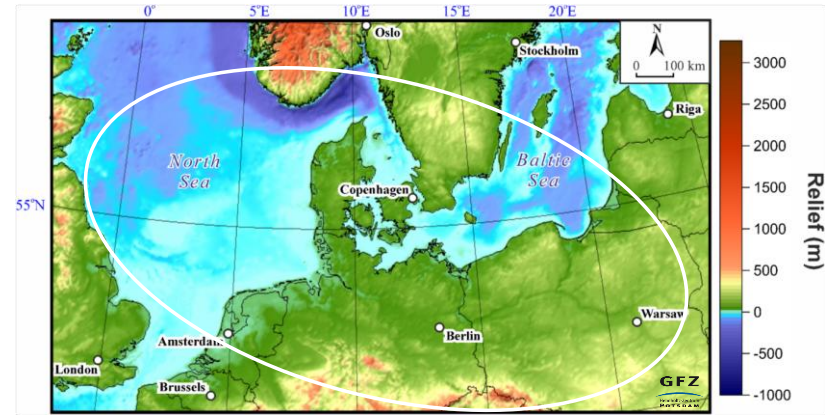


Integration

Tiefenseismik
Seismologie
Gravimetrie
Wärmefluß

Konfiguration der
kristallinen Kruste und
lithosphärischen Mantels

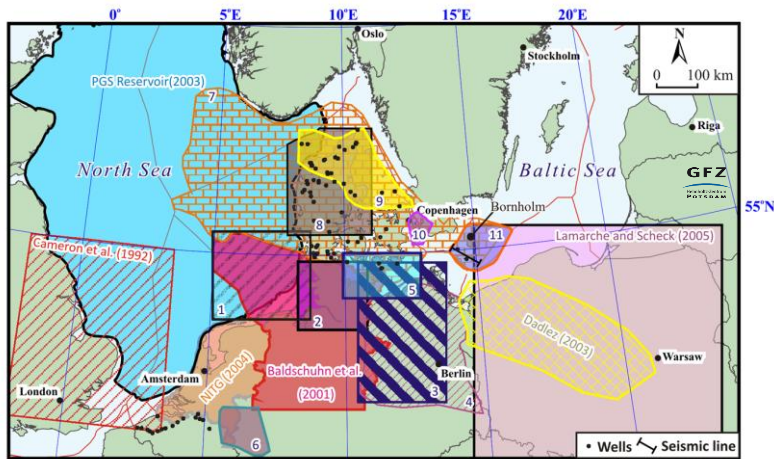
Das intrakontinentale Zentraleuropäische Beckensystem



>300 ma mehrphasiger, langsamer Subsidenz
+ Salzmobilisierung



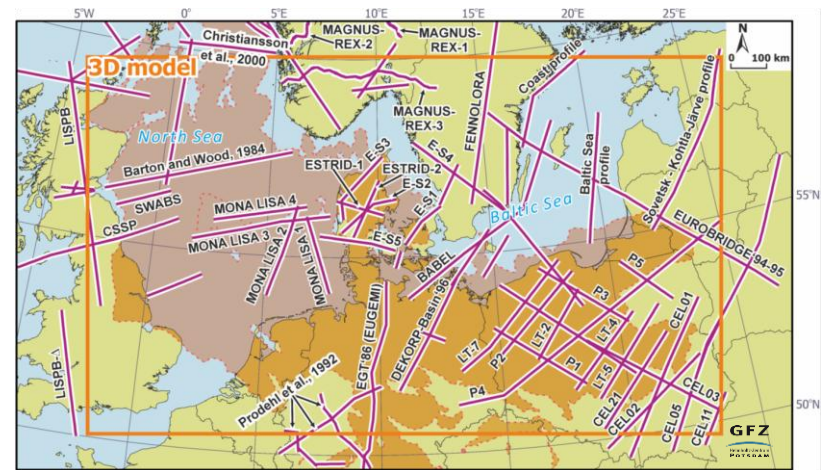
Datenbasis für 3D Modell - Sedimente



>40 Jahre Arbeit vieler Geowissenschaftler!!!
 Details in Maystrenko et al., 2010



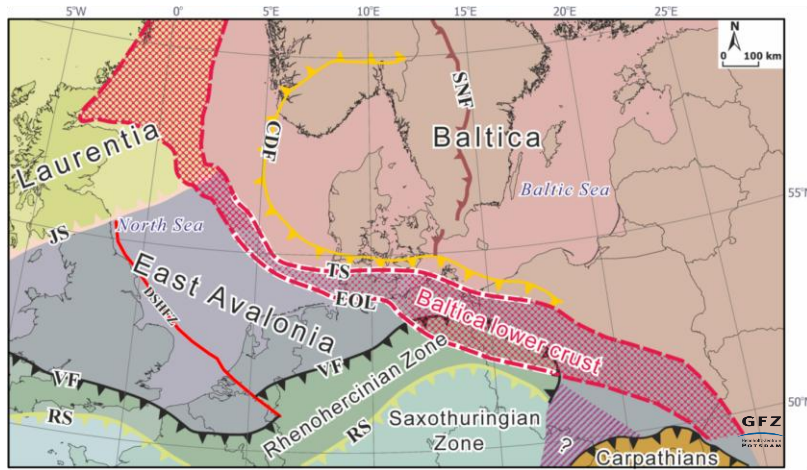
tiefe seismische Reflektion/Refraktions-Profile (Konfiguration tiefe Kruste und Moho)



>40 Jahre Arbeit vieler Geowissenschaftler!!! ...



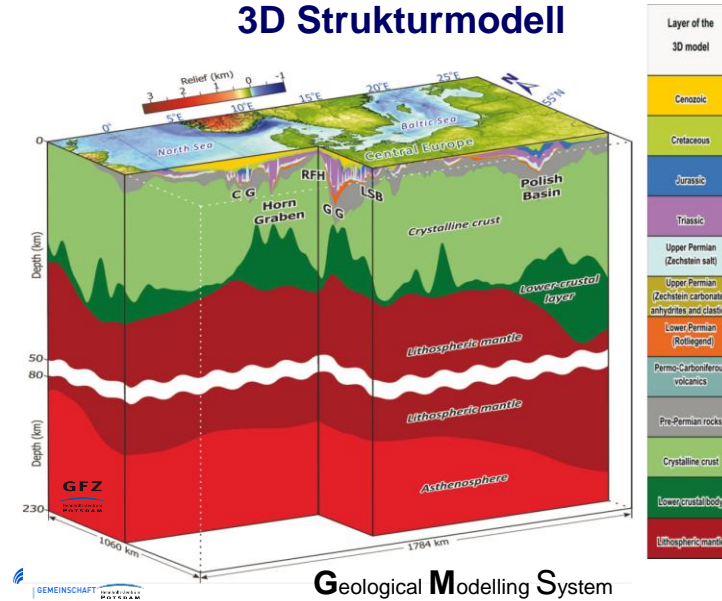
Krustenprovinzen



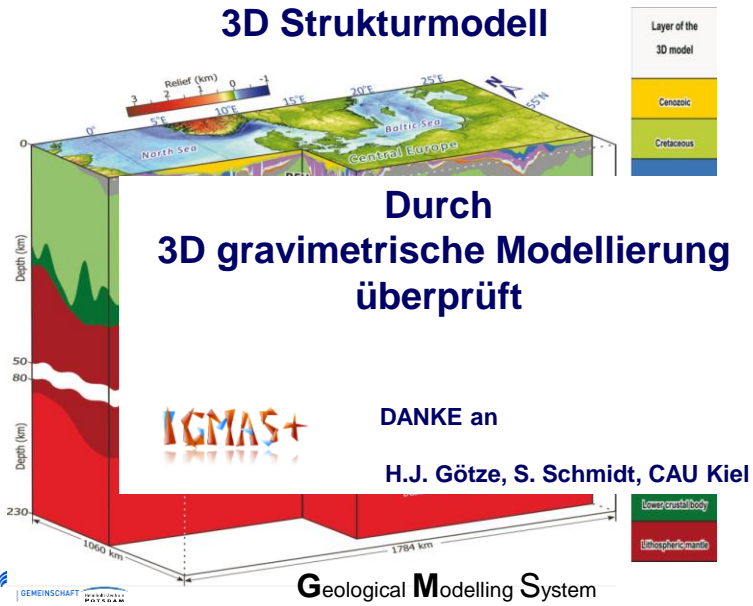
(after Pharaoh, 1999; Guterch and Grad, 2006; Lyngsie et al., 2006; Lyngsie and Thybo, 2007; Bingen et al., 2008)

GDF: Caledonian Deformation Front; DSHFZ: Dowsing-South Hewett Fault Zone; EOL: Elbe-Odra Line; JS: Japetus suture; RS: Rheic Suture; TS: Thor Suture; VDF: Variscan Deformation Front

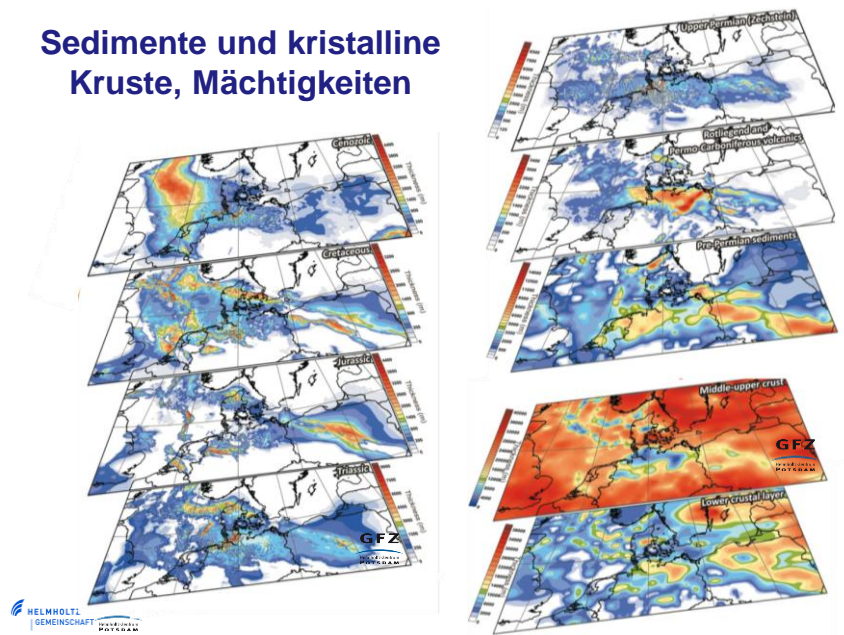
3D Strukturmodell



3D Strukturmodell



Sedimente und kristalline Kruste, Mächtigkeiten



Stationäre konduktive Wärmeleitung

3D FE Methode Bayer et al., 1997

$$0 = \text{div} (\lambda * \text{grad} T) + S$$

&

Randbedingungen

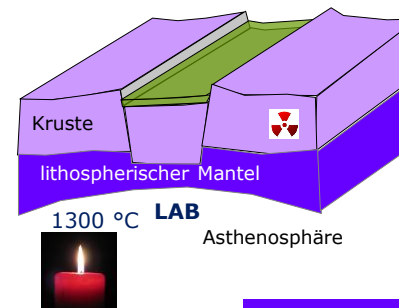
S – radiogene Wärmeproduktion [mW/m³]

T – Temperature [° C]

λ- thermische Konduktivität [W/mK]

lösungsbestimmende Parameter

Thermische Eigenschaften



Sedimente

Schwach leitfähig, moderate radiogene Wärmeproduktion
 ⇒ **Wärmeleitung**
 ⇒ isolierend thermal blanketing

Kruste

leitfähig, hohe radiogene Wärmeproduktion
 ⇒ **Wärmeleitung**
 ⇒ **Wärmebudget**

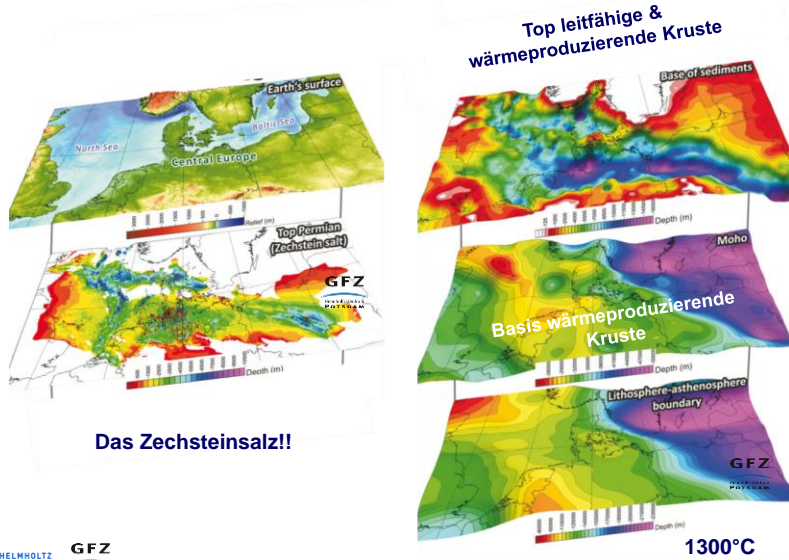
lithosphärischer Mantel

Leitfähig, geringe radiogene Wärmeproduktion
 ⇒ **Wärmeleitung**

Randbedingungen

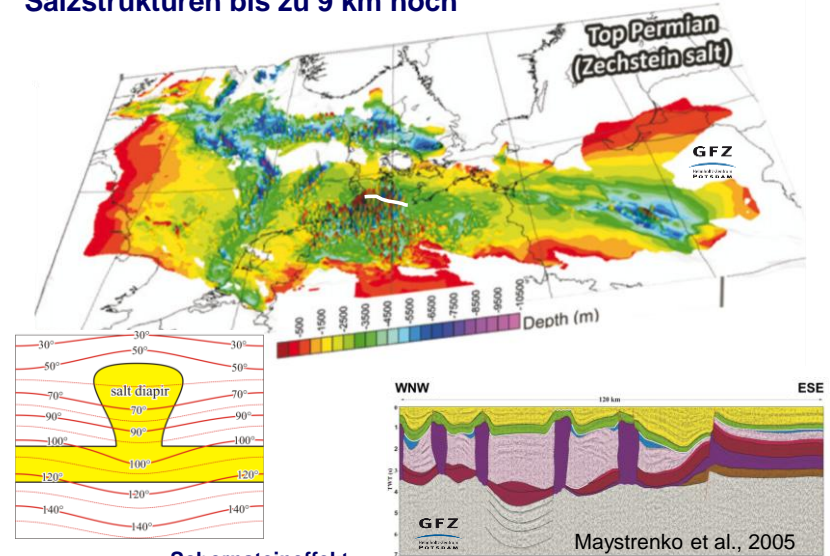
Tiefe zur LAB ⇒ ≈ 1300 °C-Isotherme
 ⇒ **Wärmebudget**

Relevante Elemente für das thermische Feld



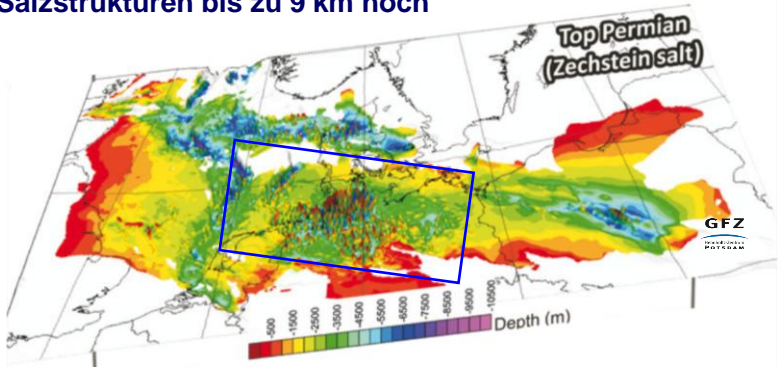
Das Zechsteinsalz!!

Salzstrukturen bis zu 9 km hoch

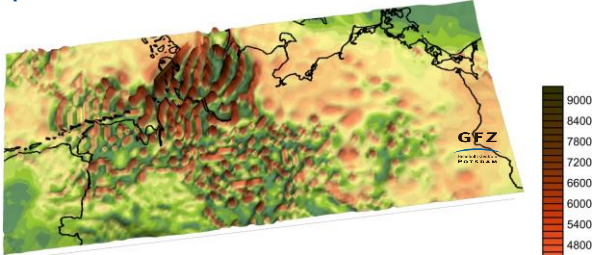


Schornsteineffekt

Salzstrukturen bis zu 9 km hoch



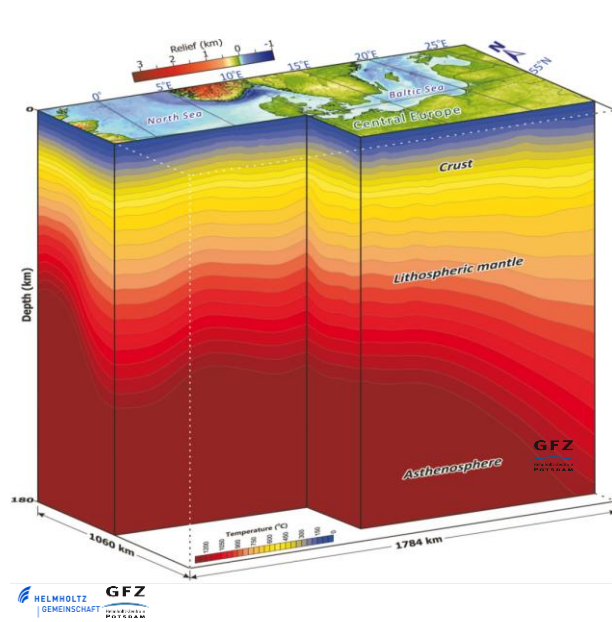
Topographie Zechsteinsalzoberfläche



Topographie der Alpen

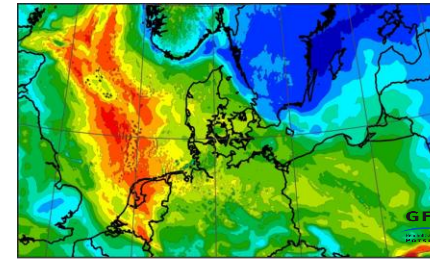


Maystrenko et al., 2010



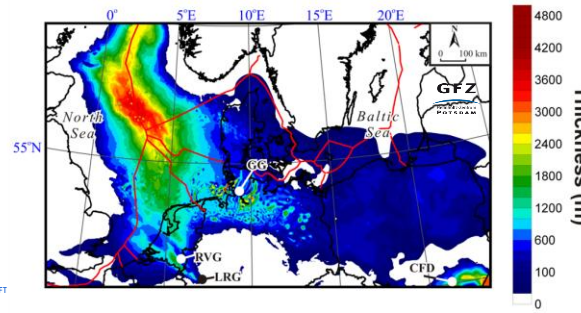
3D konduktives thermisches Modell

Überlagerte Effekte
variiender
thermischer
Eigenschaften
in
unterschiedlichen
Tiefen
+ Randbedingungen

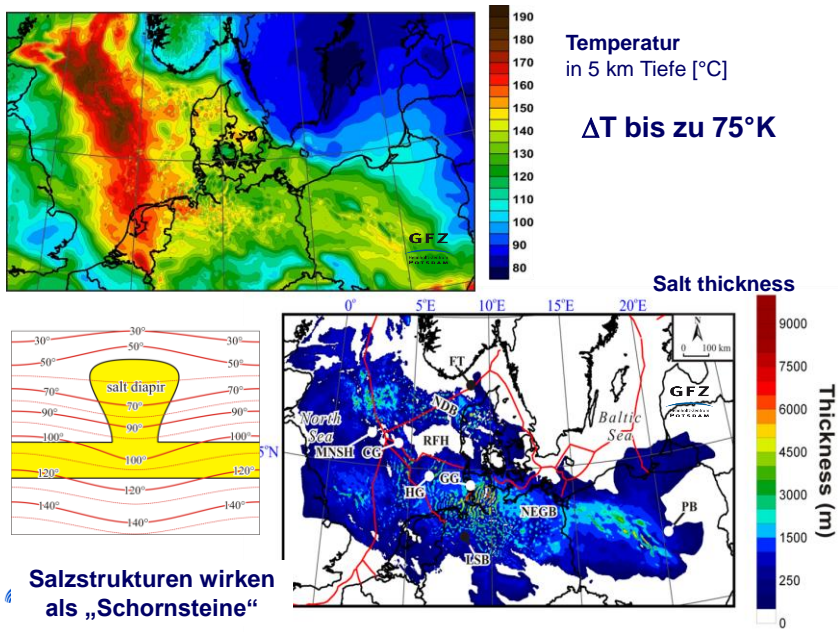


Temperatur in 2 km Tiefe [°C]

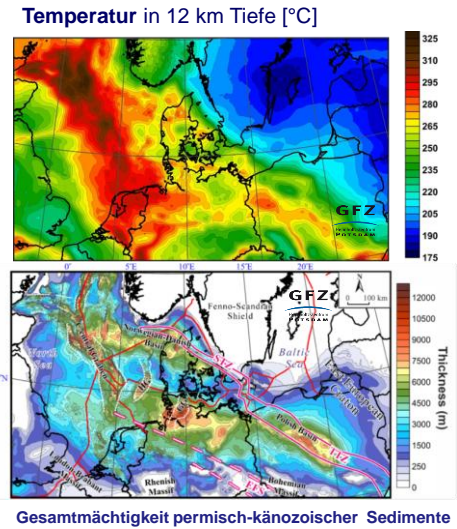
thermal blanketing
poröse,
schwach kompaktierte
Klastika des Känozoikums
ΔT bis zu 35°K



**Wirkung
des
känozoischen
Isolators**

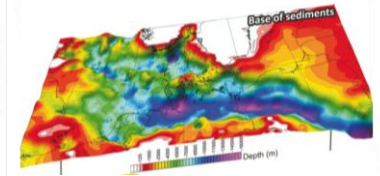


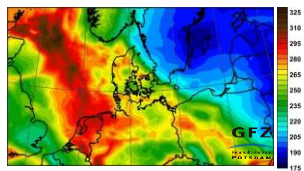
Langwellige thermische Einflüsse von der kristallinen Kruste und LAB



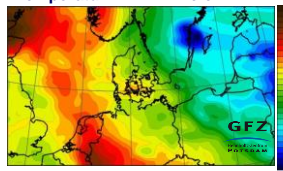
Heiss im Bereich hoher Sedimentmächtigkeiten (isolierende Wirkung der schwach leitfähigen Sedimente)

Kalt an Beckenrändern (flache Position der gut leitfähigen Kruste, „Megaschornstein“)

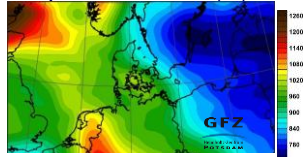




Temperatur in 12 km Tiefe

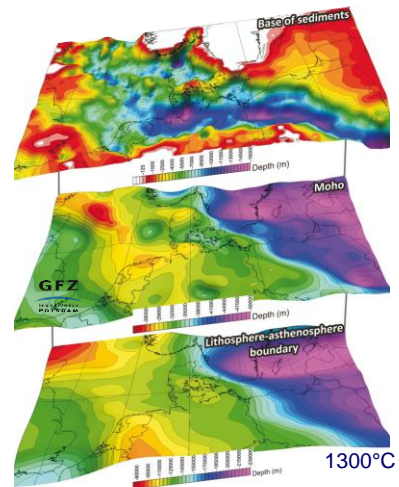


Temperatur in 30 km Tiefe [°C]



Temperatur in 80 km Tiefe [°C]

Langwellige thermische Einflüsse von der kristallinen Kruste und LAB



Vergleich mit publizierten Beobachtungen...

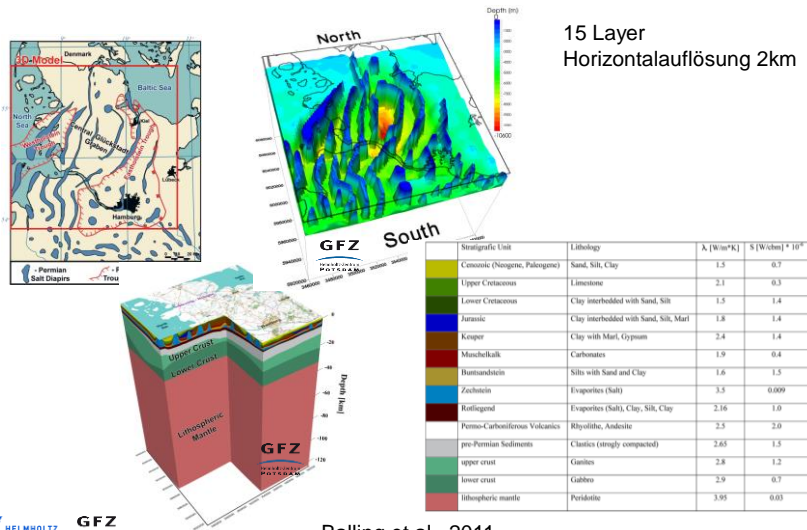
.....

⇒ Auf der Beckenskala ist
Konduktion der dominante
Wärmetransportmechanismus!

⇒ ABER

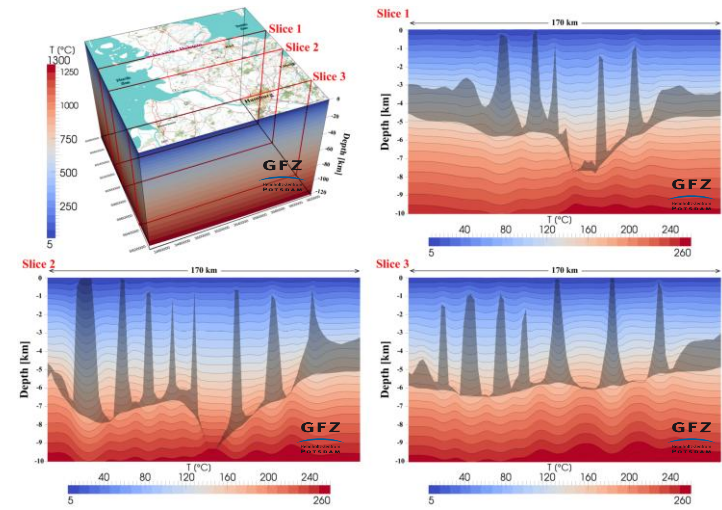
⇒ Lokale Abweichungen

Zoom-in: der Glückstadt Graben



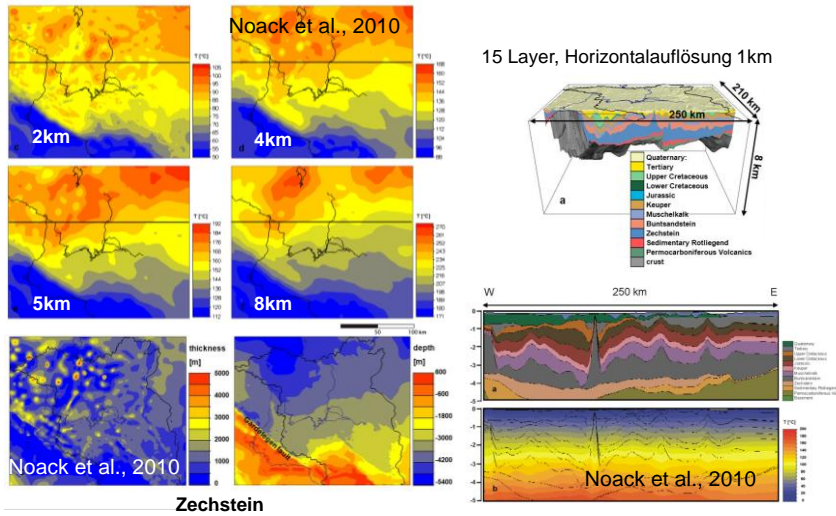
Balling et al., 2011

Schornsteineffekt von Salzstrukturen

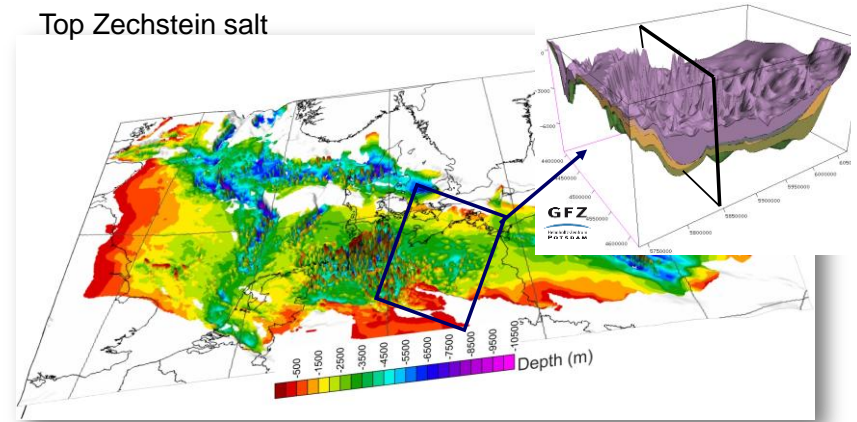


Balling et al., 2011

Zoom-in: Brandenburg

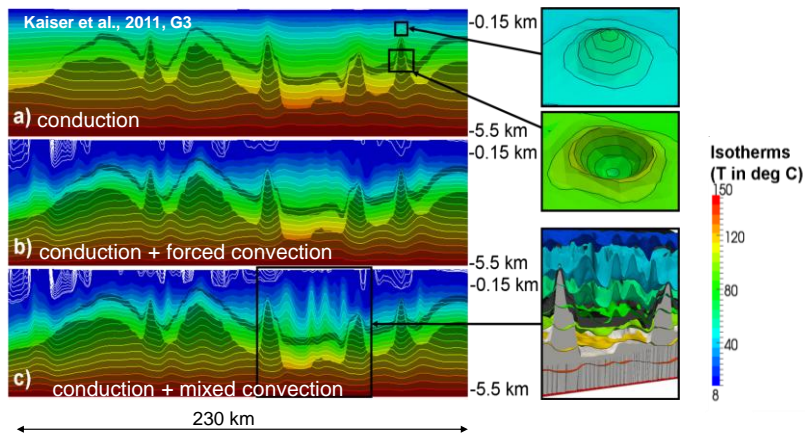


zoom-in nach weiteren Prozessen



Kaiser et al., 2011, G3; Cacace et al., 2010, Chemie der Erde

Laufende Arbeiten... gekoppelte Simulation von Wärmetransport und Fluidfluß



Schlussfolgerungen?

✓ Sowohl die flache als auch die tiefe Struktur beeinflussen entscheidend den für die geothermische Exploration interessanten Tiefenbereich

⇒ Sedimentkonfiguration steuert kurzwellige Temperaturvariationen

⇒ Tiefe Konfiguration steuert langwellige Temperaturvariationen

Offene Fragen...reichlich...

? Weitere Wärmetransportmechanismen ?

? Sensitivitäten?

