

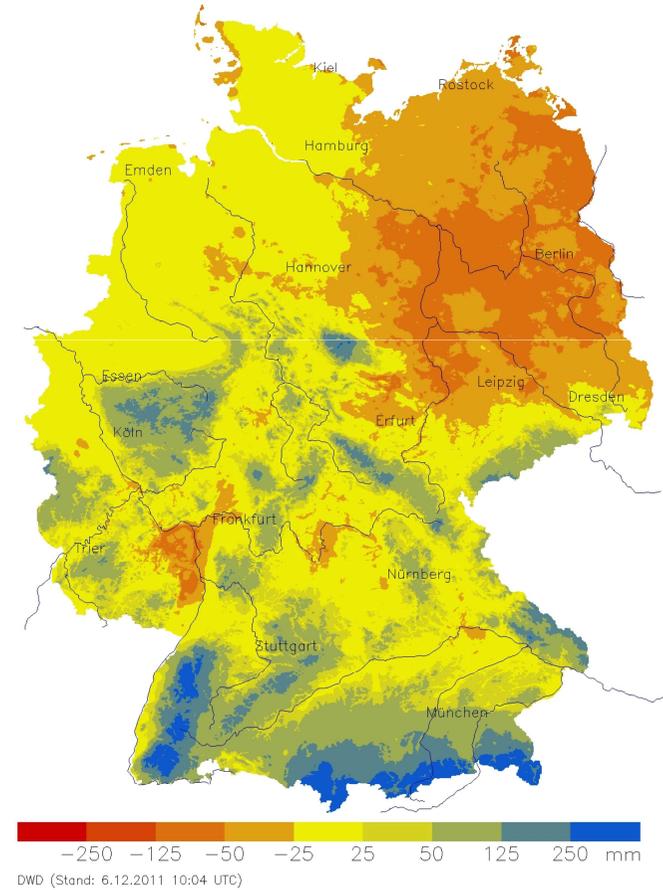
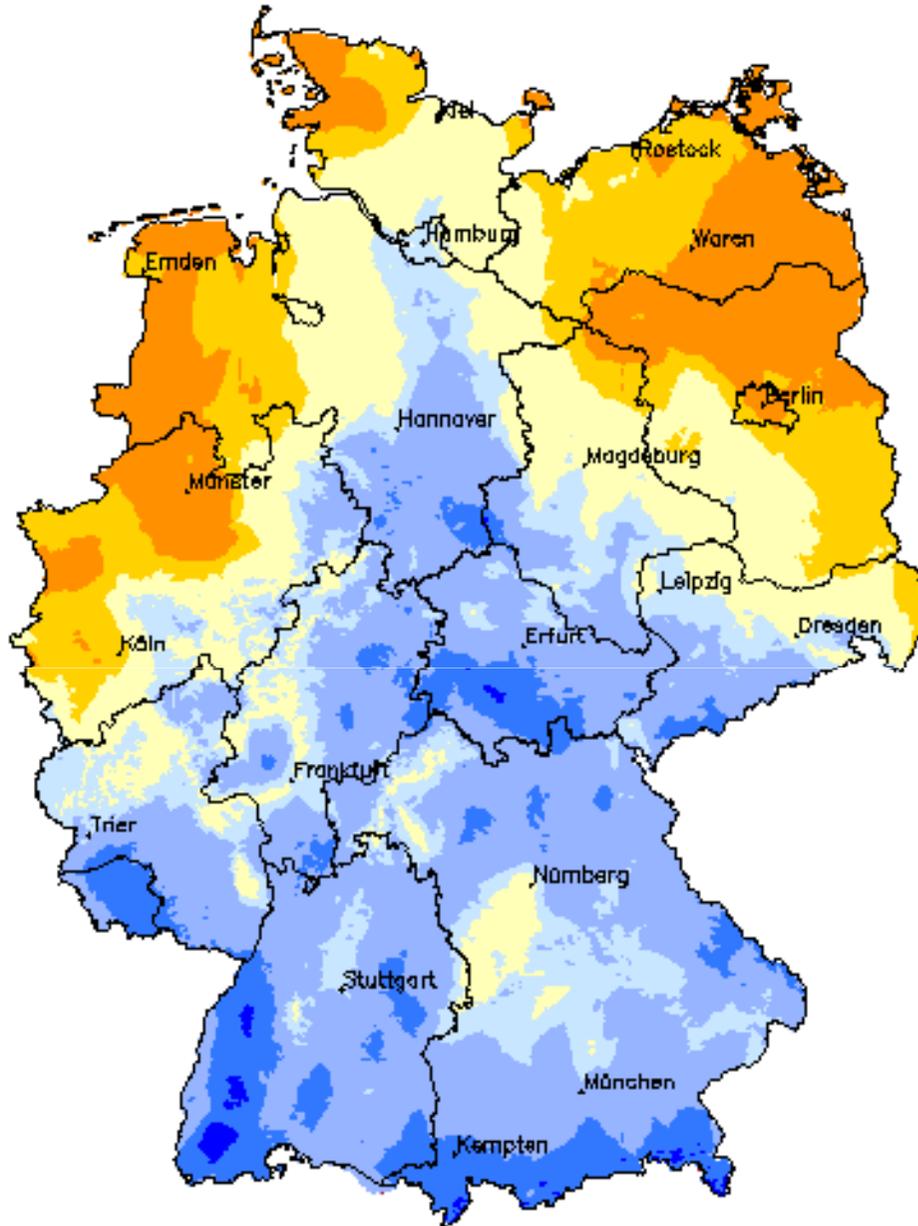
Regionale Klimamodellierung für Hessen – Verbesserung des Bodenmoduls in COSMO-CLM

Bodo Ahrens, Jana Schröder, Frank Kalinka, Eva-
Maria Gerstner

Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main
– Institut für Atmosphäre und Umwelt –
LOEWE - Biodiversität und Klima Forschungszentrum

Frühling 2013

Niederschlag –
pot. Verdunstung



Klimatologie

⇒ Sehr feuchter Boden

⇒ Hohes Überschwemmungsrisiko?

⇒ Sehr feuchter Boden



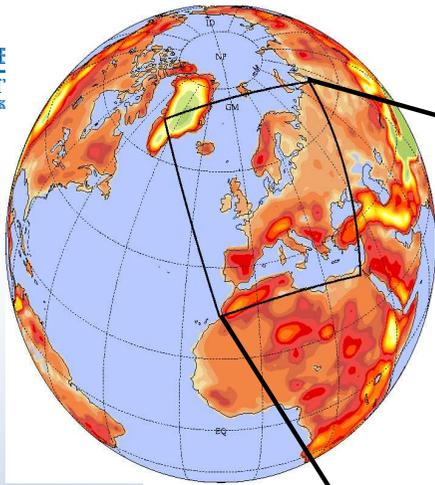
⇒ Hohes Überschwemmungsrisiko? JA

⇒ Niederschlagsverstärkung durch positive Rückkopplung?
??

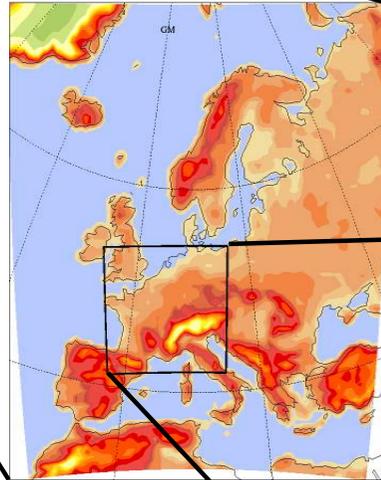
-> Schär et al. (1999). The soil-precipitation feedback: A process study with a regional climate model. J. Climate, 12, 722–741.

-> Asharaf et al. (2012). Soil moisture-precipitation feedback processes in the Indian summer monsoon season. J. of Hydrometeorology, 13, 1461–1474.

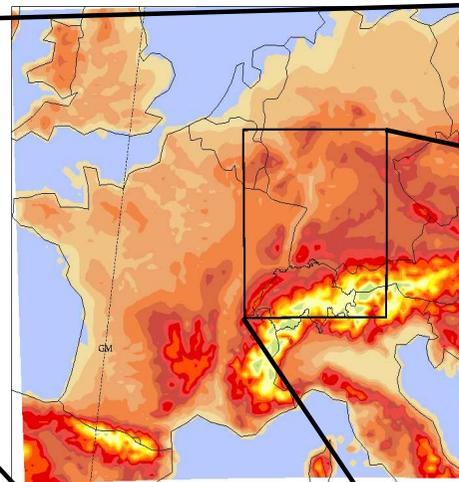
Klimamodellierung



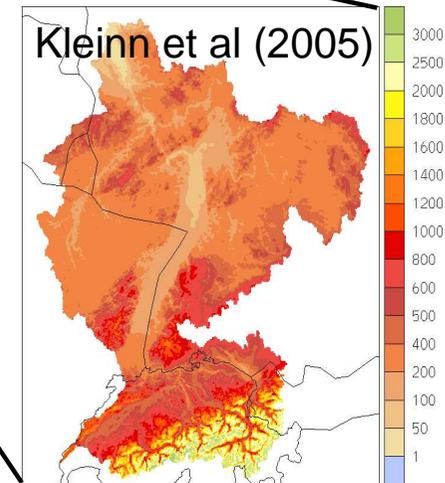
Gobales
Modell



Regional
modell



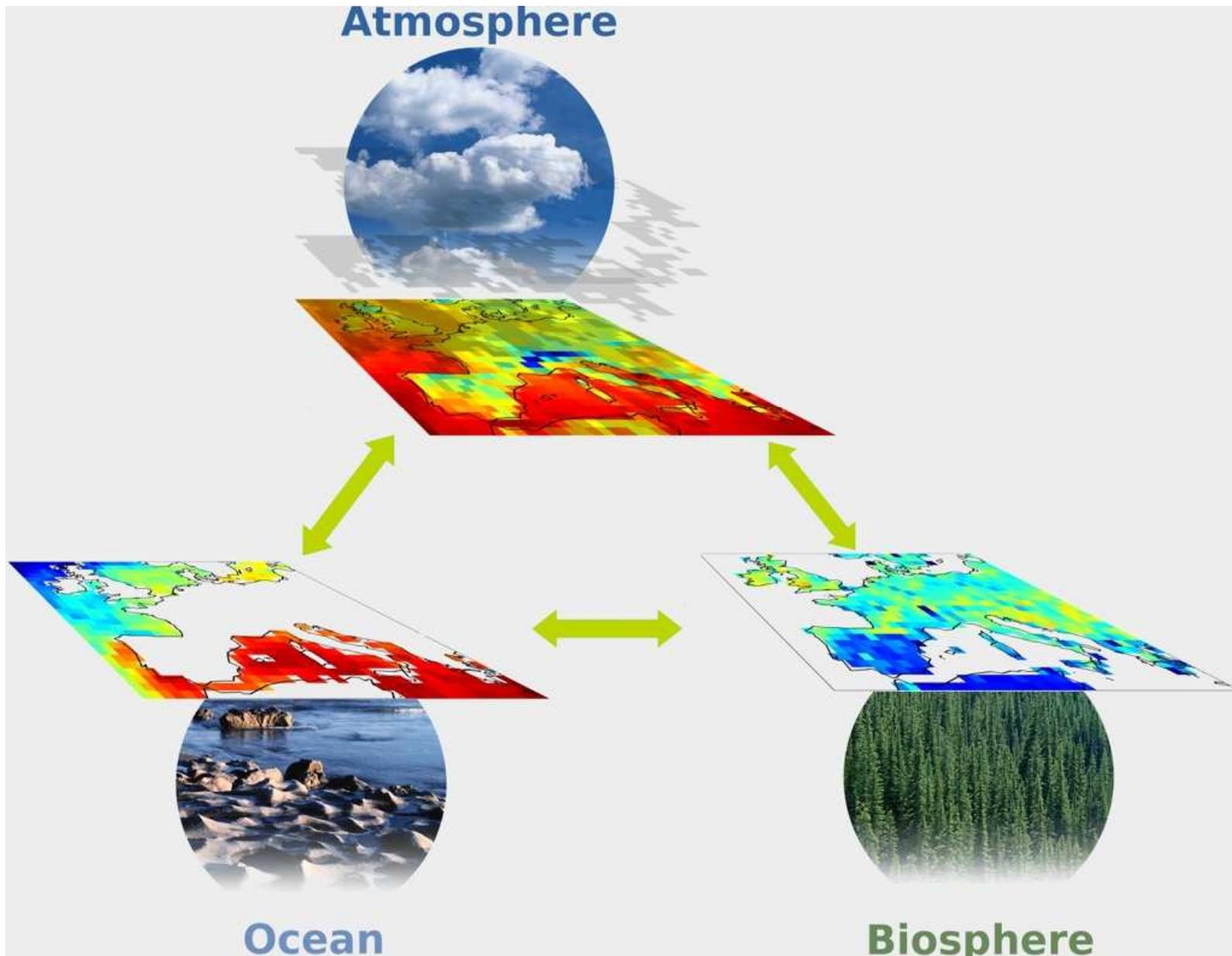
Regional
modell



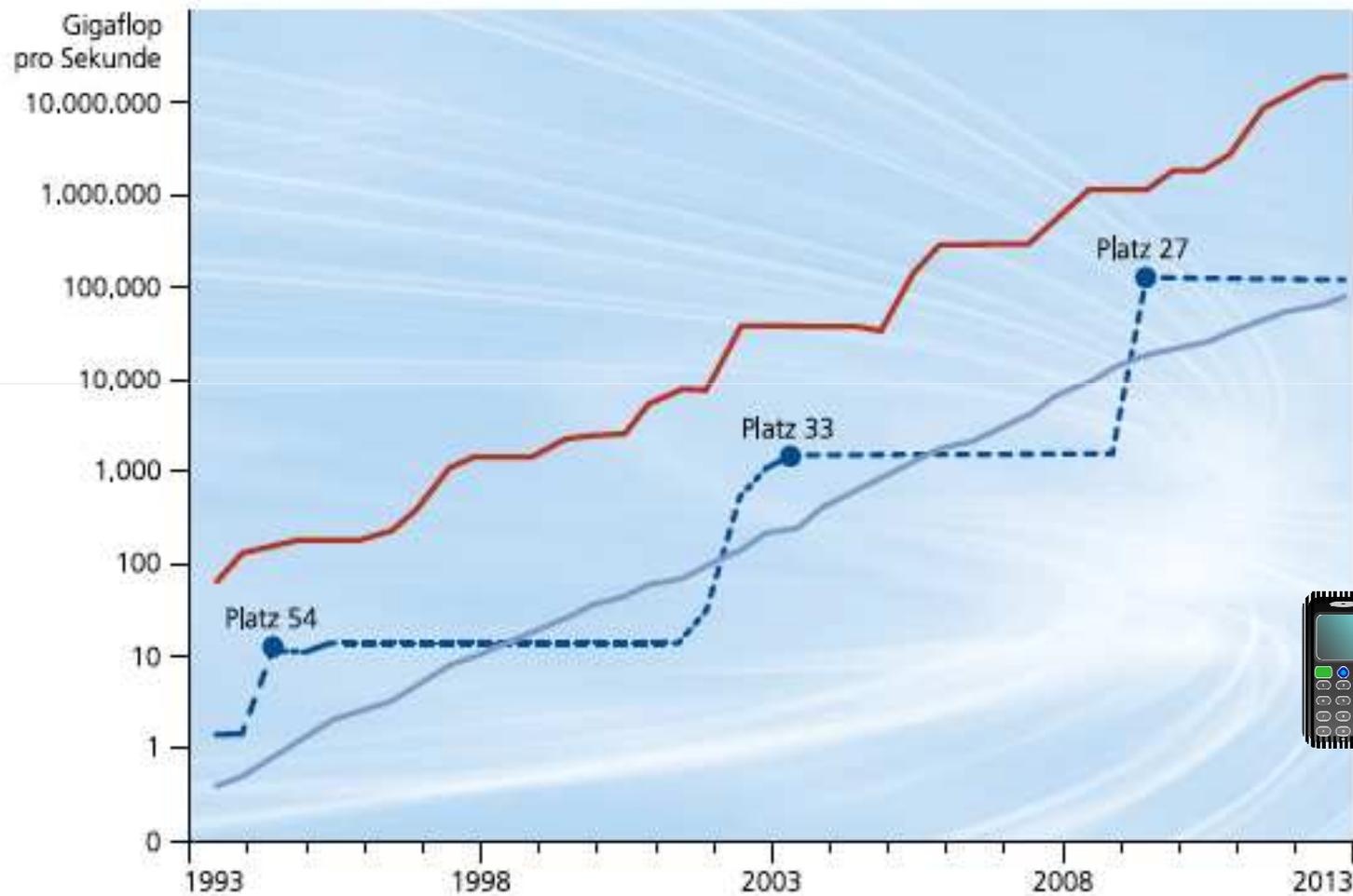
Anschluss-
modell



Klimamodellierung



Klimamodellierung



Rasant aufwärts
Seit 1993 ist die Rechenleistung der Top500 der Welt und am DKRZ um das 10.000- bis 100.000-Fache gestiegen.



Exzellente Forschung für Hessens Zukunft



- — — DKRZ-Rechner
- Platz 1
- Platz 500

FLOPS (FLoating-point Operations Per Second)

Ausgangspunkt Bodenmodul

- Bodenfeuchte und -temperatur wichtig für das regionale Klima und regionale Klimafolgen

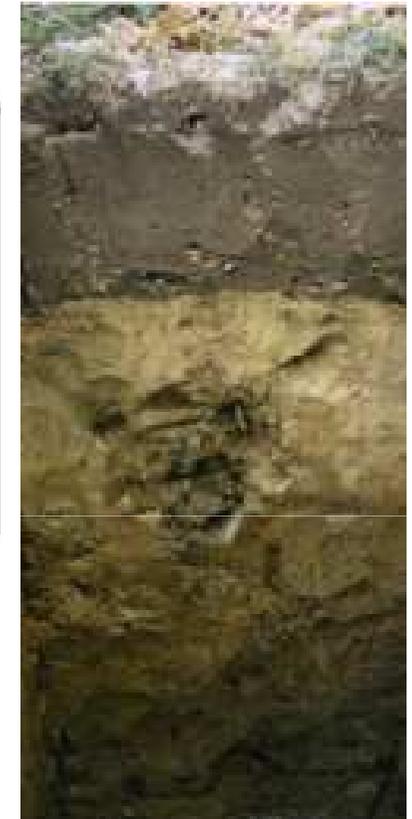
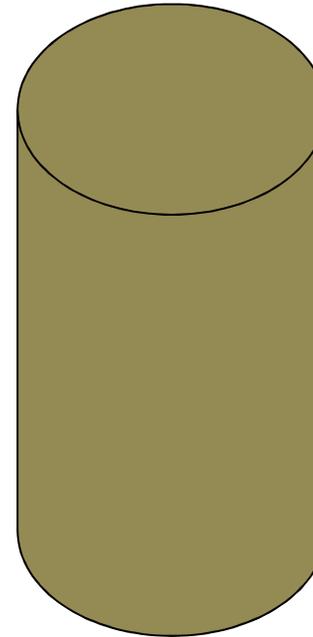


Zuletzt hatte das Wasser im Jahr 1501 so hoch gestanden. Fokus.de, 3.6.13

Ausgangspunkt Bodenmodul

TERRA@COSMO-CLM:

- Boden als Set homogener Bodensäulen
- 5 Bodenarten
- Bodeninformation abgeleitet aus der *Digital Soil Map of the World* (0-30 cm), > 10km



- Verbesserte Modellierung geschichteter Böden
- Verwendung von verbesserten Bodendatensätzen
- Validierung an Beobachtungsdaten
- Sensitivitätsuntersuchungen im Main-Einzugsgebiet

=> Verbesserte Regionale Klimasimulationen

Neue Bodendaten für TERRA

	Alter Datensatz	Neuer Datensatz
Datengrundlage	<i>FAO-UNESCO Digital Soil Map of the World</i>	<i>Harmonized World Soil Database v1.1;</i> Nutzungsdifferenzierte Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland (BÜK 1000 N)
Räuml. Auflösung	5 arcmin (~ 10 km)	30 arcsec (~ 1km)
Vertikale Auflösung	1 Schicht	30 Schichten (5 cm zwischen 0-100 cm, 10 cm zwischen 100-200 cm)

- Einlesen und Nutzung von 3D-Bodeninformationen

Beschreibung des Boden-Wasserflusses

Beschreibung des Wasserflusses in ungesättigten oder teilweise gesättigten Böden nach Richards (1931):

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial h}{\partial z} - K \right)$$

-> gemischte Form

Beschreibung des Boden-Wasserflusses

Homogene, ungesättigte Böden (van Genuchten et al., 1991):

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D \frac{\partial \theta}{\partial z} - K \right) \quad D = K \frac{dh}{d\theta}$$

-> implementiert in TERRA

- Effiziente, wassererhaltende Implementierung
- Ungeeignet für heterogene Böden

Änderungen in TERRA

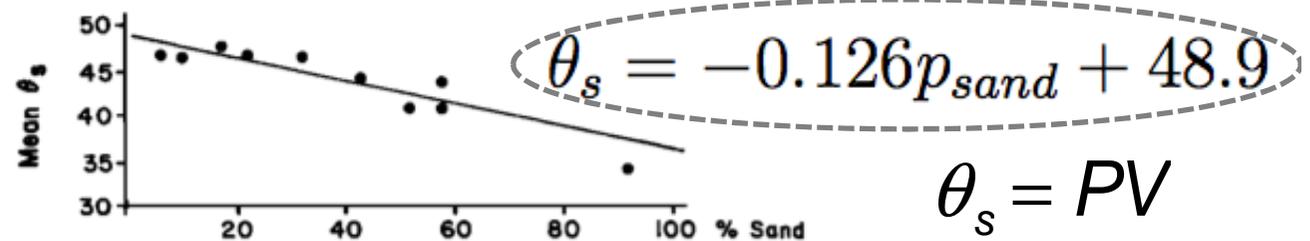
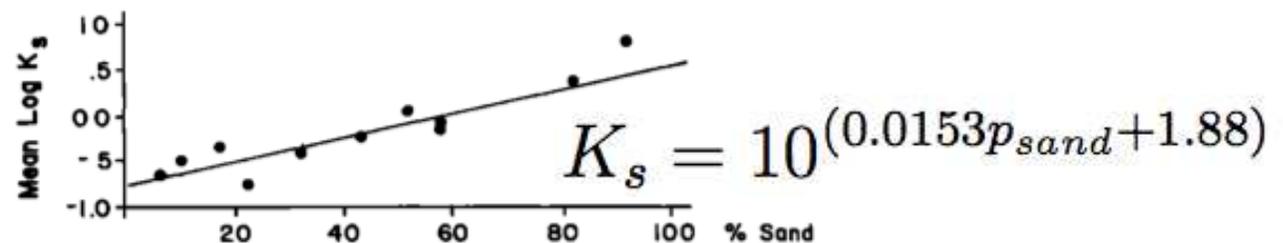
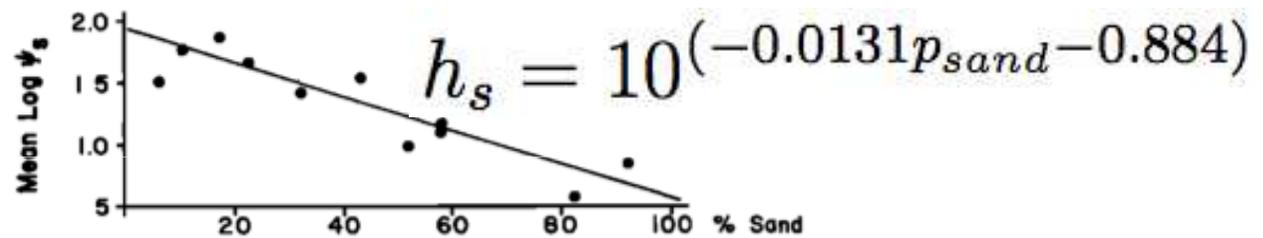
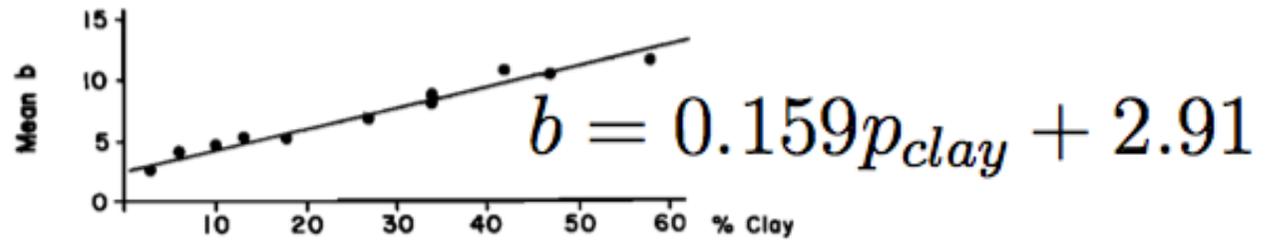
- Implementierung der gemischten Form der Richards Gleichung
 - Neue Parametrisierungen
(Zeng & Decker, 2009)

Änderungen in TERRA - Parametrisierung

$$h = h_s \left(\frac{\theta}{\theta_s} \right)^{-b}$$

$$K = K_s \left(\frac{\theta}{\theta_s} \right)^{2b+3}$$

(Clapp & Hornberger, 1978)



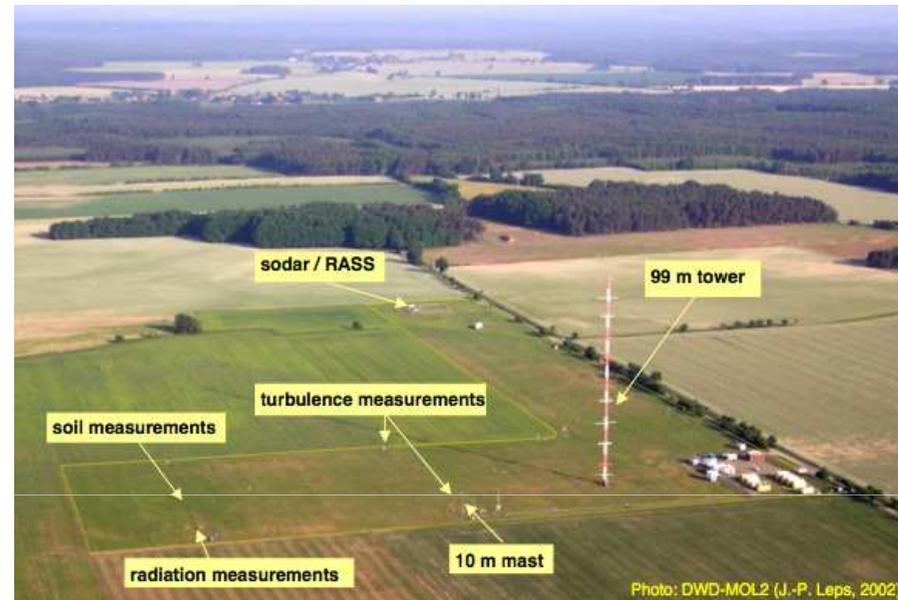
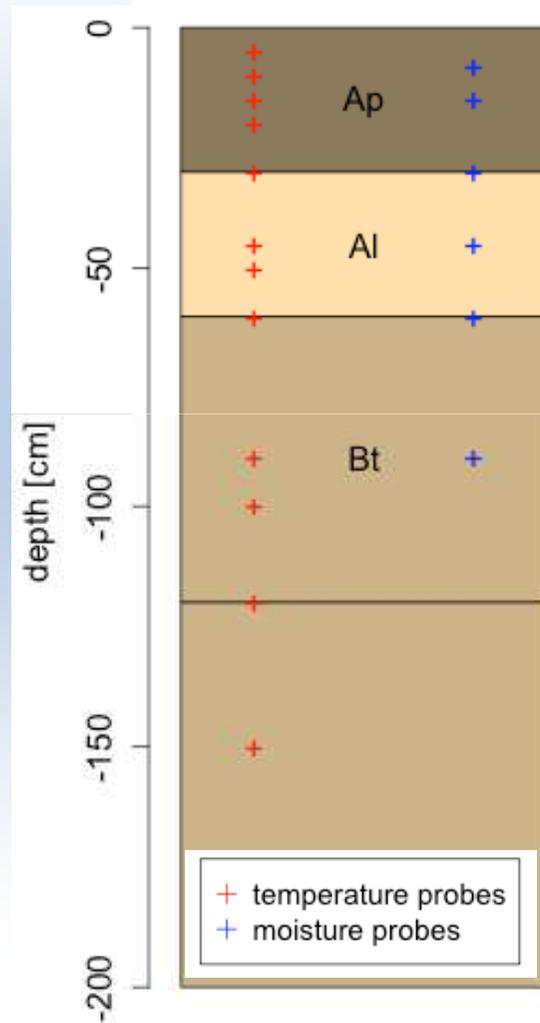
$$\theta_s = PV$$

(Cosby et al.,
1984)

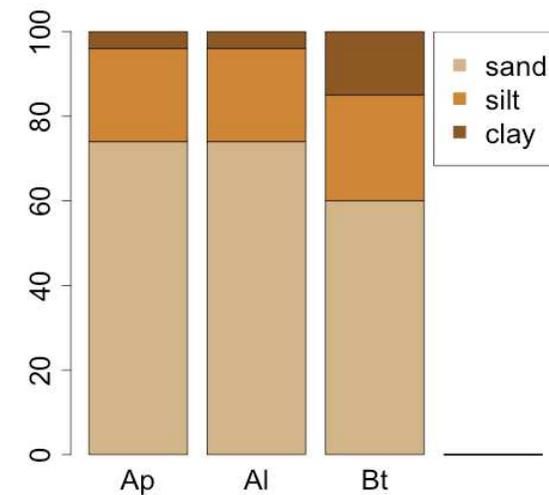


- Simulation idealisierter Böden
- Reale Böden ...

Validierung an Stationen - Lindenberg



Gemessene Textur
der Bodenhorizonte
in %



Validierung an Stationen - Lindenberg

TERRA Bodenarten und ihre Textur

	Sand	Sandiger Lehm	Lehm	Lehmiger Ton	Ton
Sand [%]	90	65	40	35	15
Schluff [%]	5	25	40	30	15
Ton [%]	5	10	20	35	70

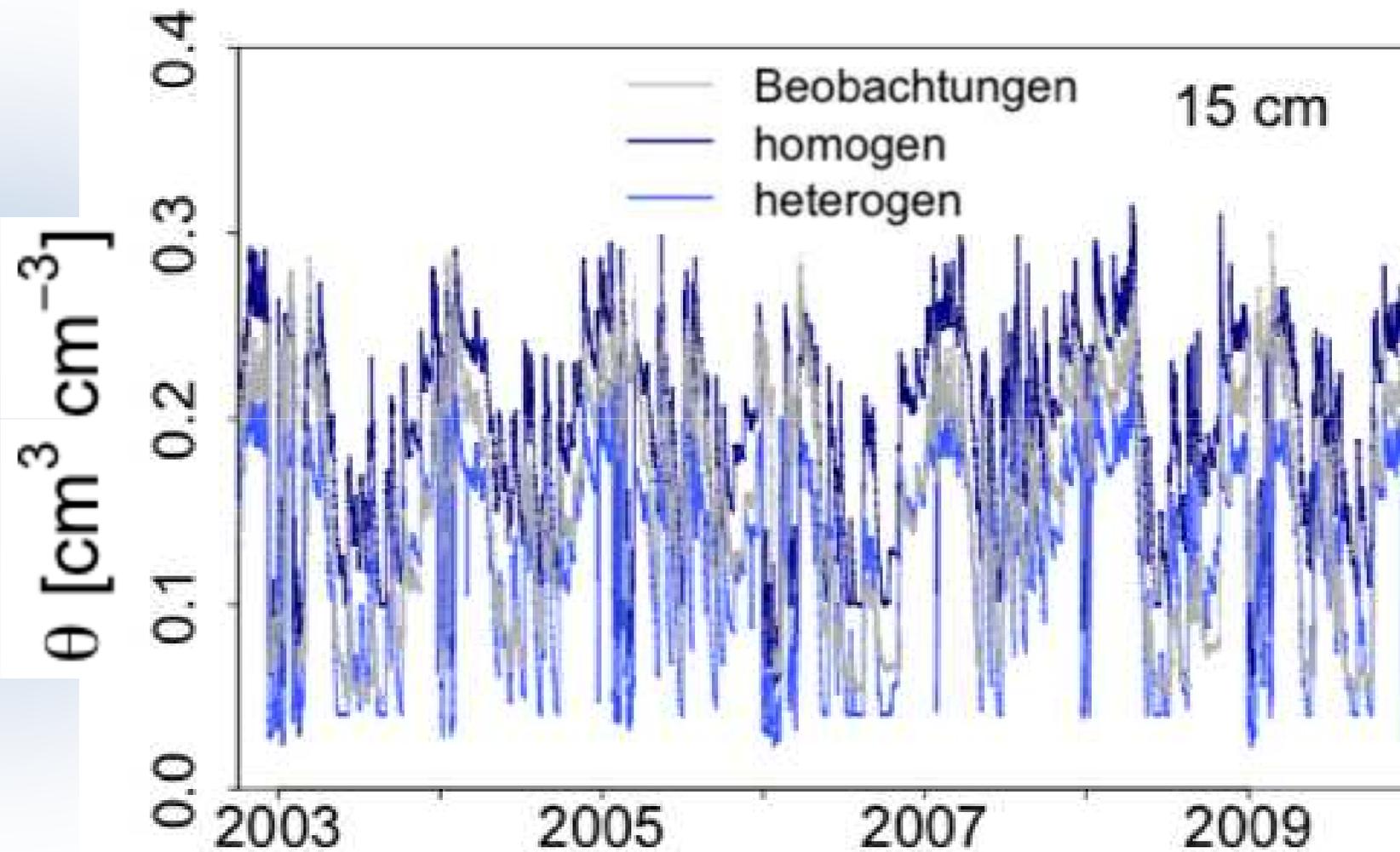
Lindenberg Bodencharakteristik

	Ap	Al	Bt
Sand [%]	74	74	60
Schluff [%]	22	22	25
Ton [%]	4	4	15
Resultierende TERRA-Bodenart	Sandiger Lehm	Sandiger Lehm	Sandiger Lehm

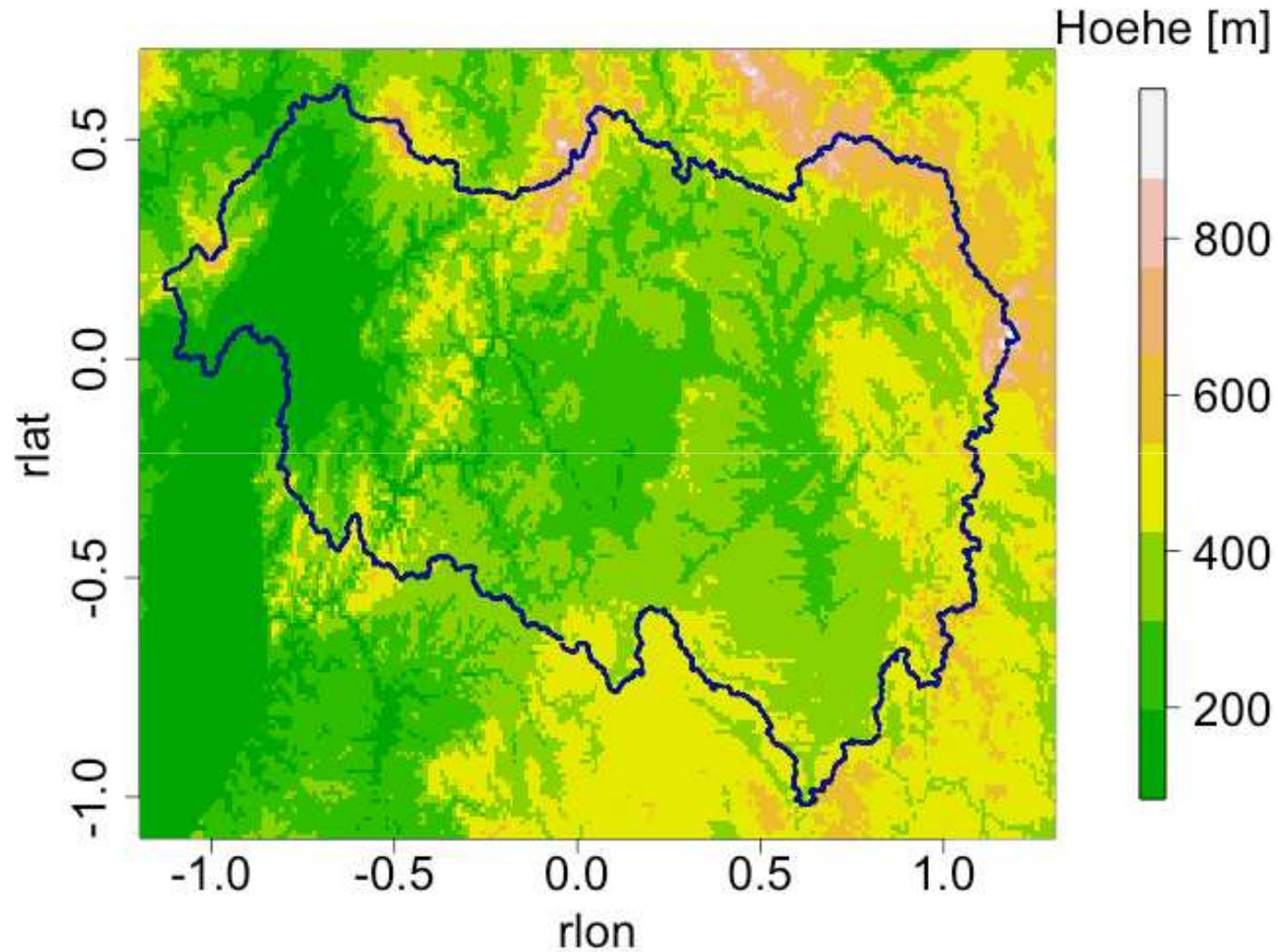


homogenes Profil!



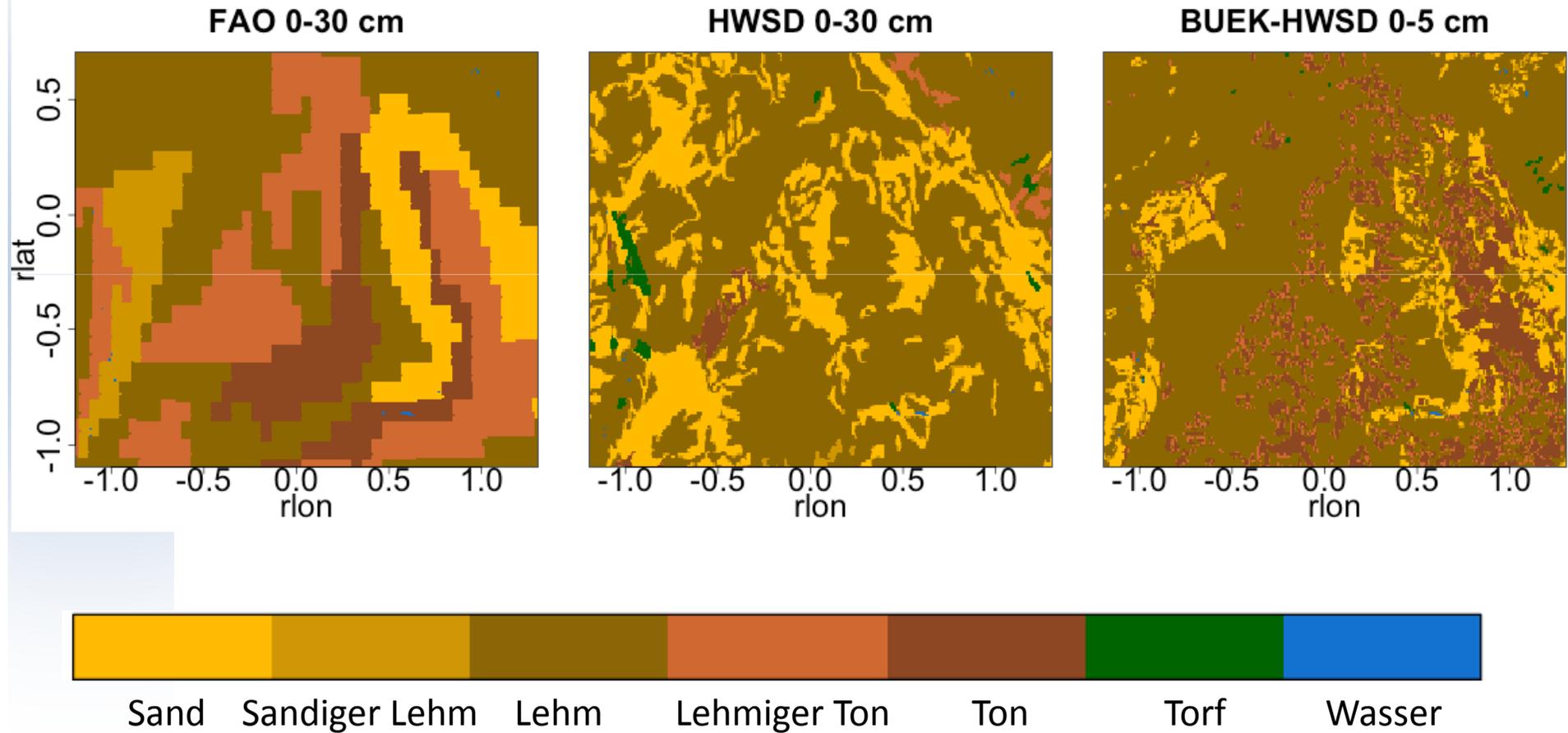


Sensitivitätsstudien im Main-Einzugsgebiet



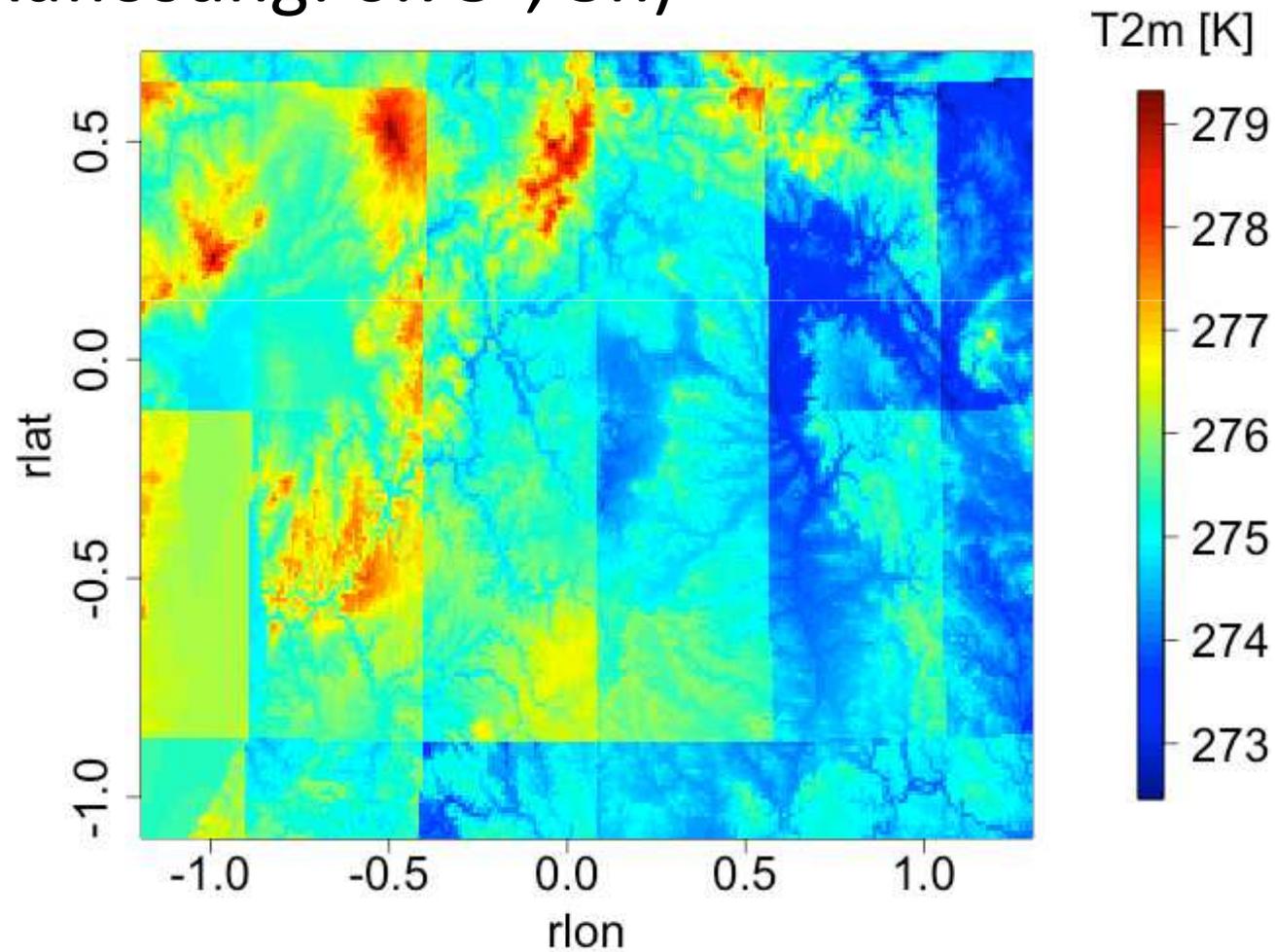
Main-Einzugsgebiet

Vergleich Bodendatensätze

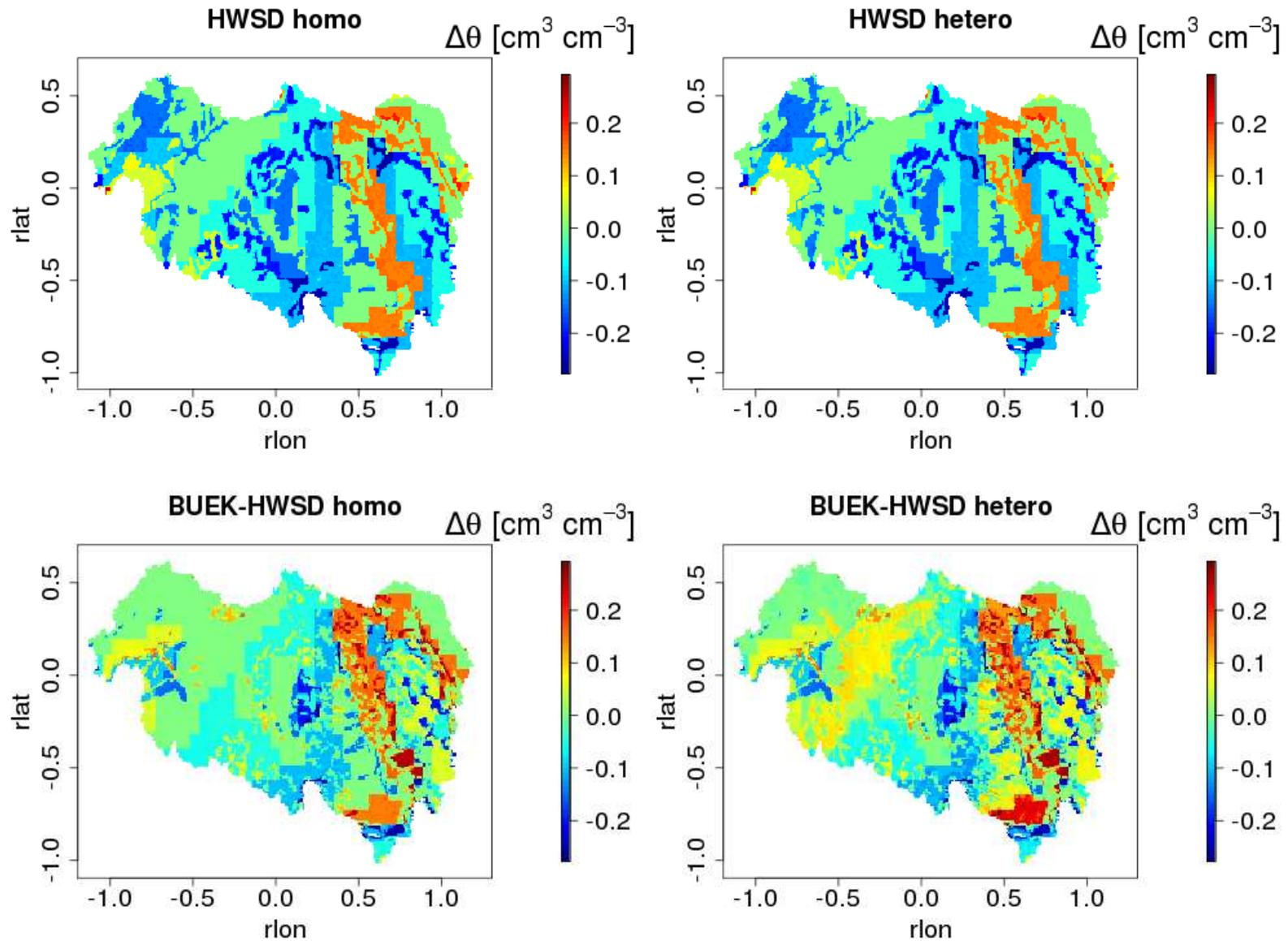


Meteorologische Antriebsdaten

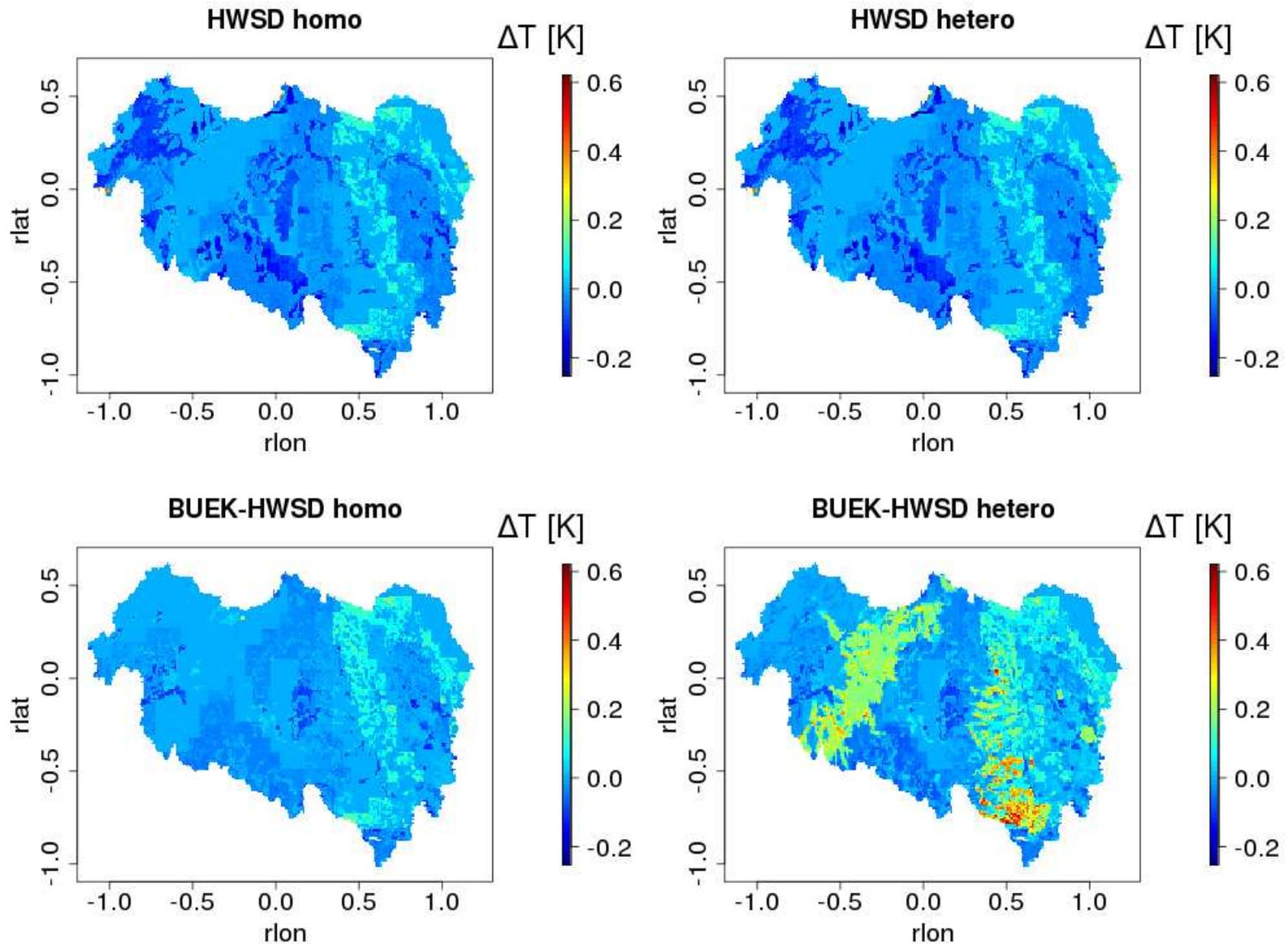
ERA-Interim Reanalyse-Daten
(Auflösung: 0.75° , 3h)



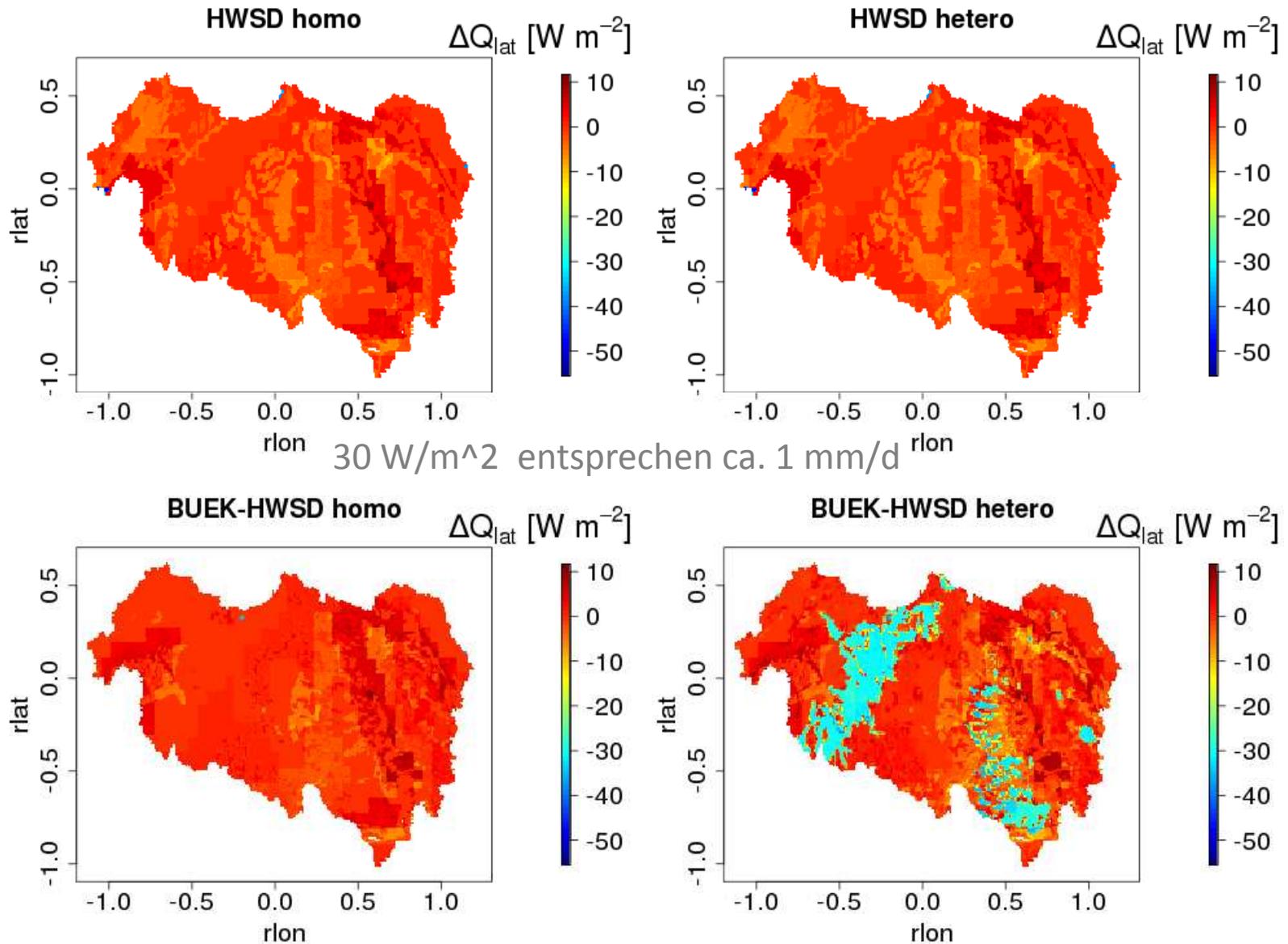
Ergebnisse - Wassergehalt



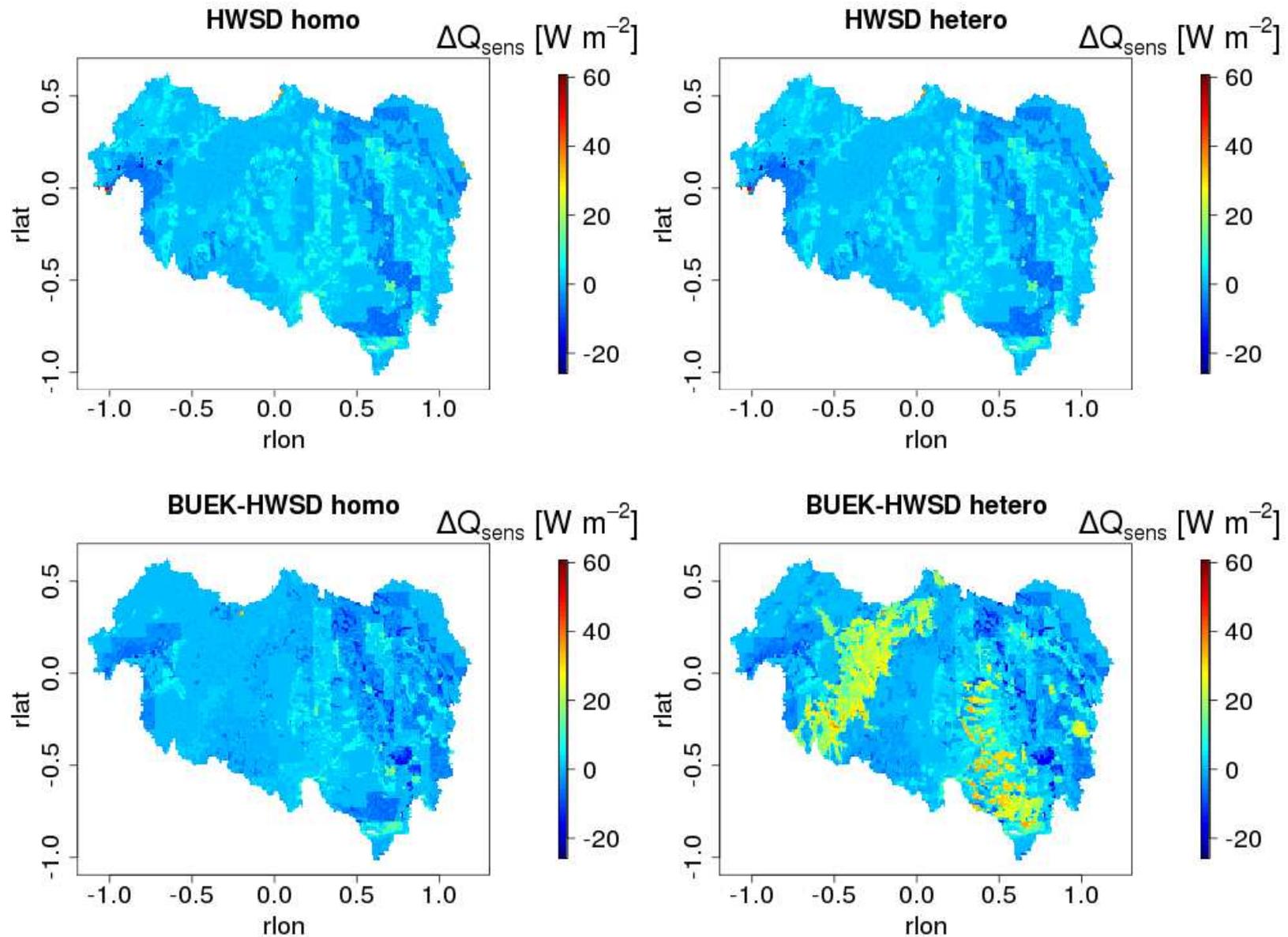
Ergebnisse - Bodentemperatur



Ergebnisse – Latente Wärme



Ergebnisse – Sensible Wärme



Zusammenfassung

- Deutlich verbessertes Bodenmodul für die regionale Klimamodellierung
- Erste Tests in einem Bodenkohlenstoffmodell
=> Änderung der Bodenkohlenstoffbilanz in der Größenordnung des PKW-CO₂ Ausstoßes
- Tests im vollständigen Atmosphäre-Vegetations-Boden Klimasystem stehen noch aus

Überfluteter Innenhof des Dresdner Zwingers