
Probabilistische Abschätzung regionaler Klimaänderungen der kommenden Dekaden und ihrer Unsicherheiten

Anwendung Bayesischer Statistik auf regionalen Klimaänderungen

Dr. Reinhard Hagenbrock

Dr. Andreas Hense

*Herausforderung Klimawandel Baden-Württemberg
Karlsruhe, 10. Oktober 2007*

- Modellierung des Klimas**
- Probabilistischer Ansatz**
- Idee des Verfahrens**
- BMA im PArK-Projekt**

Modellierung des Klimas

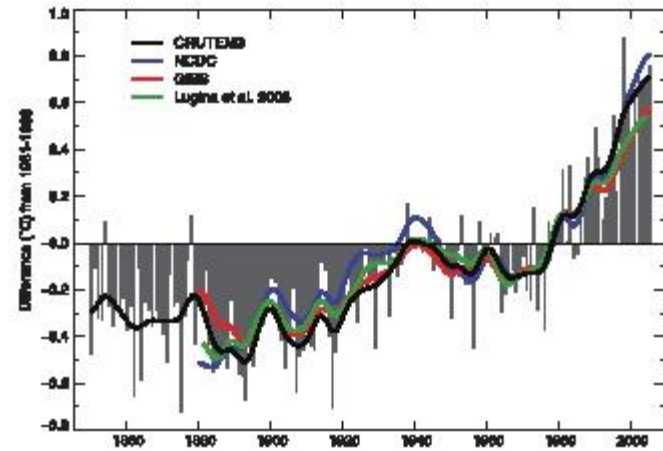
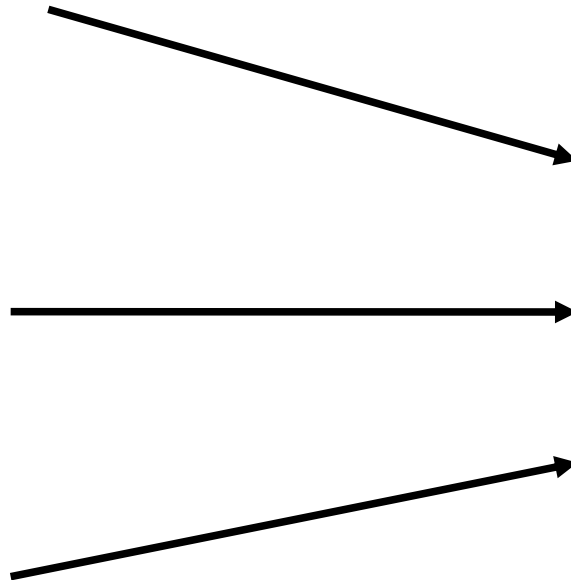
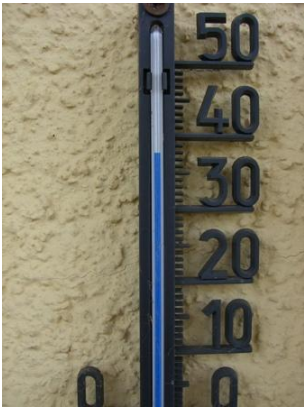


Figure 3.1. Annual anomalies of global land-surface air temperature ($^{\circ}\text{C}$), 1850 to 2005, relative to the 1961 to 1990 mean for CRUTEM3 updated from Bragan et al. (2005). The smooth curves show decadal variations (see Appendix 3.A). The black curve from CRUTEM3 is compared with those from NCDC (Smith and Reynolds, 2005; blue), GISS (Hansen et al., 2001; red) and Legins et al. (2005; green).

“Proxy”-Daten

- Eisbohrkerne
- Dendrochronologie
- ...

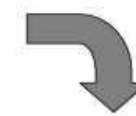
Modellierung des Klimas



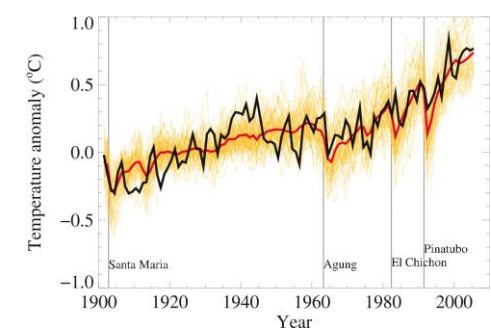
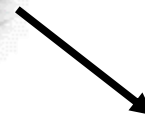
Emission



Transmission



Immission



FAQ 8.1, Figure 1

Physikalisches Verständnis
des Klimas
→ Modelle von Atmosphäre,
Ozean, (Biosphäre, ...)

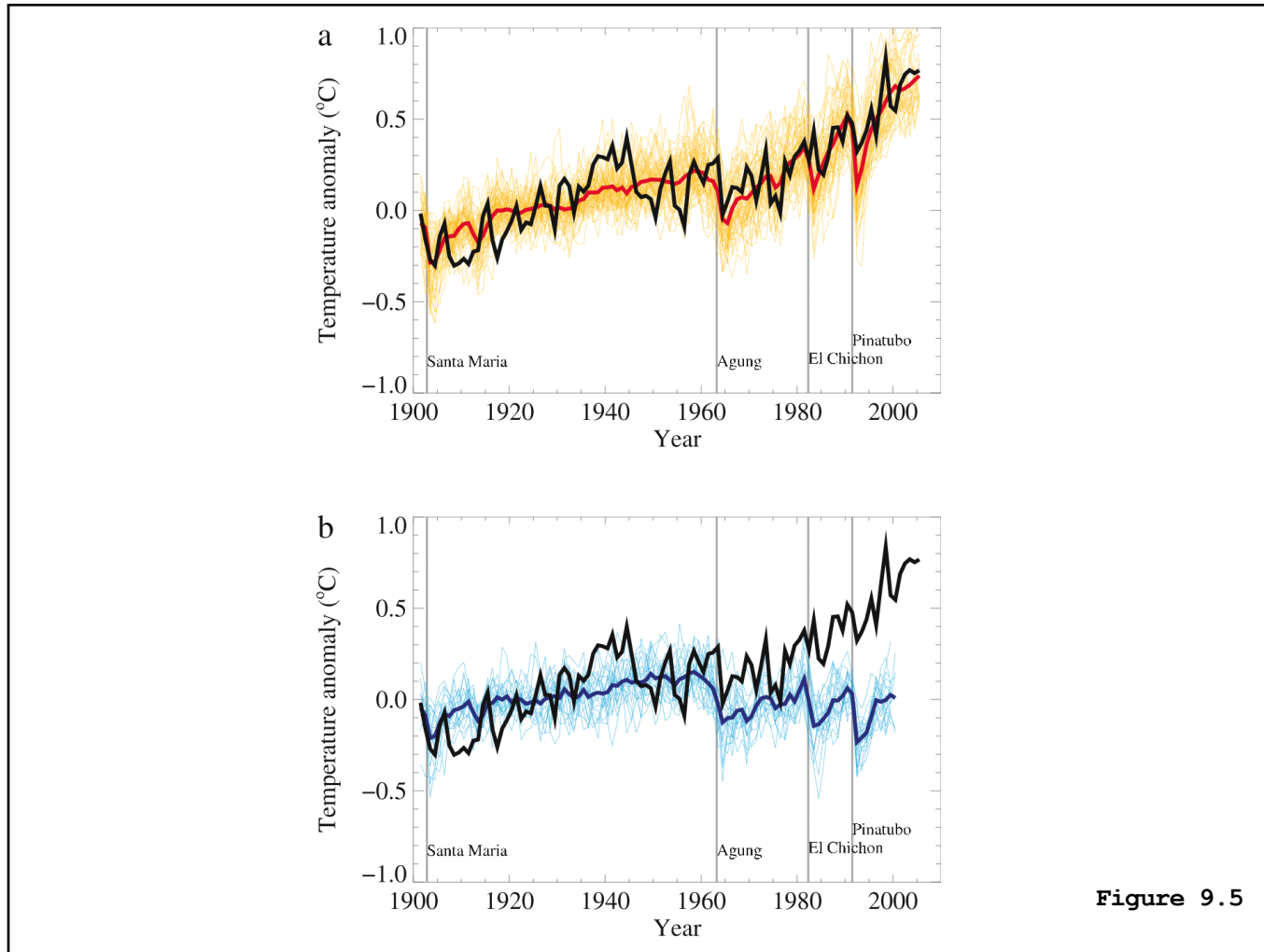
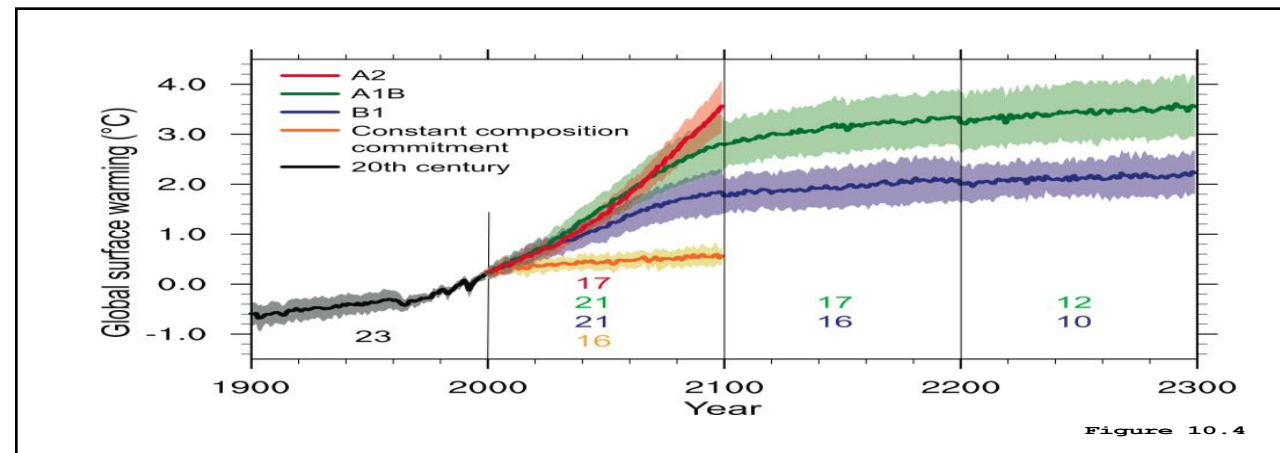


Figure 9.5

Quelle:
IPCC-AR4,
Fig. 9.5

- ❑ Klimamodelle liefern $\sim 10^{10}$ Zahlen
- ❑ Oft betrachtet: Globale Mitteltemperatur bzw. “Climate sensitivity”
- ❑ Szenarien-Rechnungen unterscheiden sich insbesondere ab Mitte des 21. Jhd.



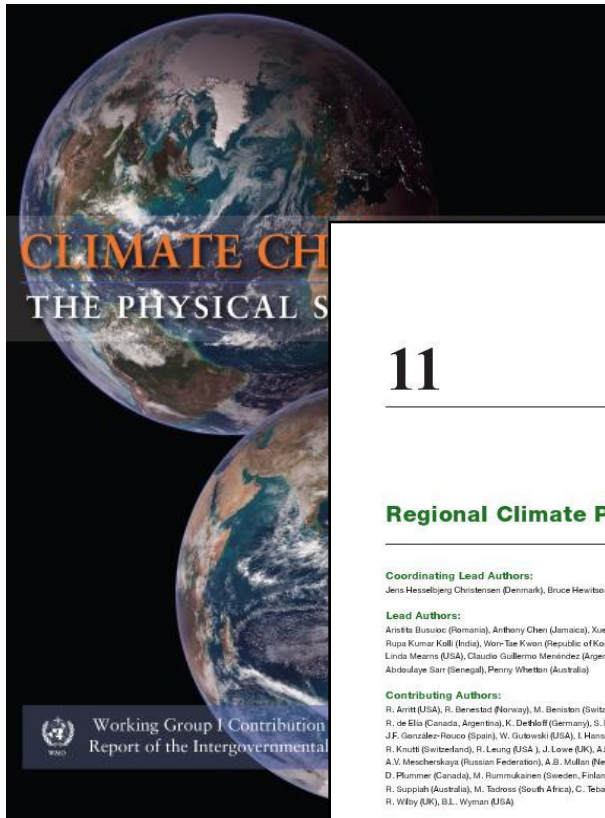
□ Klimaprojektionen enthalten Unsicherheiten

- Verständnis der physikalischen Zusammenhänge
- Kompromisse bei der numerischen Umsetzung/Lösung
- “natürliche” Variabilität eines chaotischen Systems
- Emissions-Szenarien

- Rückkopplungen im System können Unsicherheiten verstärken

□ Probabilistischer Ansatz sinnvoll

“Parameter A wird mit Wahrscheinlichkeit p im Bereich $[A_1, A_2]$ liegen.”



11

Regional Climate Projections

Coordinating Lead Authors:

Jens Hesselbjerg Christensen (Denmark), Bruce Hewitson (South Africa)

Lead Authors:

Aristis Bussioc (Romania), Anthony Chen (Jamaica), Xunjie Gao (China), Isaac Held (USA), Richard Jon Rupa Kumar Kall (India), Won-Tae Kwon (Republic of Korea), René Laprise (Canada), Victor Magaña Rúa (USA), Claudio Guillermo Menéndez (Argentina), Jouni Räisänen (Finland), Annette Rinke (Australia), Penny Whetton (Australia)

Contributing Authors:

R. Arritt (USA), R. Berneš (Norway), M. Beniston (Switzerland), D. Bromwich (USA), D. Caya (Canada), R. de Elia (Canada, Argentina), K. DeWitt (Germany), S. Emori (Japan), J. Feddesma (USA), R. Gierdes (C. J.F. González-Rouco (Spain), W. Gutowski (USA), I. Hansson-Bauer (Norway), C. Jones (Canada), R. Ka R. Knutti (Switzerland), R. Leung (USA), J. Love (UK), A.H. Lynch (Australia), C. Mabitia (Canada), A.V. Meshcheryakova (Russian Federation), A.B. Miller (New Zealand), M. New (UK), W.H. Nashwan (U. D. Plummer (Canada), M. Rummukainen (Sweden, Finland), C. Schär (Switzerland), S. Somot (France), I. R. Suppliah (Australia), M. Tadross (South Africa), C. Tebaldi (USA), W. Tennant (South Africa), M. Widm R. Wilby (UK), B.L. Wyman (USA)

Review Editors:

Gangbin Fu (China), Filippo Giorgi (Italy)

This chapter should be cited as:

Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Bussioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kall, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr and P. Whetton, 2007: Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

“ In general, the regional sections of this chapter assess the uncertainty in regional changes based on expert understanding of the relevant processes, rather than by formal probabilistic methods, which are still in their infancy and currently do not provide definitive results. ”

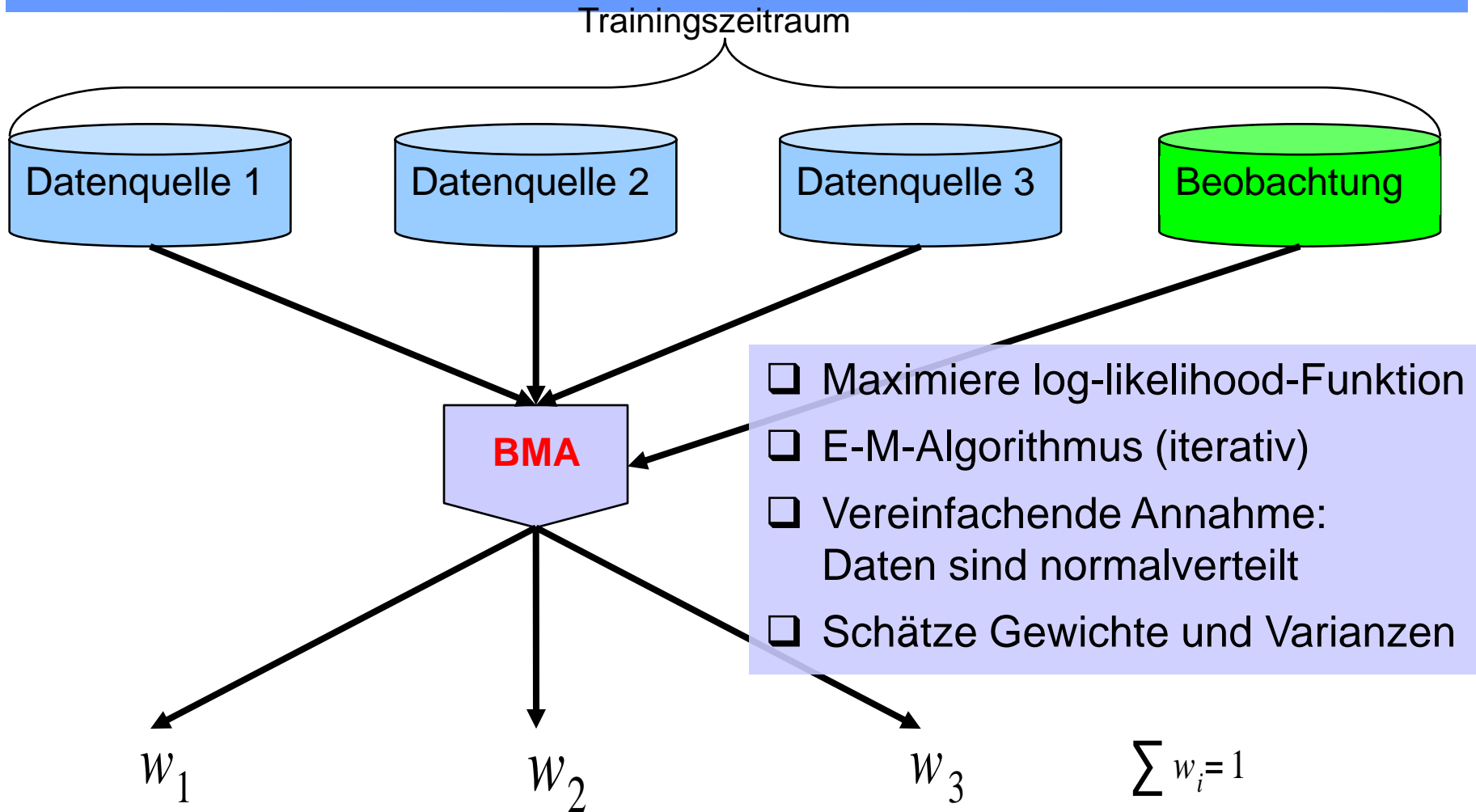
IPCC-AR4, chapter 11, p924

□ „... still in their infancy ...“

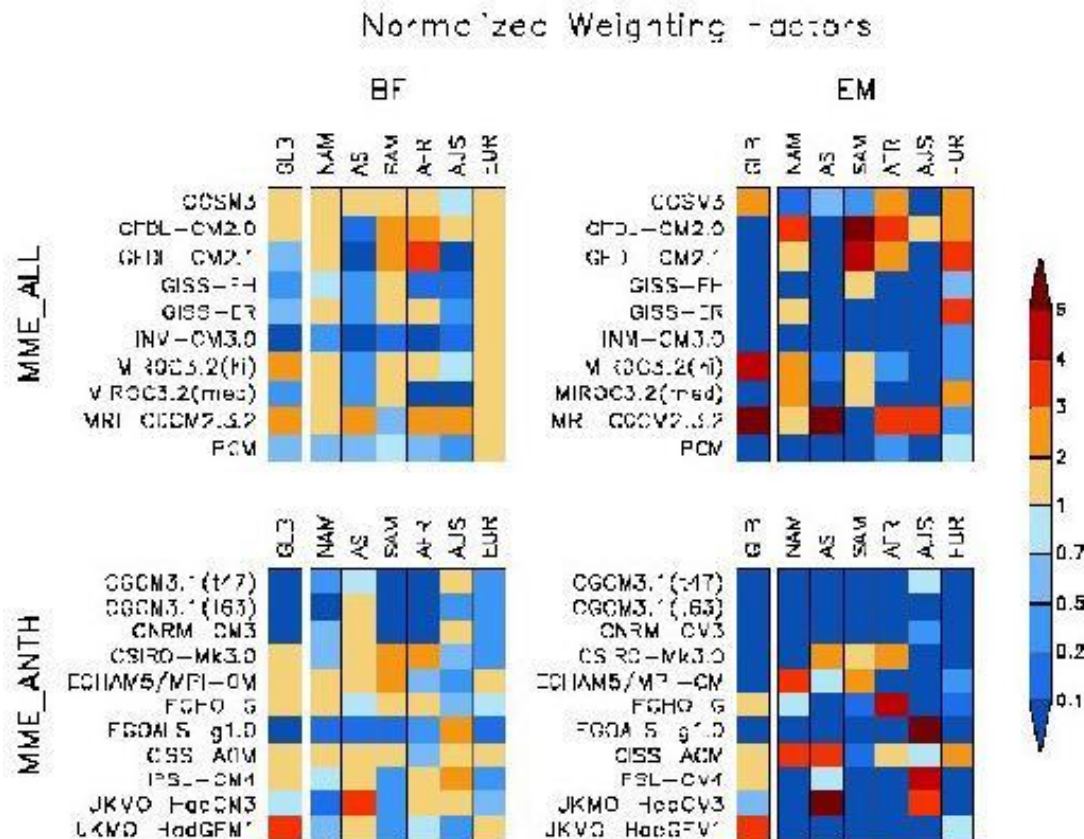
□ aber:

- Im Bereich Wettervorhersage einige Vorarbeiten mit probabilistischen Verfahren
- Vorarbeit:
Min, S.-K., D. Simonis, and A. Hense, 2007: Probabilistic climate change predictions applying Bayesian model averaging. *Phil. Trans. R. Soc. A* 365, 2103-2216, DOI: 10.1098/rsta.2007.2070
 - Globale und kontinentale 2m-Temperaturen
 - Projektion für 2000 - 2100

Idee des Verfahrens



Idee des Verfahrens



Was haben wir aus der Vorarbeit gelernt?

- BMA produziert „strikte“ Gewichte
- Gewichte nicht zu weit in die Zukunft extrapolieren.
- Gewichte für verschiedene Regionen nicht gekoppelt
 - Kopplung erscheint sinnvoll
 - „Multi-grid-Verfahren“ ?

Spezifische Ziele

- Südwest-Deutschland
- „einfache“ meteorologische Elemente
(Temperatur, Druck, ...)
- Trainingszeitraum: 1961-200x
- Vorhersagezeitraum: 2010-2030

Datenquellen:

globale Klimamodelle

- ECHAM5-MPIOM
- ECHO-G
- Modelle des IPCC-4AR am LLNL

regionale Klimamodelle

- CLM (Projektpartner Karlsruhe)
- REMO („Konsortialläufe“)

Statistisches Downscaling

- WETTREG (Projektpartner Potsdam)

Spezifische Probleme:

- Eingangsdaten haben unterschiedliche Auflösung
- Zielgebiet topographisch sehr heterogen

- Re-kalibriere Gewichte sukzessive