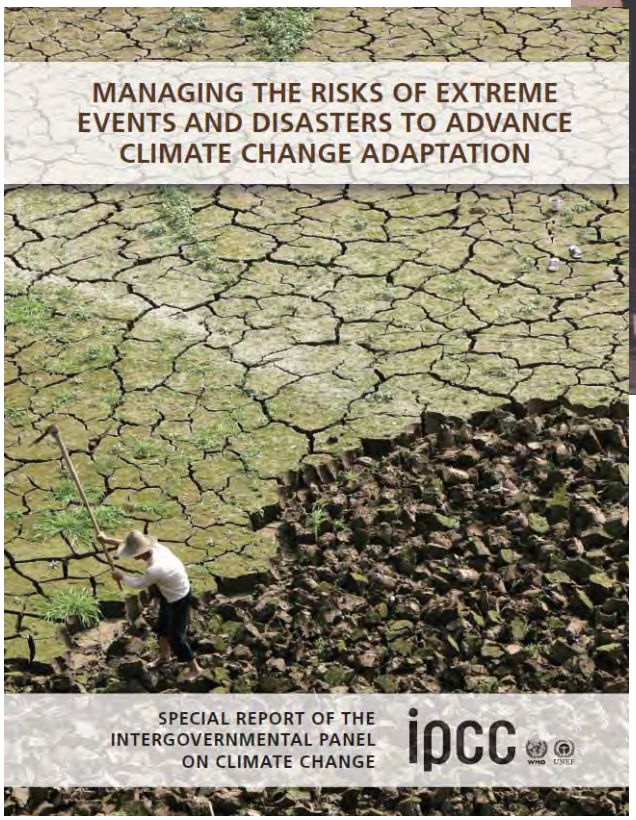
Auf welche extremen Niederschlagsereignisse soll sich eine vorausschauende Wasserwirtschaft in den nächsten Jahren und Jahrzehnten einstellen?

Uwe Ulbrich

Institut für Meteorologie, Freie Universität Berlin


MANAGING THE RISKS OF EXTREME EVENTS AND DISASTERS TO ADVANCE CLIMATE CHANGE ADAPTATION
SPECIAL REPORT OF THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE
ipcc

Düsseldorfer

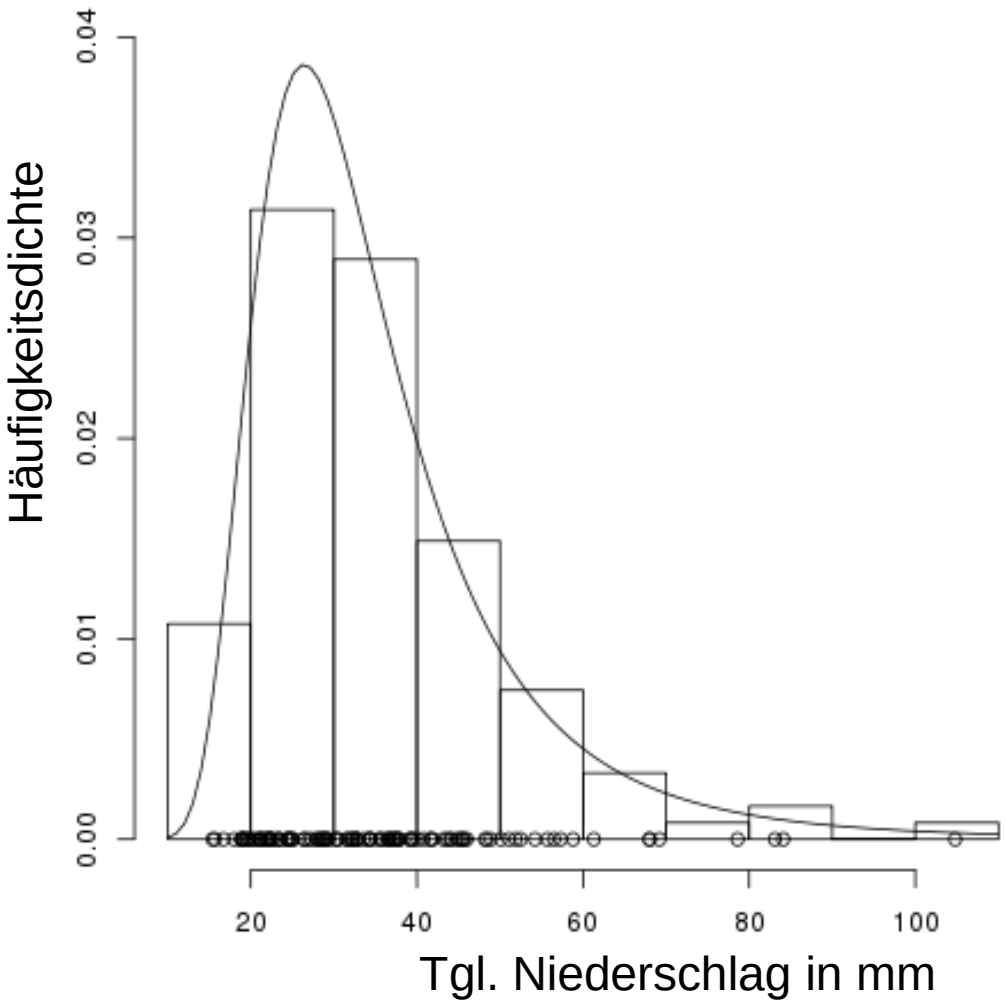
Agenda

1. Mit welchen Extremniederschlägen muss man „der Erfahrung nach“ rechnen?
2. Extremniederschläge und Hochwasser
3. Klimatologische Einschätzungen über Ensemble-Simulationen
4. Einschätzungen für anthropogene Klimaänderungen
5. Dekadische Vorhersagen

Extremniederschläge, Station Potsdam

Jahresmaxima der
täglichen Niederschlagssummen
an der Station Postdam (ab 1893)

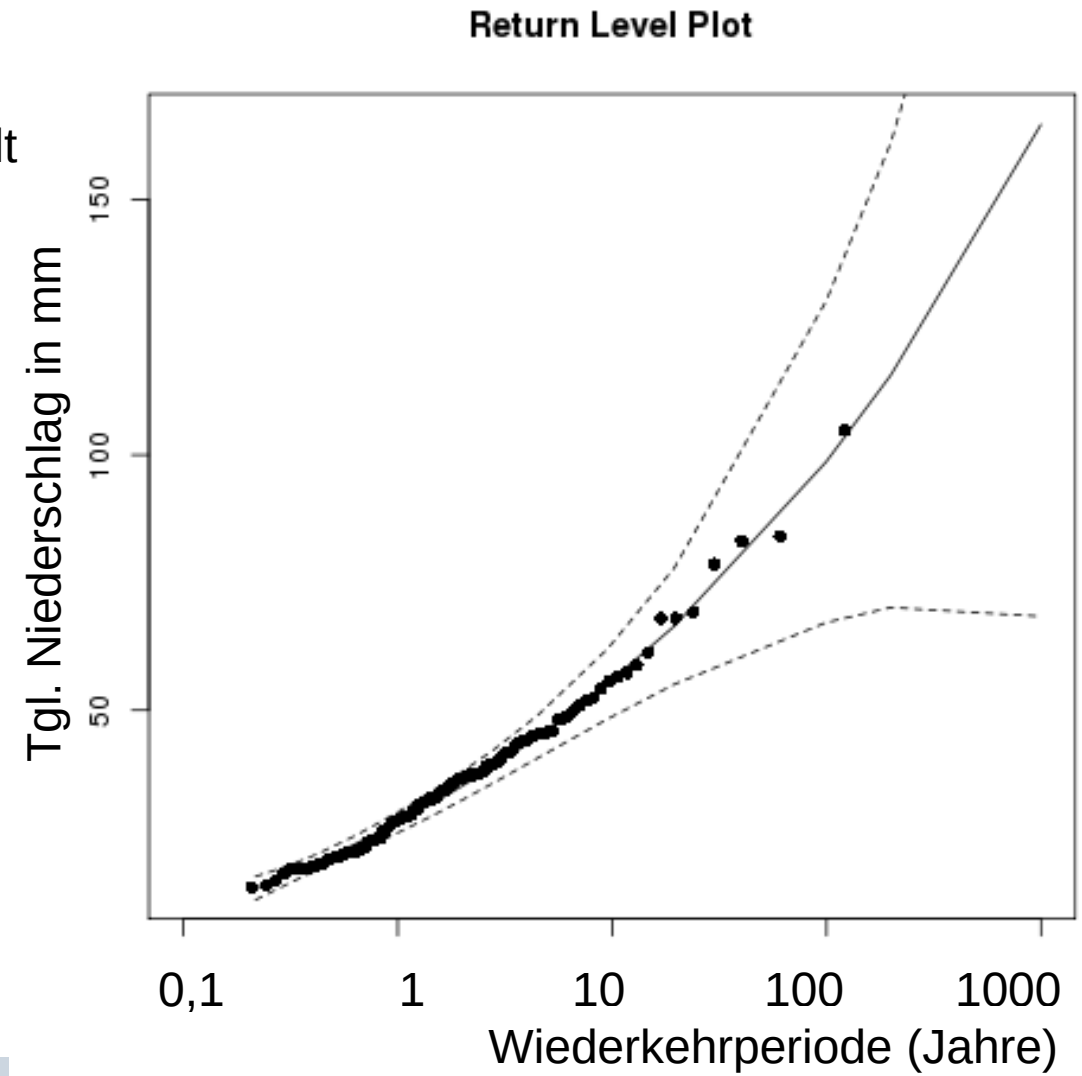
Histogram und Anpassung einer Generalisierten Exremwertverteilung (GEV)



Wiederkehrwerte gemäß GEV

Wiederkehrwerte der jährlichen Maxima
an der Station Potsdam.

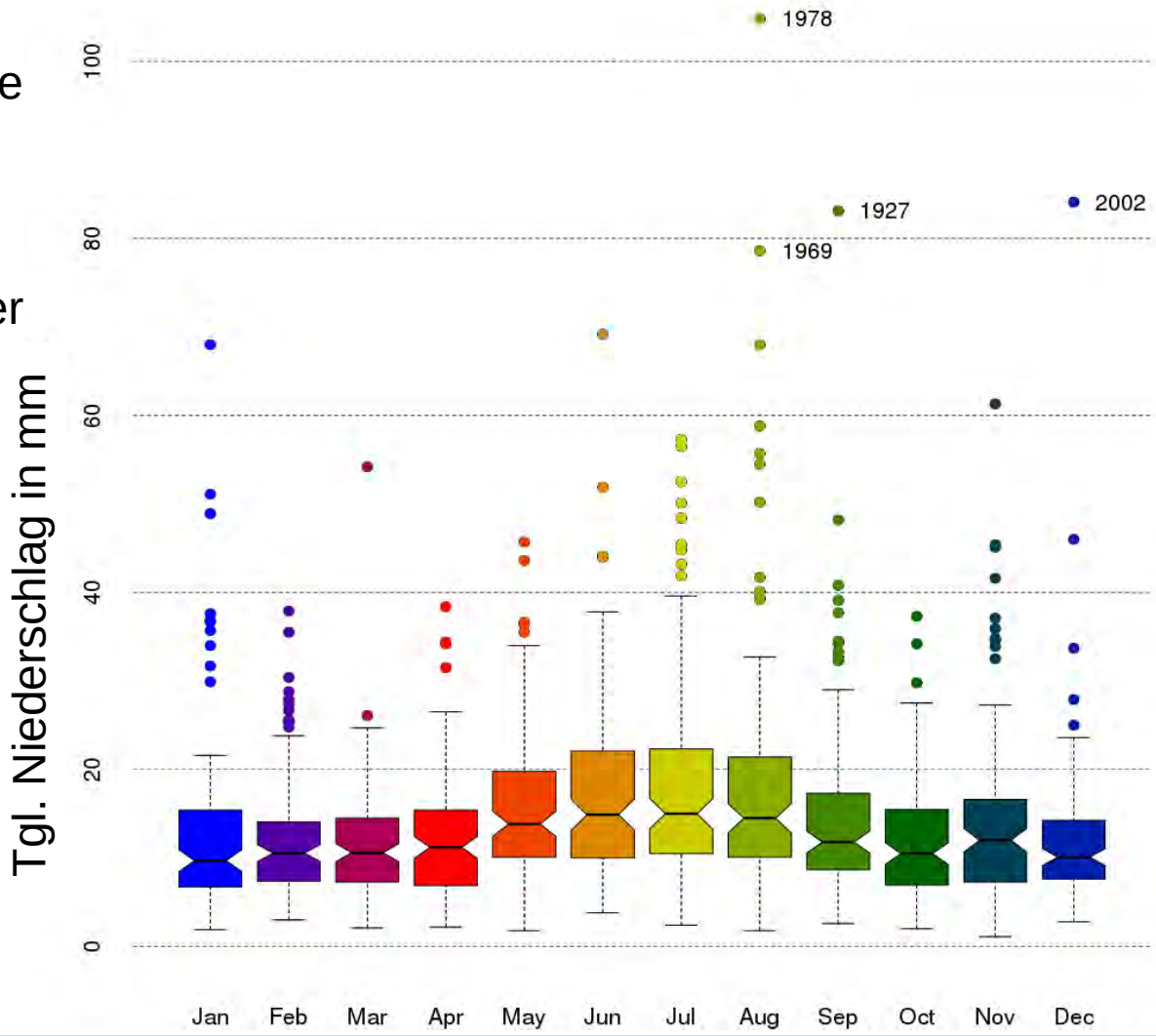
Anpassung der GEV,
95% Konfidenzbereich gestrichelt



Jahresgang: Monatliche Maxima, Potsdam

Monatliche Maxima der täglichen Niederschlagssumme

Boxen geben die Quartile an und die Whiskers 1.5mal den Quartilabstand, Punkte darüber sind explizit dargestellt.

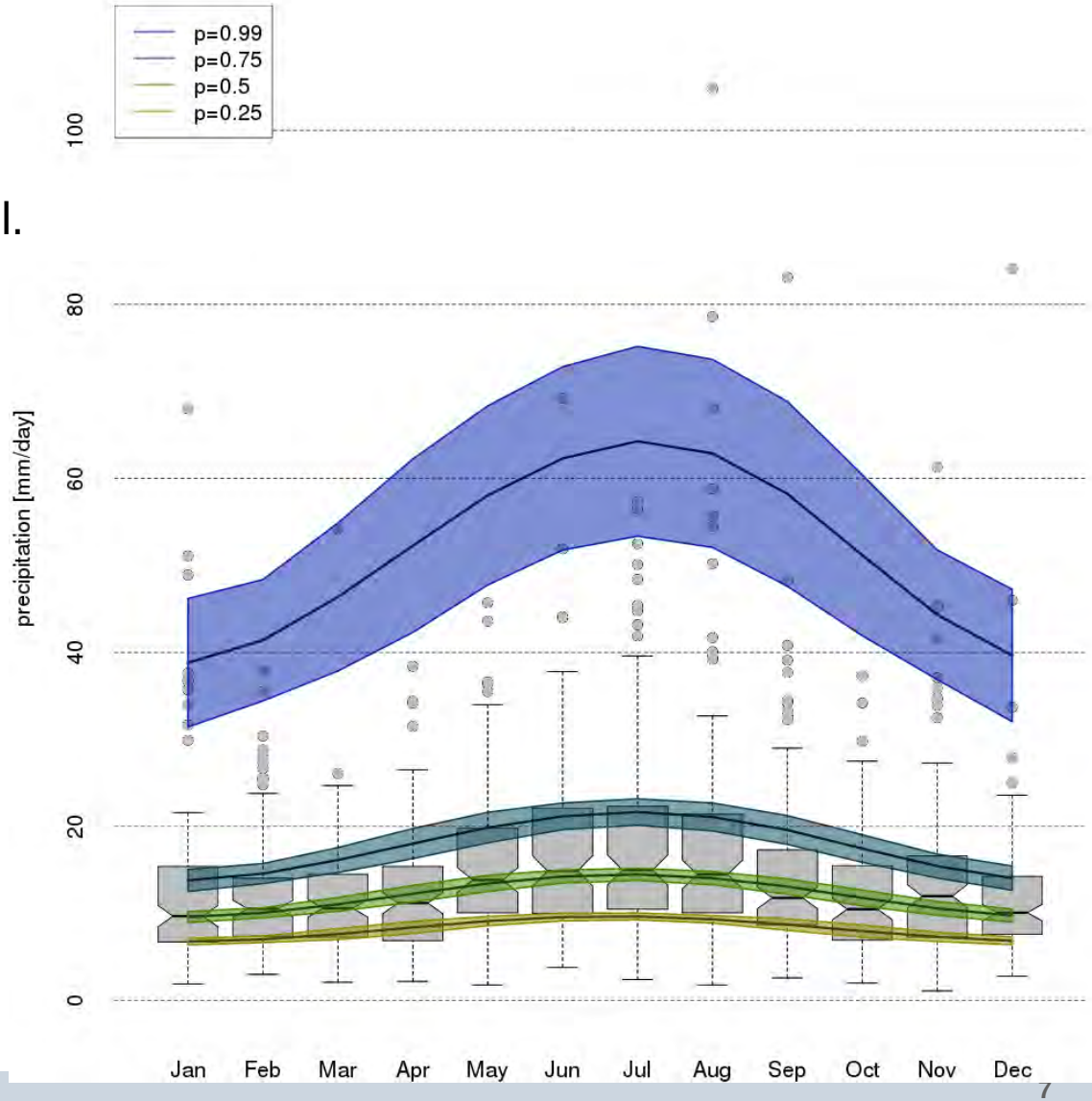


Jahresgang: Monatliche Maxima, Potsdam

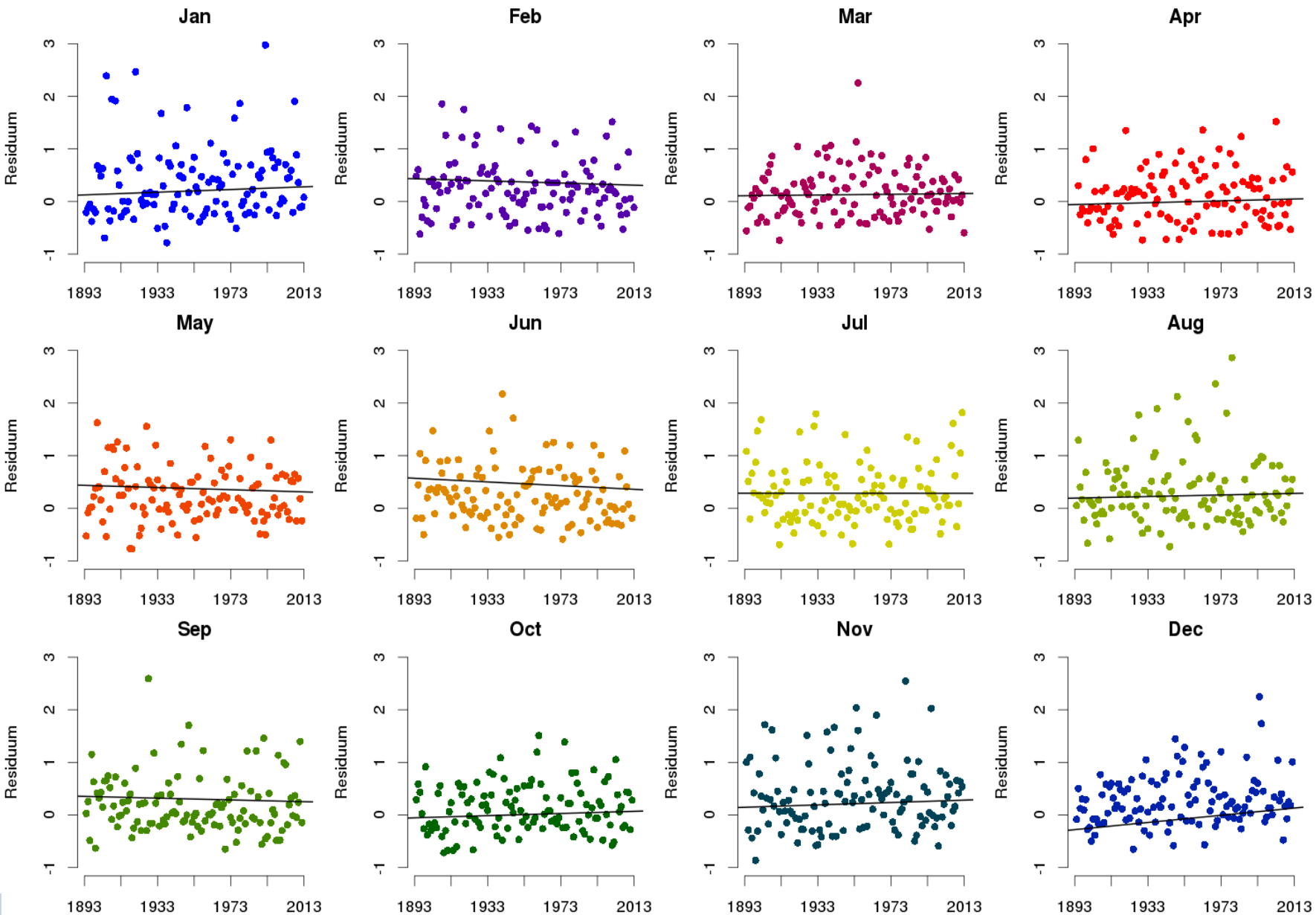
Statistische Modellierung des Jahresgangs:
durchgezogene Linien = Quantile von unten nach oben
0.25-, 0.5-, 0.75-, und 0.99-Quantil.

Das 99%-Quantil entspricht etwa dem
100-jährigen Wiederkehrwert,

40mm im Dezember und
65mm im Juli



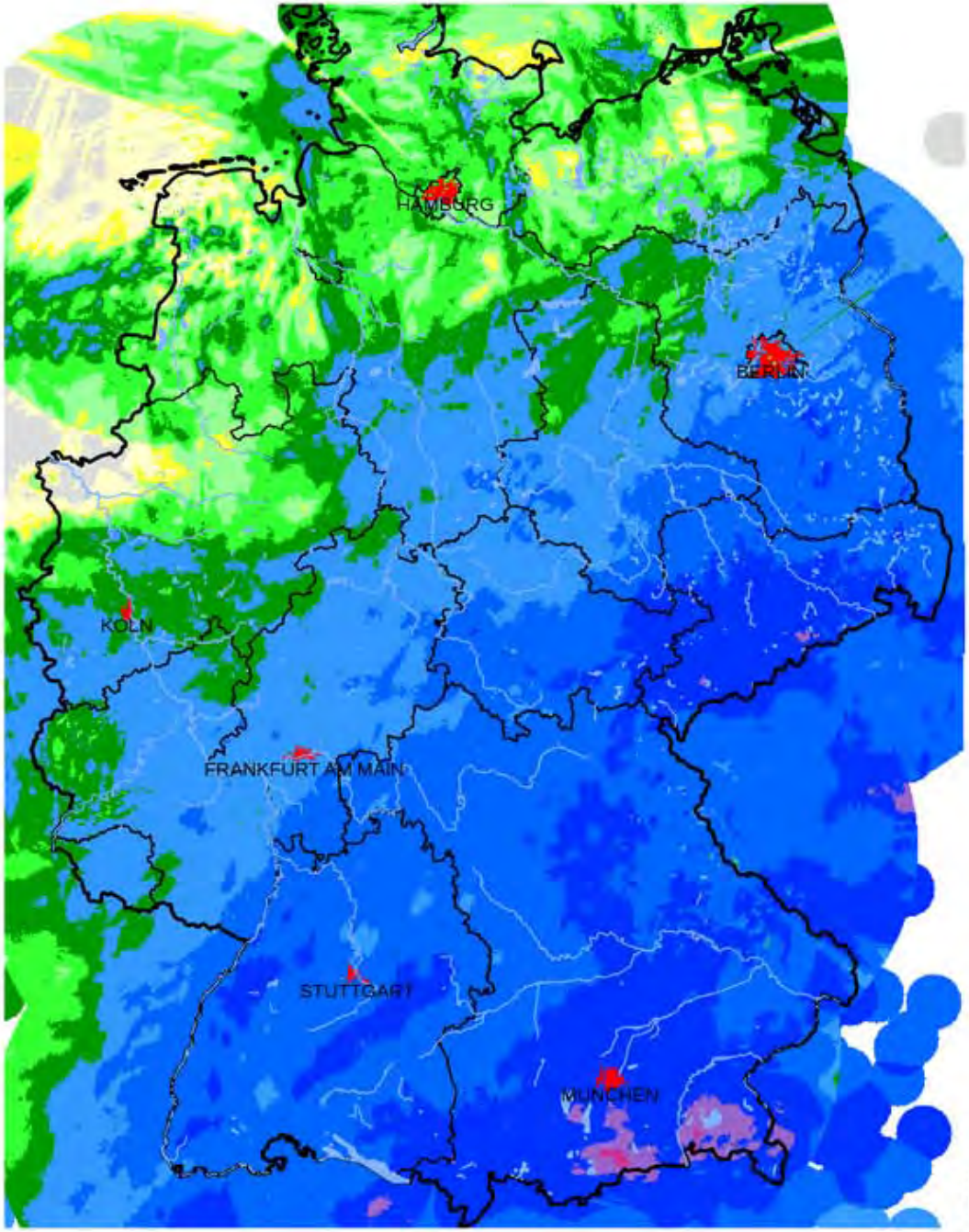
Trends Potsdam



2. Extremniederschläge und Hochwasser

Ziel: Warnungen, kurzfristige Vorsorgemaßnahmen etc.

http://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2013-06/hochwasser-jahrhundertflut-passau-dresden-prag



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

Legende

Wochensumme bis 03.06.2013, 06 UTC

- 0
- >0 bis 1,0
- >1,0 bis 2,0
- >2,0 bis 5,0
- >5,0 bis 10,0
- >10.0 bis 20,0
- >20.0 bis 50,0
- >50.0 bis 100,0
- >100.0 bis 200,0
- >200.0 bis 300,0
- >300.0

in mm

Quelle: www.dwd.de

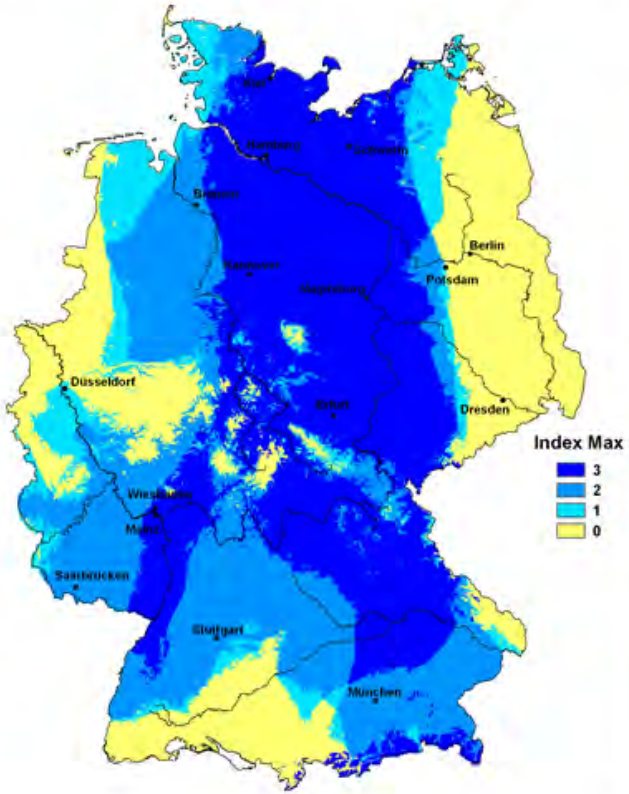
0 100 km

(c) DWD-Hydrometeorologie, 2013

Faktoren des Hochwassers: Bodenfeuchte 26.05.2013

Freie Universität Berlin

Extremwerte der Bodenfeuchte am 26.05.2013



0 – kein Maximum überschritten
1 – der dritthöchste Bodenfeuchtewert wird überschritten
2 – der zweithöchste Bodenfeuchtewert wird überschritten
3 – der höchste Bodenfeuchtewert wird überschritten – neues absolutes Maximum

Für jeden Rasterpunkt werden für den betrachteten Tag aus dem Zeitraum 1961 bis zum letzten Jahr die drei höchsten Bodenfeuchten bestimmt. Für denselben Tag im aktuellen Jahr werden diejenigen Gebiete gekennzeichnet, in denen einer der drei Maxima überschritten wird.

Bedingungen am Beispiel von Flächen mit Wintergetreide auf leichten Standorten. Während zu diesem Zeitpunkt in Deutschland im Mittel eine Bodenfeuchte von ca. 60 Prozent nutzbarer Feldkapazität besteht, sind es aktuell 95 Prozent.
Quelle: DWD

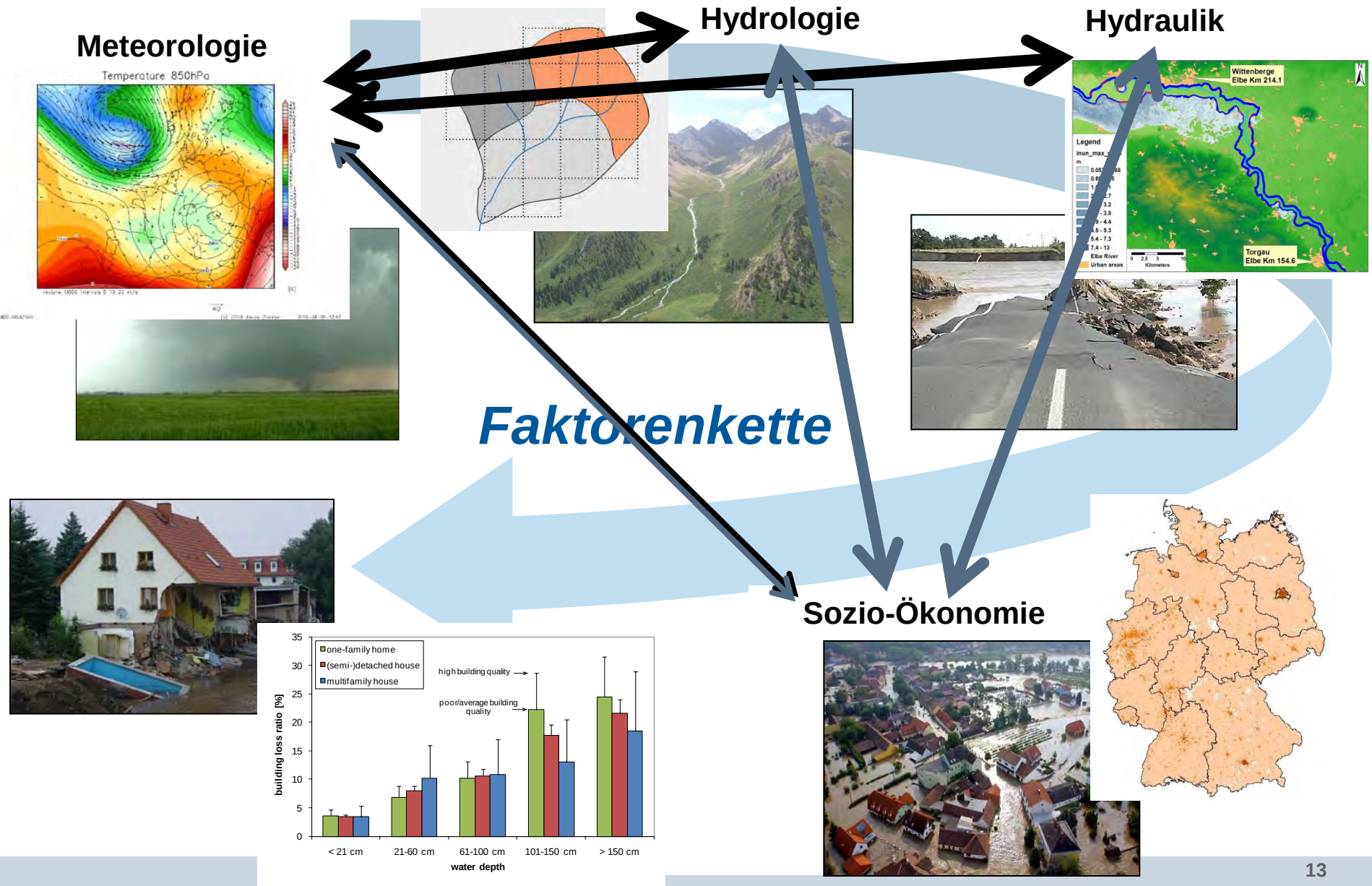
Faktoren Hochwasser April 2006

Schneeschmelze / Eis

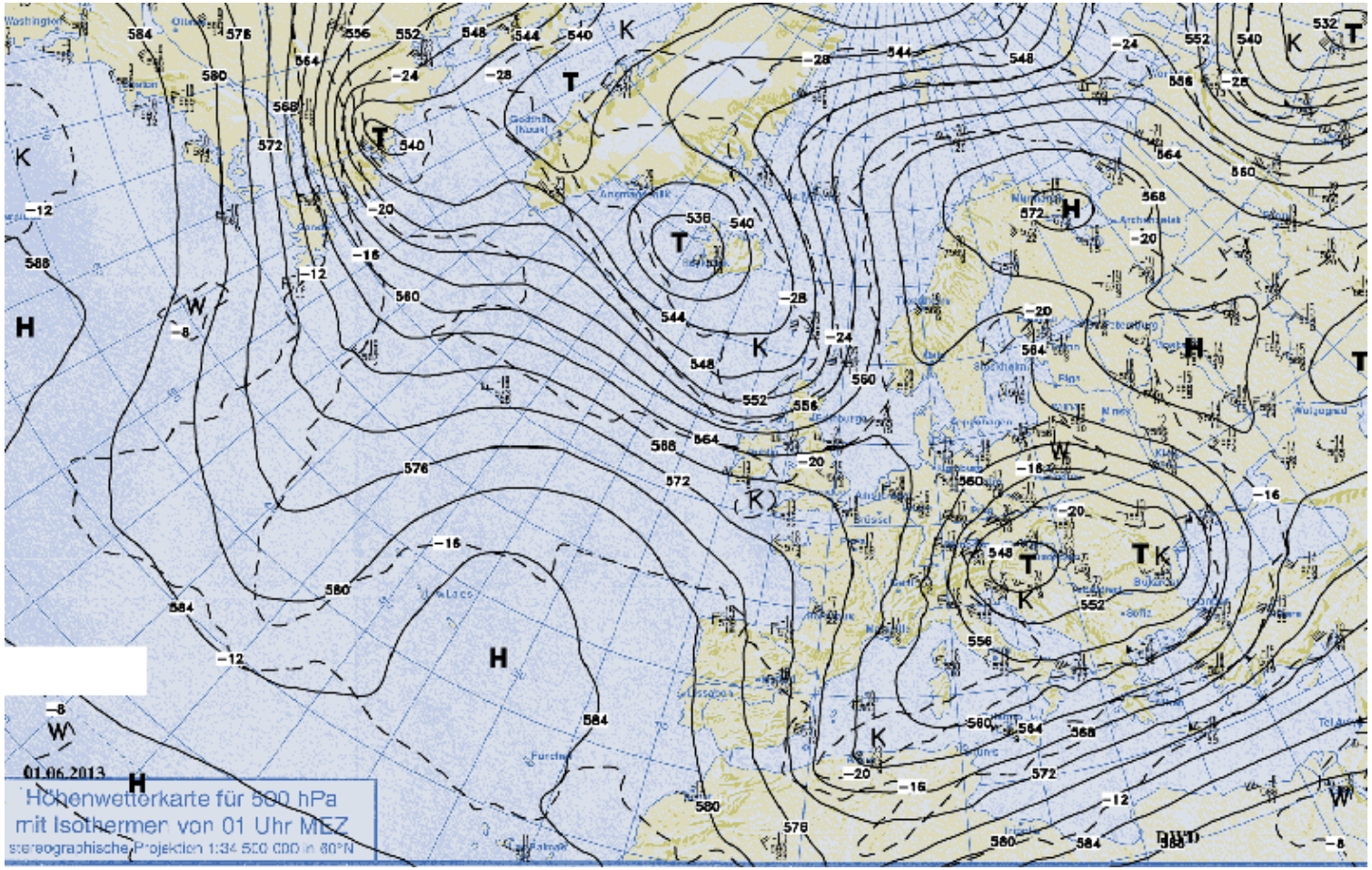
Quelle: http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/Abschlussbericht_060718.pdf

Faktorenkette Hochwasser: Interdisziplinäre Ansätze

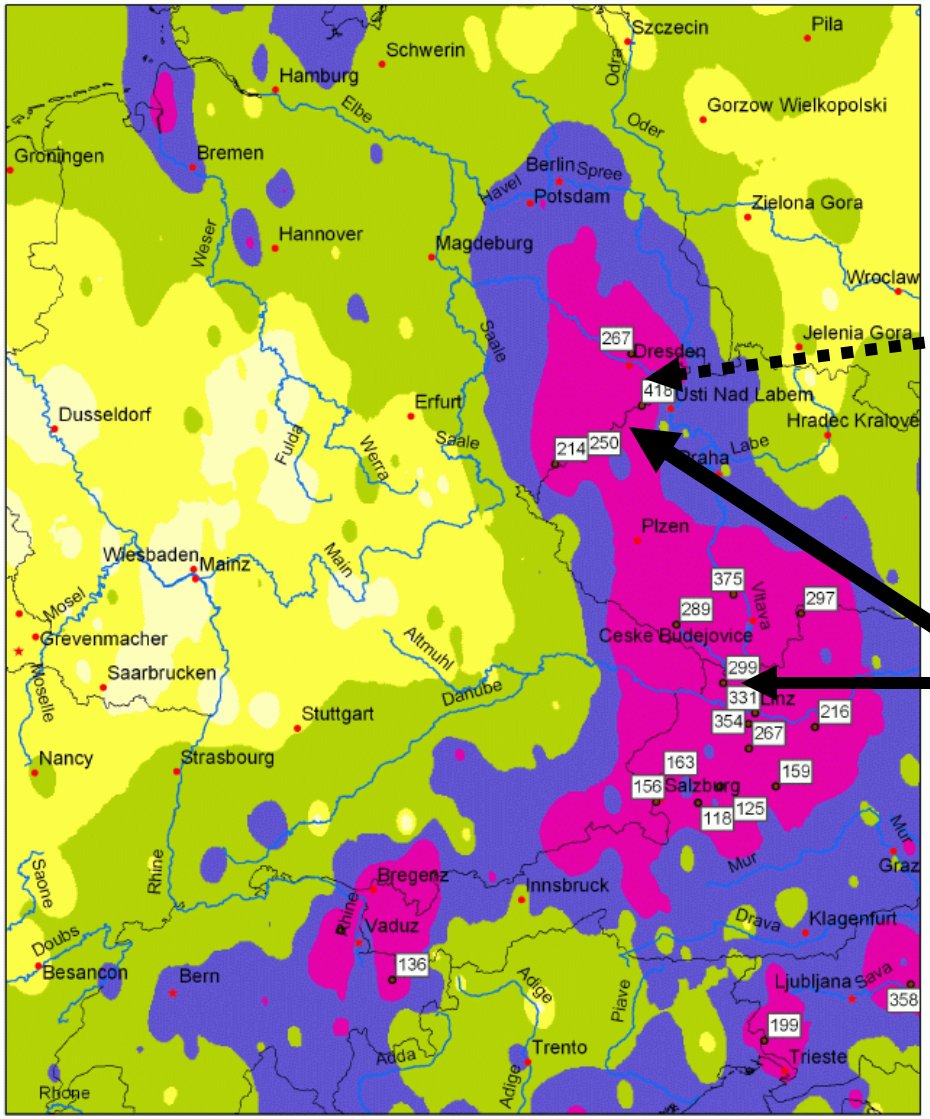
Freie Universität Berlin



Meteorologische Ansätze: Physikalisches Verständnis + Modellierung



Niederschlagssummen, 1.-13.8.2002

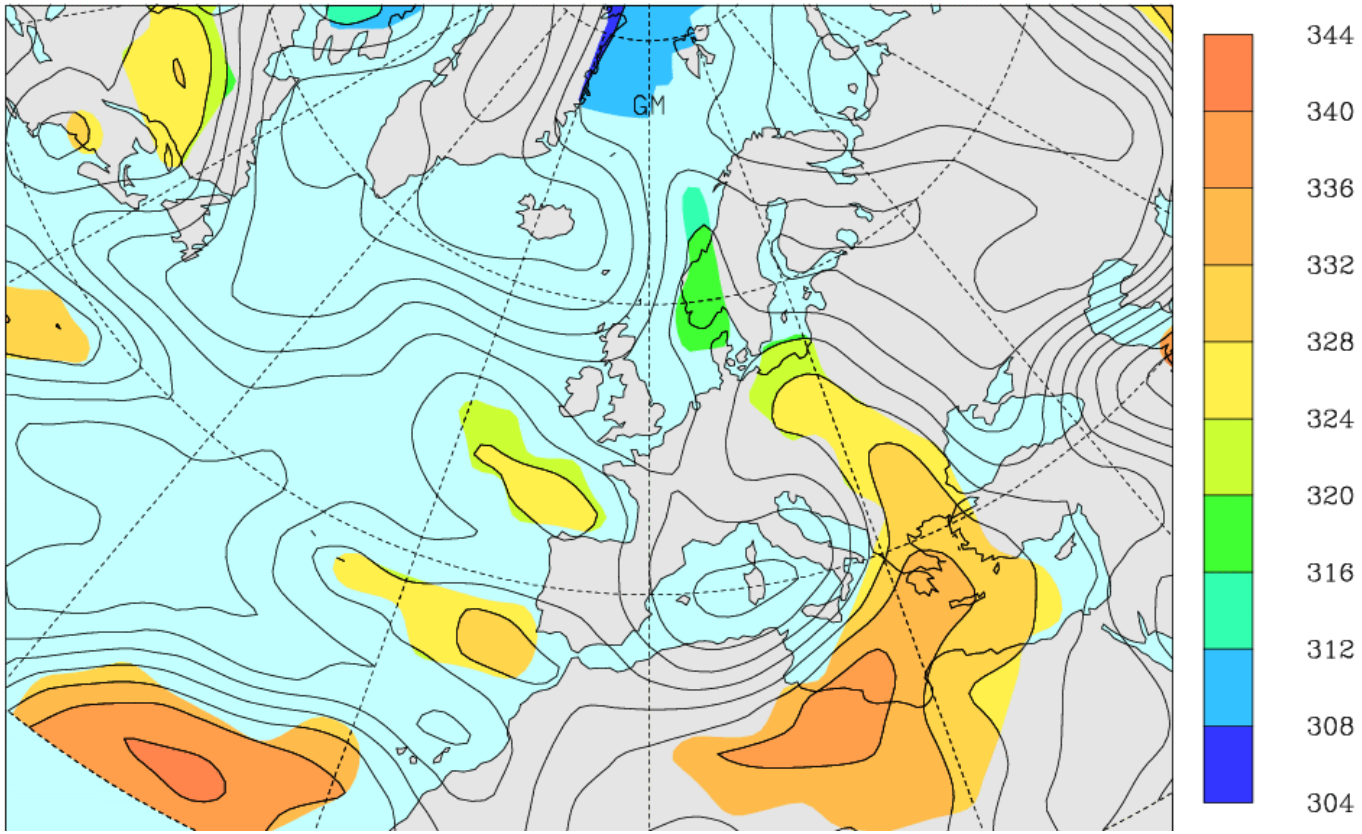


Zinnwald 12 August:
312 mm / 24 Stunden
(August -Mittel: 103 mm)

Niederschlagssummen:
3* August-Durchschnittsmenge
(1961-1990)

Abbildung:
B. Rudolf, DWD / GPCC 2002

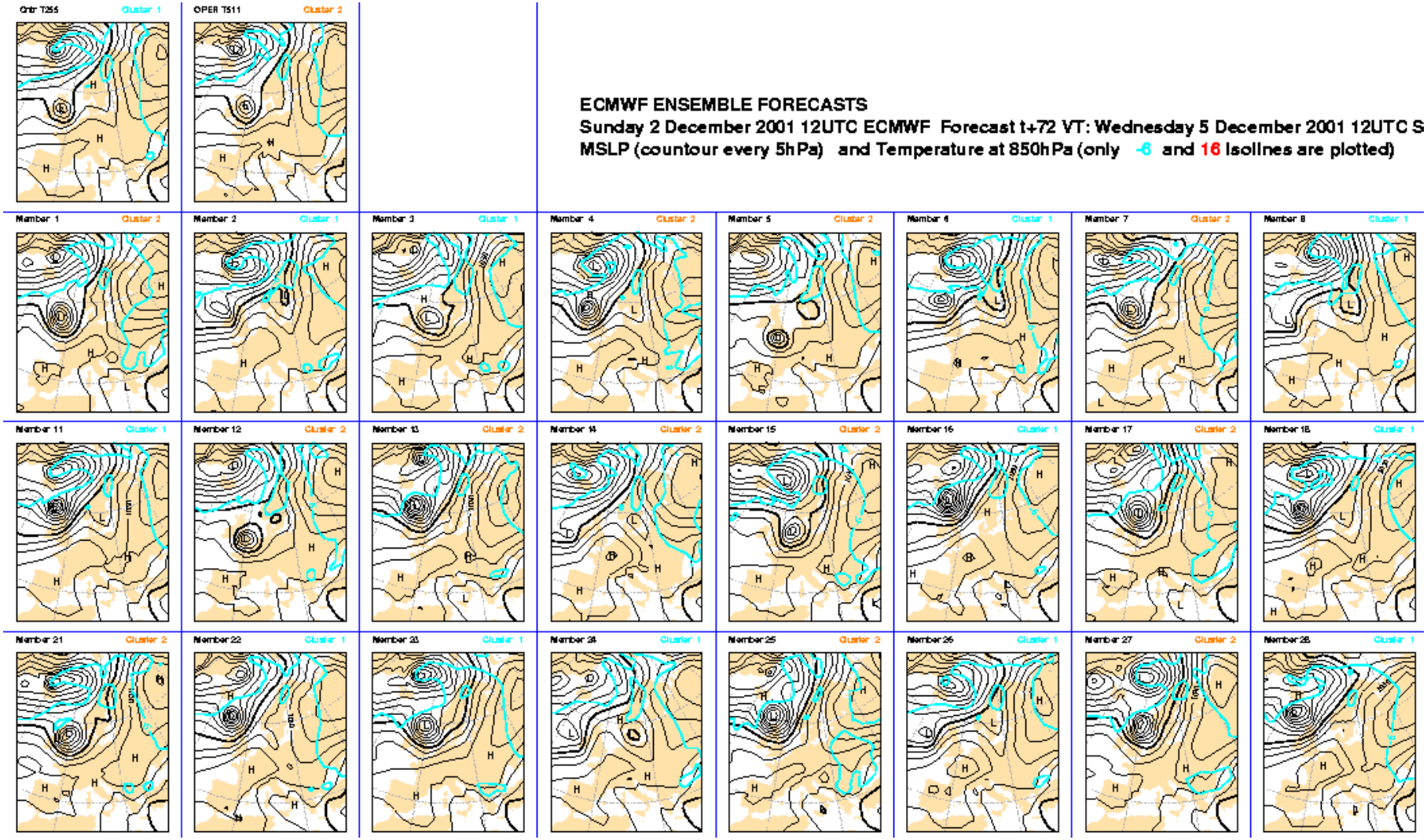
Mechanismen von Vb-Wetterlagen



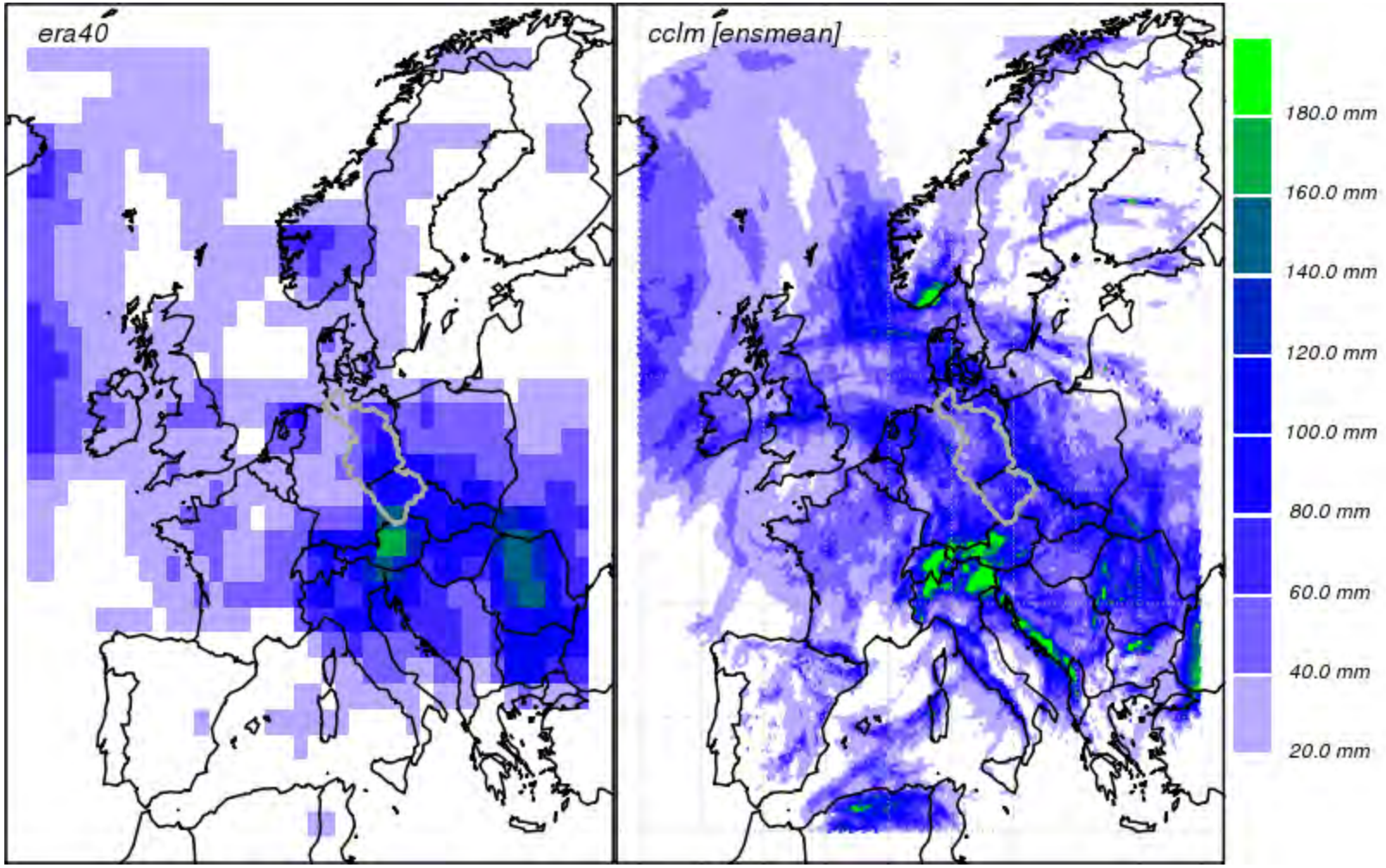
Äquivalentpotentielle Temperatur, 1.8.2002

Farbig: Werte größer als 95%-Quantil

3. Klimatologische Einschätzungen über Ensemble-Simulationen



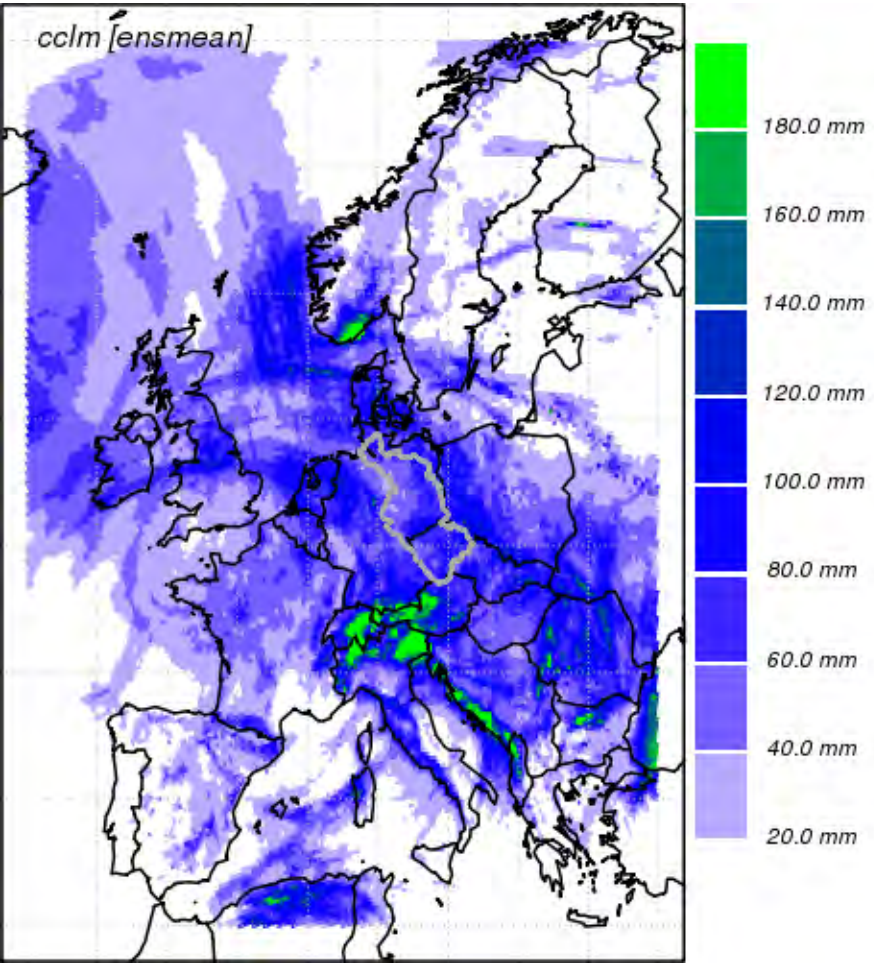
Simulierte Niederschlagssummen ERA40 und CCLM



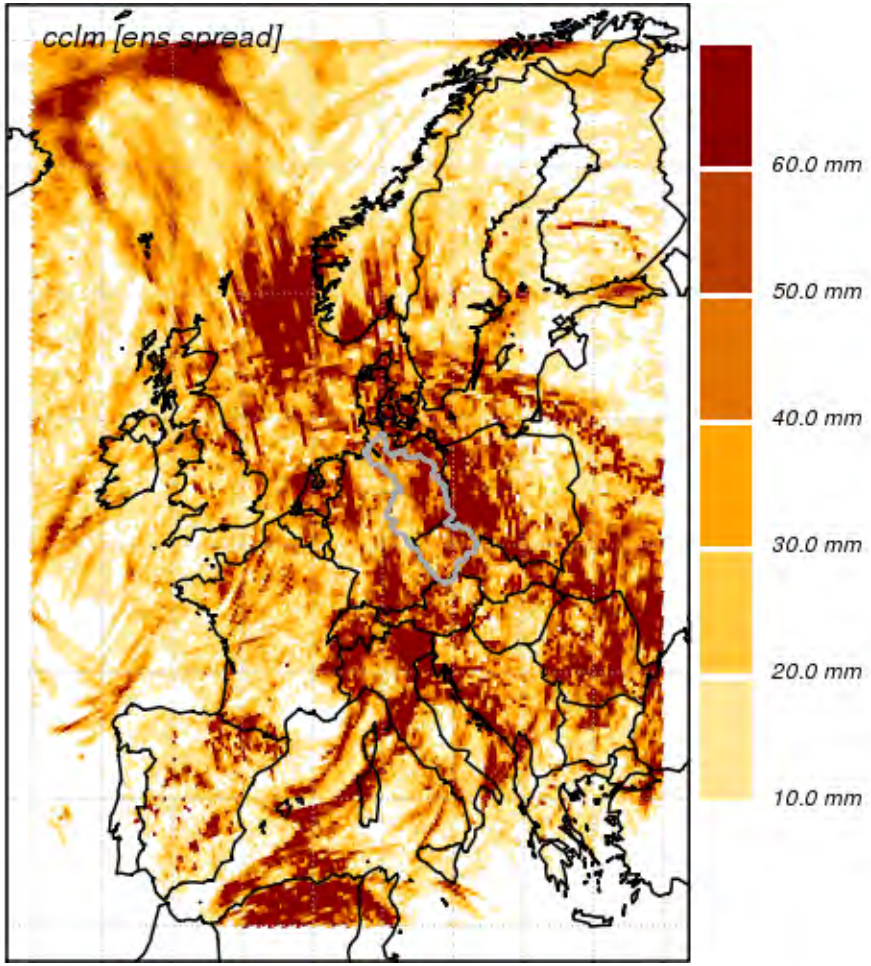
Zeitraum: 1.-19. August 2002

Achtung: Bias in Modellvorhersagen !

Simulierte Niederschlagssummen Modell CCLM



Ensemble-Mittel

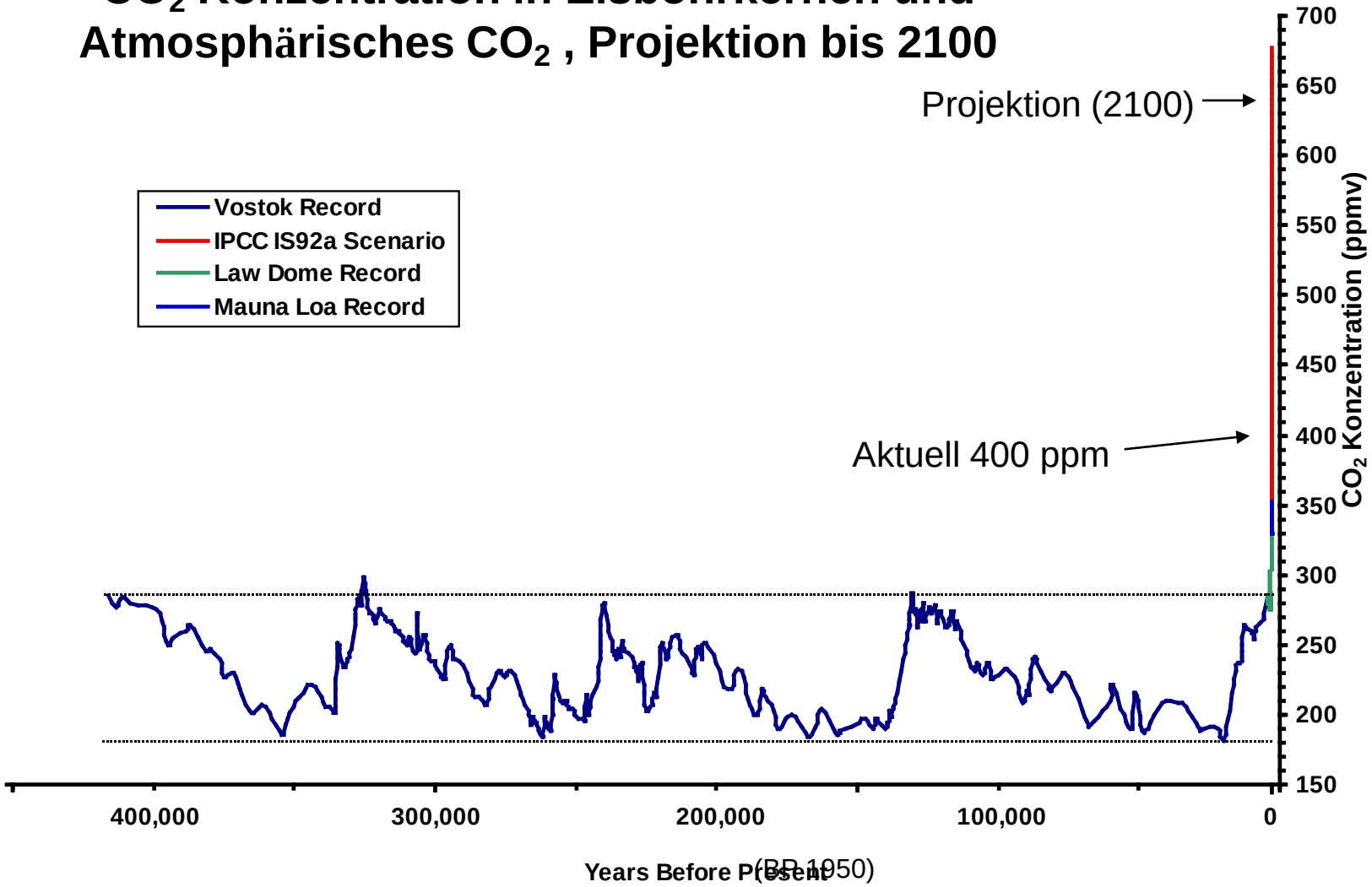


Ensemble-Spannweite

4. Klimaänderungen: Historische Ereignisse

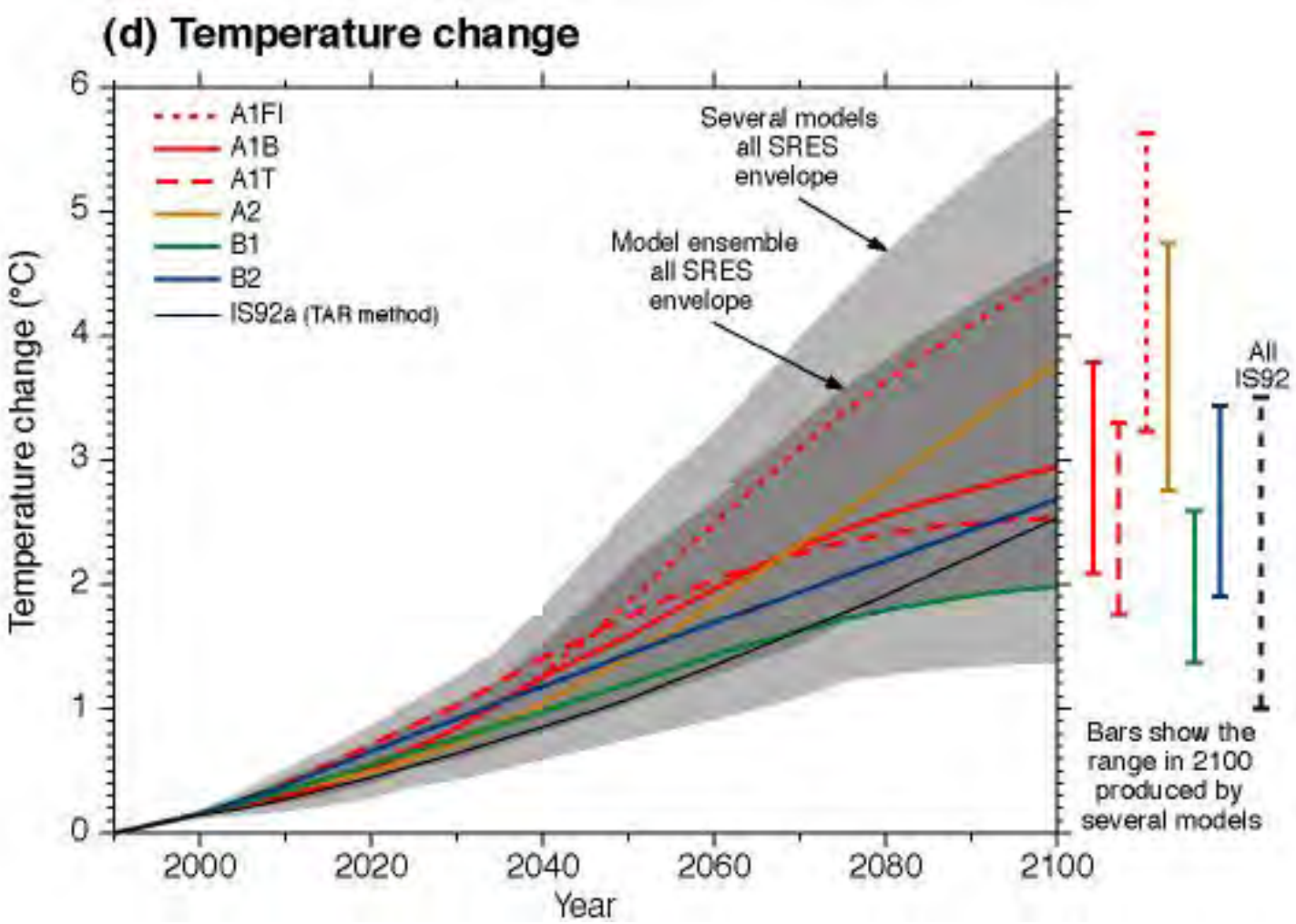
Winter
1612/13

CO_2 Konzentration in Eisbohrkernen und Atmosphärisches CO_2 , Projektion bis 2100



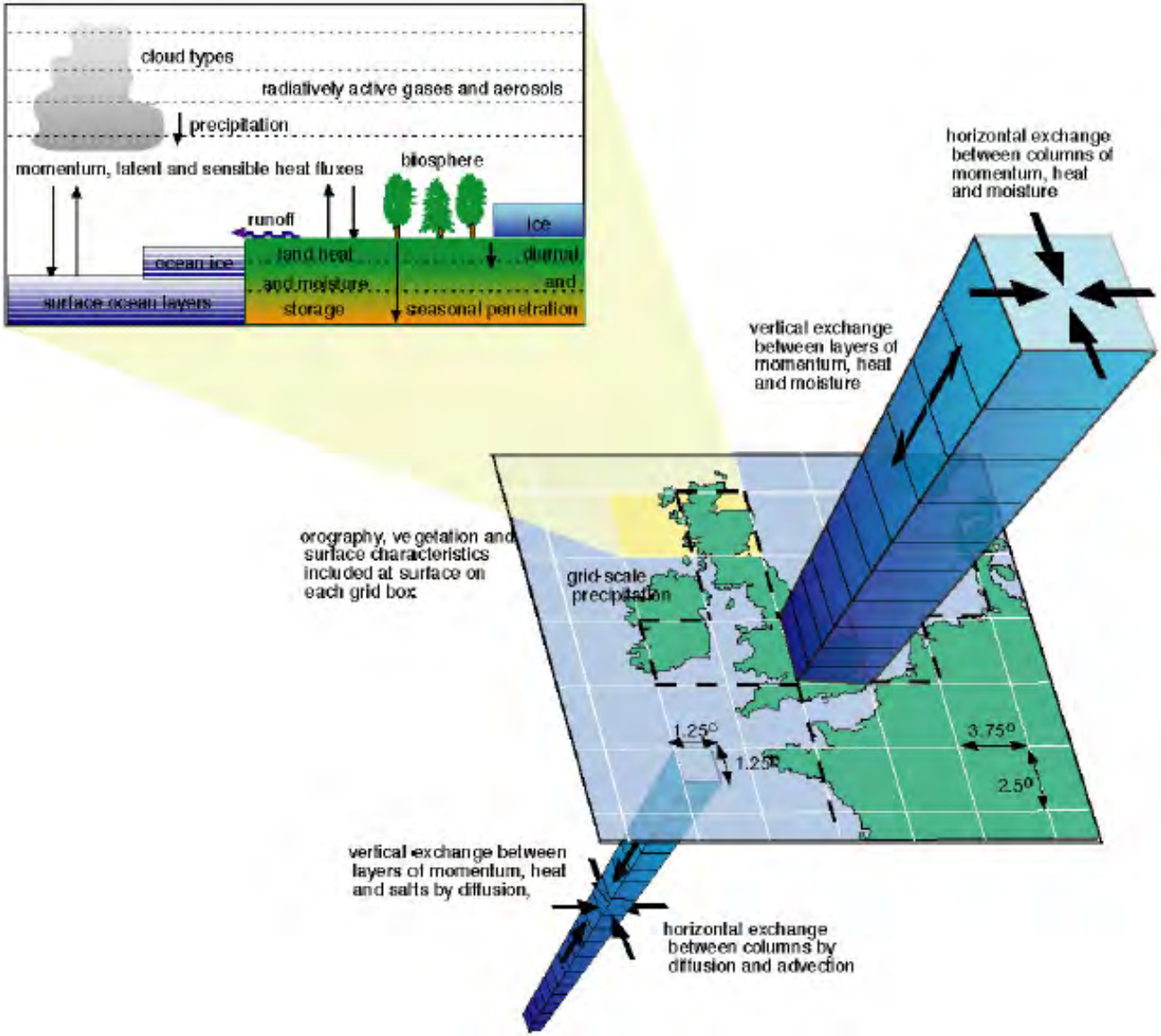
Quelle: C. D. Keeling and T. P. Whorf; Etheridge *et.al.;* Barnola *et.al.;* (*PAGES* / IGBP); IPCC

Ökonomische Klimaszenarien

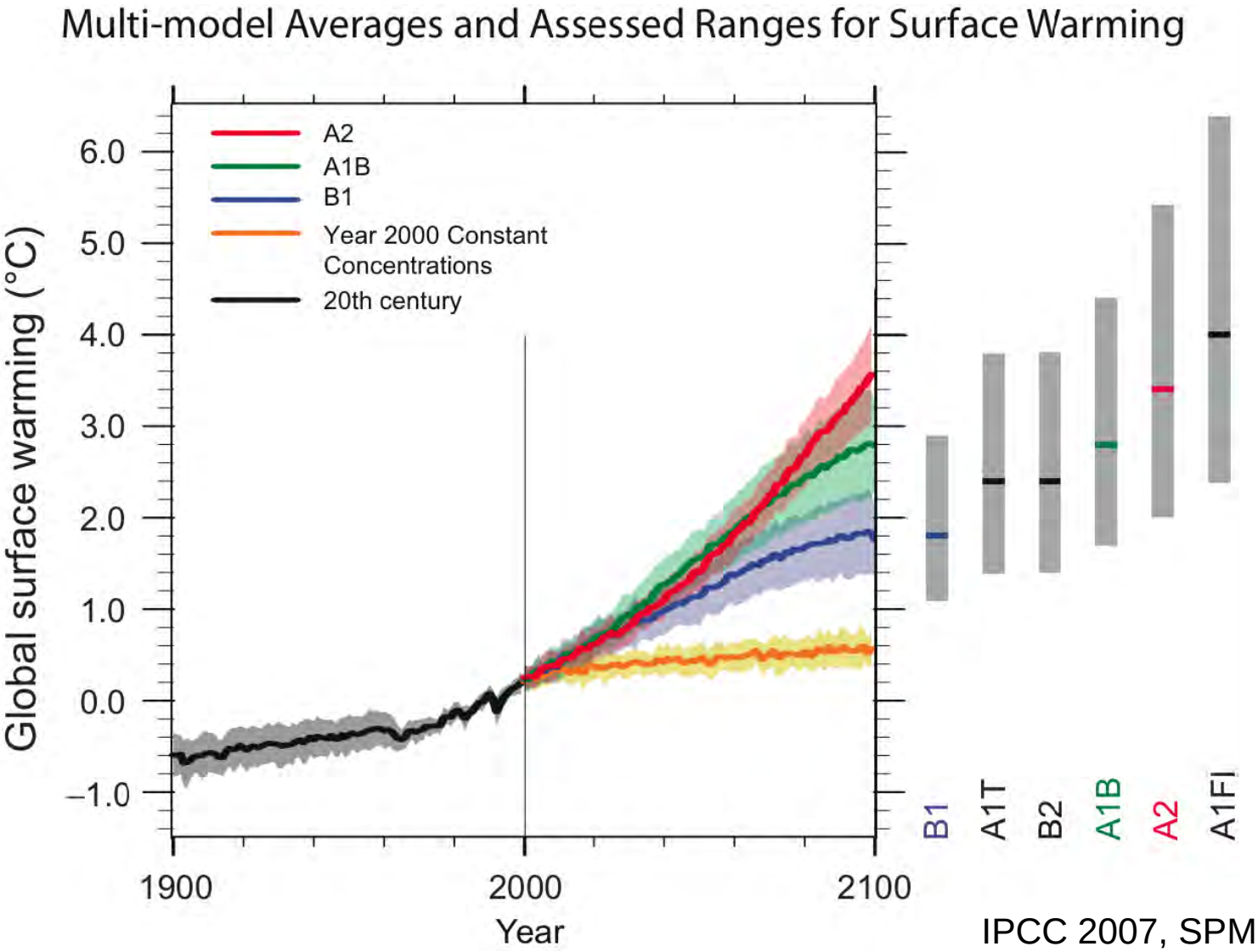


Quelle: IPCC 2001

Numerische Klimamodelle

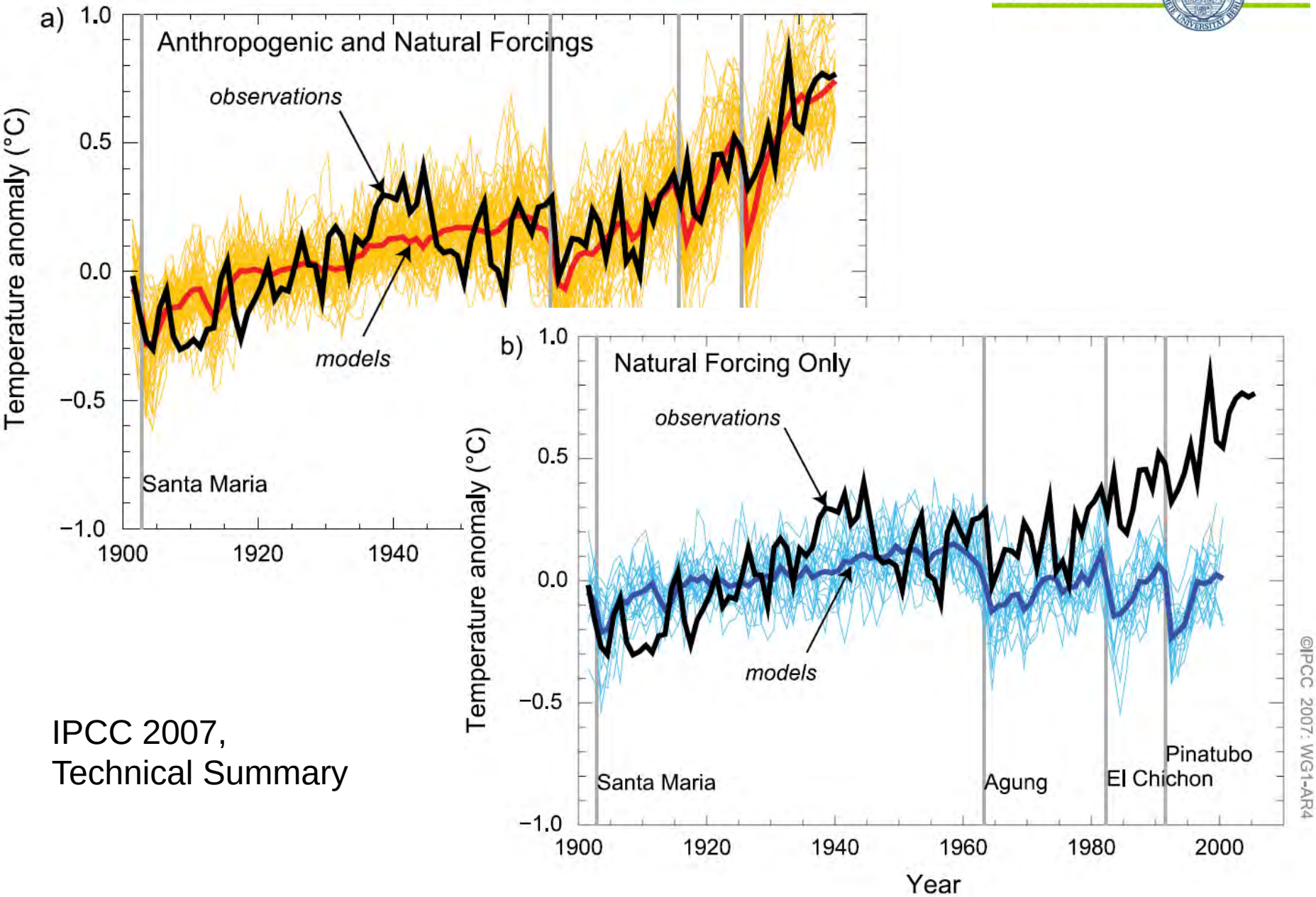


Globale Temperaturentwicklung in Szenarien

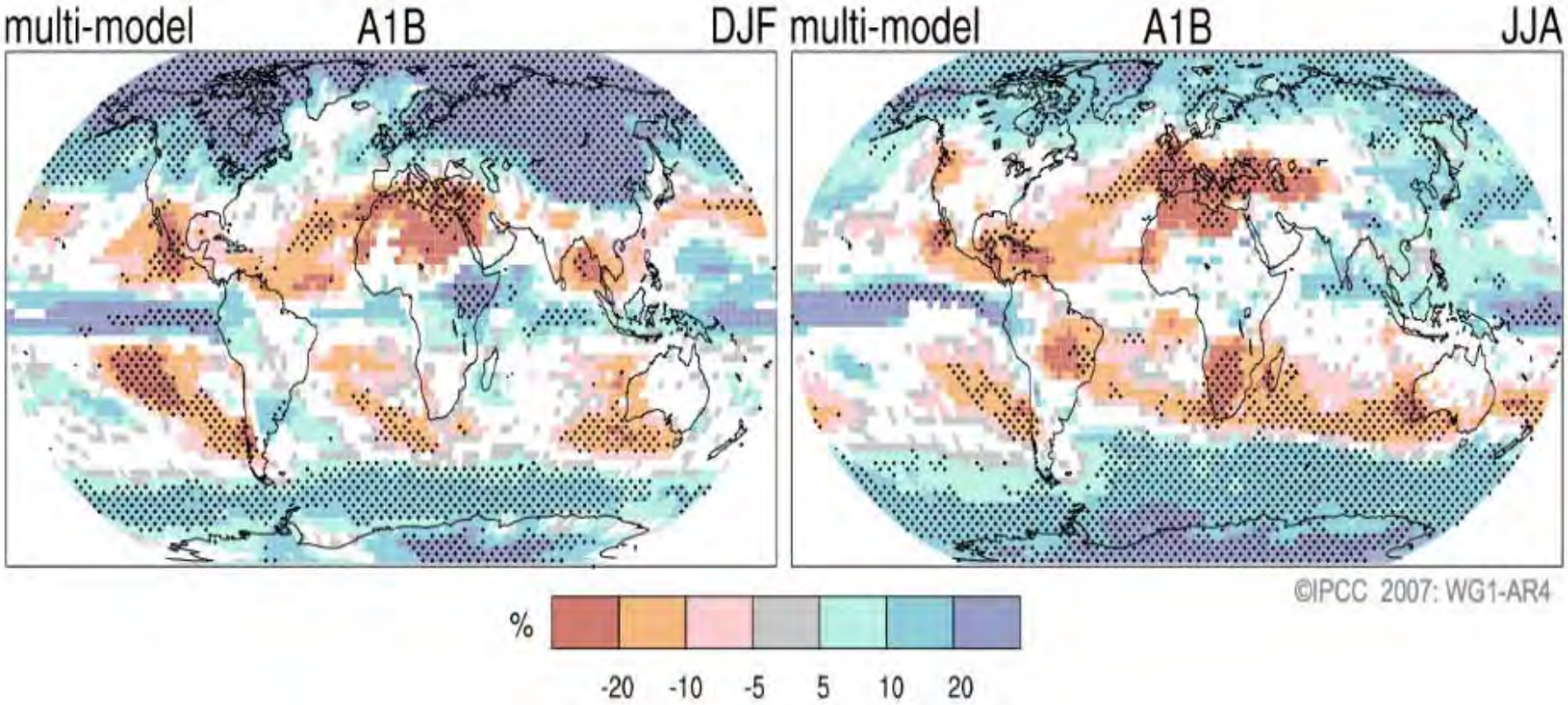


IPCC 2007, SPM

Global Mean Surface Temperature Anomalies



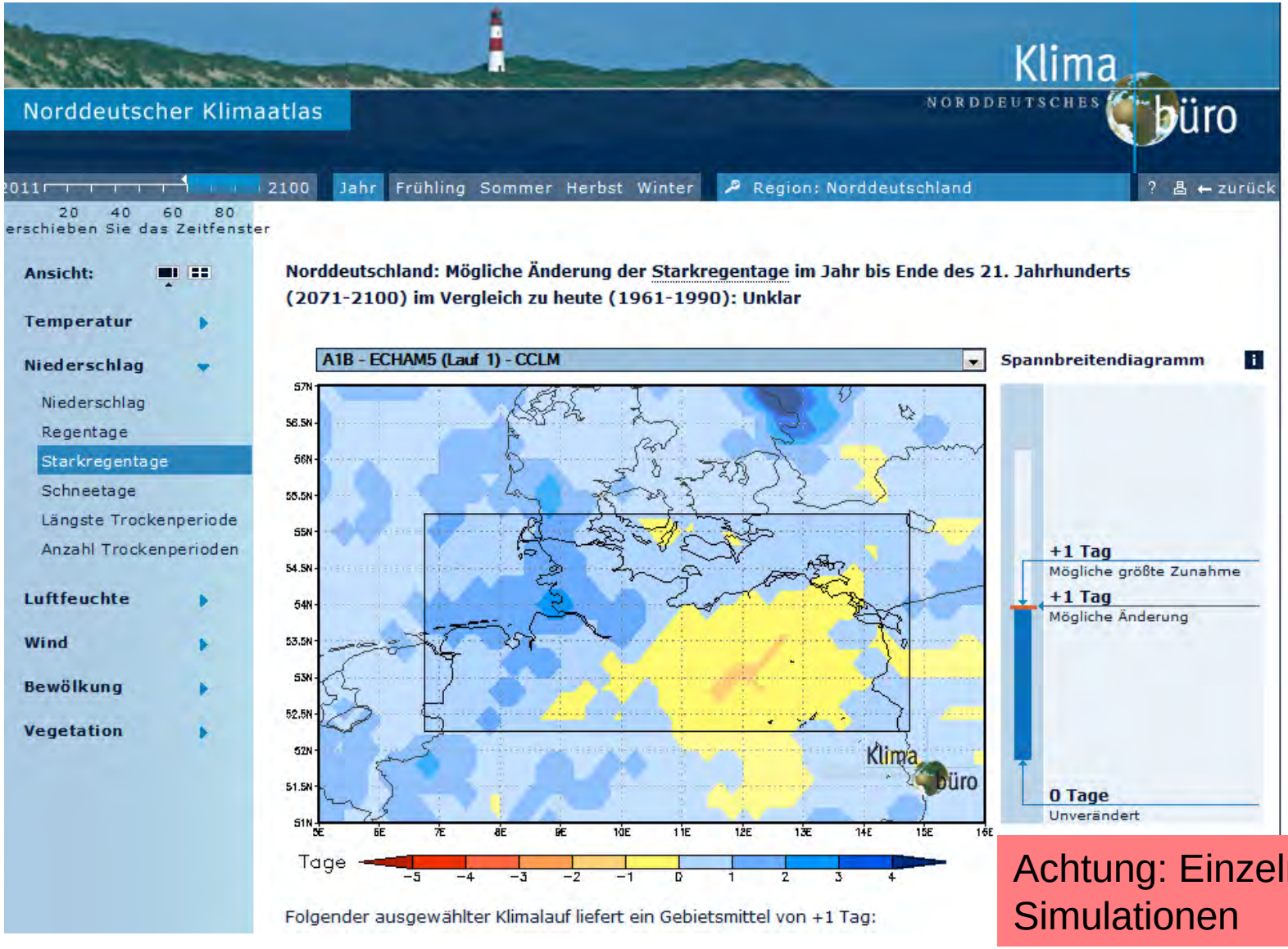
IPCC 2007,
Technical Summary



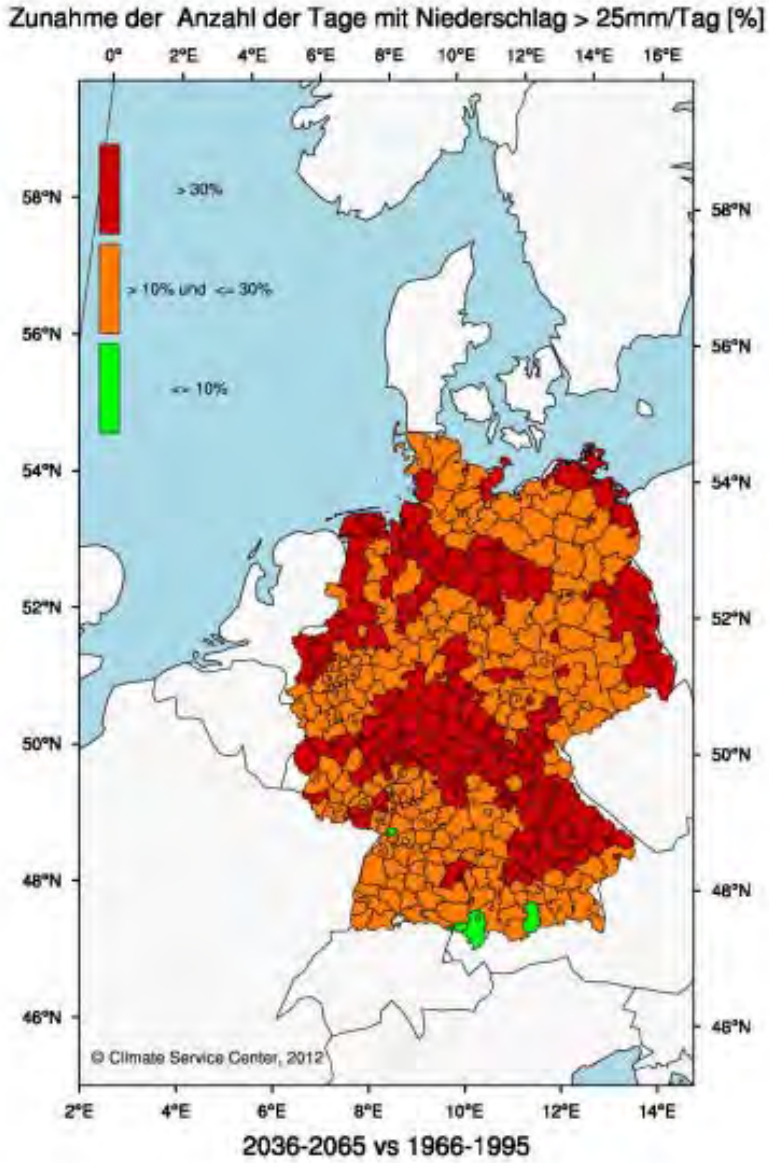
Gepunktete Flächen:
mindestens 5 von 9 Modellen zeigen statistisch signifikante Änderung

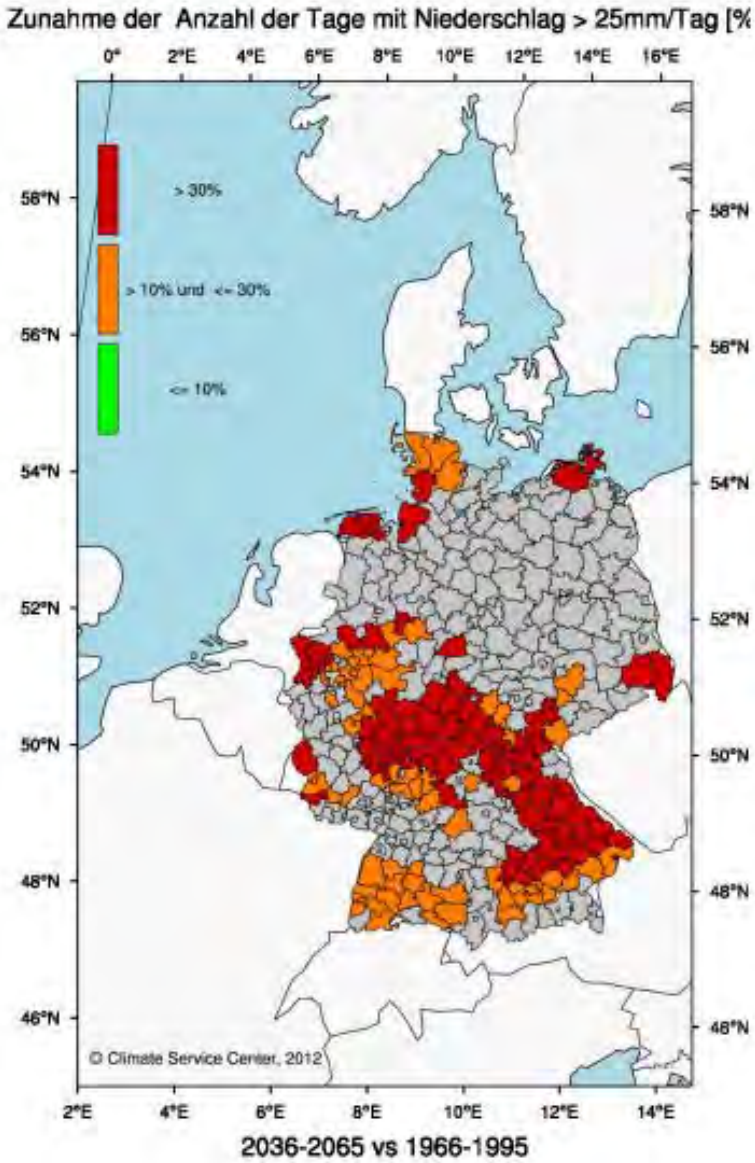
Informationen im Web: Klimatrend Starkregentage (20 mm)

Freie Universität Berlin



Achtung: Einzelne Simulationen

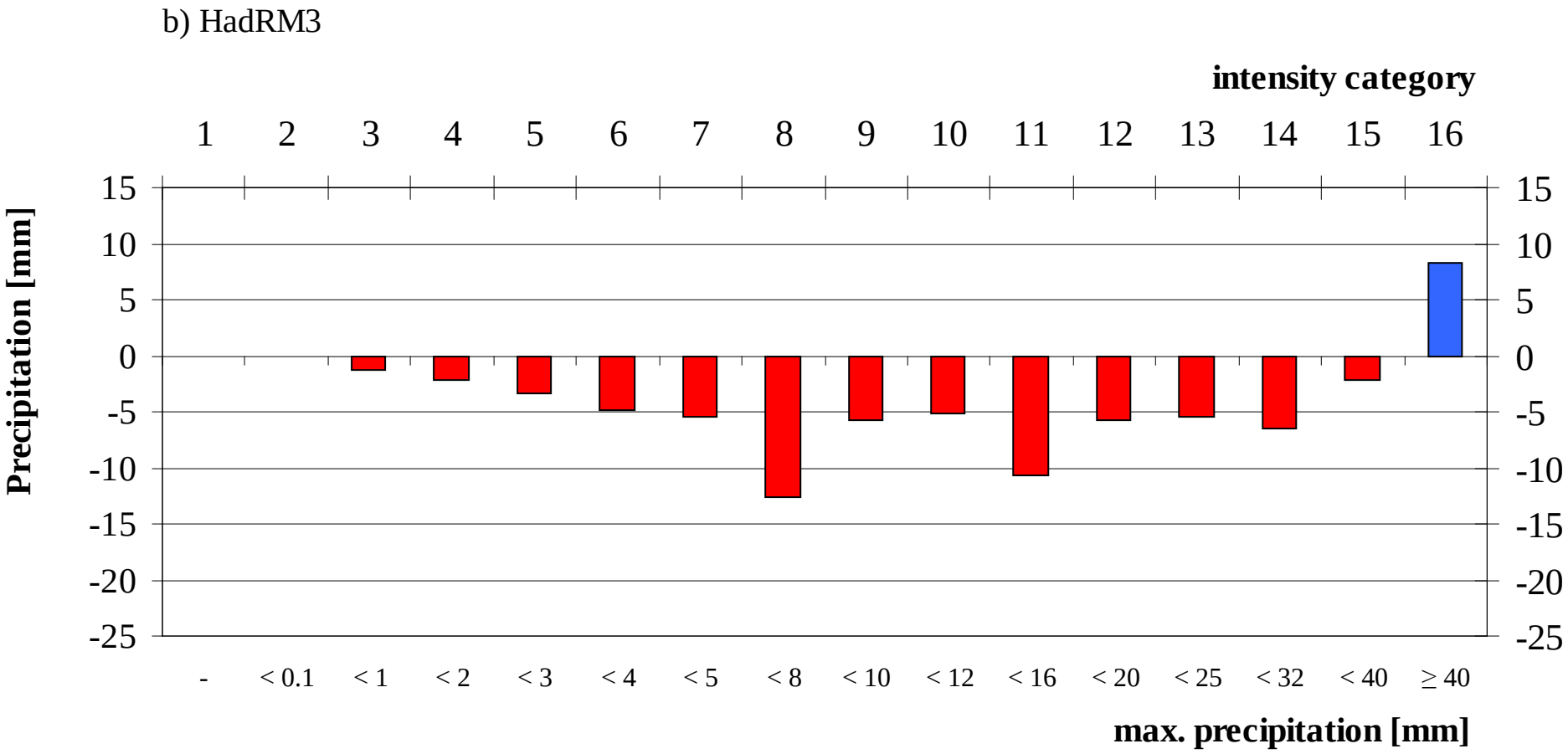




Zunahme der Anzahl der Tage mit Starkregen **(>25 mm/Tag**) für den **Zeitraum 2036 bis 2065** verglichen mit dem Referenzzeitraum von 1966 bis 1995 [%]. Median aus einem Ensemble von 28 regionalen Klimaänderungssimulationen (links), rechts nach Durchführung eines Robustheitstests.: 66% übereinstimmende, statistisch signifikante (85%) Modellergebnisse , geringe Sensitivität gegen zeitliche Verschiebung.

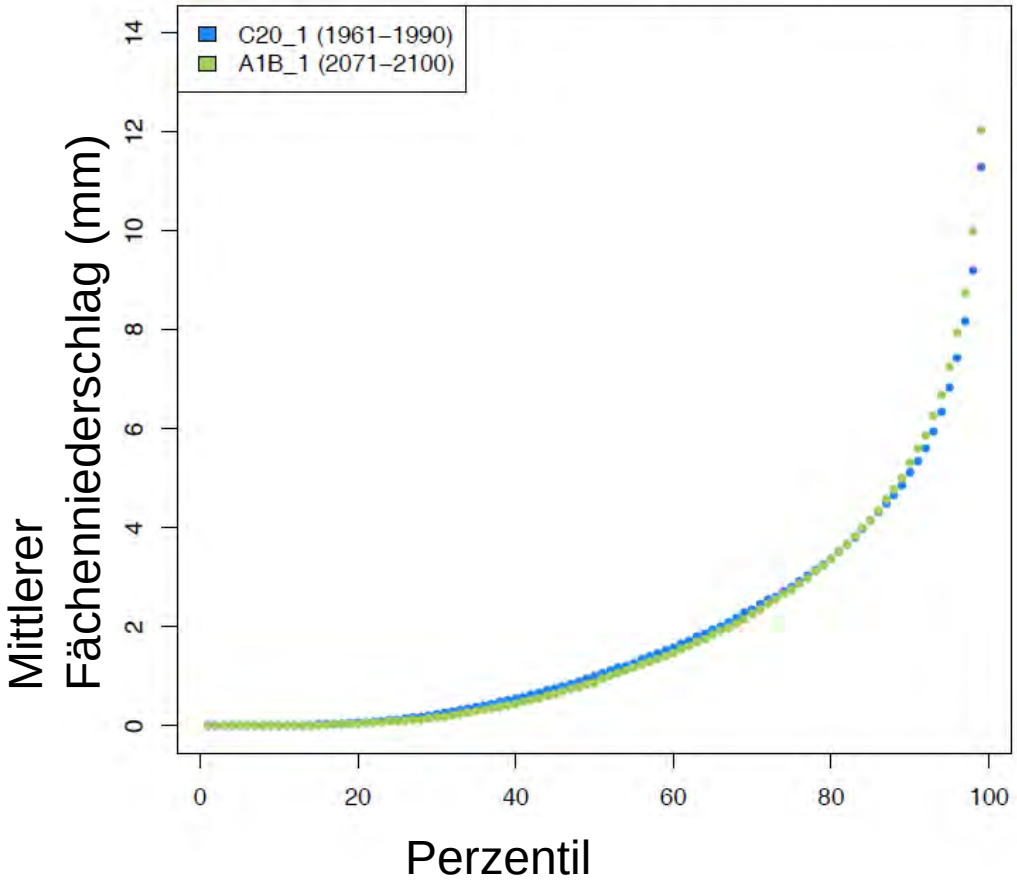
Quelle: Climate Service Center

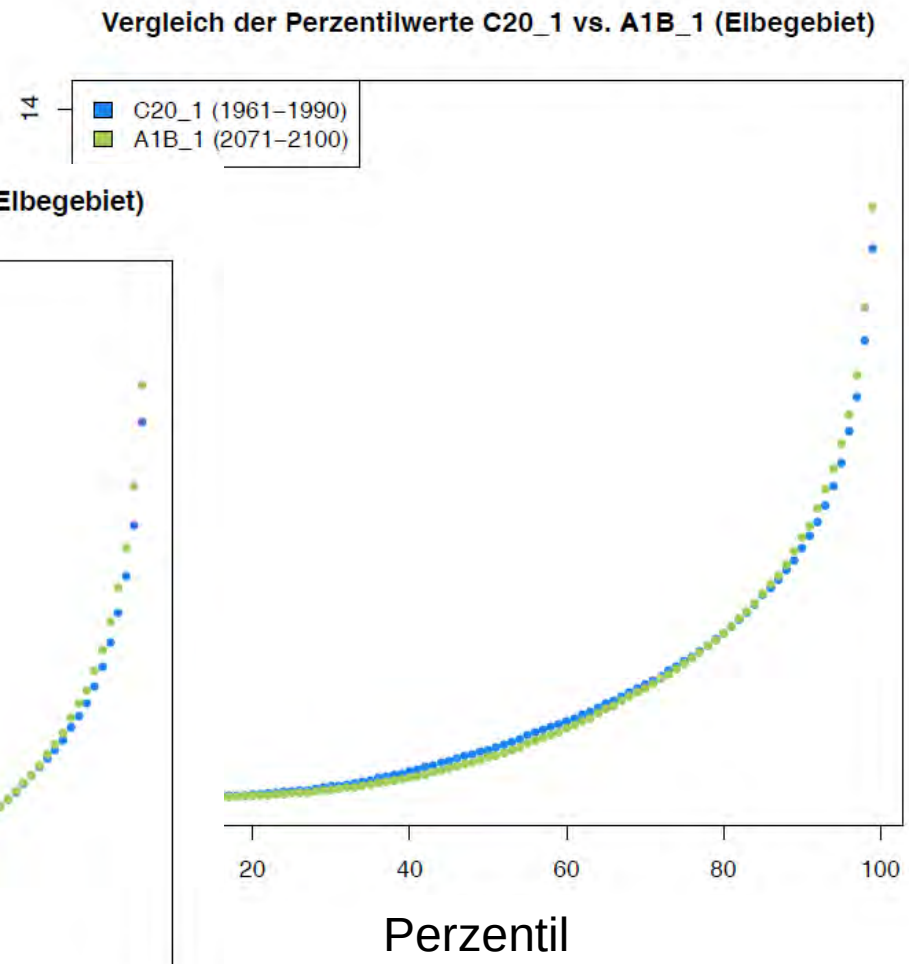
Ergebnis Niederschlagssignal Mitteleuropa für einen Simulationslauf



Perzentilverteilung in zwei Simulationsläufen, Elbe-Einzugsgebiet

Freie Universität Berlin

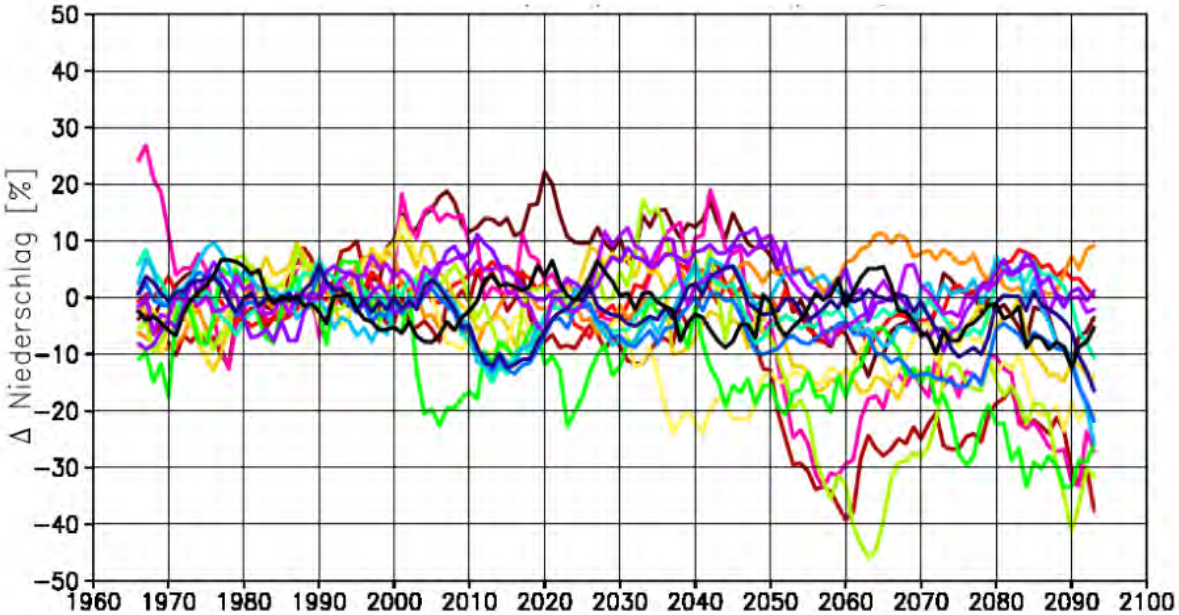




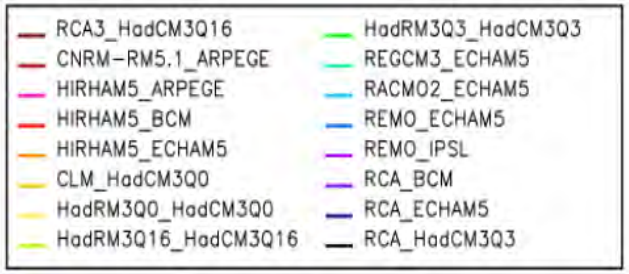
Blau: 20C
Grün: A1B

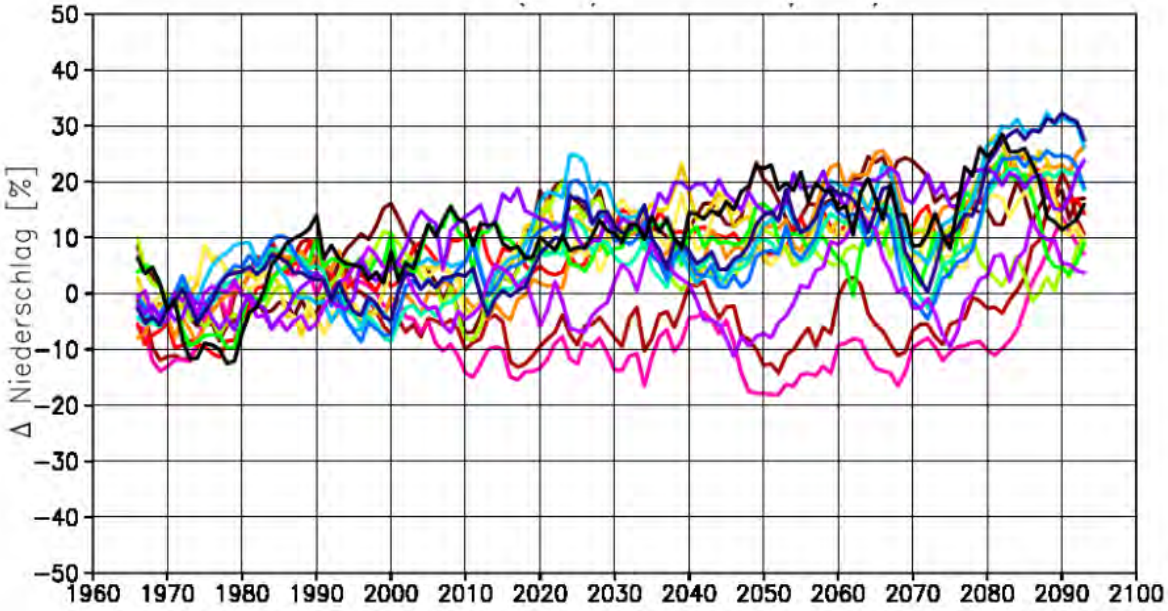
Klima-Ensemble-Rechnungen

Freie Universität Berlin



Sommerniederschlag Deutschland



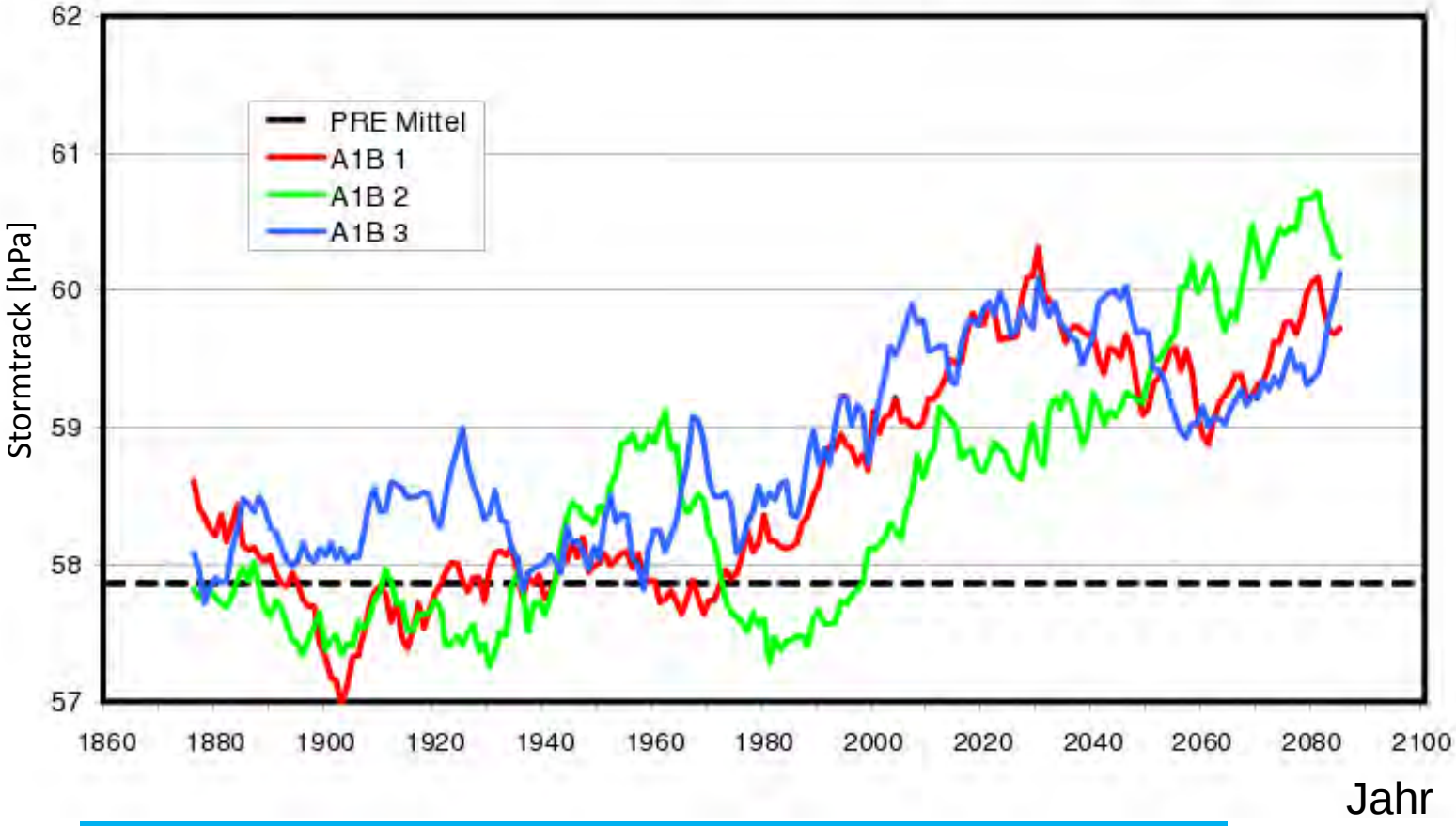


Winterniederschlag Deutschland

Aus: CSC Report 6 Regionale Klimaprojektionen für Europa und Deutschland: Ensemble-Simulationen für die Klimafolgenforschung

Interne Klimavariabilität in Modellen

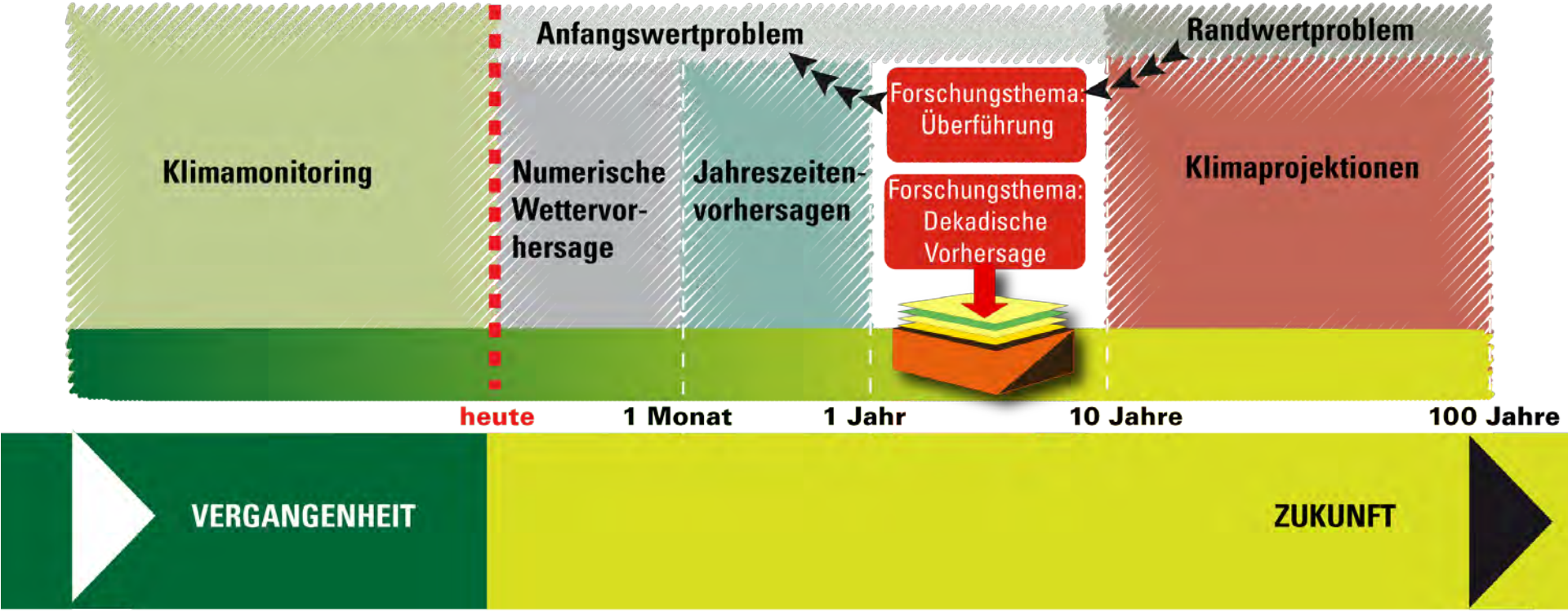
ECHAM5/OM1 North Atlantic storm track activity



Dekadische Klimavorhersage !

„Seamless Prediction“

Kobminationbestehender Vorhersagesysteme für kürzere Zeitskalen zur Verbesserung von Klimaprojektionen und für dekadische Vorhersagen

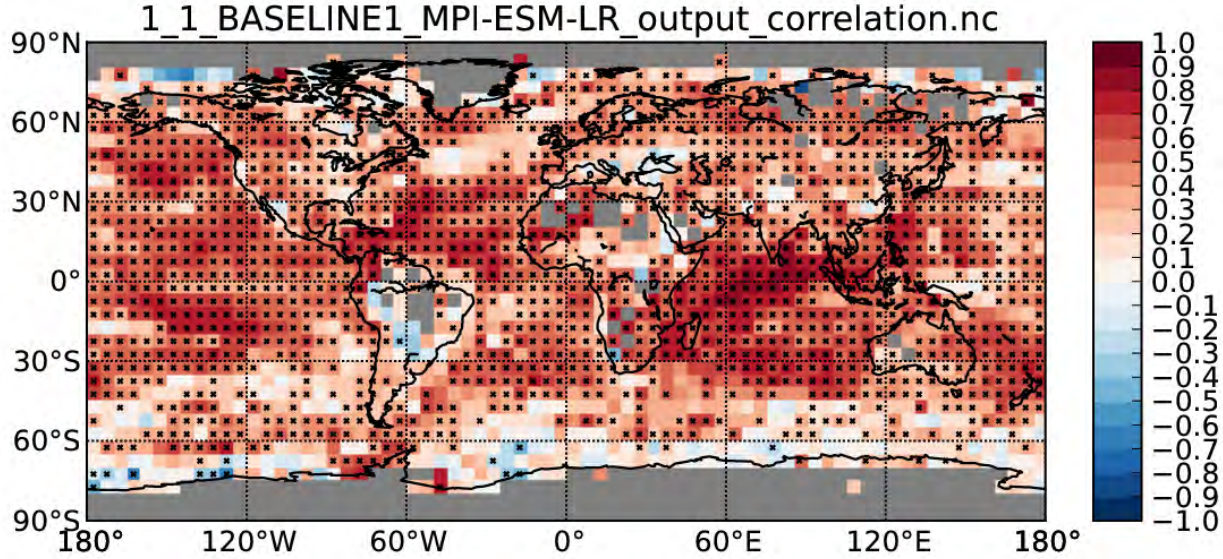


Dekadische Vorhersage der Temperatur (MiKlip), 1960-1995

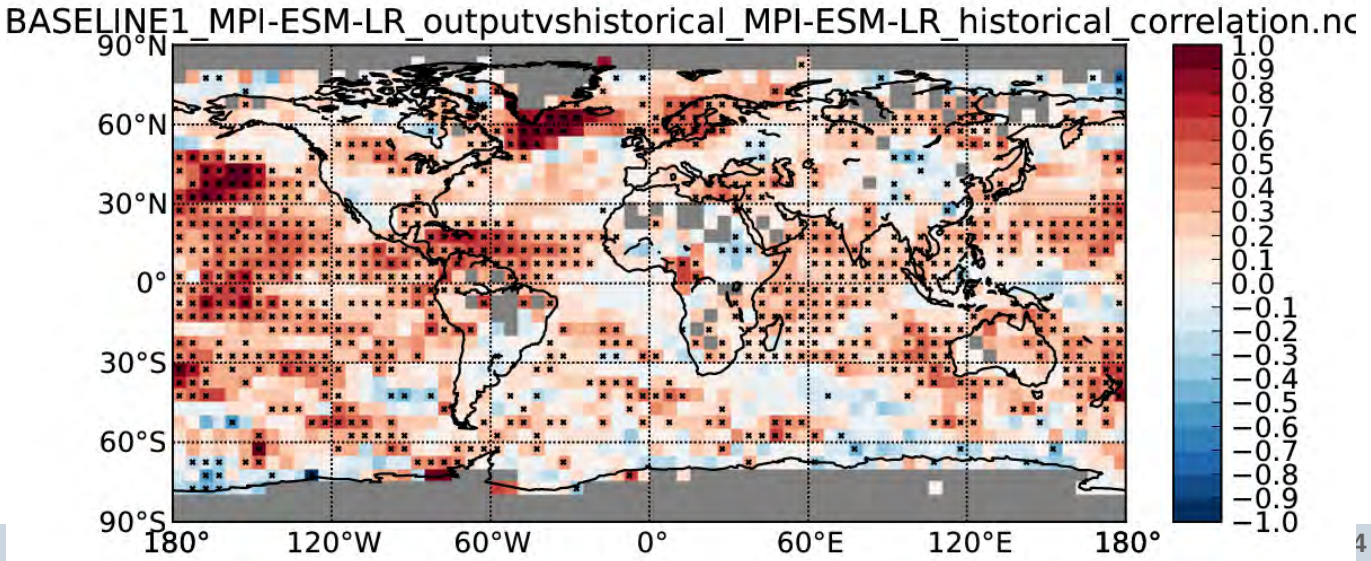
Freie Universität Berlin

Korrelation

Jahr 1
Dekadisches Vorhersagesystem



Jahr 1
Mehrwert durch Initialisierung

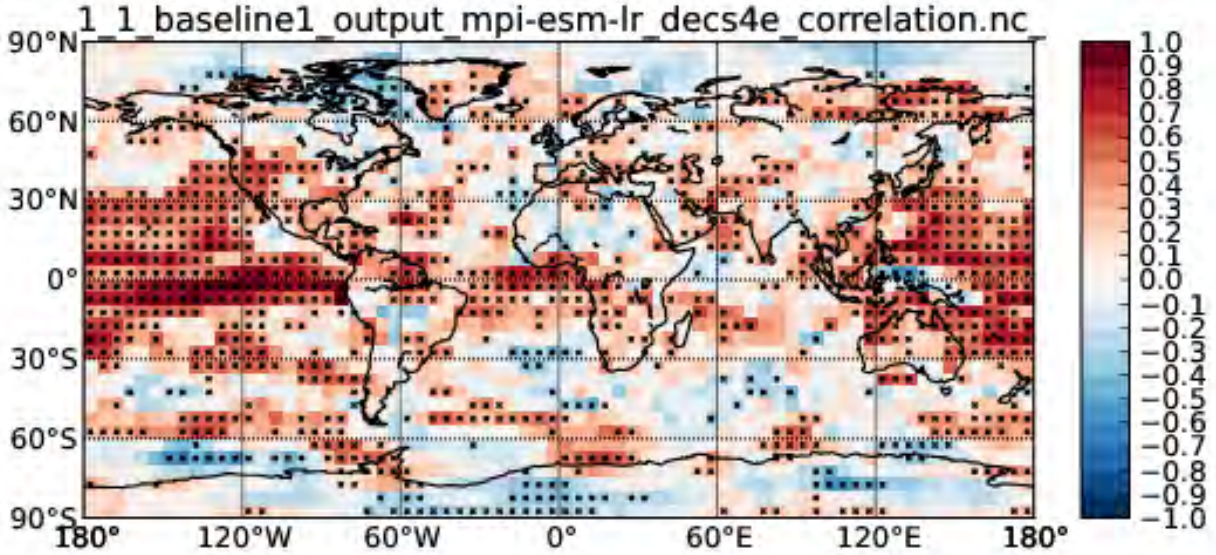


Dekadische Vorhersage des Niederschlags (MiKlip), 1960-1995

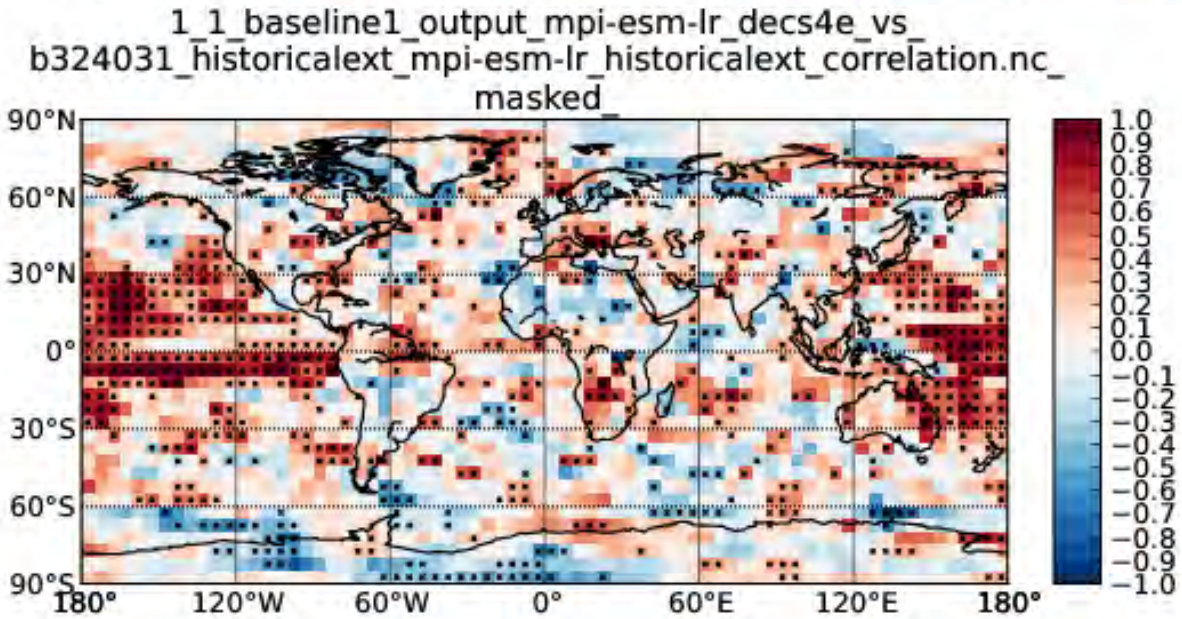
Korrelation

Freie Universität Berlin

<u>Jahr 1</u>
Dekadisches Vorhersagesystem



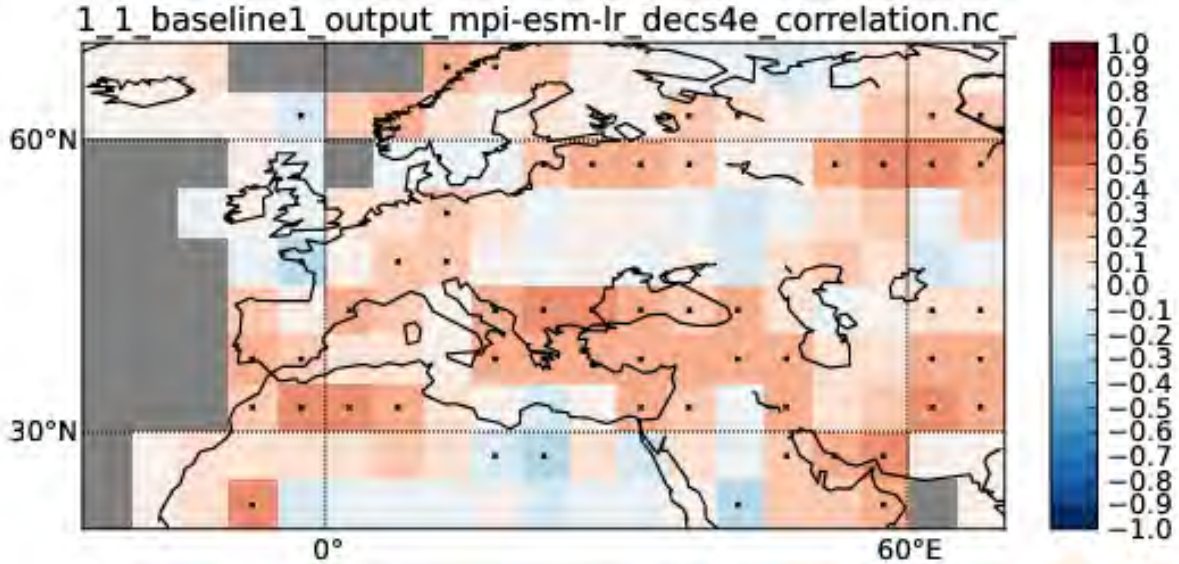
<u>Jahr 1</u>
Mehrwert durch Initialisierung



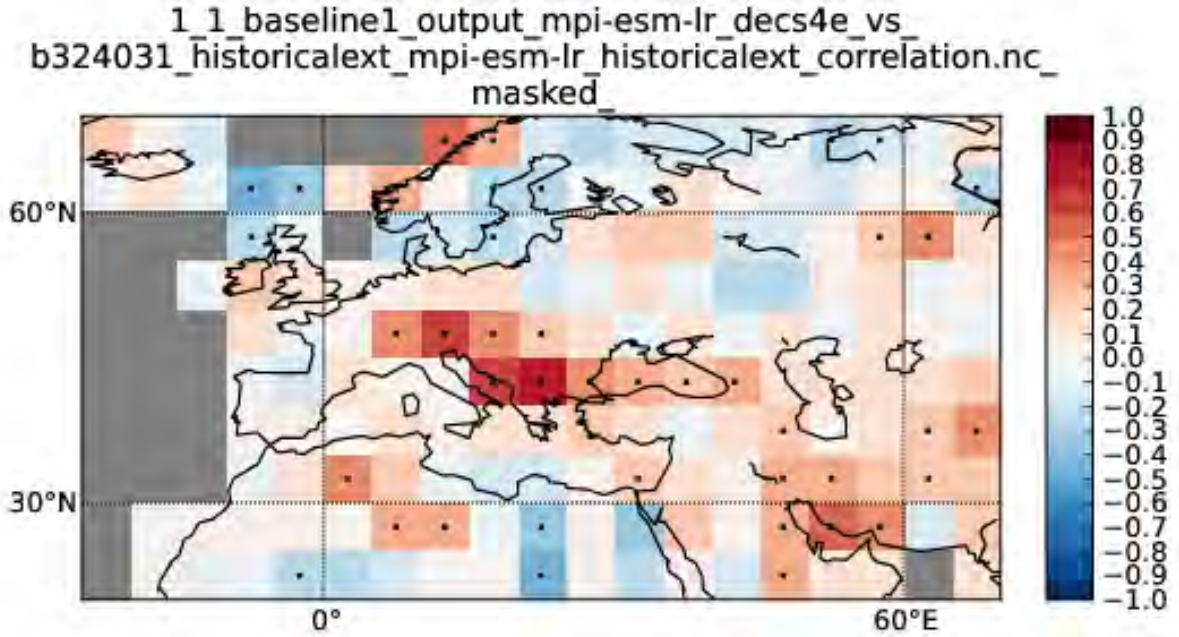
Dekadische Vorhersage des Niederschlags (MiKlip), 1960-2000 (bzgl. GPCC)

Correlation

Jahr 1
Dekadisches Vorhersagesystem



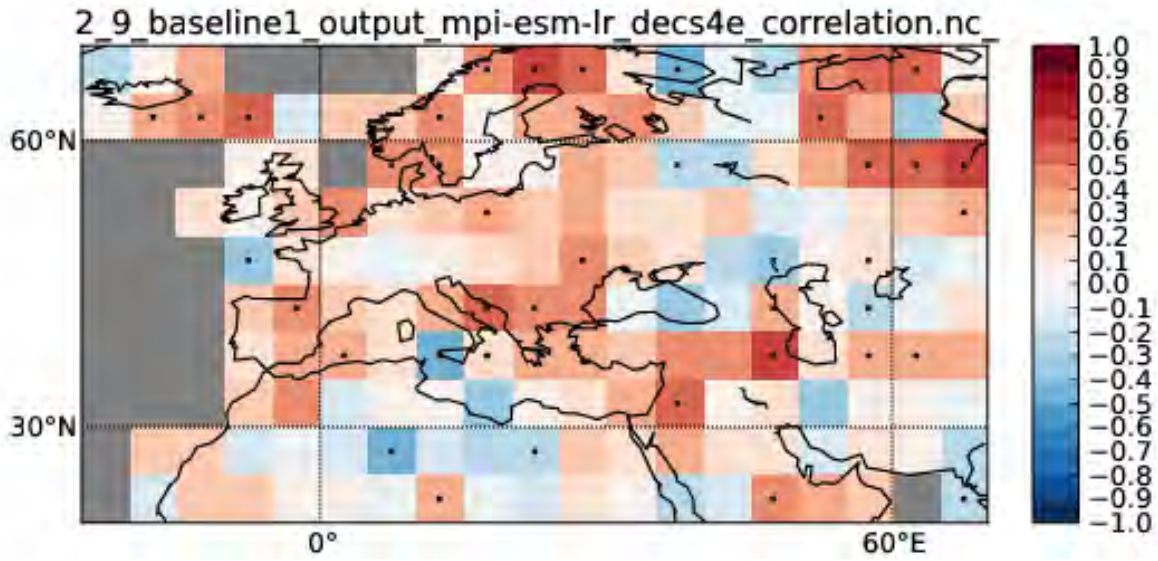
Jahr 1
Mehrwert durch Initialisierung



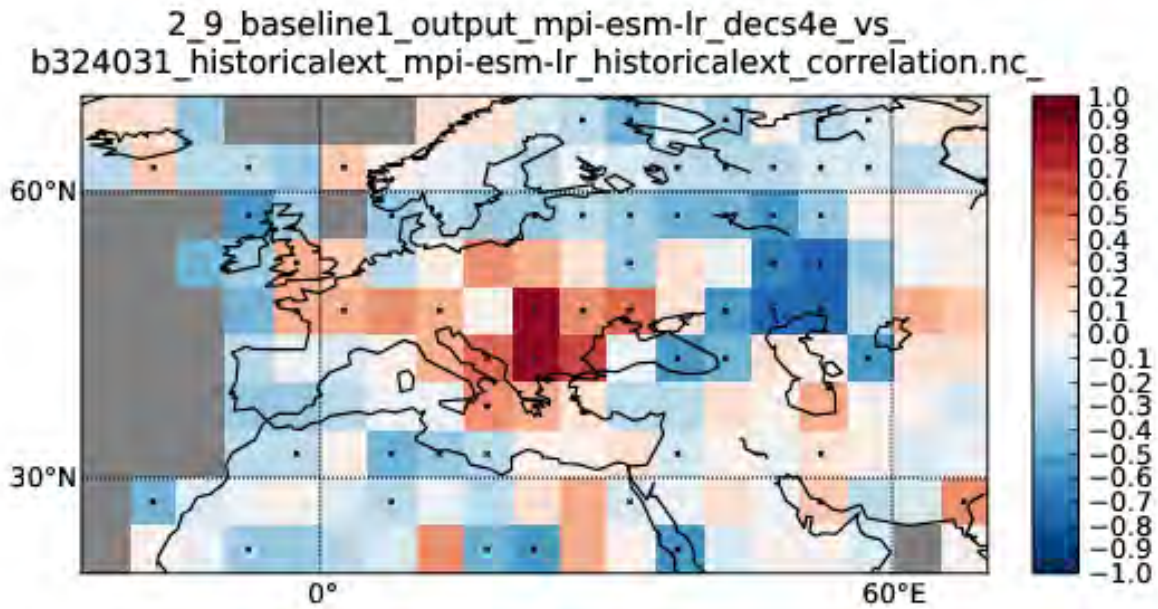
Dekadische Vorhersage des Niederschlags (MiKlip), 1960-2000 (bzgl. GPCC)

Correlation

Jahr 2-9
Dekadisches Vorhersagesystem



Jahr 2-9
Mehrwert durch Initialisierung



Zusammenfassung

- Beobachtete Stationsniederschläge:
  Statistische Abschätzung von lokalen Extrema
  bei als konstant angenommenem Klima

- Klimatologische Einschätzung über
  Wettersituationen und Ensemble-Simulationen,
  unter Berücksichtigung von Modell-Bias

- Klimaänderungen: Hinweise für eine Zunahme extrem
  intensiver Niederschläge in Szenarien

- Dekadische Vorhersagen:
  Erste Evidenz für Vorhersagbarkeit auf mehrere Jahre