

Vorhersage extremer Klimaereignisse mit Hilfe von Klimamodellen

Kai Oliver Heuer, Petra Friederichs, Seung-Ki Min, Andreas Hense

Meteorologisches Institut
Universität Bonn

- ▶ Motivation
- ▶ Simulationen mit ECHO-G
- ▶ Ergebnisse
 - ▶ Tägliche 2m-Minimaltemperaturen (T2MIN)
 - ▶ Tägliche Extremniederschläge (P)
- ▶ Zusammenfassung

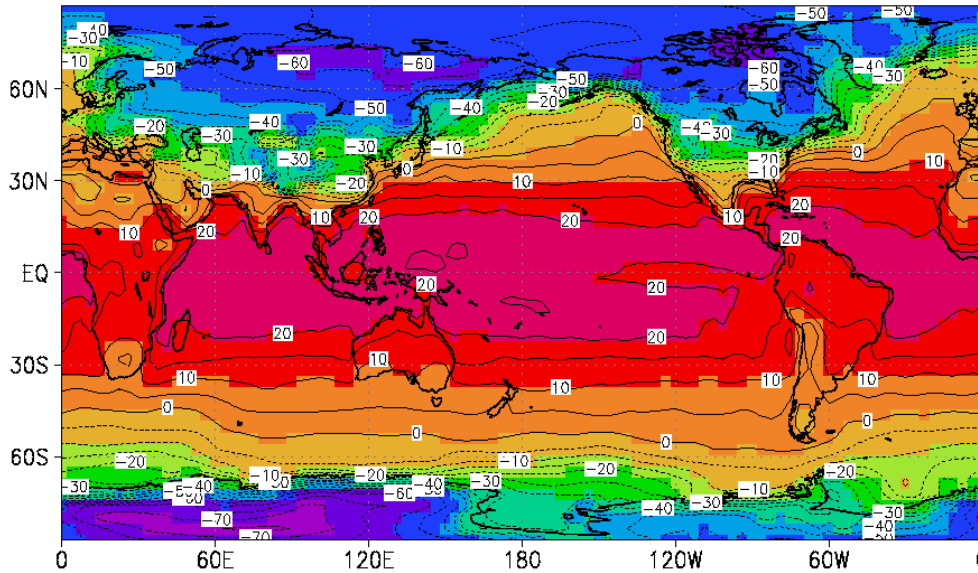
- ▶ Suche nach **potentiellen Vorhersagbarkeiten für Wetterextreme** (Temperatur, Niederschlag, ...)
- ▶ Basierend auf Klimamodell **ECHO-G**
- ▶ Untersuchung der Auswirkungen von **verschiedenen Forcings**
- ▶ **Zeitraum 1860 – 2000**, Validation mit Beobachtungen
- ▶ Analyse extremer Ereignisse unter **Anwendung der Extremwertstatistik**

- ▶ Gekoppeltes Atmosphäre-Ozean-Meereis-Modell **ECHO-G**
- ▶ **Auflösung T30L19, tägliche Daten**
für **5 unterschiedliche Antriebe**
je **3** Ensemble-Läufe von 1860-2000
 - NAT:** variable Sonneneinstrahlung + Vulkaneffekte
 - GHG:** CO₂, CH₄, NO_x und Kohlenwasserstoffe
 - SUL:** Sulfataerosole
 - ANTH:** GHG + SUL
 - ALL:** GHG + SUL + NAT
- ▶ ein zusätzlicher Kontrolllauf **PI-CNTRL:**
pre-industrielle Treibhausgaskonzentrationen
Lauf geht von 1860-2200
- ▶ Einteilung aller Modelldaten in **zwei Jahreszeiten** (bzgl. NH):
 - Cold:** Nov.-Apr.
 - Warm:** Mai-Okt.

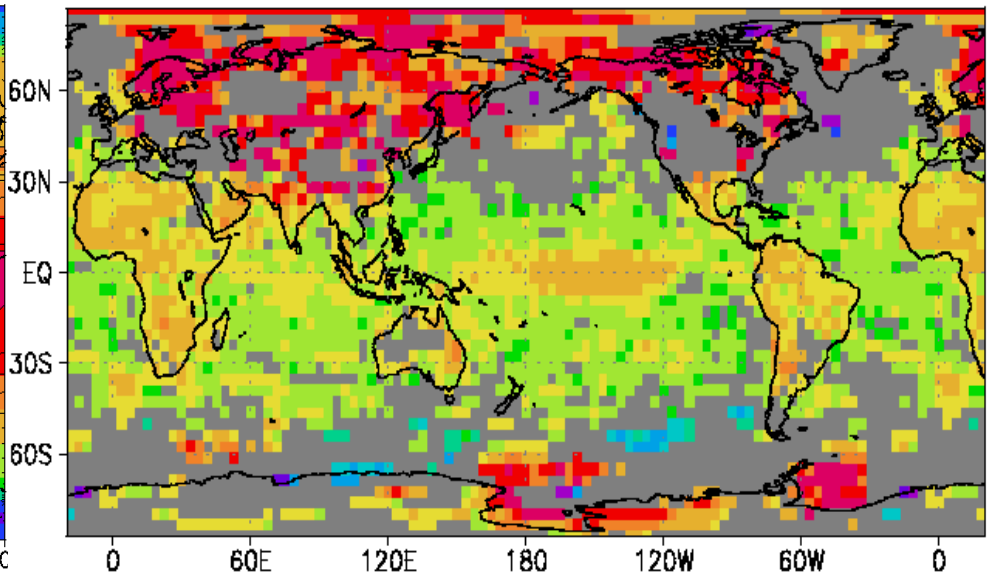
- ▶ Für die Forcing-Läufe:
 - Einteilung der Simulationen in **sieben 20a-Perioden**
 - Bestimmen der 3x20 Jahresmaxima (je nach Saison)
 - Schätzen der zugehörigen GEV-Parameter für jedes Forcing
 - Berechnen der **20-Jahres-Wiederkehrwerte**
- ▶ Für den Kontrolllauf:
 - Bootstrapensemble aus 100 x 3 20-Jahres-Perioden
 - Bestimmung der Wiederkehrwerte für jedes Bootstrapelement
 - Feststellen der **5%- und 95%-Quantile**
- ▶ Sind die Wiederkehrwerte eines Forcinglaufs außerhalb dieses 90%-Signifikanzintervalls
→ **Signifikanter Unterschied** zum Kontrolllauf
- ▶ Einbau einer **räumlichen Glättung**
für max. Niederschlag und max. Windgeschwindigkeit

T2m min Nordwinter 1981-2000

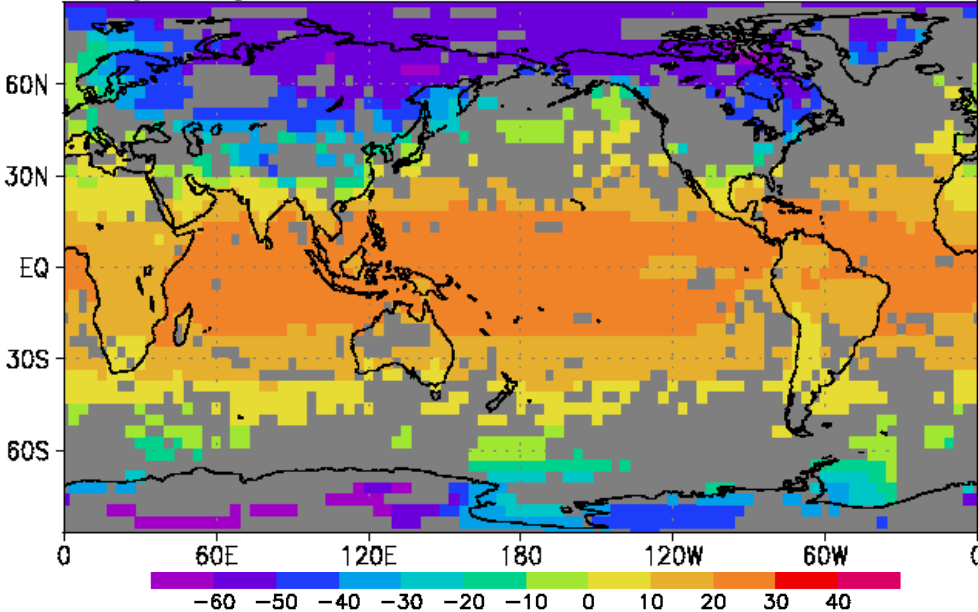
20-jähriger Wiederkehrwert, control



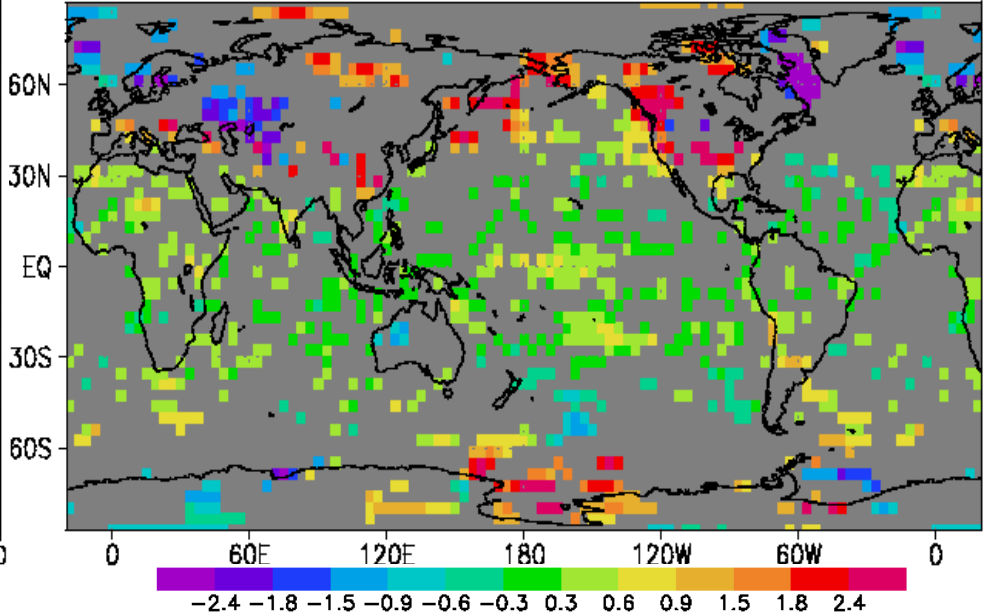
Differenz: ALL – control



20-jähriger Wiederkehrwert, ALL Ensemble

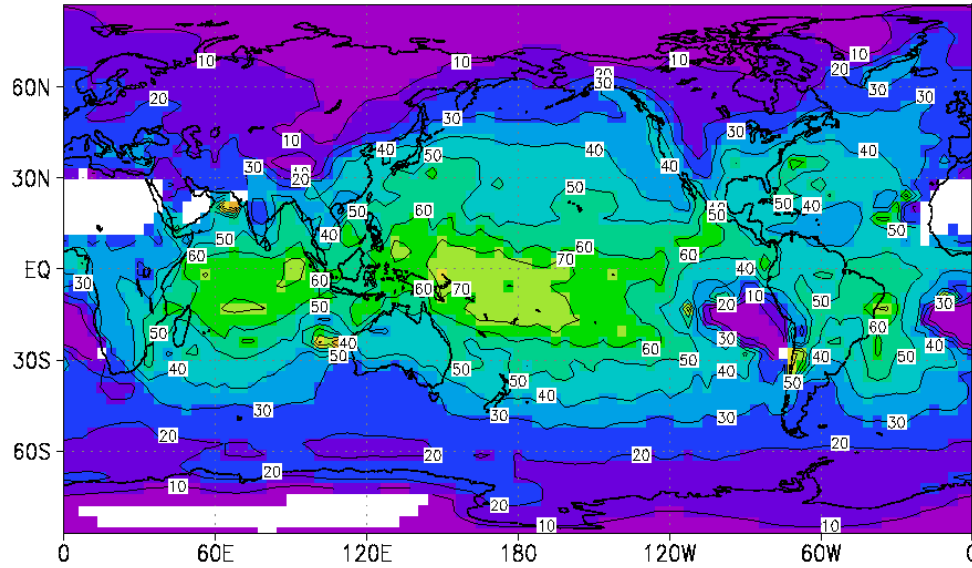


Differenz: NAT – control

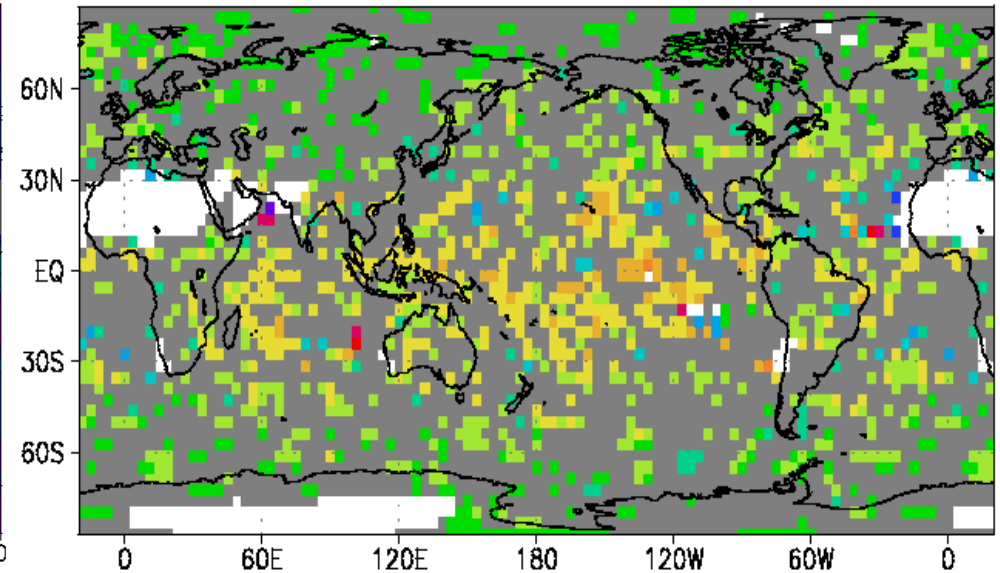


P max Nordwinter 1981-2000

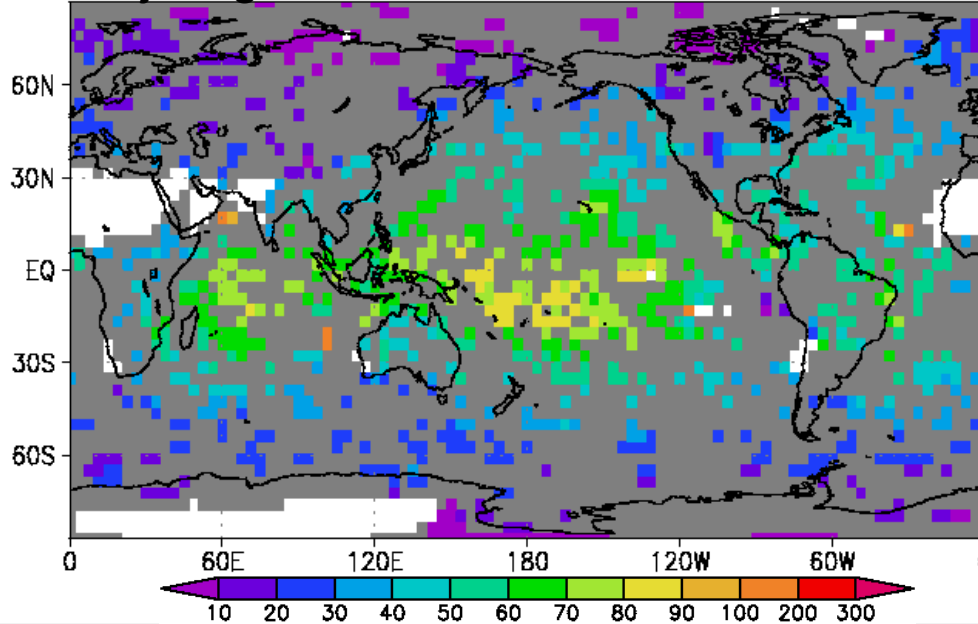
20-jähriger Wiederkehrwert, control



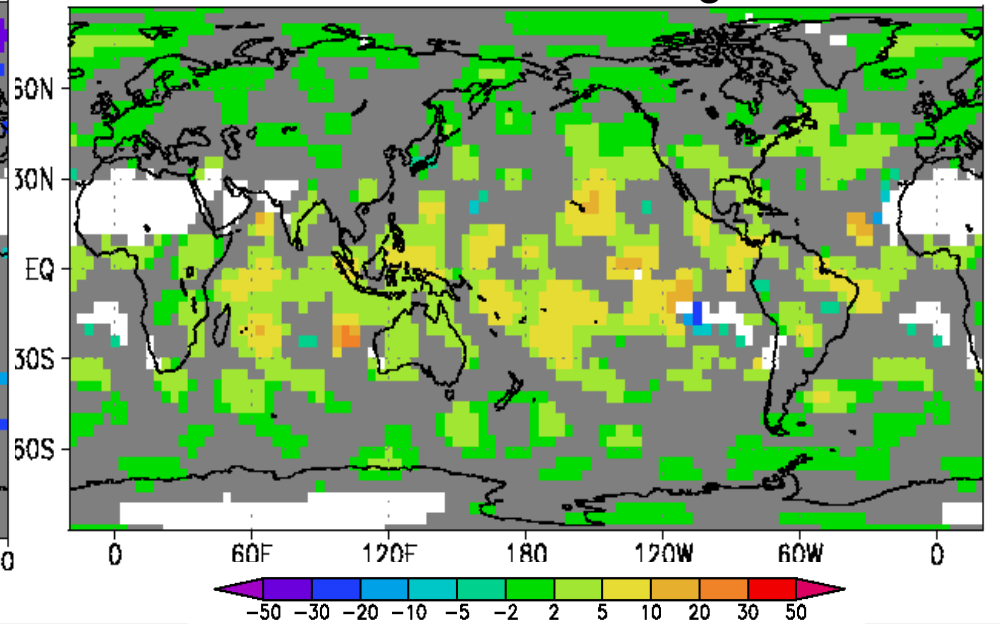
Differenz: ALL – control



20-jähriger Wiederkehrwert, ALL ensemble



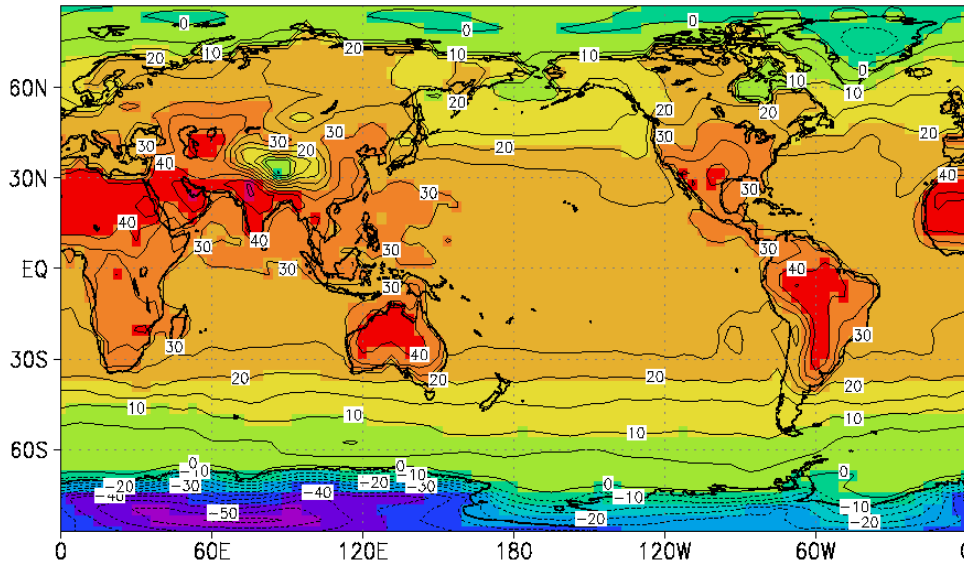
Differenz: ALL – control, T30 gefiltert



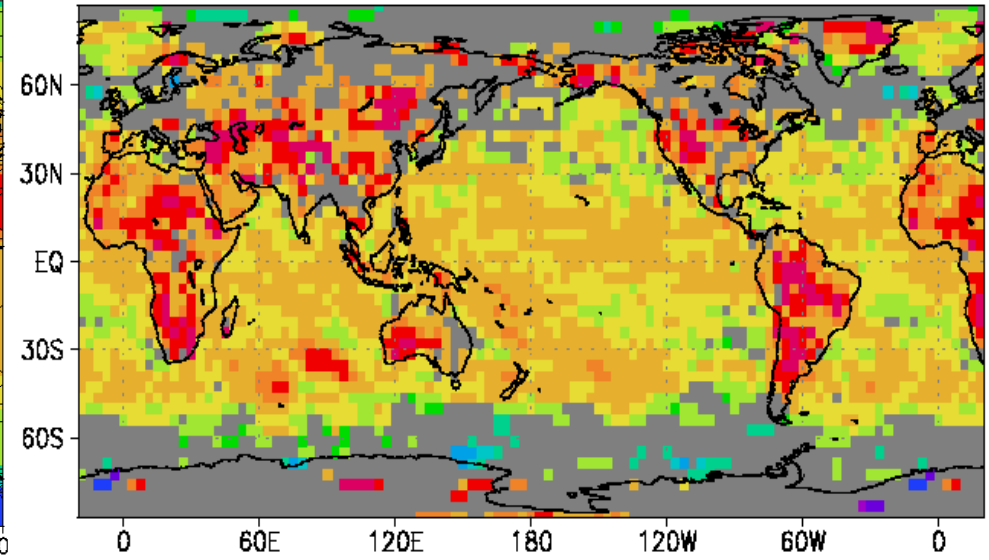
- ▶ T2MIN-Extremwerte werden **steigen deutlich an**,
Signal ist stark **breitenabhängig**
- ▶ Für den Niederschlag sind **keine deutlichen Veränderungen**
der Extremwerte zu erkennen
- ▶ T2MAX: **Extremwerte steigen** auch an (bes. auf Kontinenten),
- ▶ **Kein Signal** beim Windfeld
- ▶ Validation der Ergebnisse, **Vergleich mit Beobachtung**

T2m max Nordsommer

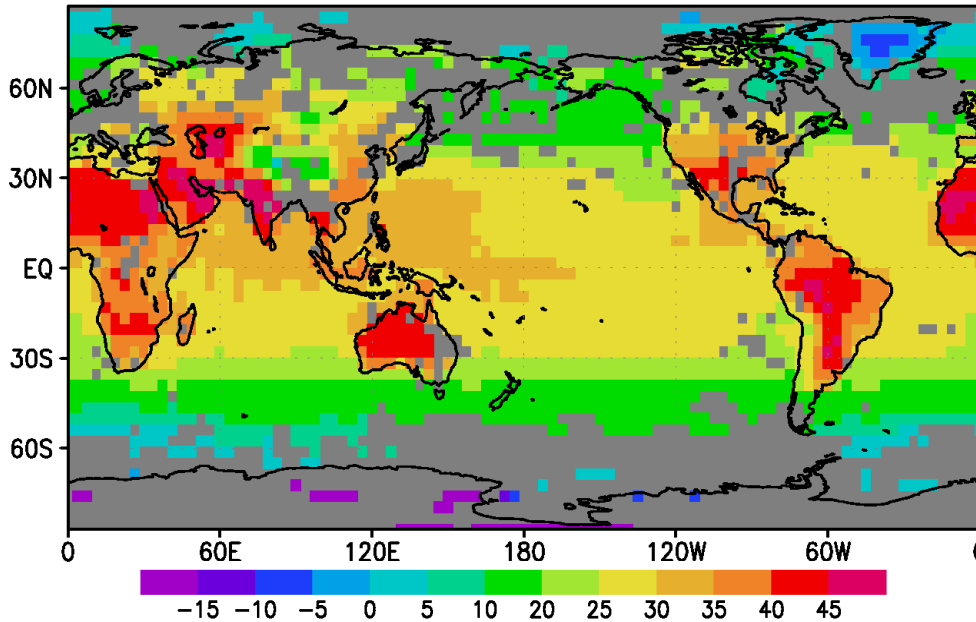
20 J Wiederkehrwert, control



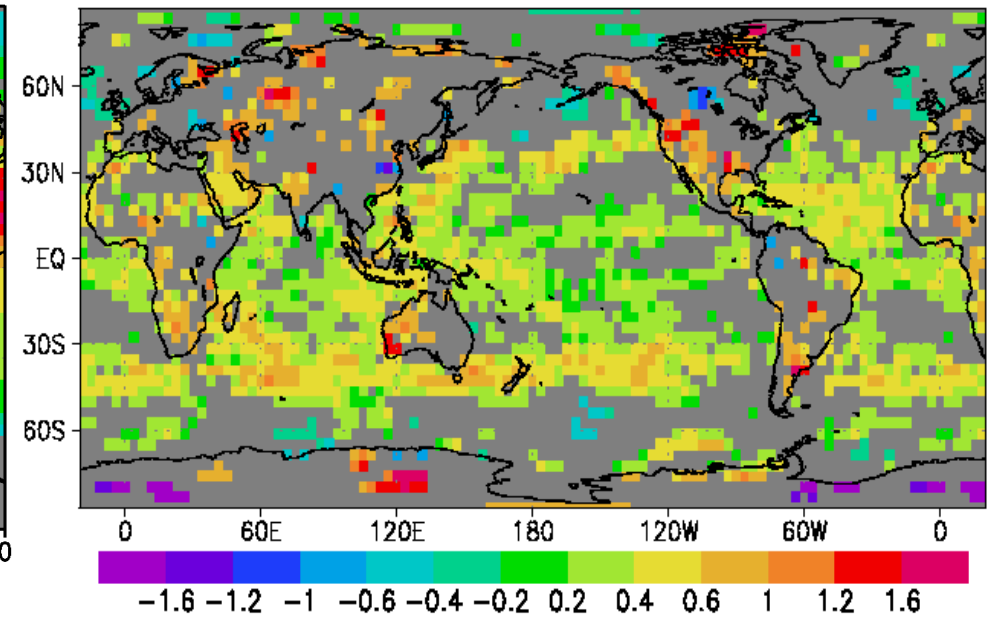
Differenz: ALL – control



20 J Wiederkehrwert. ALL ensemble



Differenz: NAT – control



Basierend auf der **Extremwerttheorie** (siehe Coles 2001)
sind Blockmaxima einer Verteilung asymptotisch **GEV-verteilt**:

$$F(y) = \exp\left(-\left(1 + \xi \left(\frac{y - \mu}{\sigma}\right)\right)^{-\frac{1}{\xi}}\right)$$

Ein **Wiederkehrwert** ist das zugehörige $(1 - p)$ – Quantil
Für Block- bzw. hier **jährlichen Wiederkehrwerte** gilt:

$$y_p = \begin{cases} \mu - \frac{\sigma}{\xi} (1 - (-\log(1 - p)))^{-\xi} \\ \mu - \sigma \log(-\log(1 - p)) \end{cases}$$

20-jährige Wiederkehrwerte: $(1 - 1/20)$ – Quantil ($p = 0.05$)