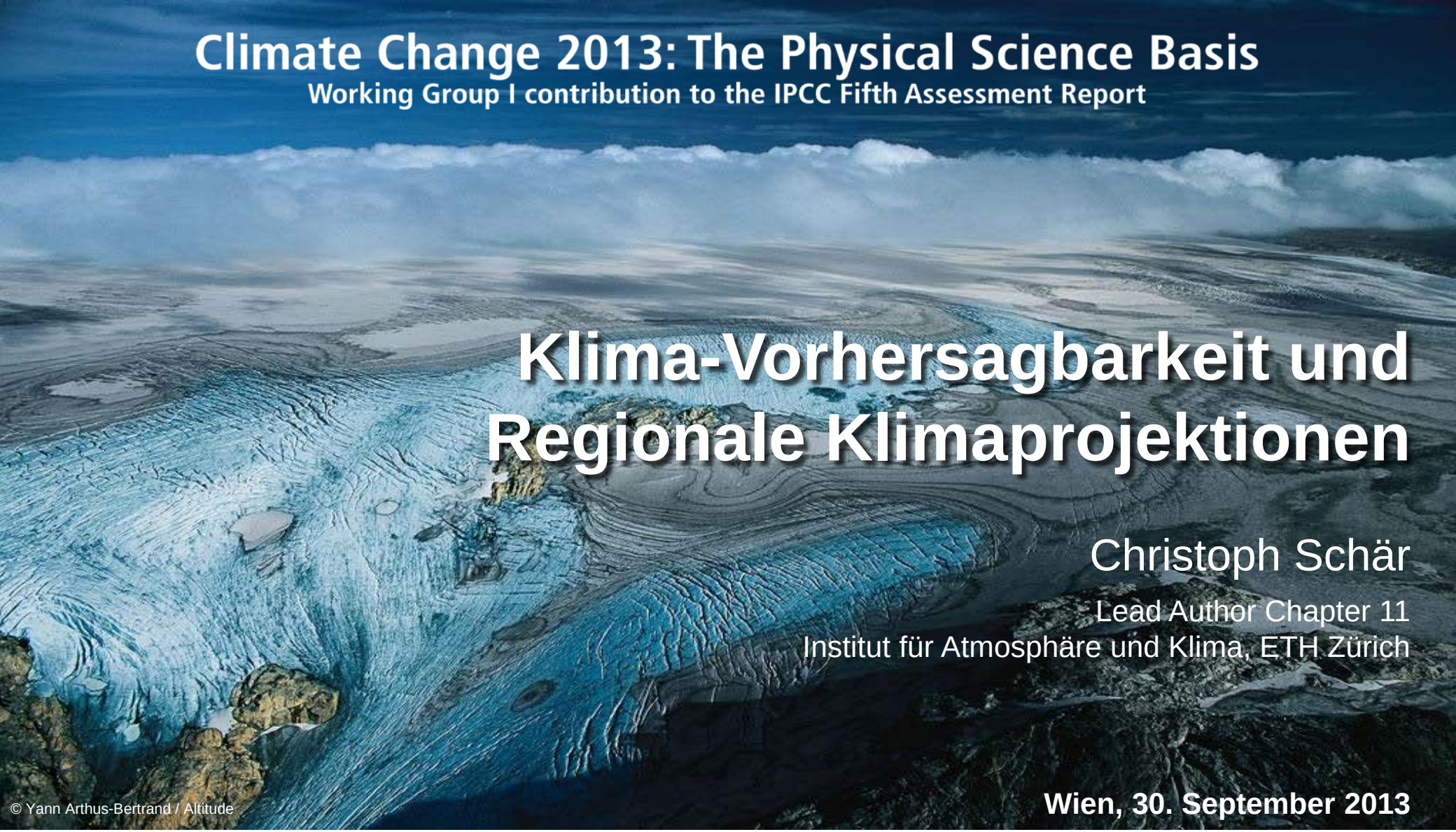


Klima-Vorhersagbarkeit und Regionale Klimaprojektionen

Christoph Schär

Lead Author Chapter 11
Institut für Atmosphäre und Klima, ETH Zürich

© Yann Arthus-Bertrand / Altitude

Wien, 30. September 2013

Was ist neu?

Neue Szenarien: Representative Concentration Pathways (RCPs)

- RCP2.6 (optimistisch), RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5 (pessimistisch)

Neue Simulationen: Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5):

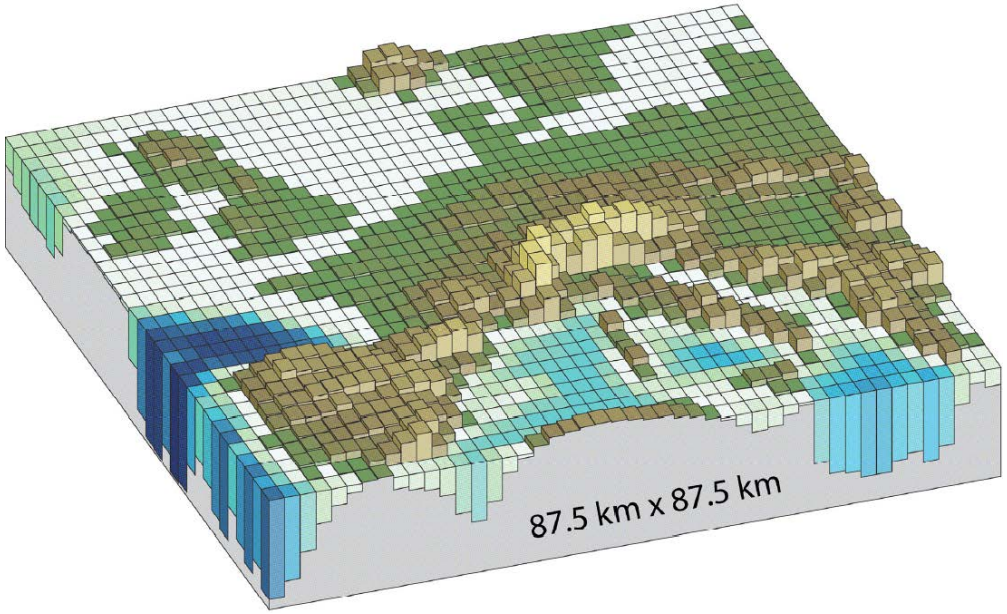
- 51 Modellversionen, 138 Modellläufe im Zeitraum 1850-2100
- Deutlich höhere Auflösung als im IPCC AR4 (2007)
- Viele Modelle habe verfeinerte Darstellung von:
  Wolken-Mikrophysik, Aerosol, Biogeochemie, Ozon-Schicht
- Validation (Chapter 9) findet Verbesserung gegenüber AR4
- Referenz-Periode: 1986-2005

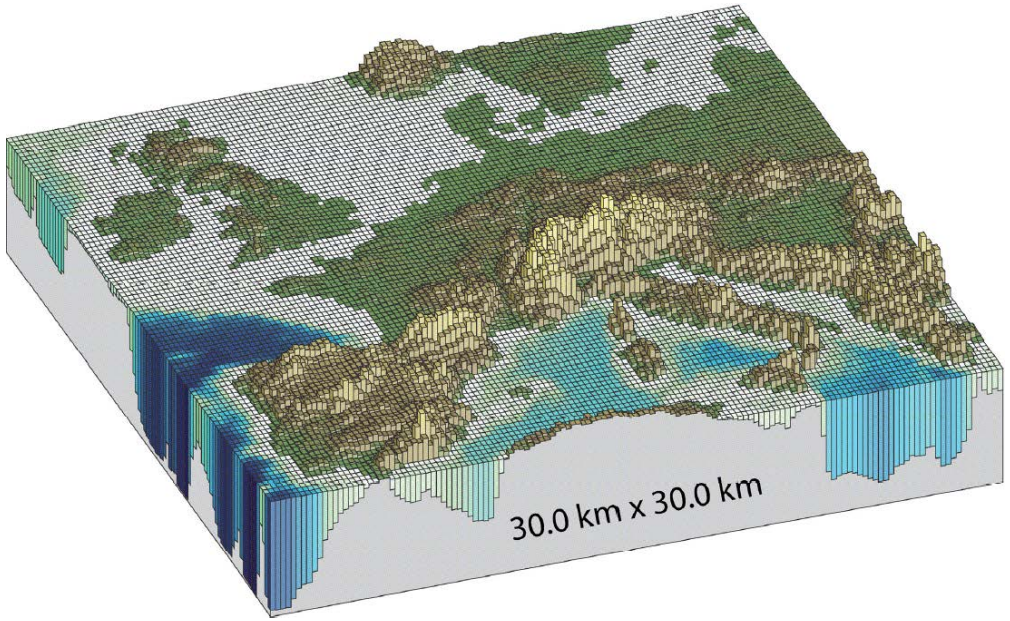
Erstmals systematische Information für alle Land-Regionen („Atlas“, Annex I)

Separate Kapitel für „near-term“ (nächste Jahrzehnte) und „far-term“

Nebst „Projektionen“ werden auch „Prognosen“ betrachtet

Auflösung von Klimamodellen



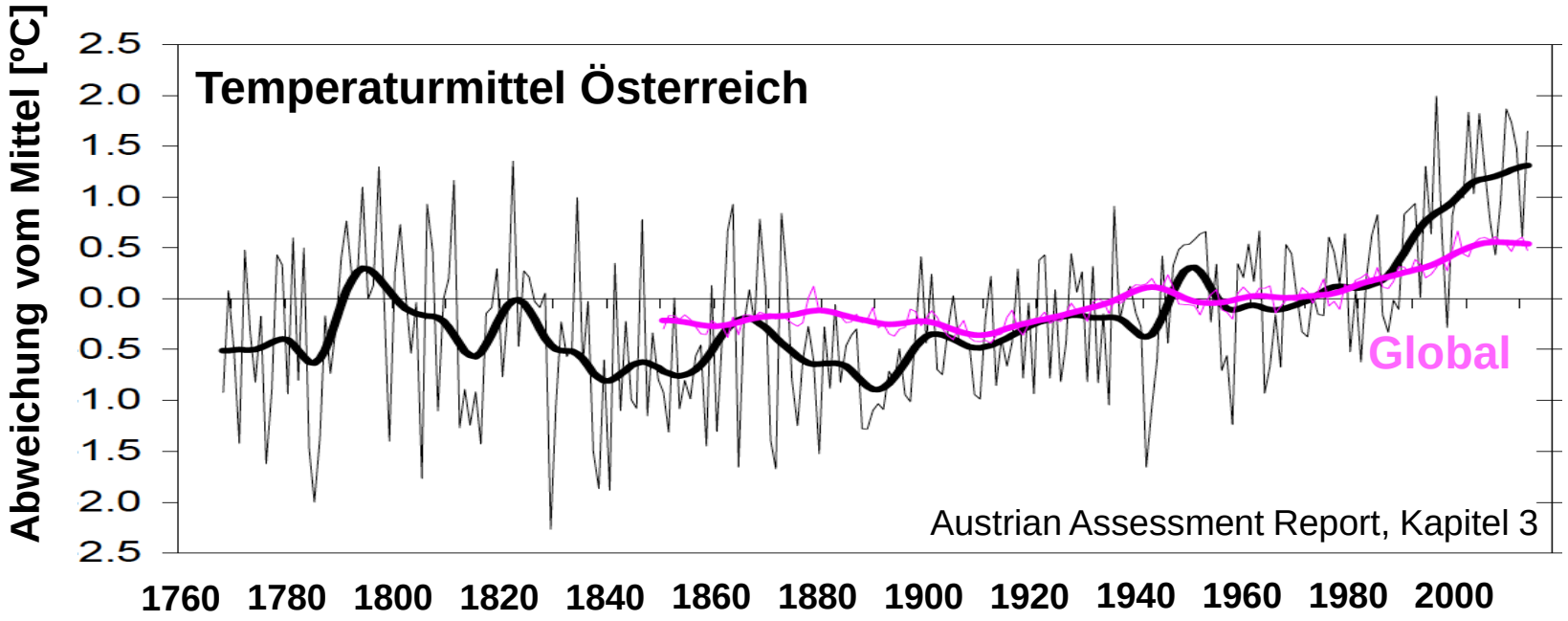


Höchstauflösende CMIP5-Modelle
Im IPCC-Bericht systematisch evaluiert

Globale Modelle in Forschung

Regionale Modelle:
In regionalen Assessments berücksichtigt

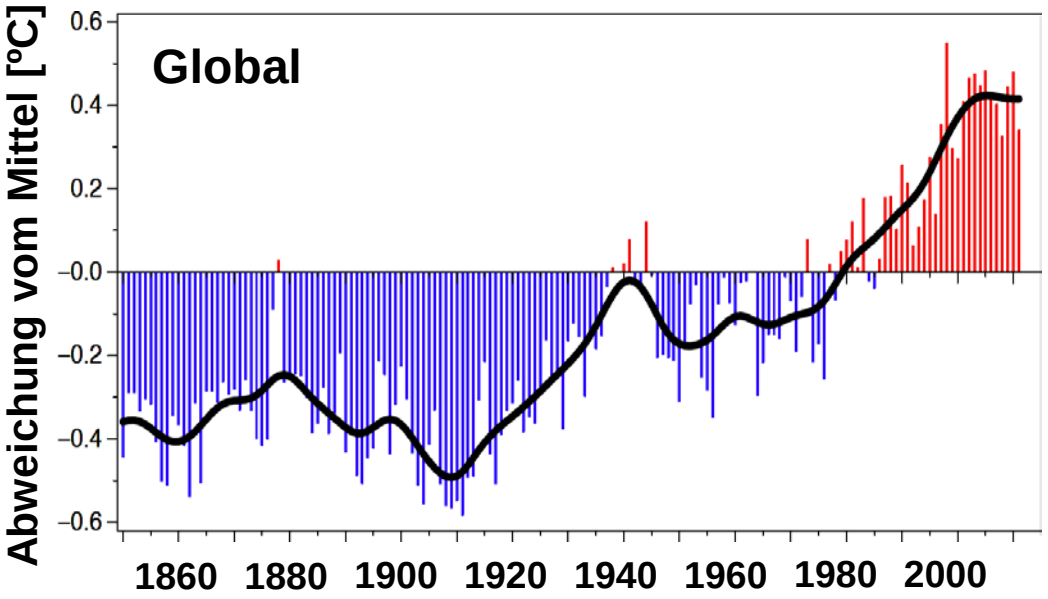
Trend versus Variabilität



Wichtige Frage:

Dominiert anthropogener Trend oder natürliche Variabilität?

Kurzfristig: Variabilität
Langfristig: Trend

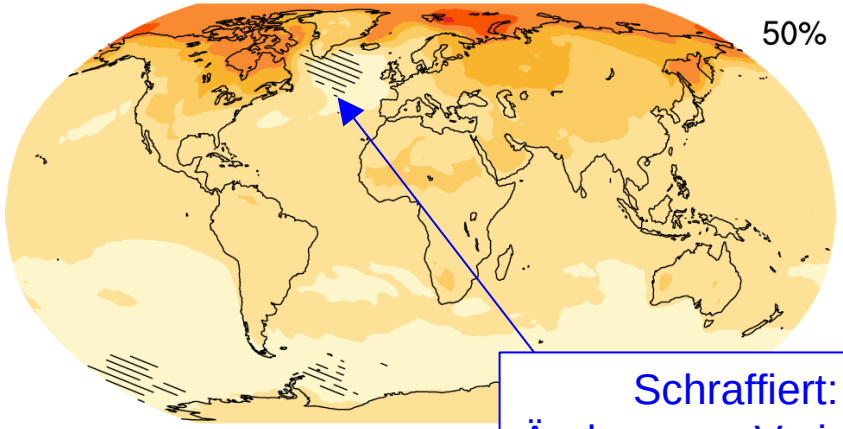


Änderung versus Variabilität

Temperatur Winter [° C]

Niederschlag Sommerhalbjahr [%]

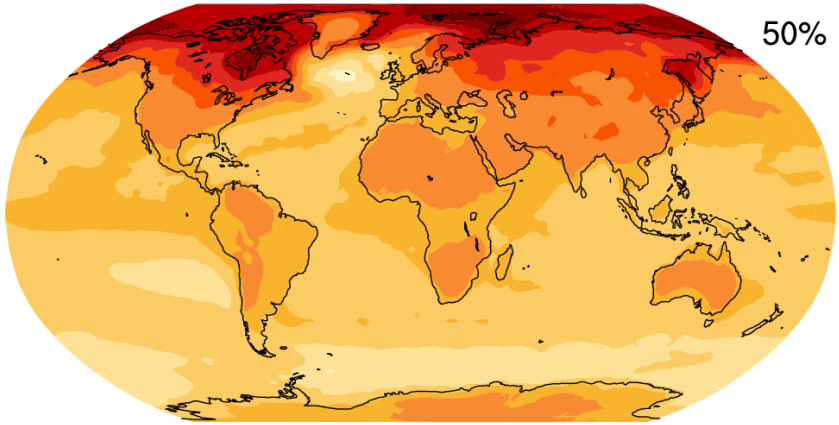
2016-2035

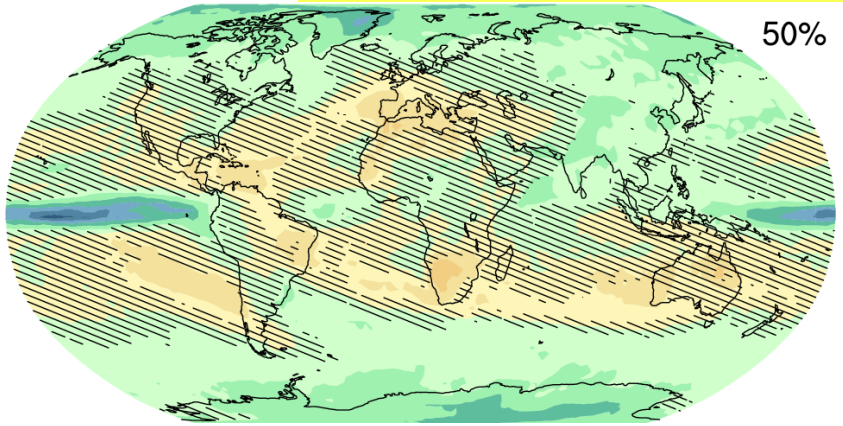


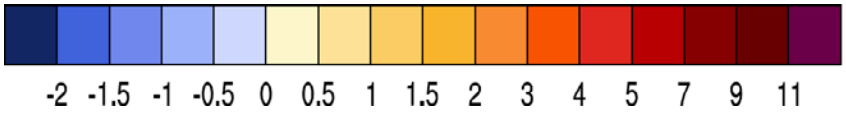
Schraffiert:
Änderung < Variabilität

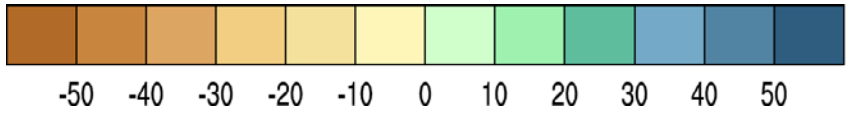
Temperatur-Änderungen zeigen sich in Dekaden, Niederschlags-Änderungen erst langfristig

2081-2100







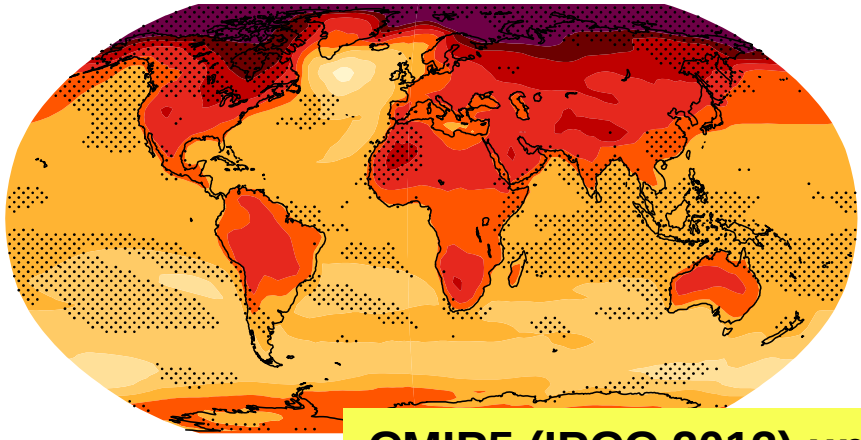


IPCC AR5, Atlas (Annex I), RCP4.5

IPCC 2013 versus IPCC 2007

Δ Temperatur (skaliert) **Δ Niederschlag (skaliert)**

2007 CMIP3 AR4



CMIP5 (IPCC 2013) und CMIP3 (IPCC 2007) sind sehr ähnlich

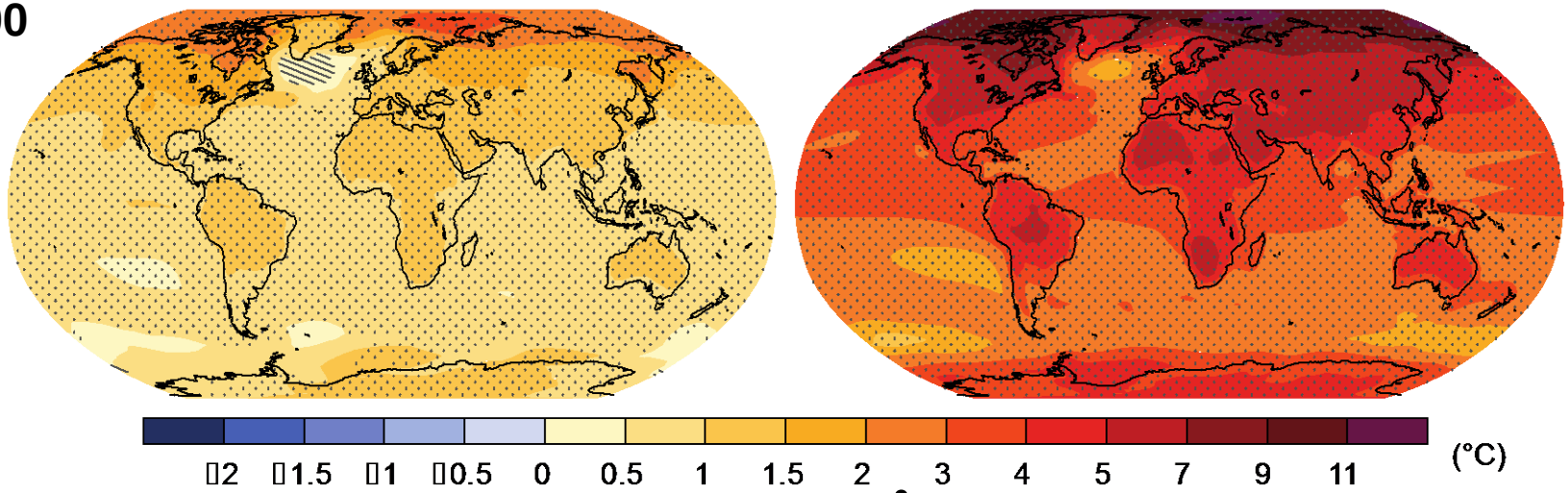
2013 CMIP5 AR5

IPCC AR5, Chapter 12, Fig.12.41

Optimismus versus Pessimismus

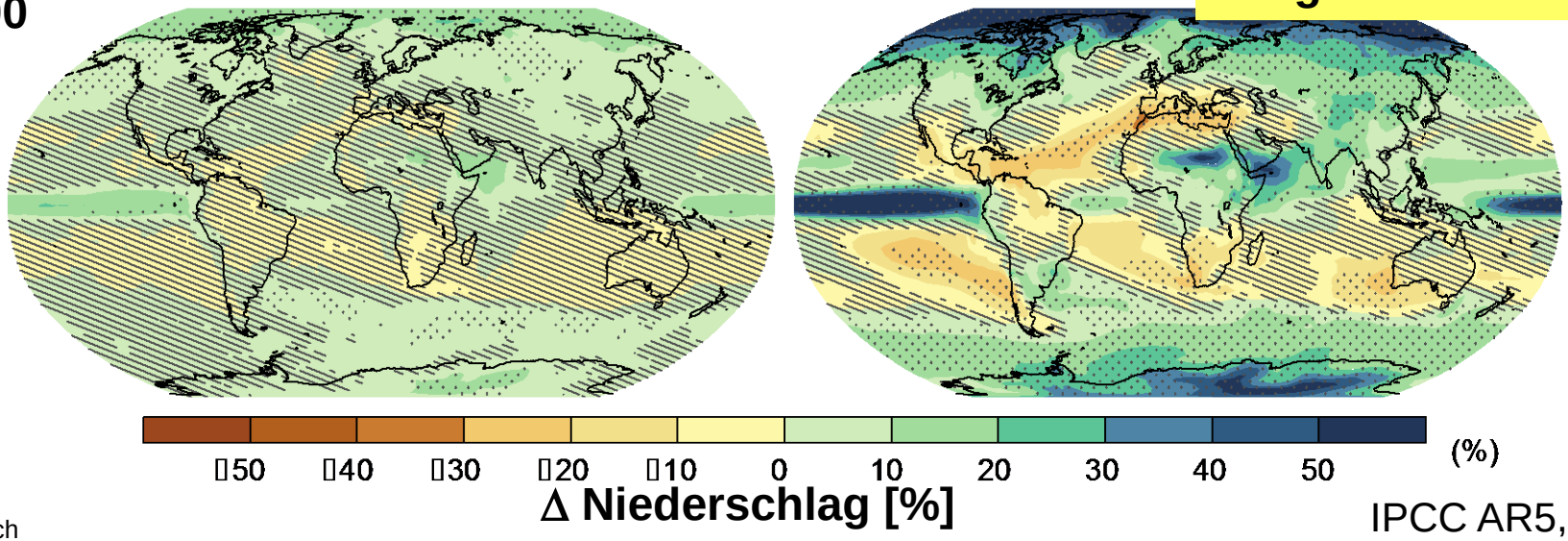
(RCP2.6, mit Interventionen) **(RCP8.5)**

2081-2100



Interventionen haben grosses Potential

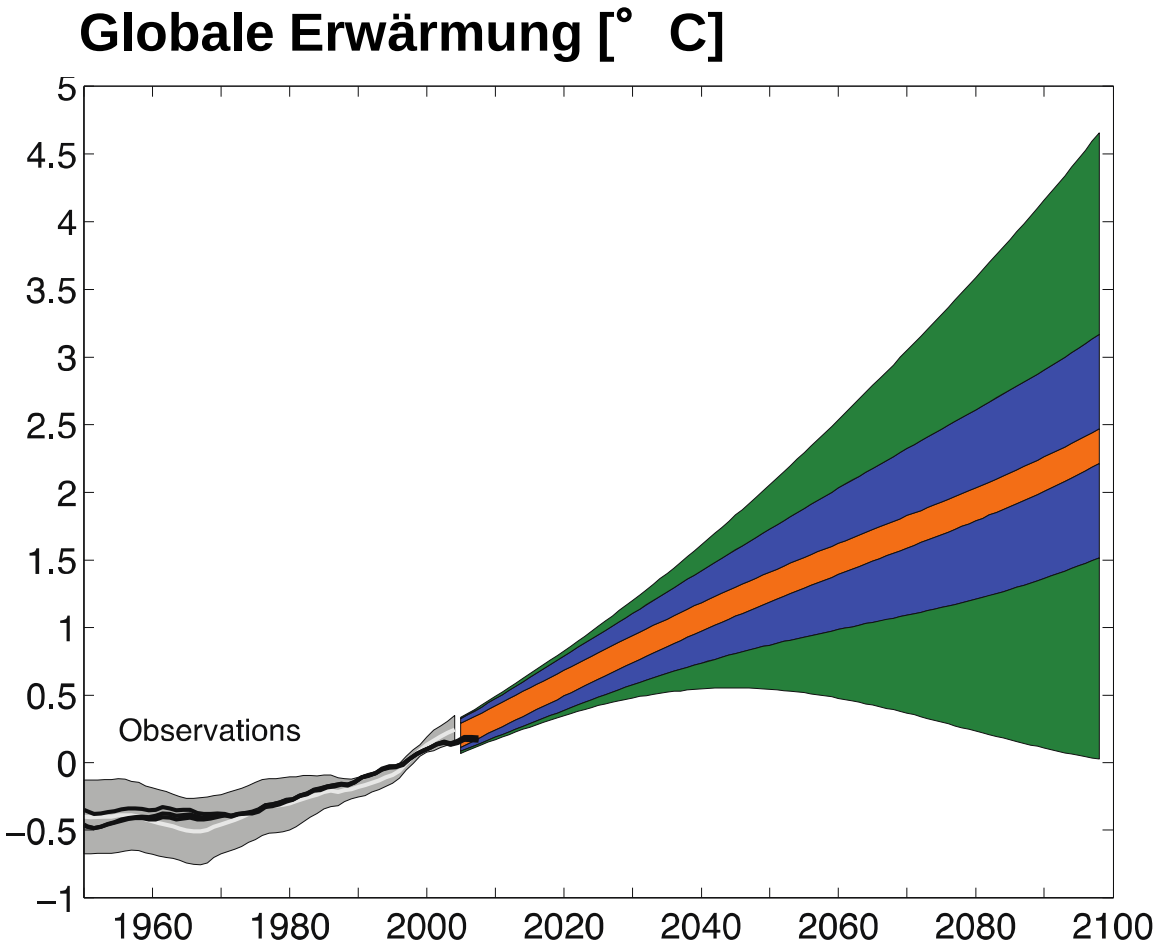
2081-2100



Schär, ETH Zürich

IPCC AR5, SPM Fig.8

Unsicherheiten



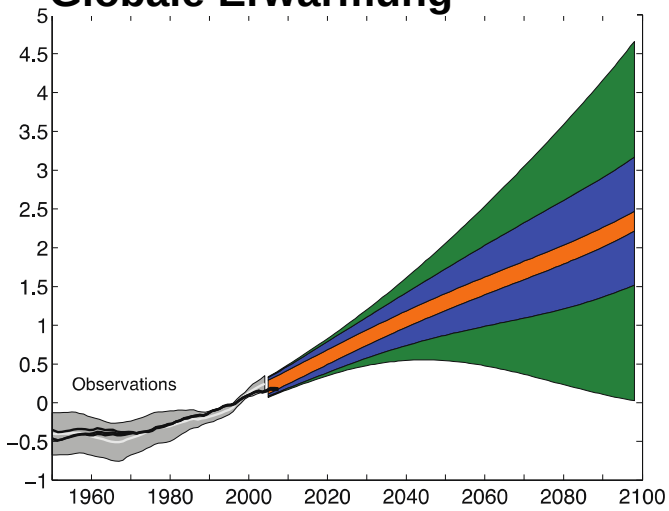
Quellen von Unsicherheit

- Interne Variabilität
- Modell-Unsicherheit
- Szenario Unsicherheit
- Historische Modell-Fehler

IPCC AR5, Chapter 11, Fig.11.8

Unsicherheiten

Globale Erwärmung



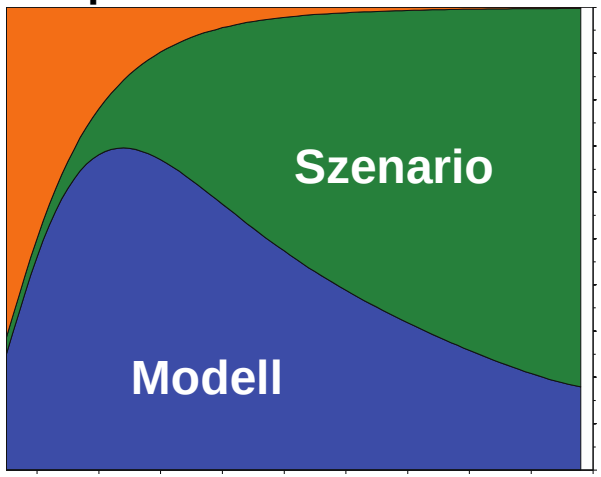
Quellen von Unsicherheit

- Interne Variabilität
- Modell-Unsicherheit
- Szenario Unsicherheit
- Historische Modell-Fehler

Unsicherheiten sind abhängig von Zeitraum und betrachteter Variabel.

Anfangs dominiert interne Variabilität, in 100 Jahren oft Szenario-Wahl

Temperatur Global



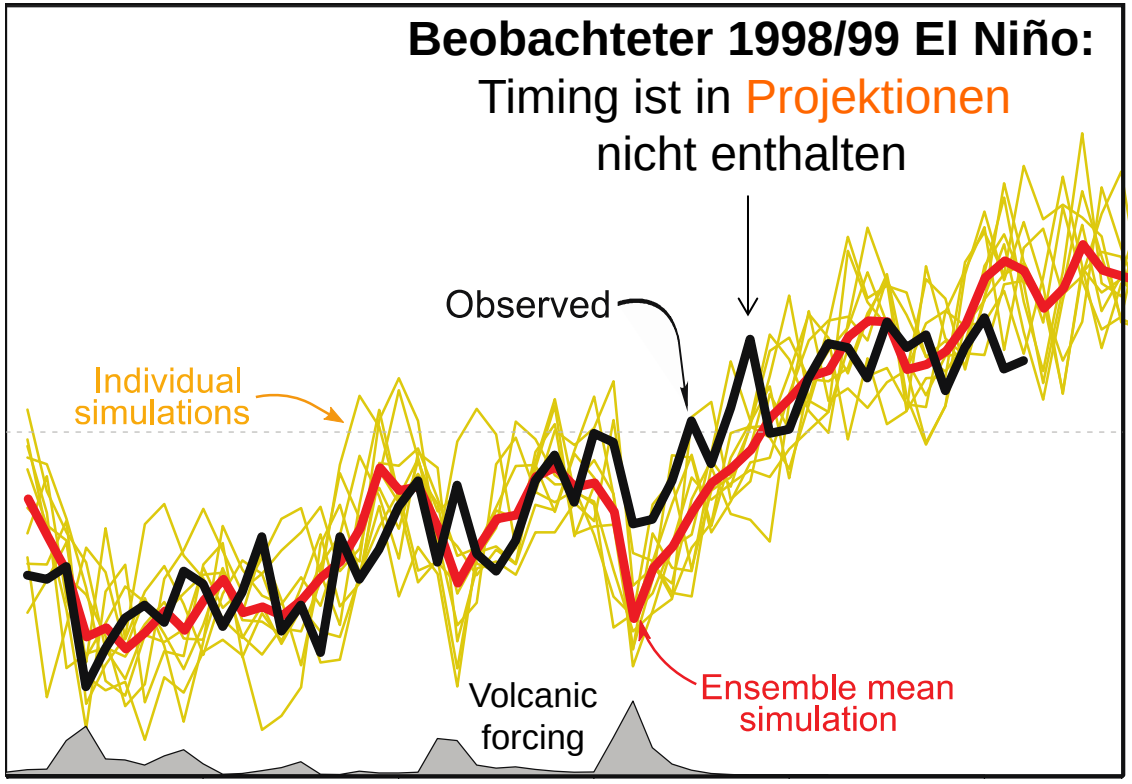
Temperatur Europa

Niederschlag Europa (DJF)

IPCC AR5, Chapter 11, Fig.11.8

Projektion versus Beobachtungen

Interne Variabilität in Projektionen enthalten, aber keine Prognose

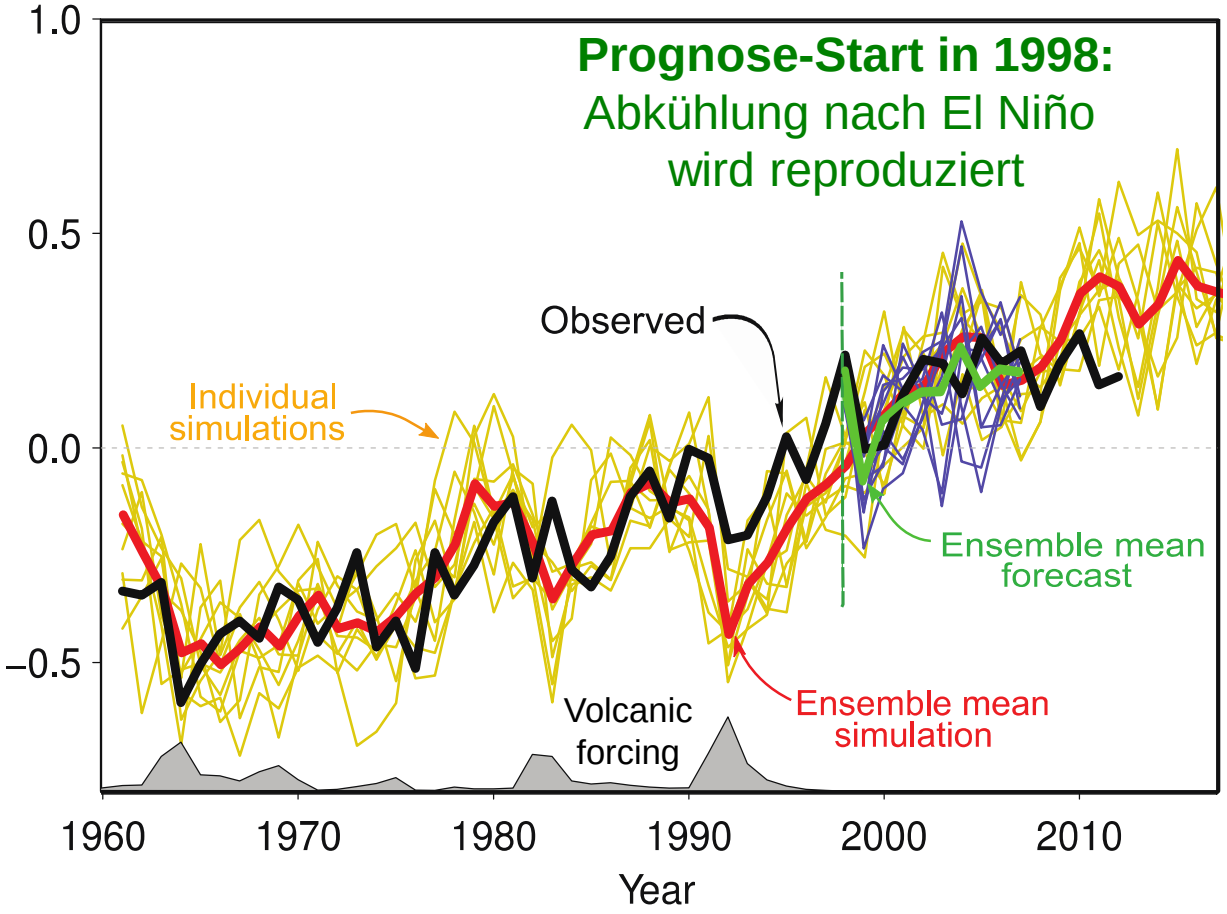


IPCC AR5, Chapter 11, Box 11.1, Fig.1

Projektion versus Prognose

Interne Variabilität in Projektionen enthalten, aber keine Prognose

Interne Variabilität wird über einige Jahre vorhergesagt



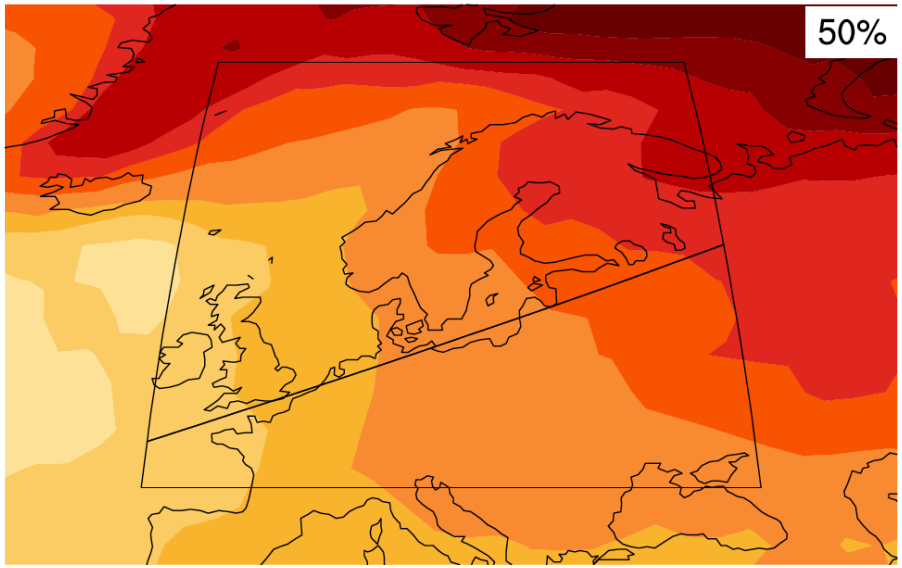
Prognose hat kurzfristig einen besseren Skill als Projektion.

Hinweise auf beträchtliches Potential (bis zu ca 10 Jahren).

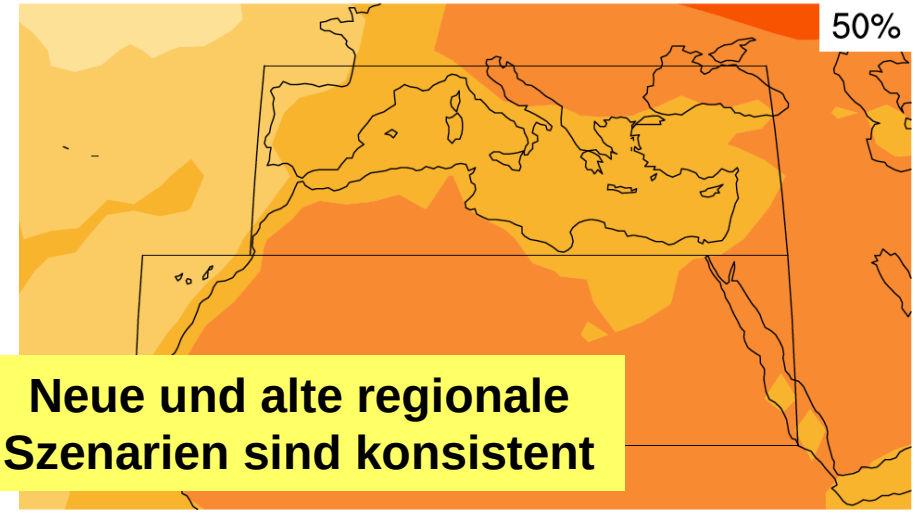
IPCC AR5, Chapter 11, Box 11.1, Fig.1

Temperatur Europa (Winter)

IPCC AR5 (Atlas, RCP4.5)

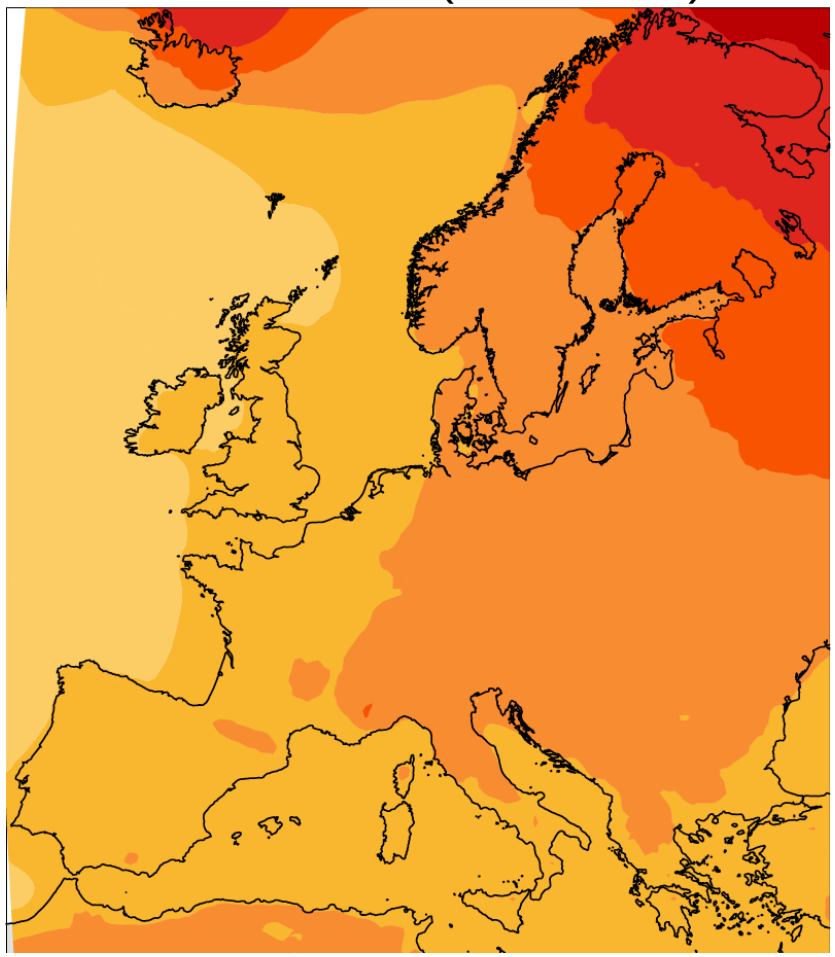


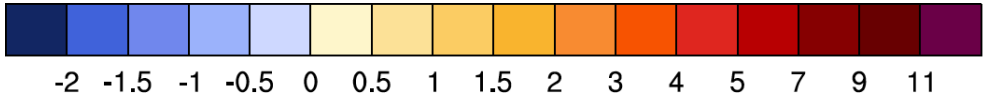
Temperature change RCP4.5 in 2081-2100: December-February



Neue und alte regionale Szenarien sind konsistent

ENSEMBLES (SRES A1B)



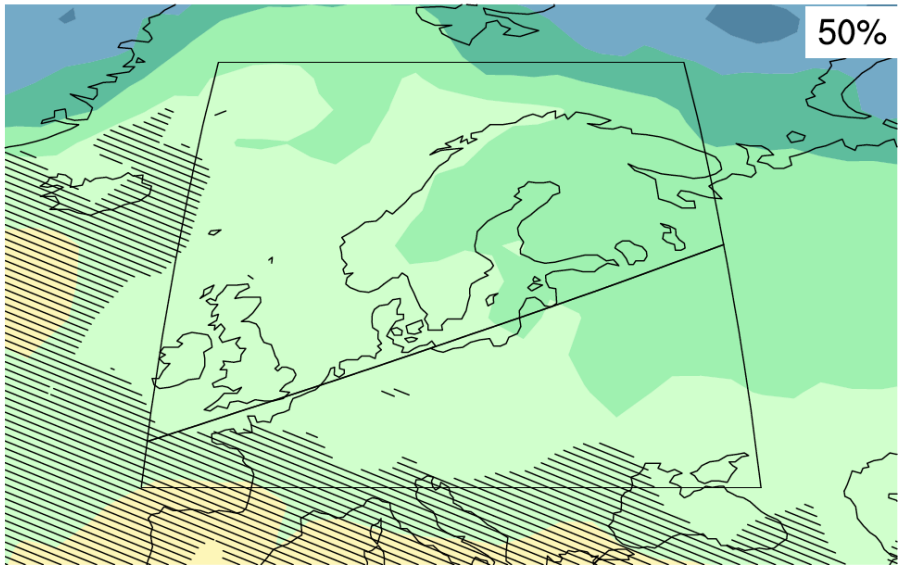


Temperature Change [ºC]

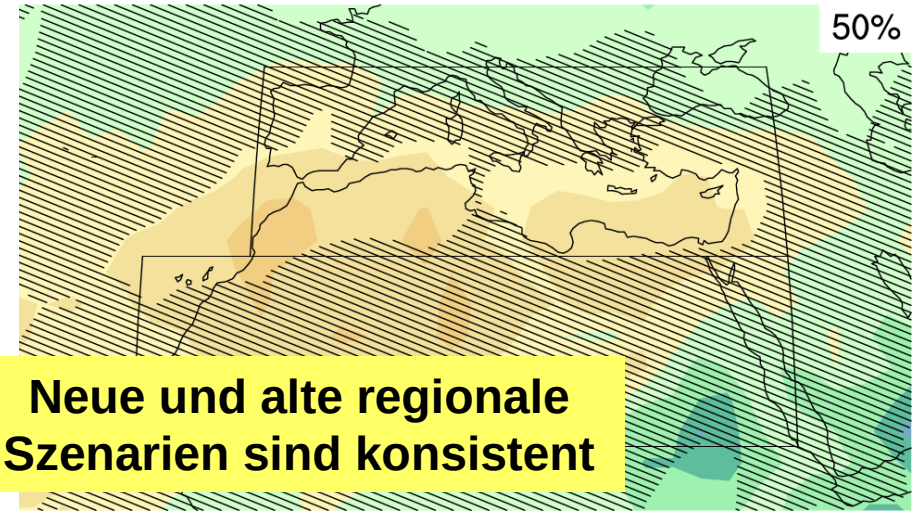
IPCC AR5 Annex vs ENSEMBLES (Jan Rajczak und Sven Kotlarski, ETH Zürich)

Niederschlag Europa (Winterhalbjahr)

IPCC AR5 (Atlas, RCP4.5)

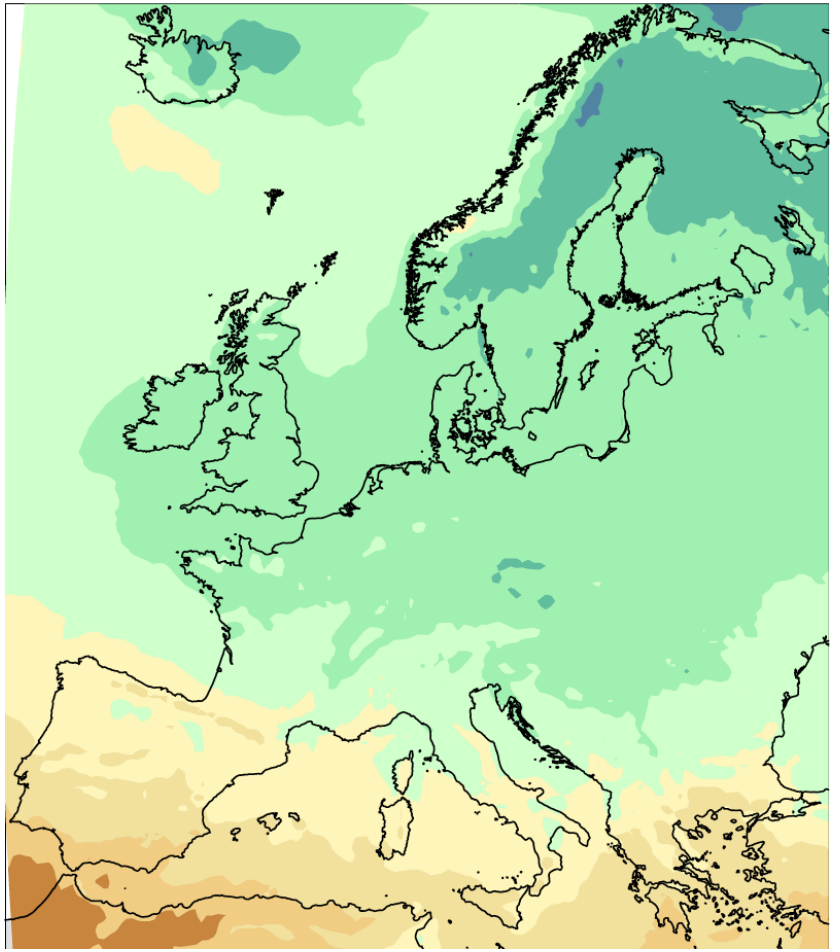


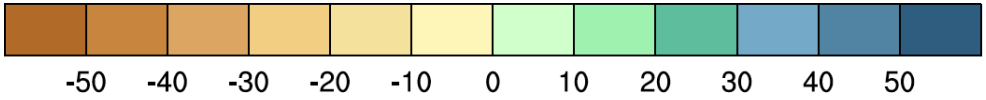
Precipitation change RCP4.5 in 2081-2100: October-March



Neue und alte regionale Szenarien sind konsistent

ENSEMBLES (SRES A1B)

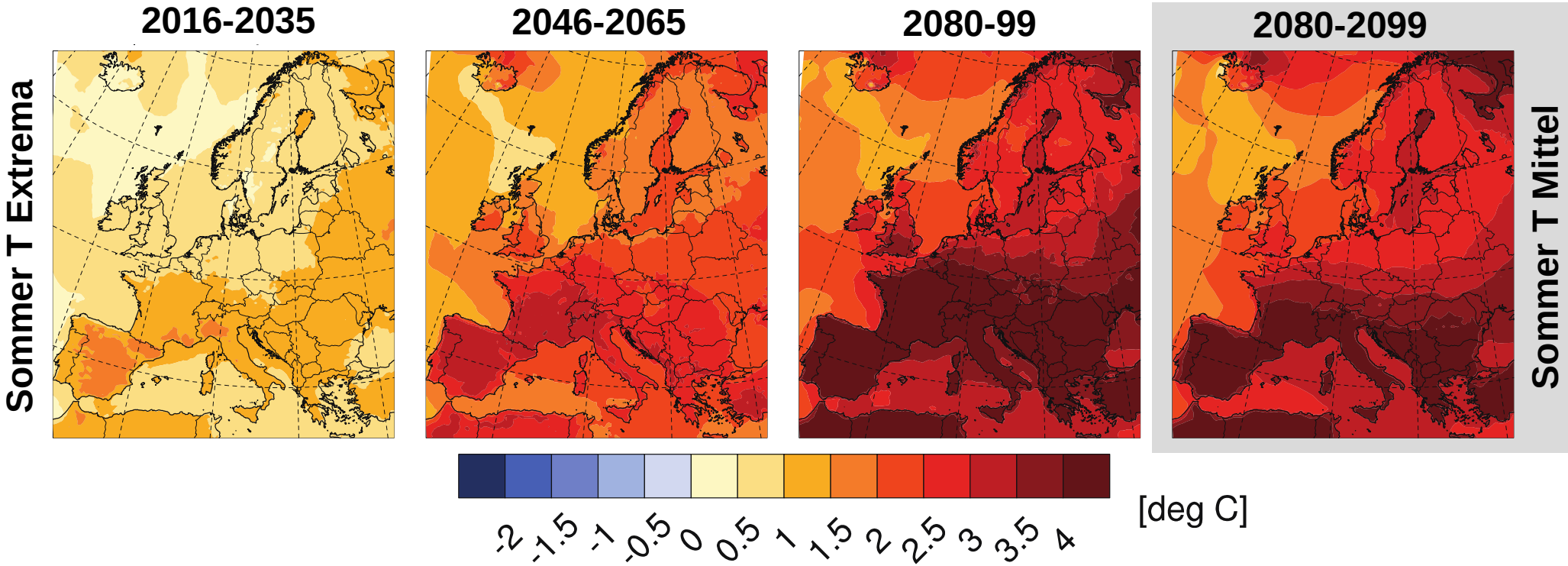




Precipitation Change [%]

IPCC AR5 Annex vs ENSEMBLES (Jan Rajczak und Sven Kotlarski, ETH Zürich)

Extrema der Sommer-Temperaturen

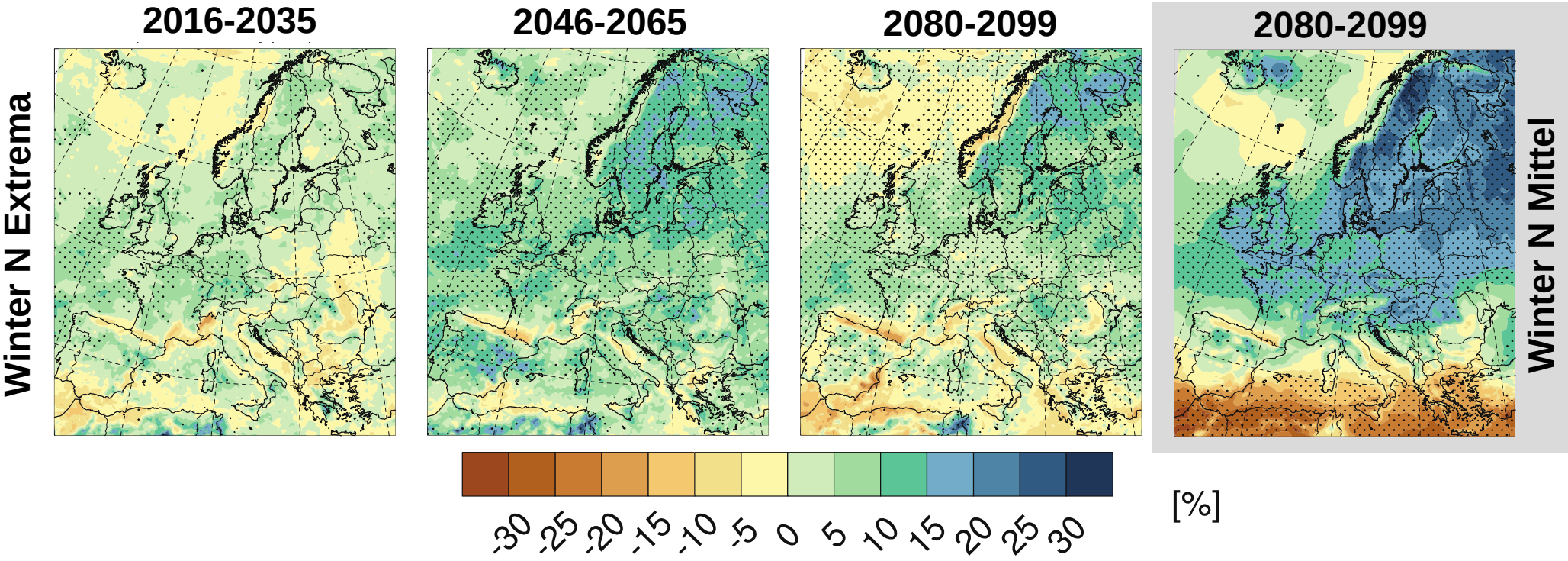


Änderung der Temperatur-Extrema im Sommer (Tmax, 90%-Perzentil)

- **Statistisch signifikant in ganz Europa**
- **Stärkste Zunahme in Südeuropa**
- **Deutliche Zunahme im Laufe des Jahrhunderts**
- **Stärker als Zunahme der Mitteltemperaturen**

2016-2035: IPCC AR5, Fig.11.18a; andere Panels: Jan Rajczak

Extrema der Winter-Niederschläge



Änderung der Niederschlags-Extrema im Winter (95%-Perzentil der täglichen N)

- **Langsame Zunahme in Nordeuropa (nur signifikant wo gepunktet)**
- **Starke dekadische Variabilität, verursacht durch Zirkulationsänderungen**
- **Zunahme teilweise langsamer als bei mittleren Niederschlagsmengen**

2016-2035: IPCC AR5, Fig.11.18g; andere Panels: Jan Rajczak

Wichtigste Aussagen

Die neuen Simulationen im IPCC AR5 zeigen hohe Konsistenz untereinander, und mit vorangehenden Resultaten im IPCC AR4.

Unsicherheiten abhängig von Zeitraum und betrachteter Variabel:
- interne Variabilität: dominiert in nächsten Jahrzehnten
- Modell-Unsicherheit: wichtig langfristig und beim Wasserkreislauf
- Szenario-Unsicherheit: dominiert langfristig

Die initialisierten Prognosen haben kurzfristig einen besseren Skill als die gängigen Projektionen. Studien belegen signifikantes Potential für <10 Jahre, gegenwärtig noch nicht voll ausgeschöpft.

Resultate für Europa (Temperaturen, Niederschlag, Extreme) konsistent mit älteren Szenarien (IPCC AR4 und SREX, ENSEMBLES).