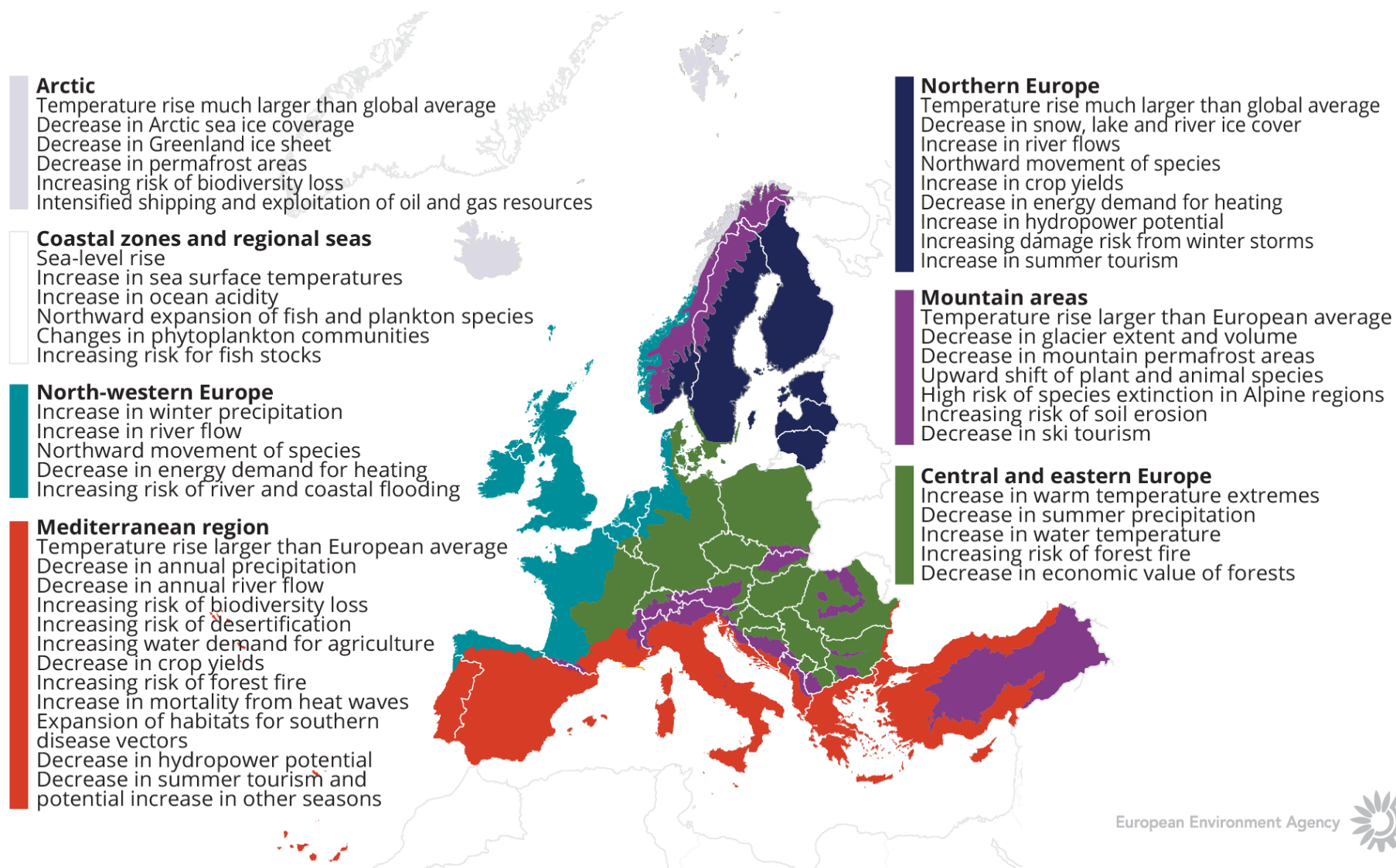


- Warum brauchen wir Klimaservices?
- Was sind ihre Aufgaben?
- Was trägt das deutsche **Climate Service Center 2.0** dazu bei?
- Welche Ressourcen werden dafür benötigt?

Key observed and projected impacts from climate change for the main regions in Europe



European Environment Agency



Source: EEA (2012), Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report, EEA Report No 12/2012, European Environment Agency.

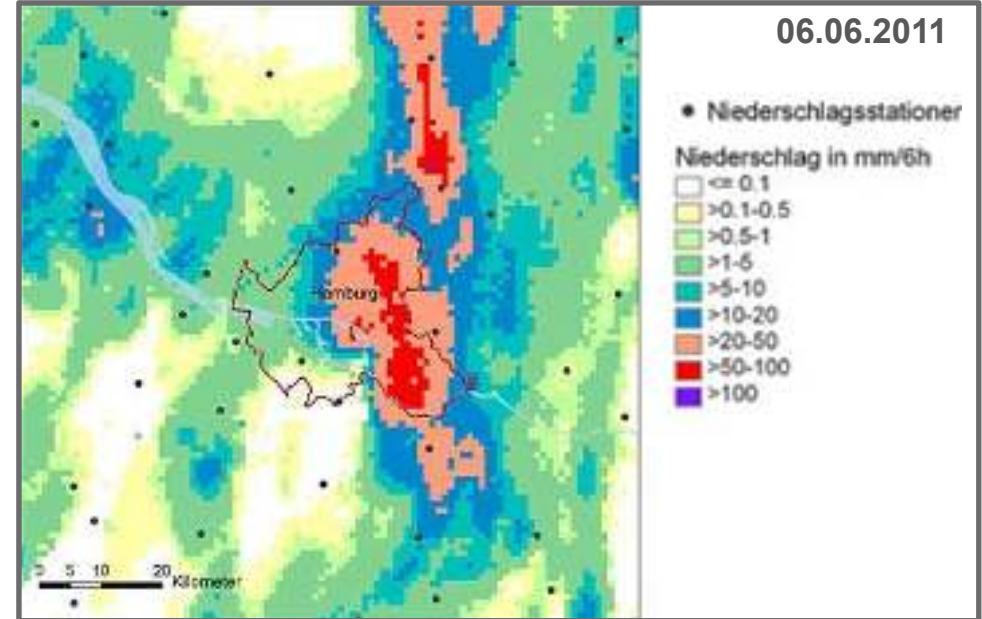
European Environment Agency



Starkregen und urbane Überflutung



Überfluteter Hauptbahnhof Hamburg, 06.06.2011 (P. Becker)



(T. De Paus et al. 2011)

Gefahr: Zunahme urbaner Überflutungen

Problem: lokal begrenztes Ereignis, z. Zt. Ort nicht genau vorhersagbar

- Wandel der “Entwässerungsphilosophie” notwendig, weg von Sicherheitsversprechen hin zu Risikomanagement

Produkt: **Eislast**
Sektor: **Infrastruktur**

Electrical tower in eastern Thuringia
dpa_kreiszeitung.de 09.12.2010

Electrical tower close to Münster
Sueddeutsche.de 04.12.2005

Wo und wie oft?

A European Research and Innovation Roadmap for Climate Services



Expert Group composition

..und Support- und Steuergruppen
mit EU-Vertretern

Roger Street, Rapporteur

Director of the UK Climate Impacts Programme (UKCIP),
University of Oxford and member of the Joint Programming Initiative on Climate

Martin Parry

Centre for Environmental Policy, Imperial College London and Department of Geography, University of Birmingham

Jesse Scott,

Member of the Gas, Coal, and Power Markets team, International Energy Agency, Paris

Daniela Jacob,

Acting Director of the Climate Service Centre 2.0,
an independent establishment at the Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Hamburg

Tania Runge,

Senior Policy Advisor, Copa-Cogeca secretariat
Chair of the Stakeholder Advisory Board of FACCE JPI

Definition von Climate Services

Being relatively new, various definitions and interpretations exist for the concept of climate services.

→ For the scope of this document, we attribute to the term a broad meaning, which covers *the transformation of climate-related data — together with other relevant information — into customised products such as projections, forecasts, information, trends, economic analysis, assessments (including technology assessment), counselling on best practices, development and evaluation of solutions and any other service in relation to climate that may be of use for the society at large.*

As such, these services include data, information and knowledge that *support adaptation, mitigation and disaster risk management* (DRM).

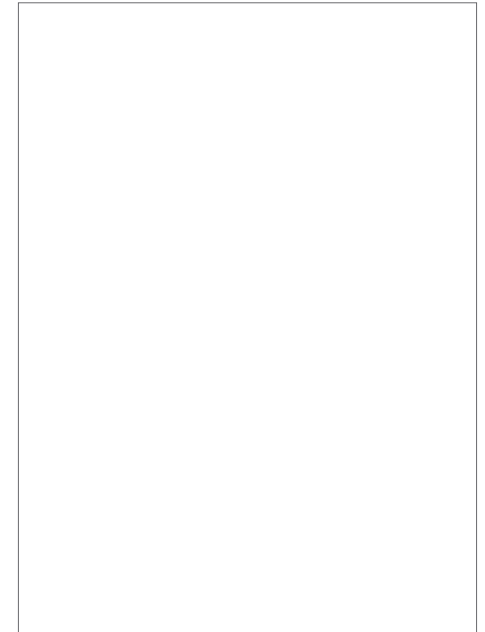
aus: EC Directorate-General for Research and Innovation (2015):

A European research and innovation Roadmap for Climate Services - Box 1.

<http://bookshop.europa.eu/en/a-european-research-and-innovation-roadmap-for-climate-services-pbKI0614177>

Climate Service Center 2.0

- **Im Jahr 2009** vom BMBF ins Leben gerufen
- Seit Juni 2014 eine **selbstständige wissenschaftliche Organisationseinheit** des Helmholtz-Zentrums Geesthacht
- Finanziert durch die **Programmorientierte Förderung** der Helmholtz Gemeinschaft
- Kommissarisch geleitet durch **Dr. Daniela Jacob**
- Sitz im Hamburger **Chilehaus** (wie bisher)
- **Interdisziplinäres Team** von Naturwissenschaftlern und Sozioökonomen (ca. 40 MitarbeiterInnen)



Chilehaus Hamburg

<http://www.climate-service-center.de>

Climate Service Center 2.0

Das Climate Service Center 2.0 stellt **wissenschaftlich fundiert Produkte und Dienstleistungen** bereit, um Politik, Wirtschaft und Gesellschaft bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen und Entscheidungswissen zur Verfügung zu stellen.

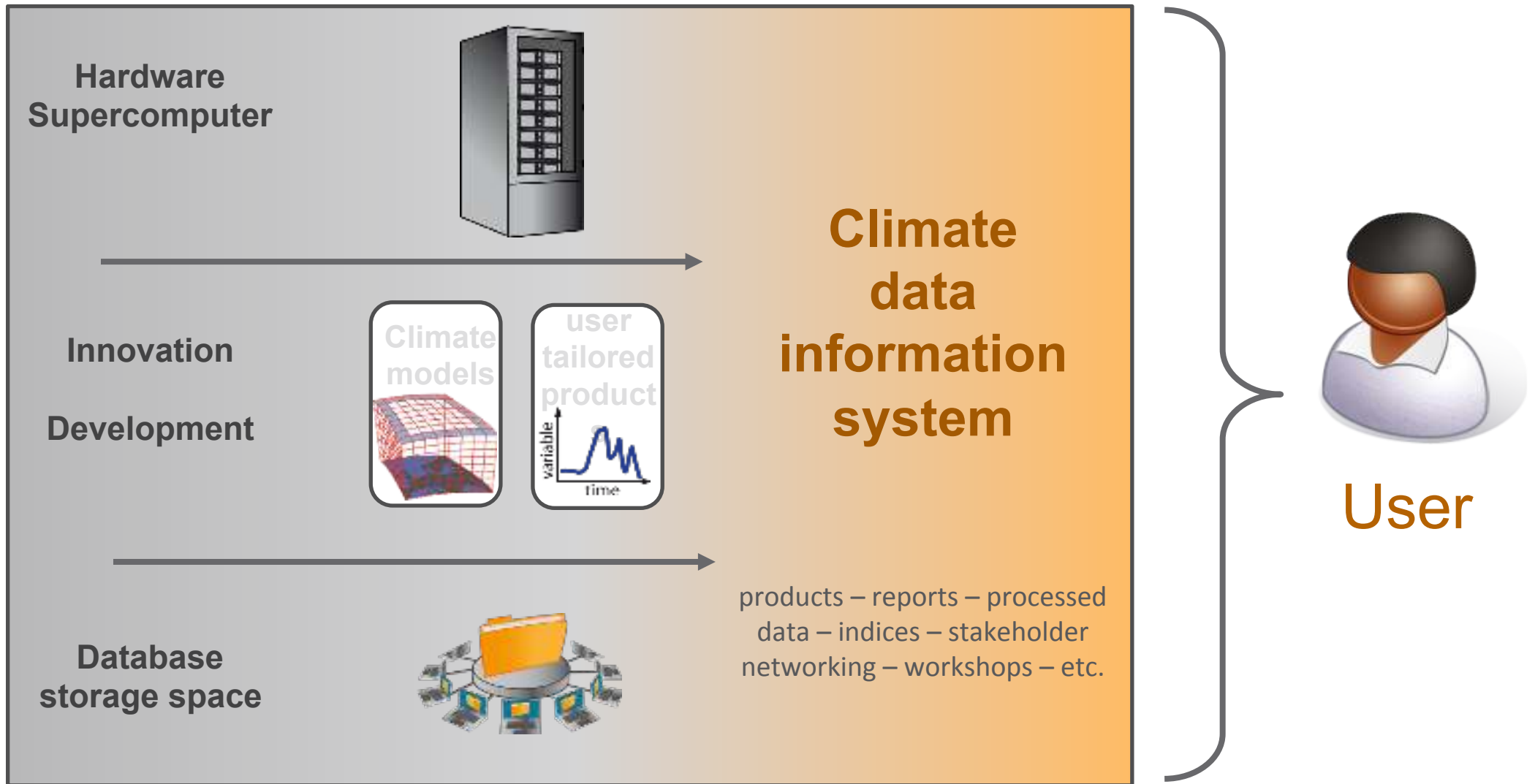
- **Praxisorientierte Aufarbeitung** und Erweiterung wissenschaftlicher Informationen zum Klimawandel
- **Validierung** durch Erprobung in der Praxis:
Wie und wo funktionieren die Leistungen? Decken sie den Bedarf?
- Das Climate Service Center 2.0 arbeitet **strikt quellenneutral** mit dem gesamten Klima- und Klimafolgenwissen, das auf dem Wissensmarkt verfügbar ist

EU Roadmap Challenges:

Enabling market growth
Building the market framework
Enhancing quality and relevance



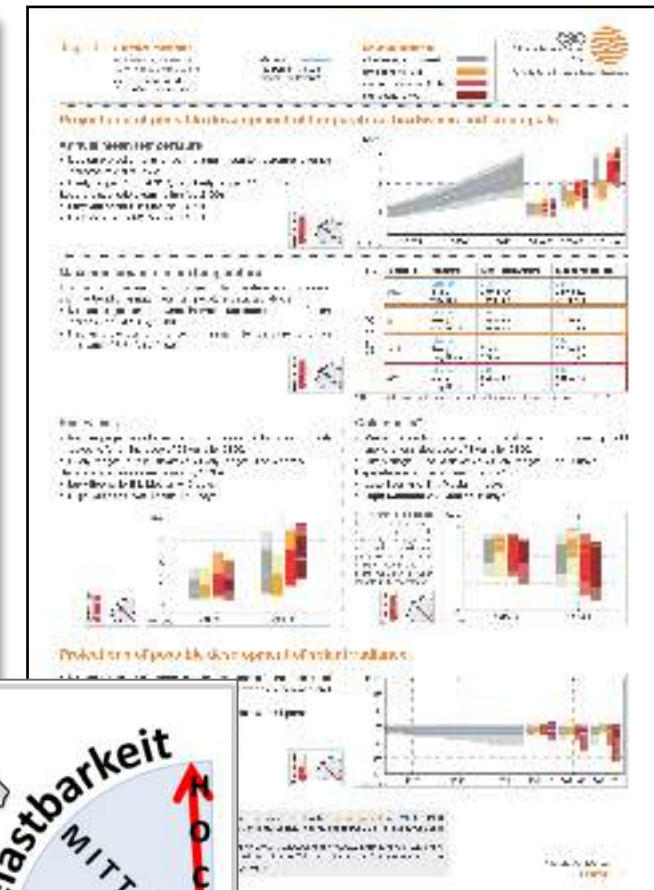
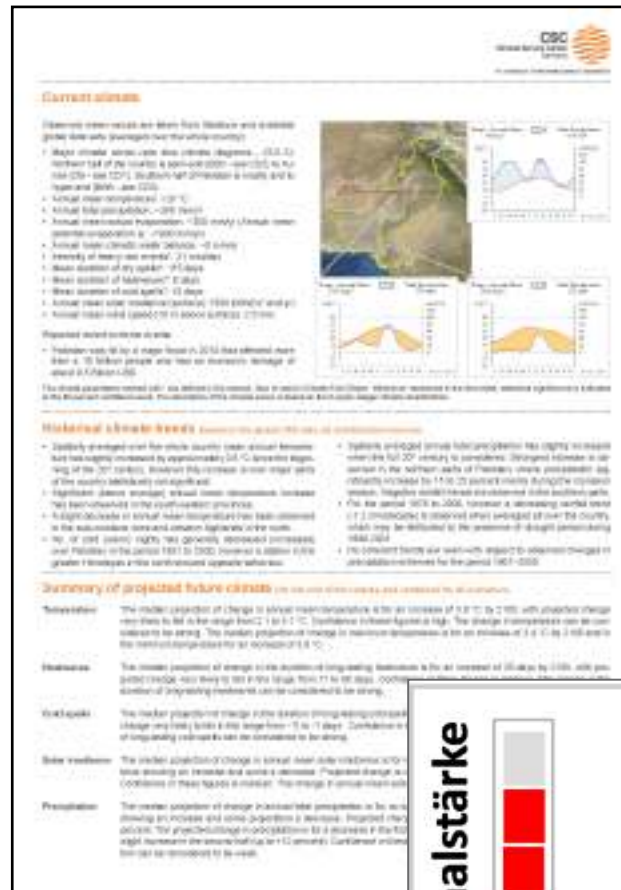
Klimaservice-Infrastruktur



Prototyp: Climate Fact Sheets

Beispiel: Pakistan

Wesentliche Klimacharakteristika individueller Länder oder Regionen



Erhältlich auf Nachfrage:

<http://www.climate-service-center.de/climate-fact-sheets>

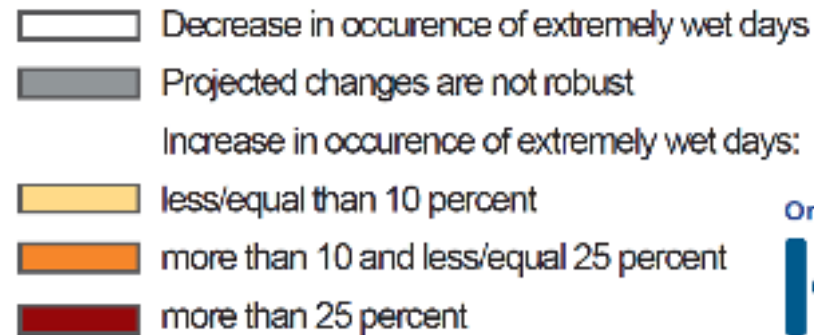
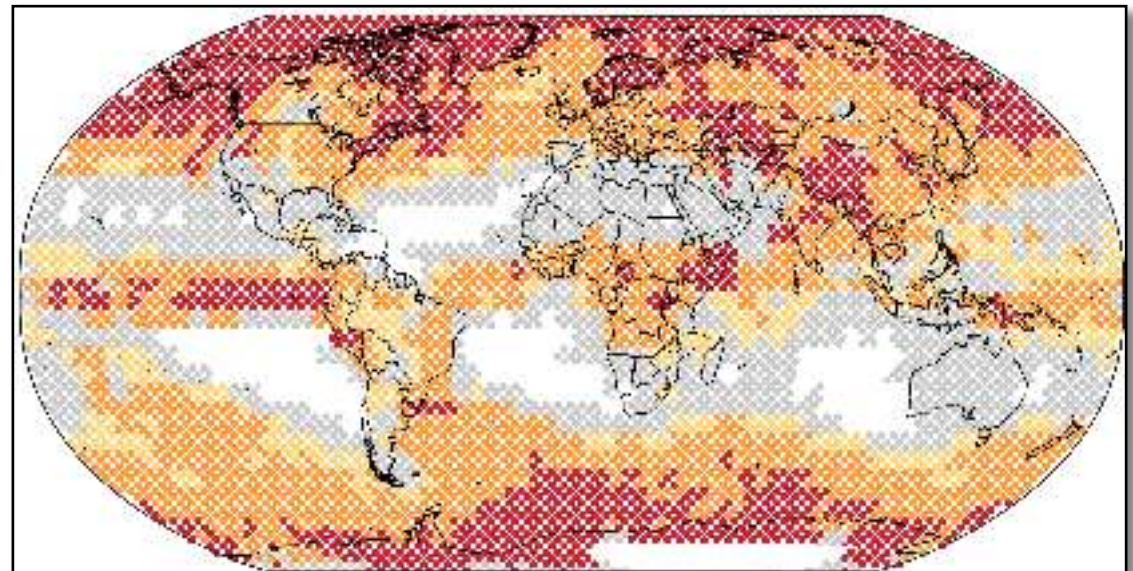
Prototyp: Klimasignalkarten (global)

Räumliche Darstellung der robusten globalen Klimaänderungen

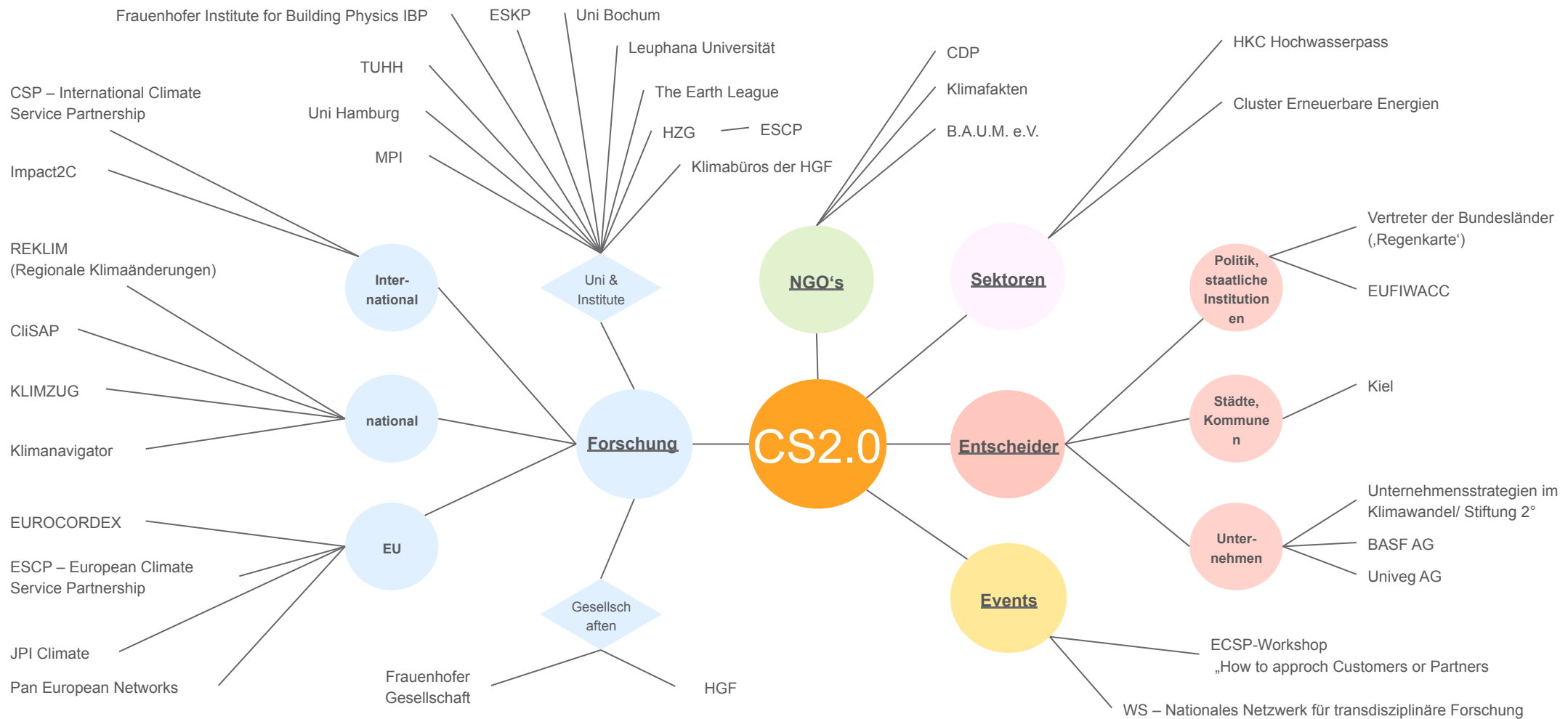
- Ensemble globaler Klimamodellprojektionen
- Dreistufiger Robustheitstest :
 1. statistisch signifikanter Unterschied
 2. Modellübereinstimmung
 3. Insensitivität gegenüber geringen Verschiebungen der Zeitperioden

Beispiel:

Zunahme der Häufigkeit von extrem feuchten Tagen
Differenz (2036-2065) – (1971-2000)



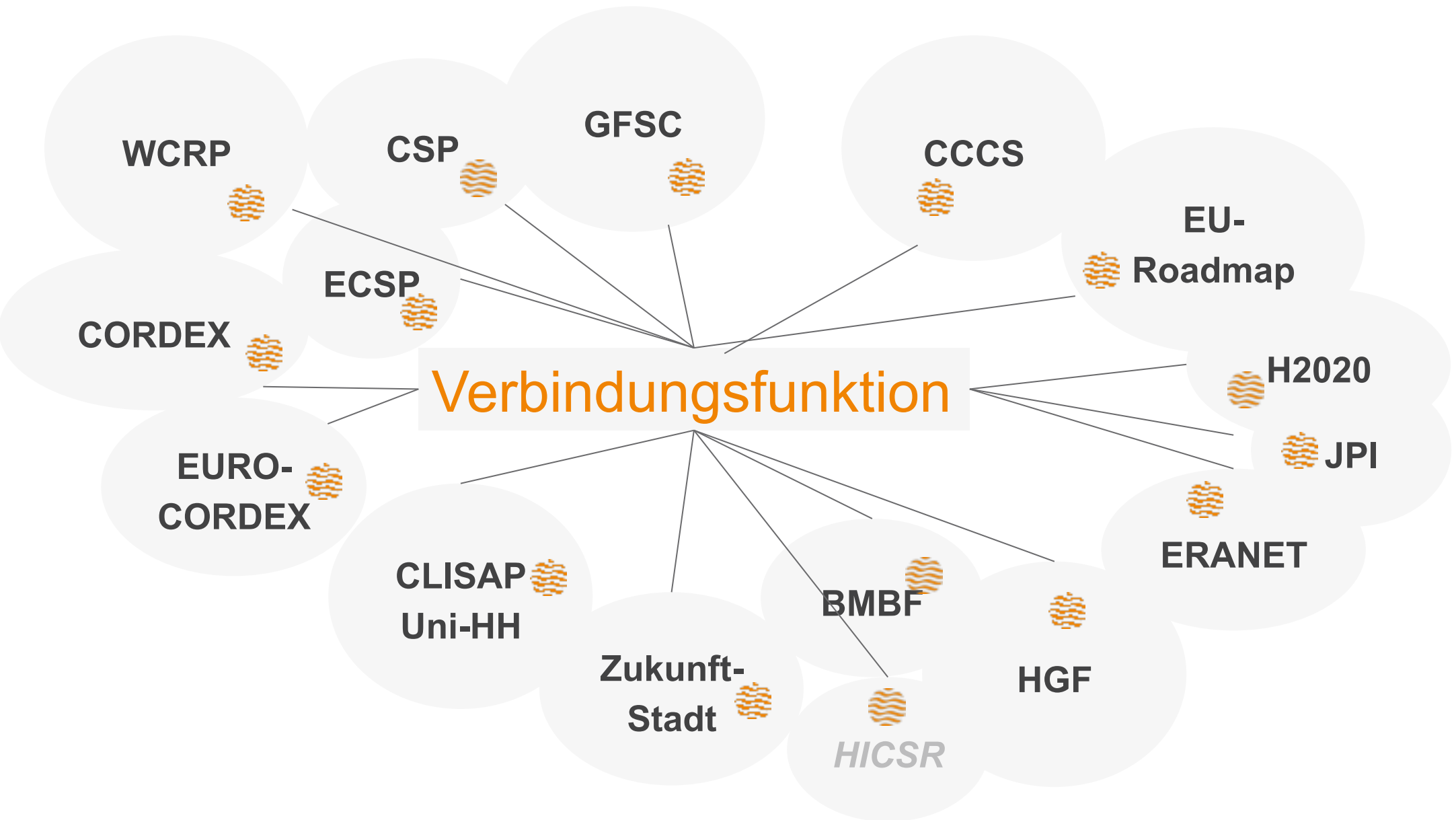
On behalf of
KfW



Netzwerke des Climate Service Center 2.0 (CS2.0)

- Die dargestellten Netzwerke stellen Strukturen dar, die dem CS2.0 den Austausch von klimabezogenen Informationen mit und zwischen Akteuren definierter Zielgruppen ermöglicht
- Die Netzwerke bedienen die Bereiche **Forschung**, **Entscheider**, **NGO's**, **Sektoren** und **Events**
- Die Qualität und Quantität der Interaktionen mit und innerhalb der einzelnen Netzwerke variieren

Wissenschaft und Klimaservices



Netzwerk: EURO - CORDEX

Europäischer Zweig der WCRP CORDEX Initiative

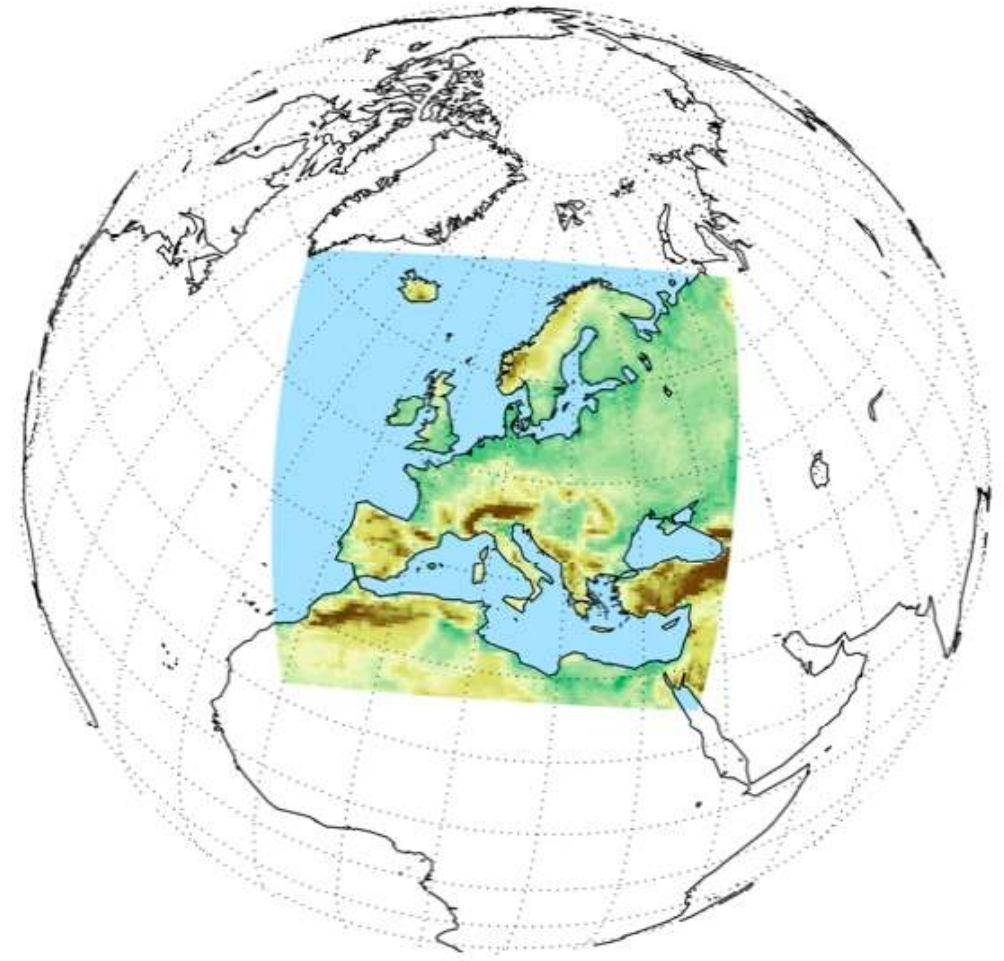
- Koordinierung der GCM-RCM Simulationsmatrix
- Gemeinsame Evaluierung und Analyse der Klimaprojektionen
- Schnittstellen zu den Nutzern
- 26 Modellierergruppen in Europa

Koordination:

Daniela Jacob - Climate Service Center 2.0

Eleni Katragkou - Aristotle University of Thessaloniki

Stefan Sobolowski - Bjerknes Centre for Climate Research



EURO-CORDEX community

EURO-CORDEX Community

- **29 actively contribution groups**
- Leading institutions in the field of regional climate modeling in Europe
- Voluntary effort, contributions are funded by the contributors
- Coordination: D. Jacob (CS2 Germany), E. Katragkou (Uni Thessaloniki, Greece), S. Sobolowski (Bjerknes Centre, Norway)

EURO-CORDEX Models

- **12 different GCMs from CMIP 5** (NorESM1-M, HadGEM2-ES, MPI-ESM-LR, CNRM-CM5, EC-EARTH, IPSL-CM5A-MR, ACCESS1-3, CanESM2, MIROC5, GFDL-ESM2M, CISRO-Mk3-6-0, CCSM4)
- **10 different RCMs:** WRF (different configurations), CCLM, ALADIN, REMO, REGCM, HIRHAM, RACMO, ARPEGE, RCA, PROMES
- Cooperation with Empirical Statistical Downscaling (ESD)

47 scenario simulations at high resolution (EUR-11, 12.5 km):
5 planned, 7 running, 35 finished (23 simulations published)

EURO-CORDEX

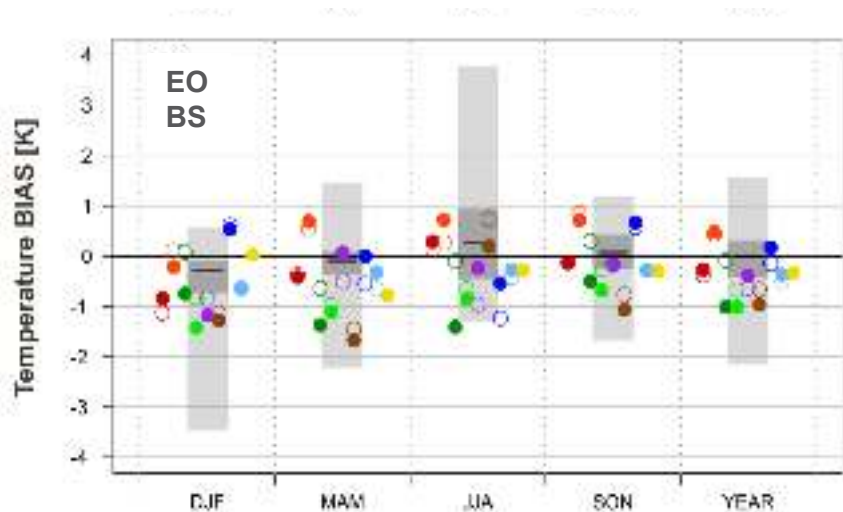


- **Region:**
 - $\sim 27^\circ \text{ N} - 72^\circ \text{ N}$, $\sim 22^\circ \text{ W} - 45^\circ \text{ E}$
 - (Details: <http://wcrp-cordex.ipsl.jussieu.fr/index.php/community/domain-euro-cordex>)
- **Horizontal resolutions:**
 - EUR-11: 0.11° (12.5 km)
 - EUR-44: 0.44° (50 km)
- **Time periods:**
 - Evaluation run (ERA-Interim): 1989 – 2008
 - Historical runs: 1951 – 2005
 - Scenario runs: 2006 – 2100
- **Forcing data:** CMIP5
- **Scenarios:**
 - RCP 4.5, RCP 8.5 (focus)
 - RCP 2.6 (so far: few simulations)



Evaluation of hindcasts

RCM multi-model ensemble evaluation



• CORDEX EUR-11 “Standard” Evaluation [Kotlarski et al., 2014]
CORDEX EUR-44

ENSEMBLES max

ENSEMBLES p75

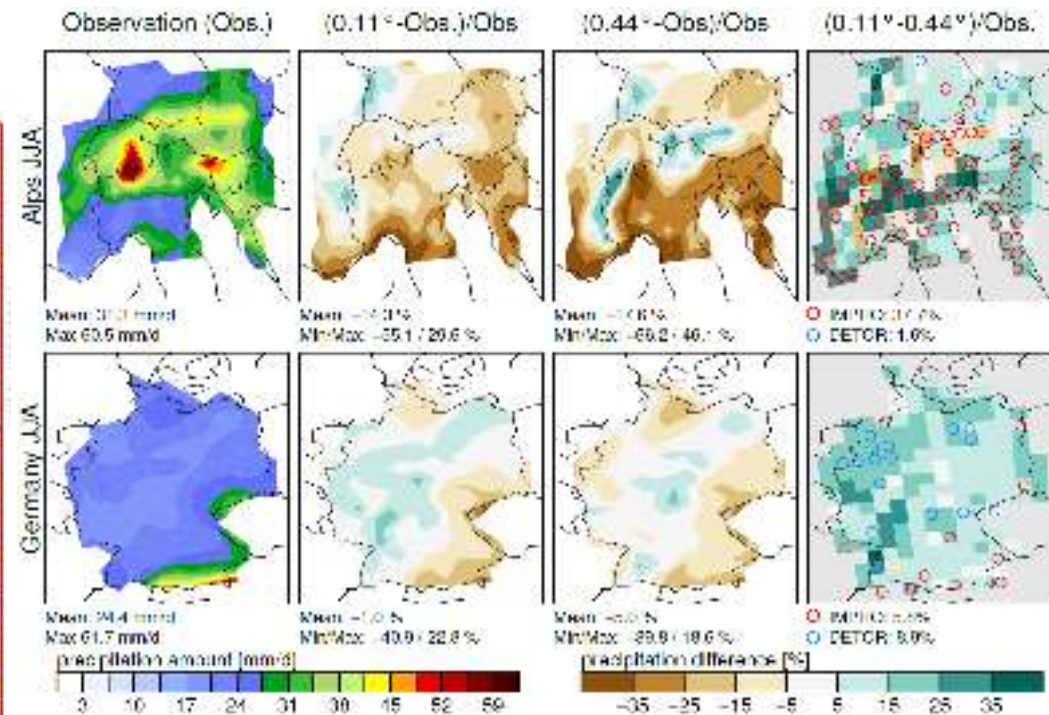
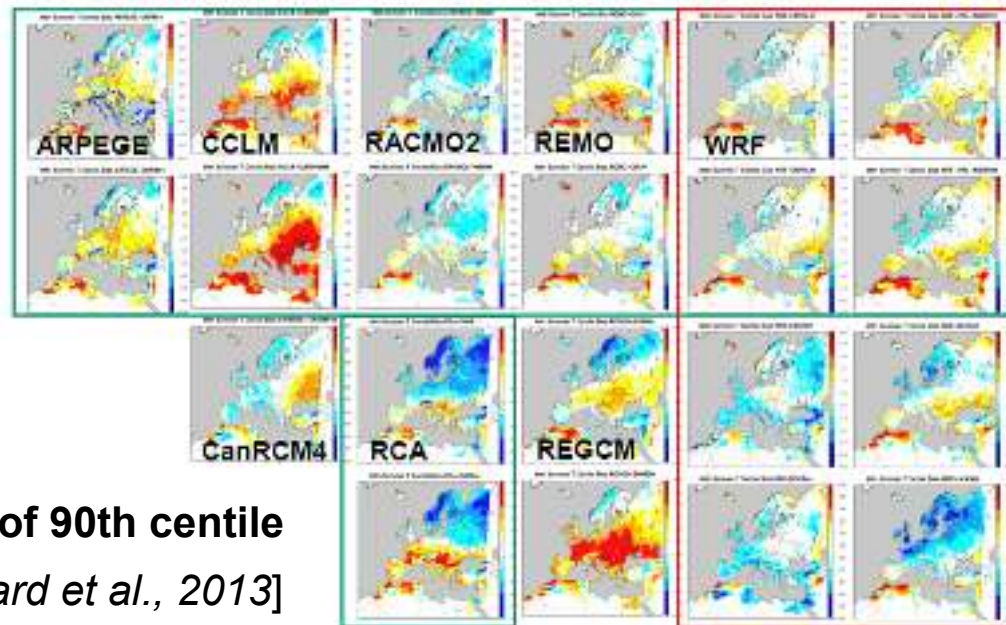
ENSEMBLES median

ENSEMBLES p25

ENSEMBLES min

Added Value of High Resolution (EUR-11) Simulations [Prein et al. 2014]

Precipitation Extremes (Q97.5)



Bias of 90th centile
[Vautard et al., 2013]

Setup and analysis of projections

GCM-RCM matrix

- 1) Avoid GCMs with very weak performance over Europe
- 2) Spread of CMIP5 simulations should be sampled adequately
- 3) Modeling groups decide independently on the choice of GCM

Setup and analysis of projections

GCM-RCM matrix

GCM performance [UNICAN, ETHZ, UNIGRAZ, ...]

Spatial biases, annual cycles, upper air parameter evaluation, multi-parameter model performance indices, ...

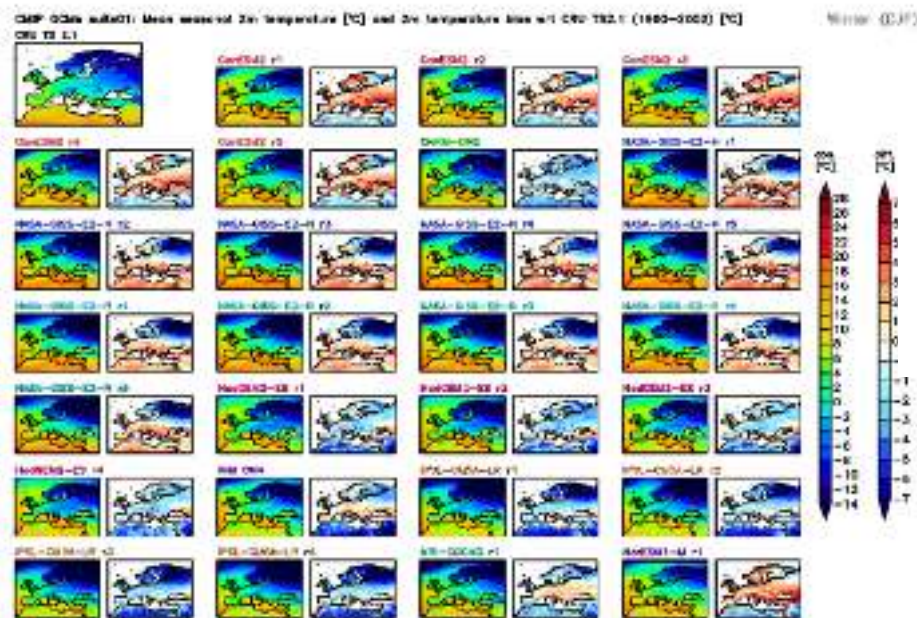
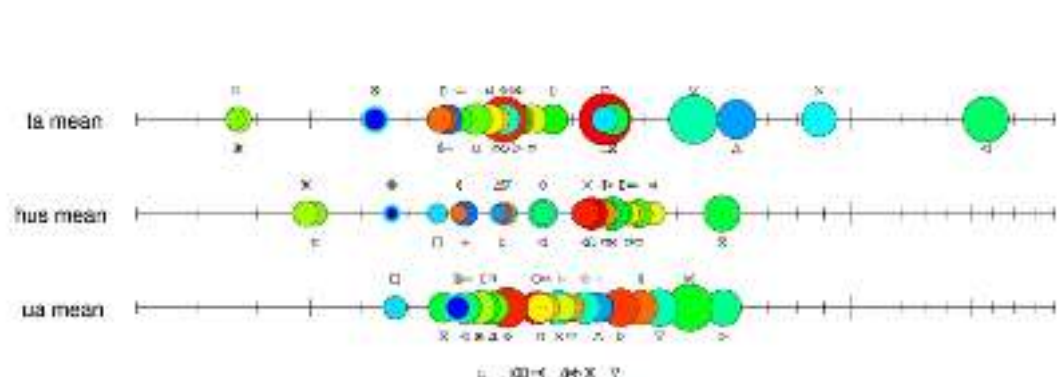
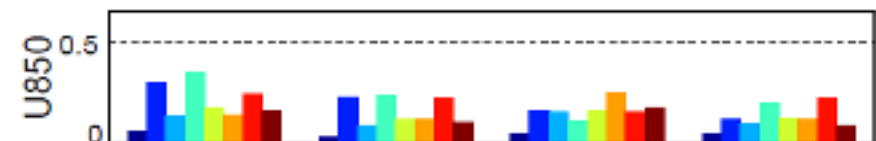


Figure 1 Mean winter 2m temperature (1980-2002) in the CMIP GCMs (left panels) and model bias wrt. to CRU TS 2.1 [°C] (right panels). Note the [Kotlarski, 2011] reference temperature



[Jury et al., 2013]



[Brands et al., 2013]

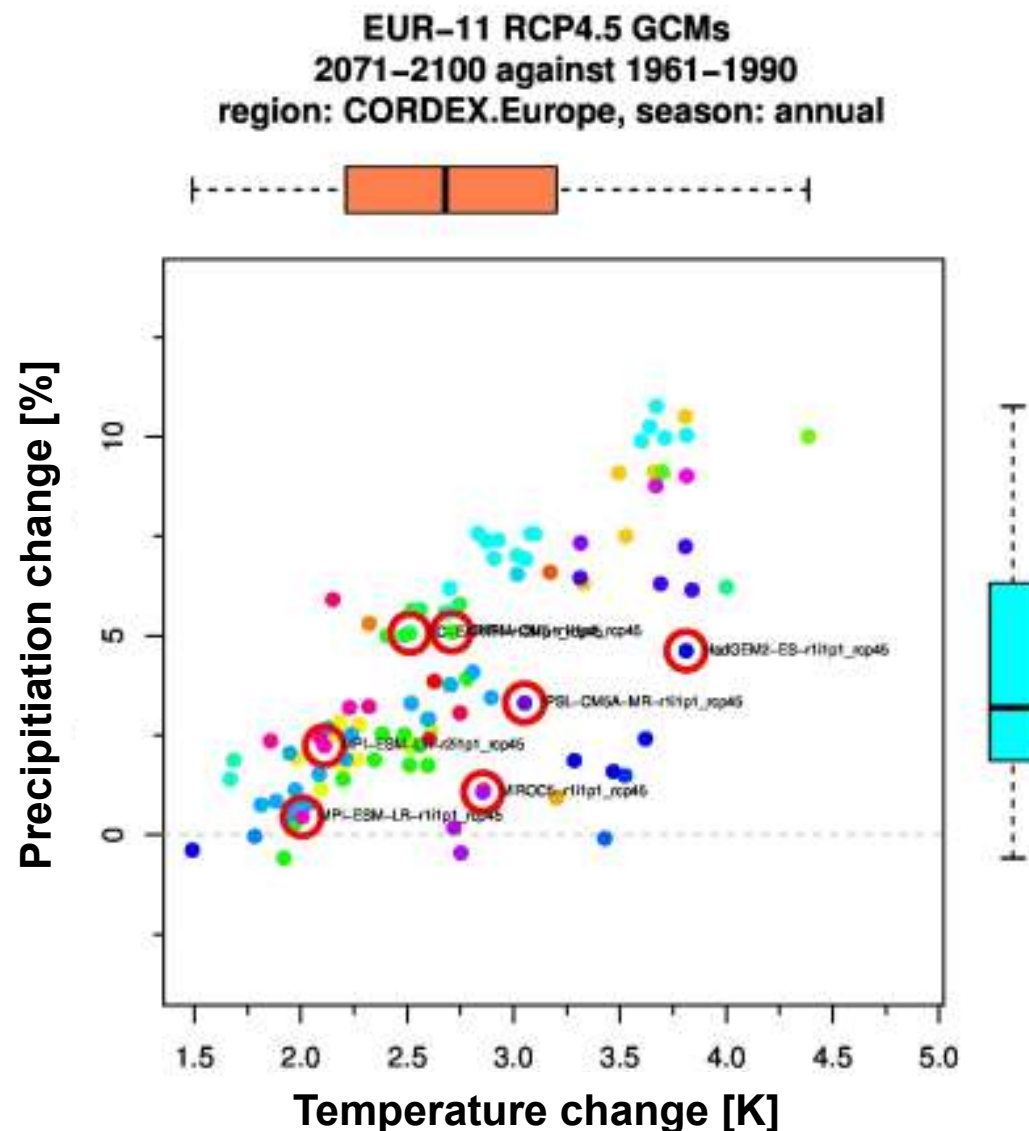
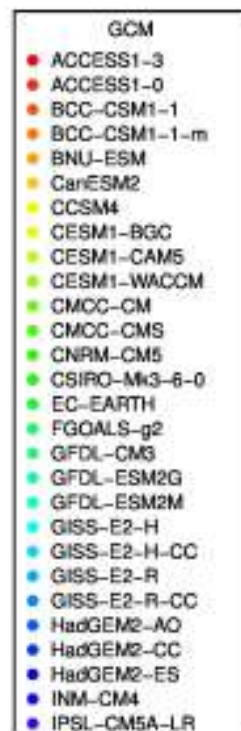
Setup and analysis of projections

GCM-RCM matrix

GCM selection [UNIGRAZ, ETHZ]

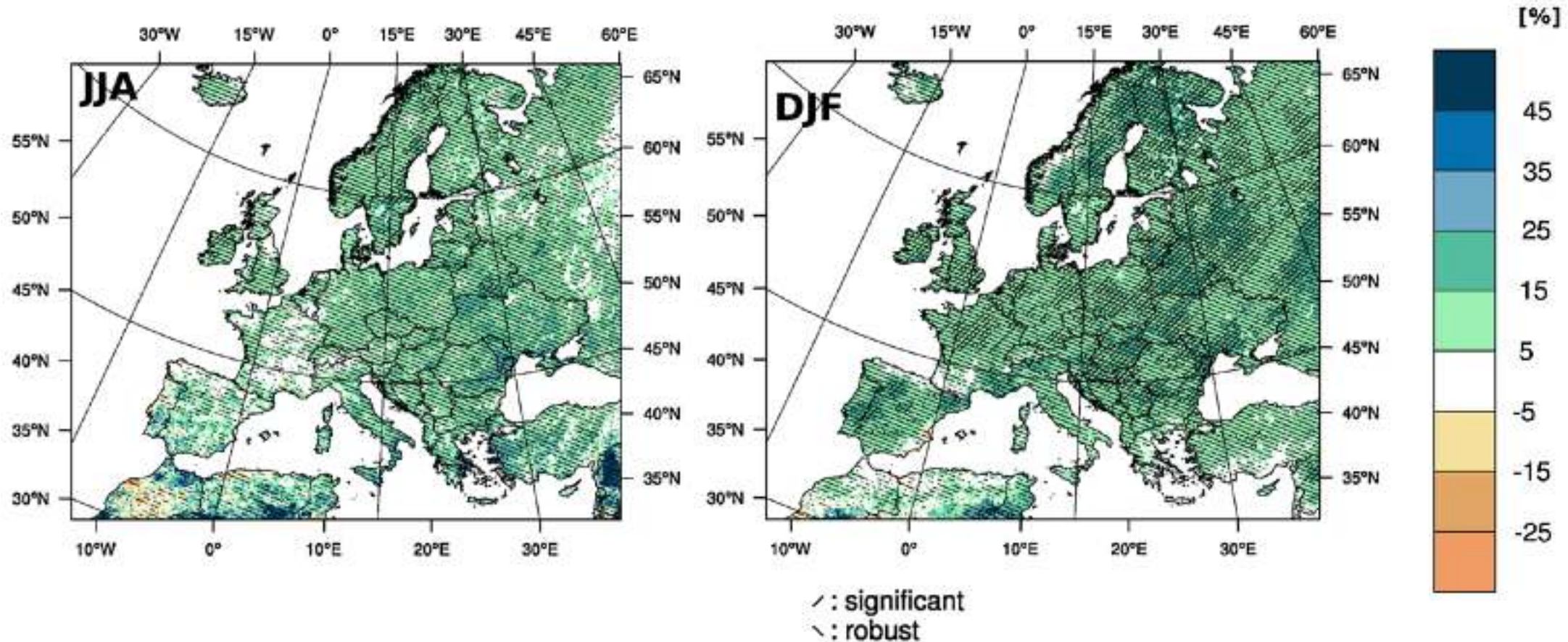
Sampling for EUR-11

- 7 GCMs
- (MPI-ESM, CNRM-CM5, and EC-EARTH in 4 realizations each)
- Temperature change range fully sampled
- Extremely wet GCMs missing



Change in heavy precipitation

RCP4.5: Projected changes of heavy precipitation 2071–2100 vs. 1971–2000



Jacob et al. (2014)

- Up to 15 % increase in large areas with isolated spots up to 25 %
- no decrease of heavy precipitation

Wissenschaftliche Herausforderungen

- Added value
 - Interne Variabilität und added Value als Funktion der Skalen; sehr hochaufgelöste Modellierung; Bias Anpassung, Unsicherheit und Konsistenz
- Menschlicher Einfluss
 - Kopplung des regionalen Klimas und der urbanen Entwicklung (z.B. küstennahe Megacities); Landnutzungsänderung; Aerosoleffekte.
- Koordinierung der regionalen gekoppelten Modellierung
 - Ozean-Eis-Atmosphäre; Seen; dynamische Landoberfläche; natürliche Feuer; Atmosphärenchemie; Kohlenstoffkreislauf; Aerosole; Marine Biogeochemie
- Niederschlag
 - Extreme; konvektive Systeme; küstennahe Sturmsysteme; MJO/Monsun
- Lokale Windsysteme
 - Stürme; starke regionale Winde; Windenergie

Wissenschaftliche Herausforderungen

Erfassung, Erklärung und Projektion lokaler Klimaänderungen zur Optimierung von Anpassungsmaßnahmen

- Wie wirken sich Zirkulationsänderungen auf das lokale Klimaänderungssignal aus?
- Wie ist die lokale Infrastruktur durch Klimaänderungen betroffen?

Integration und Übertragbarkeit

- Wie beeinflussen lokale (Landnutzungs-)Änderungen das lokale Klimaänderungssignal?
- Können integrative Indikatoren, die neben physikalischen auch ökologische und sozio-ökonomische Parameter einbeziehen, in andere Regionen übertragen werden?

Evaluierung von Klimaservices, Grenzen und Hürden

- Entwicklung von Kriterien und messbaren Indikatoren, in nationaler (HGF) und internationaler (CSP, ECSP) Zusammenarbeit
- Wie wird erreicht, dass Praxisakteure und andere Betroffene ihre erlernten Gewohnheiten ändern und die Folgen des Klimawandels in ihre täglichen Entscheidungen einbeziehen?

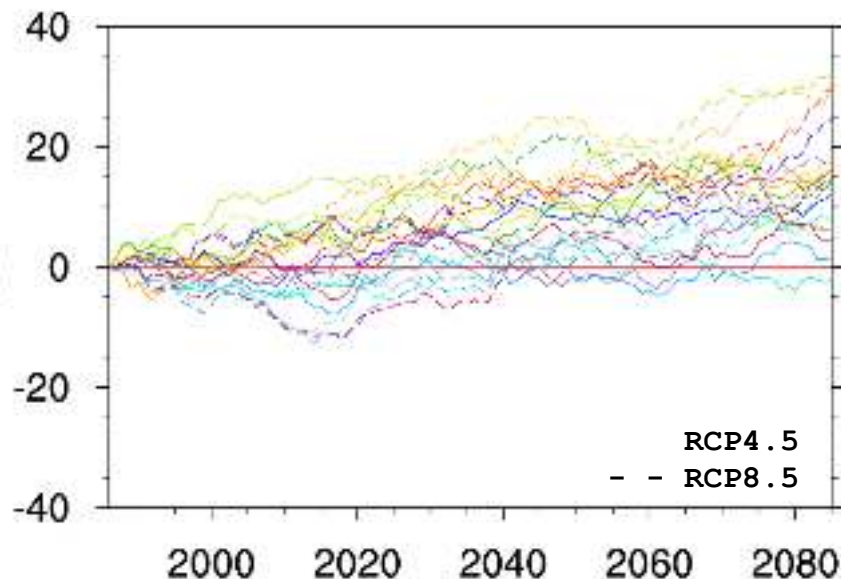
Hochaufgelöste REMO-NH Modellierung und statistische Methoden

Entwicklung dynamischer und statistischer Methoden zur ...

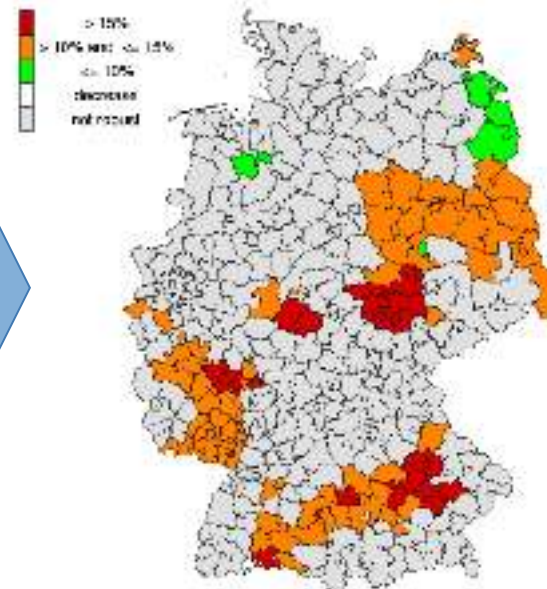
- ... Untersuchung von entscheidungsträger-relevanten Klimaänderungen
- ... verständlichen Darstellung von Klimaänderungen

Beispiel: Klimasignalkarten

Niederschlagsänderung im Winter in Deutschland



Wo ist ein Niederschlagsanstieg im Winter zu erwarten? (2041-2070, RCP8.5, im Vergleich zu 1971-2000)



Vereinfachungen:

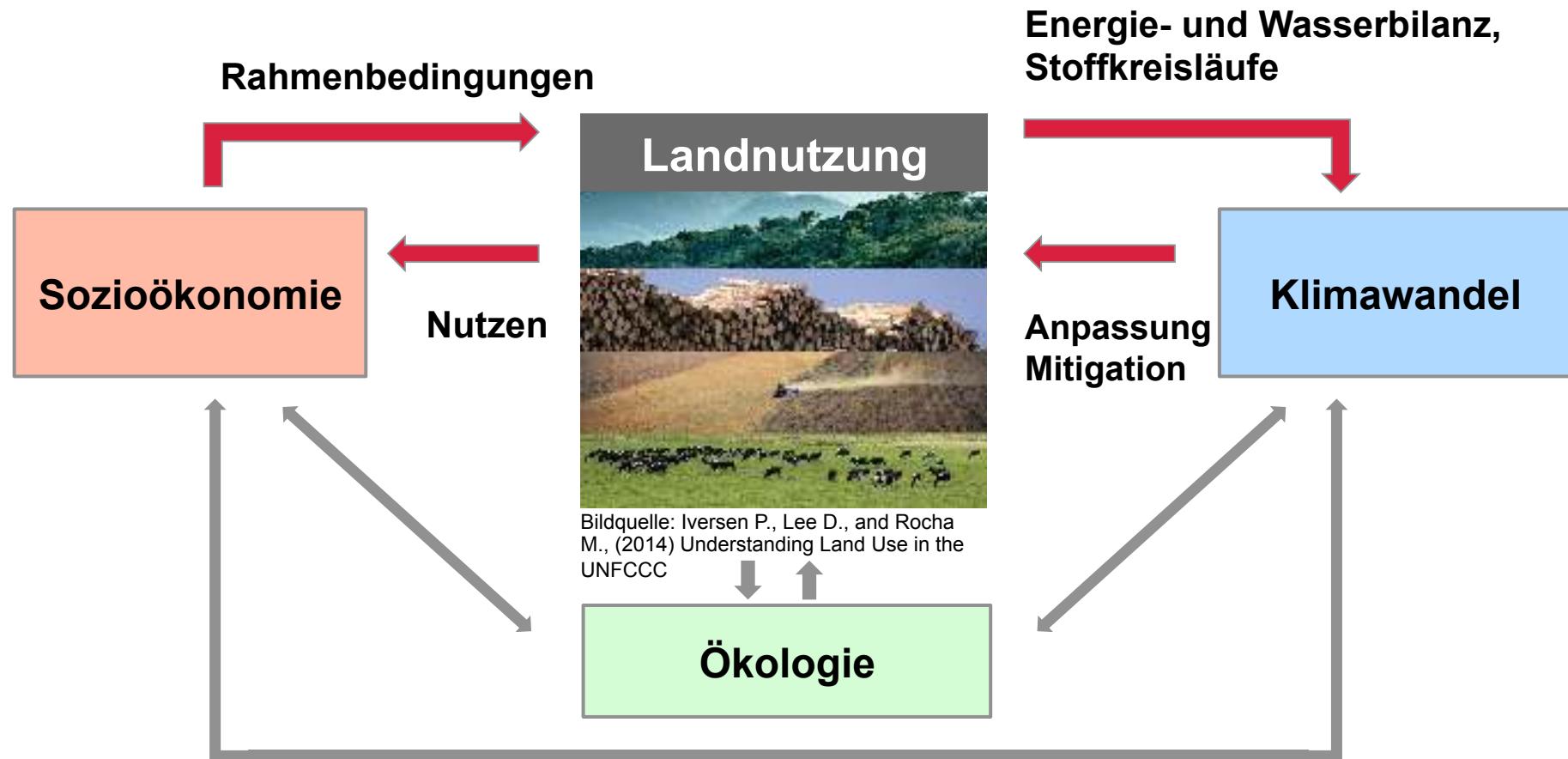
- Eine Änderungsrichtung
- Änderung des Ensemble Medians
- Drei Anstiegskategorien
- Nur robuste Änderungen
- Anwendungsorientierte Regionen (z.B. NUTS)

(Pfeifer et al, 2015, accepted)

Wechselwirkungen von Landnutzung und Klima

Aufgabe Klimaservice:

Bereitstellung von Wissen, Methoden und Werkzeugen zur Bewertung klimatischer, ökologischer und sozio-ökonomischer Wirkung von Landnutzungsoptionen für nachhaltiges Landmanagement



Wissenschaftliche Herausforderungen, u.a.:

Entwicklung regionaler Erdsystemmodelle sowie Entwicklung und Integration hochaufgelöster Landnutzungsszenarien, systematische Experimente und Analysen robuster Ergebnisse

Rechenzeitbedarf für Climate Services

▪ Nutzer benötigen Klimawandelinformationen auf lokaler Ebene

- Klimainformationen müssen entsprechend detailliert vorliegen -> Nicht-Hydrostatische Klimaänderungssimulationen
- Lokale Rückkopplungsprozesse müssen in den Simulationen enthalten sein -> gekoppelte Simulationen ; z.B. Landnutzungsänderung, gekoppelte Atmosphären-Ozean-Modellierung

▪ Zusätzlich zu den reinen Klimaänderungen sind Aussagen zur Robustheit der projizierten Änderungen notwendig

- Rechnen von Multi-Model (global/regional) Multi-Scenario Multi-Realisations- und Multi-Methoden Ensembles -> CORDEX mit REMO & WRF

-> Beide Anforderungen resultieren in hohem Rechenzeitbedarf

Rechenkonzept CS2.0

▪ Zugang zu Großrechner-Ressourcen am DKRZ (Blizzard/Mistral) und am FZ Jülich (JUROPA; Nachfolger)

- Verlässlicher Zugang zu Rechnerressourcen notwendig; bisher durch eigene 3 eigene Knoten auf der Blizzard & zugekaufte (verlässliche) Rechenzeit -> **insg. 3 Mio CPUh (6% der Gesamtrechenleistung)**
- Zusätzlicher Rechenzeitbedarf über Rechenzeitantrag aus dem BMBF-Share -> **nicht verlässlich/ oftmals abgelehnt; da Serviceaufgaben**

▪ Datenauswertung/Datenarchivierung erfolgt komplett am DKRZ in Hamburg

- CS2.0 Bladeserver Eddy für Datenauswertung / Produktentwicklung
 - Sowie Speicherressourcen auf Blizzard/Wizard (/work & /scratch)
- CS2.0 Anteil am DKRZ Bandarchiv

Übersicht über CS2.0 CPU-Verbrauch am DKRZ

2012 : ca. 3,06 million CPUh (EURO-CORDEX projections, WRF)

2013 : ca. 3,44 million CPUh (Regional coupled Ocean / Atm. System , EURO-CORDEX projections)

2014 : ca. 3,04 million CPUh (EURO-CORDEX projections; Regional coupled Ocean/Atm.System)

1. HJ 2015 : ca. 1,53 million CPUh (Regional coupled Ocean/Atm. System, EURO-CORDEX projections)

Übersicht über CS2.0 Speicher-Belegung am DKRZ

2012 : 640 TB (EURO-CORDEX, WRF)

2013 : 968 TB (Reg.coupled Ocean / Atm. System , Euro-Cordex)

2014 : 424 TB (EURO-CORDEX, Reg.coupled Ocean / Atm. System)

1. HJ 2015 : 501 TB (EURO-CORDEX, Reg.coupled Ocean / Atm. System)

Accumulated since 2010 : ca. 2900 TB

Climate Service Center 2.0

New Projects - Needs

- **SASSCAL** - Southern African Climate Center for Climate Change and Adaptive Land management
30305 node hours
282710 GB HPSS Archiv
10000 GB work
2500 GB HPSS Doku
- **NHCM2** - The Non - Hydrostatical Climate Modeling, Part II; Convection Resolving climate Simulations in the Alpine Regions
54900 node hours
31850 GB HPSS Archiv
20000 GB work
3000 GB HPSS Doku

Climate Service Center 2.0

New Projects - Needs

- **GLACINDIA** - Water related effects of changes in Glacier Mass Balance and River runoff in Western Himalaya, India: past, present and future
9504 Node hours
118125 GB HPSS Archiv
2000 GB work
2000 GB HPSS Doku
- **Changes in Western Pacific Tropical Cyclones in a warming environment**
24576 Node hours
97300 GB HPSS Archiv
30000 GB work
8000 GB HPSS Doku

Zukünftige Planungen Großrechnerressourcen für CS2.0

- CS2.0 strebt insg. einen Rechenzeitanteil von ca. 7,5% auf der Mistral (1. Ausbaustufe) an

- Dies entspricht einem Rechenzeitkontingent von ca. 20 Mio. Core-h pro Jahr

- CS2.0 strebt an, die Mistral im Rahmen der 2. Ausbaustufe um die entsprechende Menge durch eigene Mittel zu erweitern.

- Bis dahin soll Rechenzeitbedarf durch Zukauf von Rechenzeit am DKRZ (max. 5 Mio. Core-h) bzw. über das WLA-Vergabeverfahren gedeckt werden.

Weiterhin nutzt das CS2.0 das JUROPA-System (bzw. deren Nachfolger) am FZ Jülich