Weil sich das Klima wandelt

Gedanken zwischen einem 1.5 Grad-Ziel und einem Klimakollaps

Unsere Zukunft – Ideen und Herausforderungen
Klima – Wohnen – Produktion

11. November 2019
Uni der Generationen - Göppingen

Ralf Ludwig
Department für Geographie
Fakultät für Geowissenschaften
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dienstag, 20. Februar 2018, Weilheimer Tagblatt / Bayern & Region

KLIMAWANDEL

Simbach war erst der Anfang

VON DOMINIK GÖTTLER

Hitze, Nässe, Trockenheit – der Klimawandel macht sich auch in Bayern bemerkbar. Bei einem Symposium warnen Wissenschaftler vor den Gefahren. Wasser- und Landwirtschaft müssten reagieren, bevor ihnen der Boden unter den Füßen weggeschwemmt wird.

Mit einer Achterbahnfahrt vergleicht Martin Grambow vom Bayerischen Umweltministerium die aktuelle Klimalage in Bayern. „Wir sind gerade eingestiegen, die Fahrt geht steil nach oben. Und wir würden gut daran tun, einen Gurt anzulegen." Die Achterbahn ist der Klimawandel, der sich in Bayern besonders durch Wetterextreme wie Sturzfluten und nasse Winter auf der einen sowie anhaltende Hitze und Trockenheit im Sommer auf der anderen Seite bemerkbar macht. Und der schützende Gurt, das sind die Maßnahmen, die dagegen ergriffen werden können. Und da gibt es einige. ....

Süddeutsche Zeitung

Trockenheit in Deutschland

Auf Grund

Deutschland erlebt gerade die größte Dürre seit Beginn der Messungen - weil es schon seit Beginn des Jahres zu wenig regnet. Eine Reise zu Gewässern, denen das Wasser ausgeht.

14.11.2018

Von Janis Beenen, Christoph von Eichhorn, Susanne Höll, Ulrike Nimz, Martina Schories und Maria Sprenger

Ist das jetzt Klimawandel
oder (natürliche) Klimavariabilität?

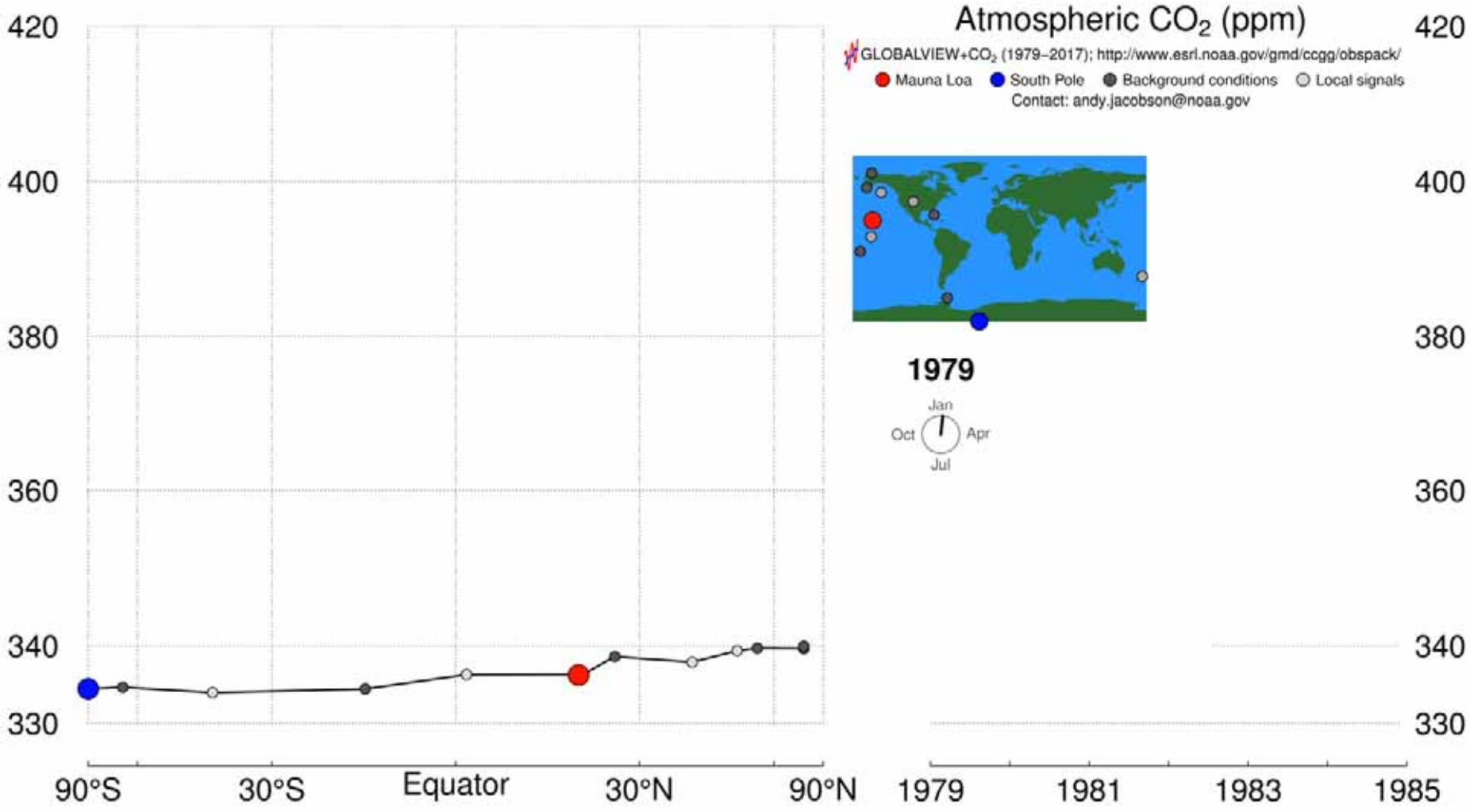
Und, warum ist diese Frage eigentlich
so schwer zu beantworten?

Informationen zum Thema…

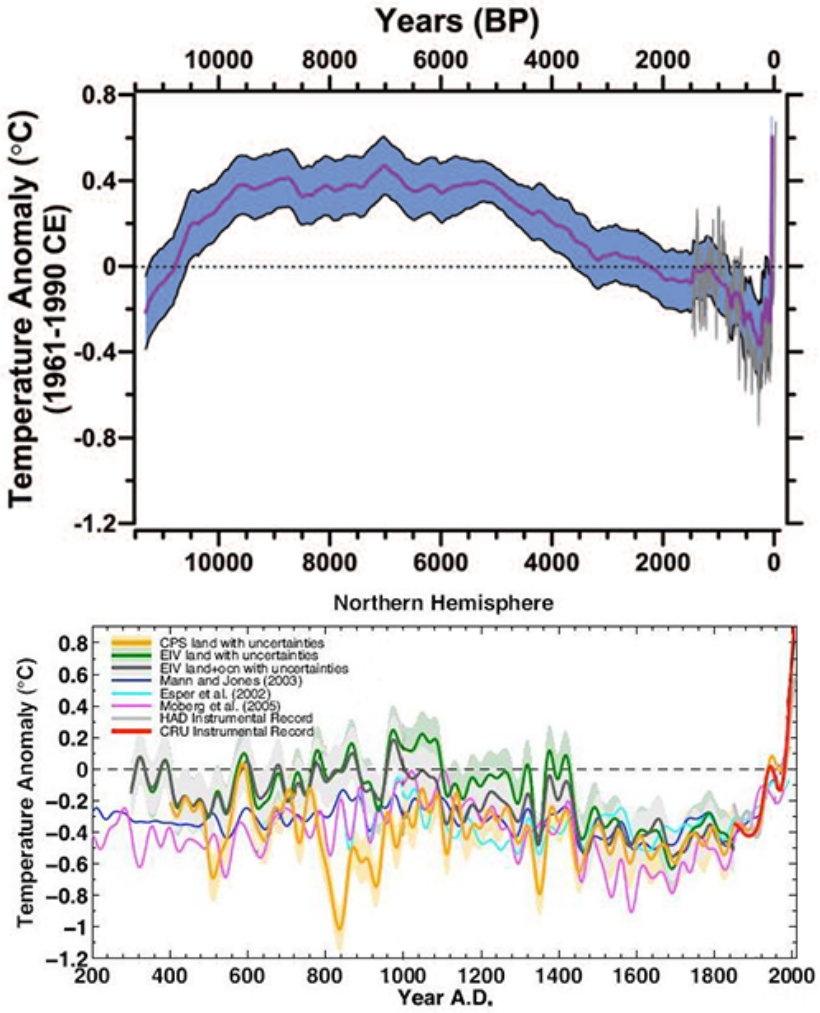
Gliederung

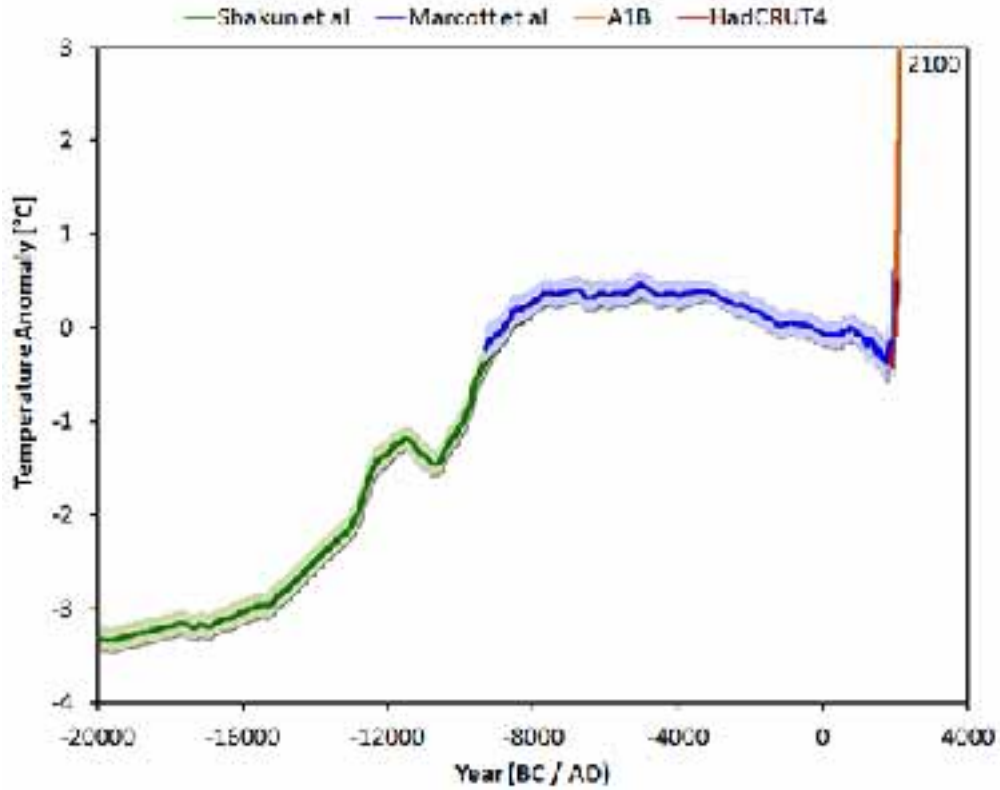
- Eine kurze Einführung
- Was zeigen uns die Messdaten?
- Wie geht’s weiter und was können/müssen wir erwarten?
- Klimawandel und Extremereignisse “bei uns”
  (Forschung am Department für Geographie der LMU – Das Projekt ClimEx)
- Perspektive - Was nun, was tun?

Messdaten…


Atmospheric CO_2 (ppm)
GLOBALVIEW+CO_2 (1979–2017); http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/obspack/
Mauna Loa
South Pole
Background conditions
Local signals
Contact: andy.jacobson@noaa.gov
1979
Jan
Apr
Jul
Oct
420
400
380
360
340
330
90°S
30°S
Equator
30°N
90°N
1979
1981
1983
1985

Messdaten…



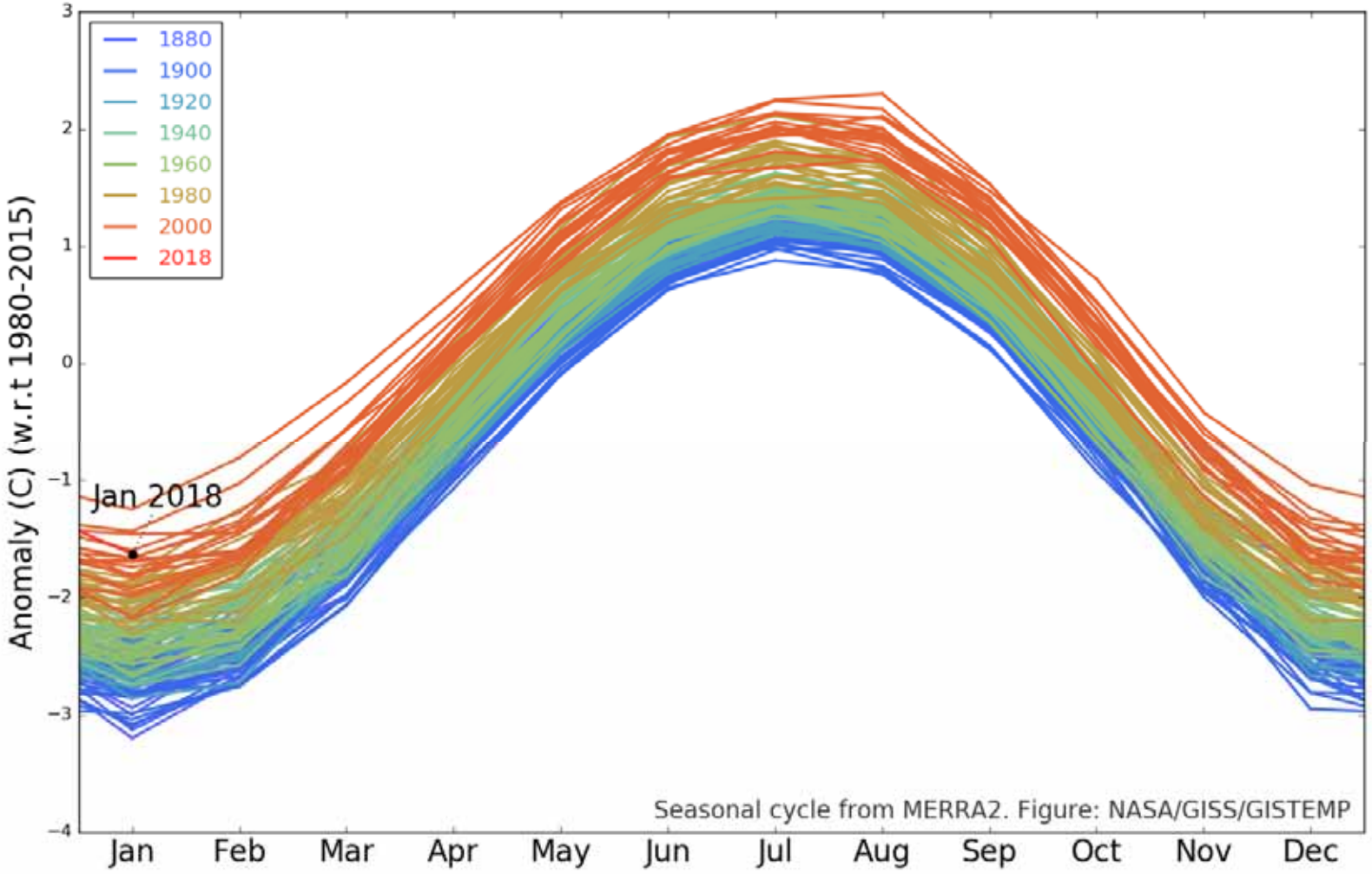


https://static.skepticalscience.com/pics/regemcrufull.jpg

Die Temperaturrekonstruktion von Marcott 2013 (die letzten 11.000 Jahre) und eine Auswahl verschiedener Rekonstruktionen (für die letzten 1.800 Jahre) (Verheggen 2013)

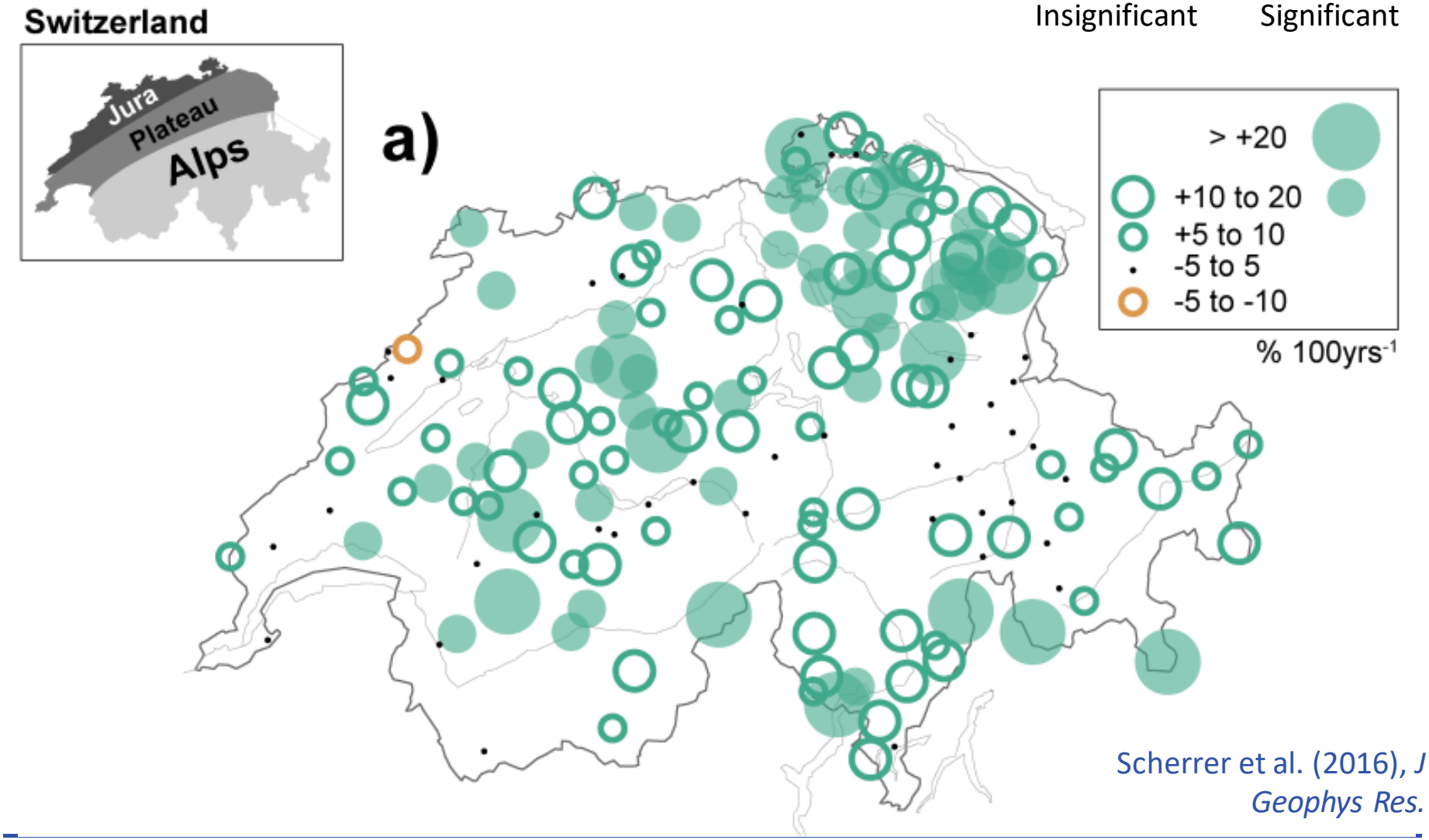
Messdaten…

Globale Jahrestemperaturverläufe



Messdaten…

Trends in den täglichen Niederschlagsmaxima 1901-2014

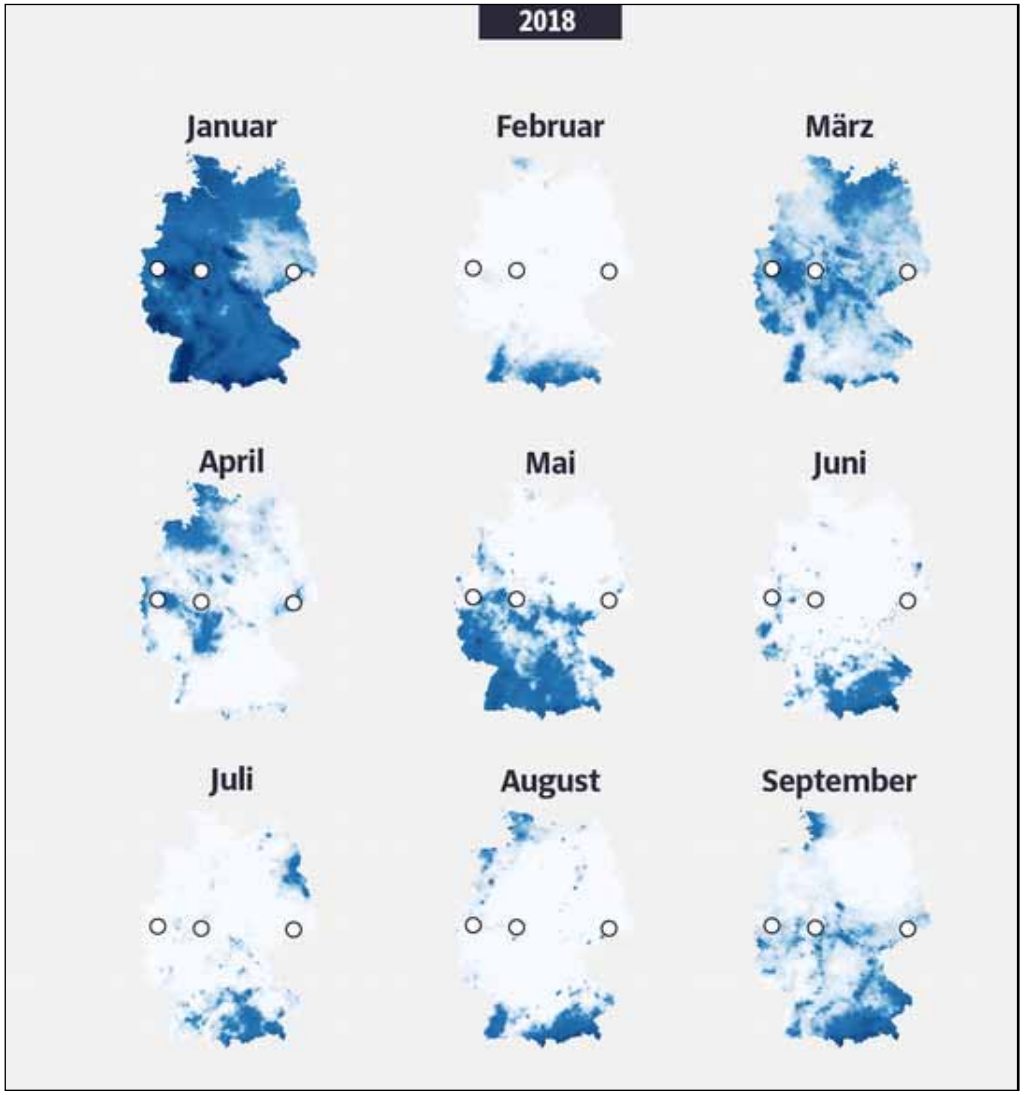


Scherrer et al. (2016), *J Geophys Res.*

Messdaten…

Deutschland 2018…

Im Sommer 2018 fallen nur 54 Prozent der üblichen Regenmenge. Wenn man zeitliche Dauer, räumliche Ausdehnung und absolute Bodenfeuchte betrachtet, ist die diesjährige Dürre laut Daten des UFZ größer als in allen Jahren seit 1951.

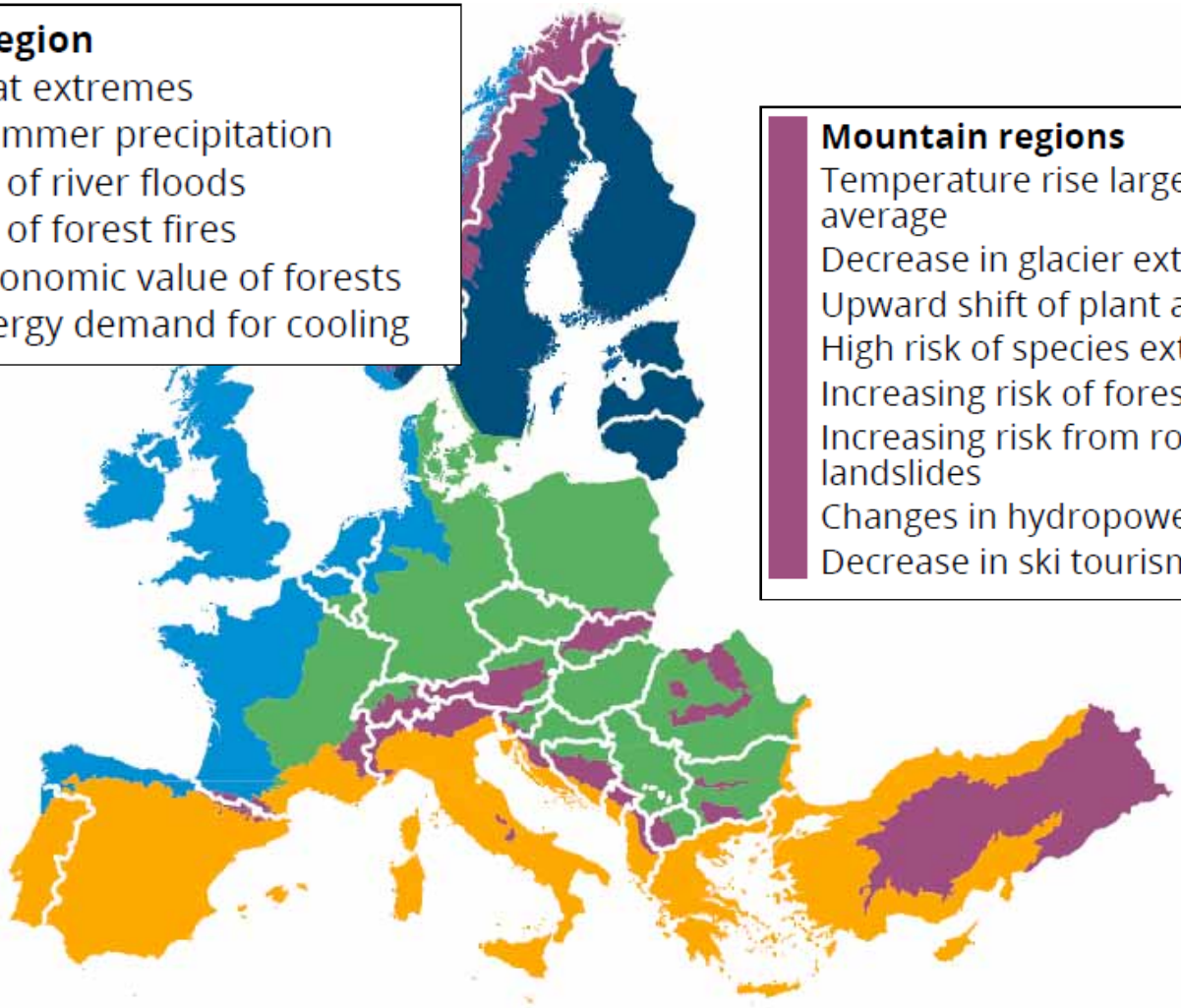


Erwartungen für das 21. Jahrhundert

Klimawandel – 21. Jhd. …

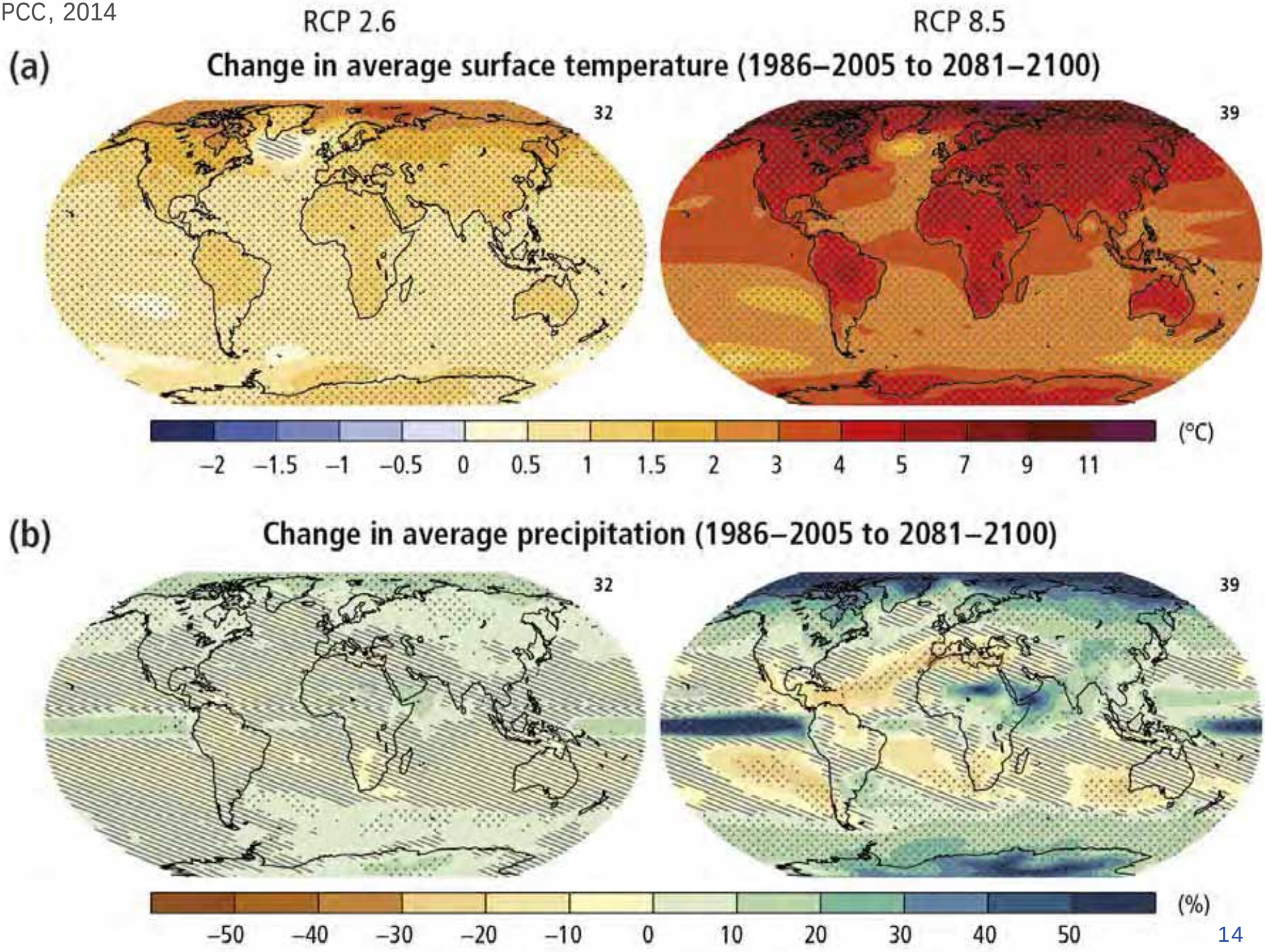
Folgen des Klimawandels für Europa (EEA 2016)

Continental region
- Increase in heat extremes
- Decrease in summer precipitation
- Increasing risk of river floods
- Increasing risk of forest fires
- Decrease in economic value of forests
- Increase in energy demand for cooling



Mountain regions
- Temperature rise larger than European average
- Decrease in glacier extent and volume
- Upward shift of plant and animal species
- High risk of species extinctions
- Increasing risk of forest pests
- Increasing risk from rock falls and landslides
- Changes in hydropower potential
- Decrease in ski tourism

IPCC, 2014

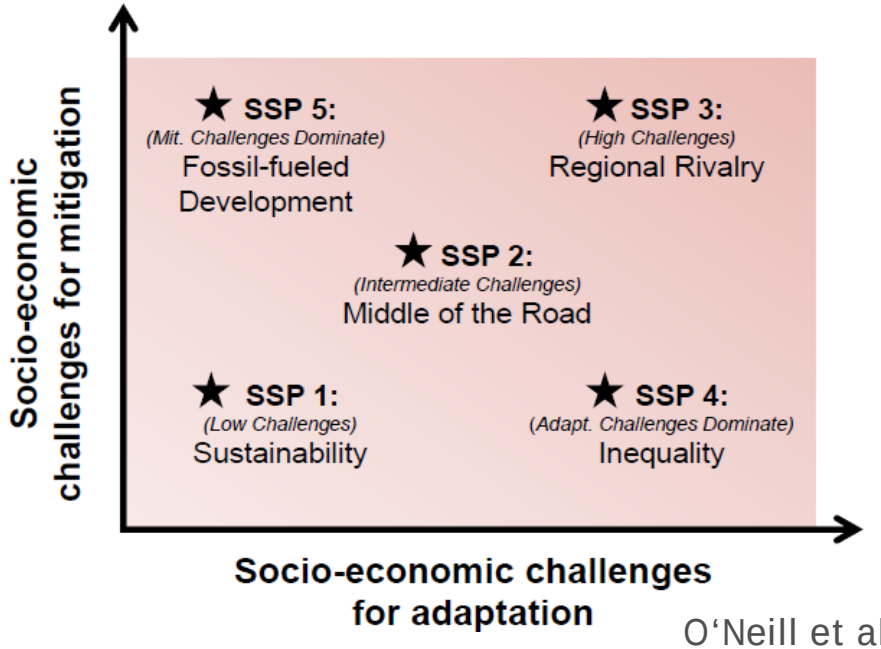

RCP 2.6
RCP 8.5
(a)
Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)
32
39
(°C)
–2 –1.5 –1 –0.5 0 0.5 1 1.5 2 3 4 5 7 9 11
(b)
Change in average precipitation (1986–2005 to 2081–2100)
32
39
(%)
–50 –40 –30 –20 –10 0 10 20 30 40 50

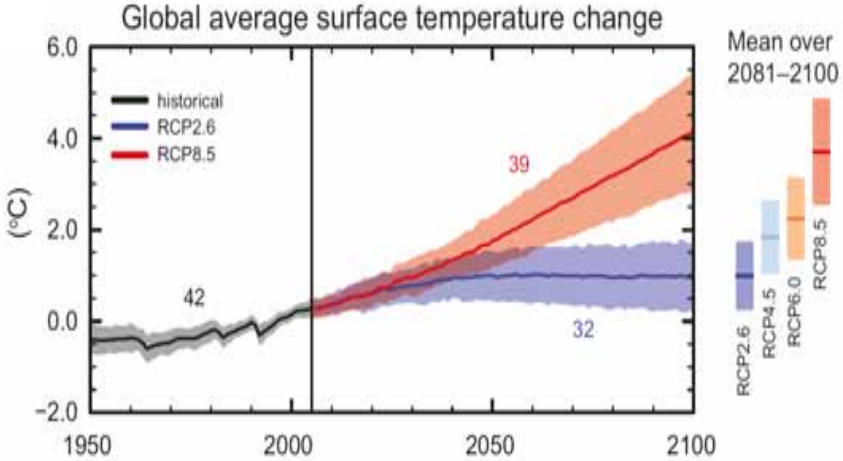
Klimawandel – aber wie?

Szenarien – “Storylines”, “globale Narrative”,...

RCP Representative Concentration Pathways

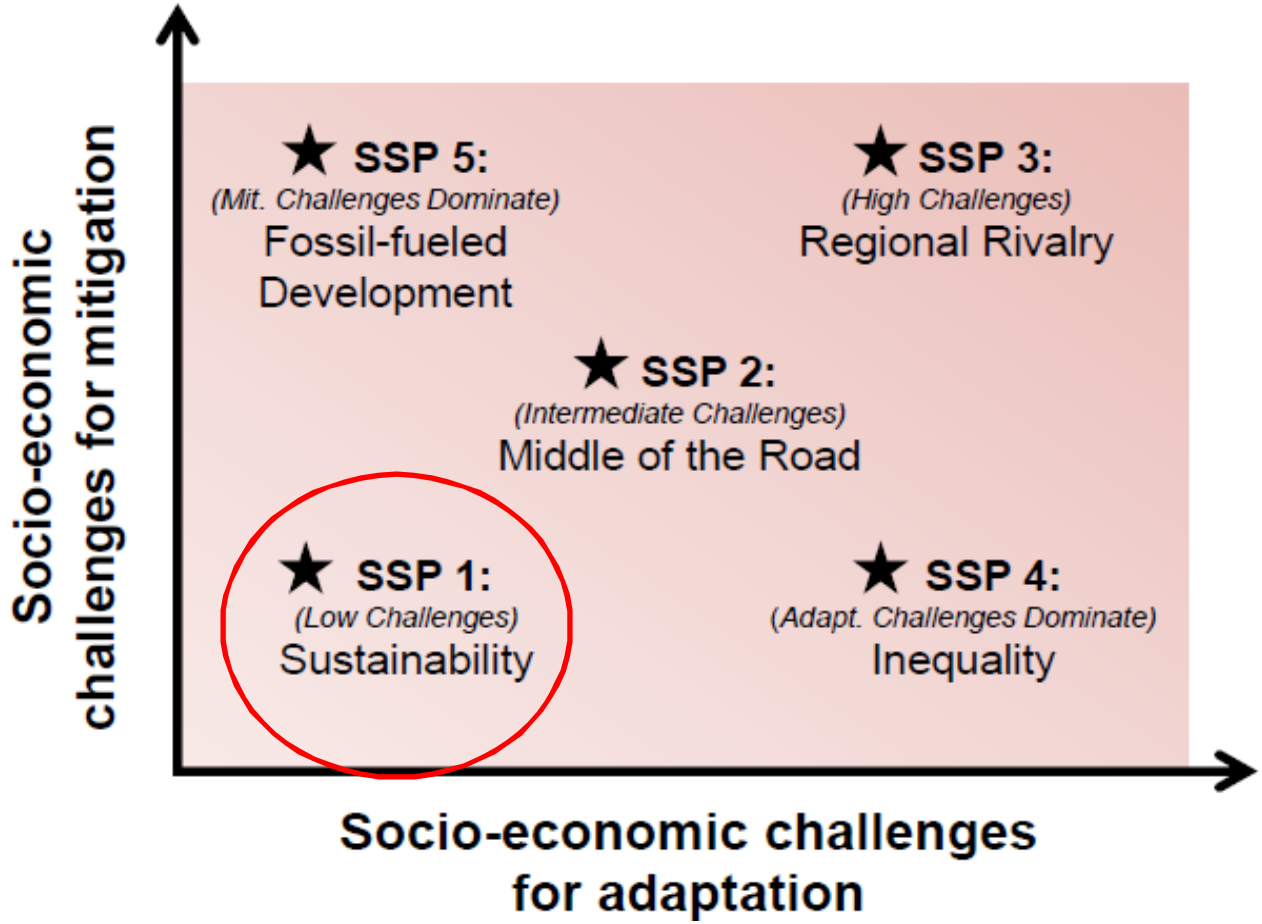
SSP Shared Socioeconomic Pathways





O‘Neill et al. 2014

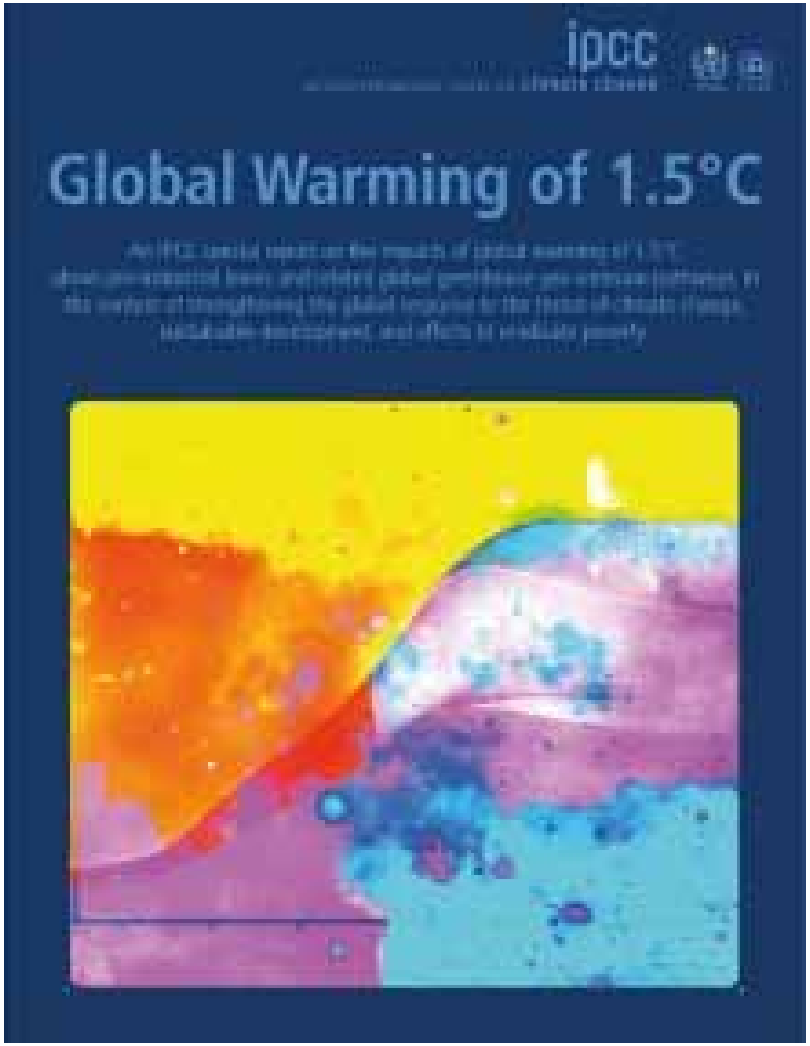
Wenn‘s gut läuft...



O‘Neill et al. 2014

Wenn‘s gut läuft...

Sonderbericht des IPCC zur 1.5°-Erwärmung (08.10.2018)

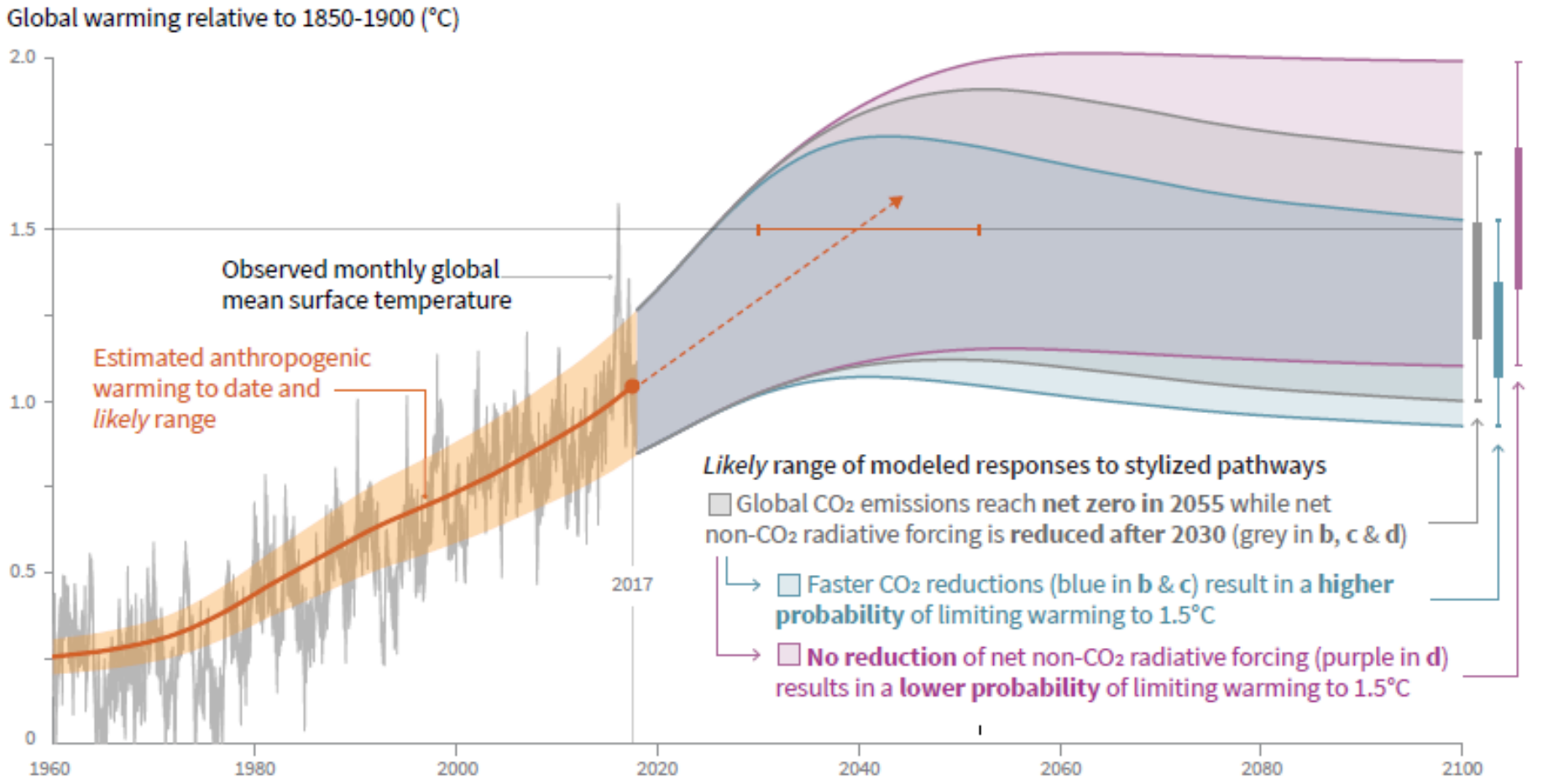


Wenn die Erwärmung nur um 1,5 Grad statt 2,0 Grad steigen würde, hätte das laut IPCC u.a. folgende Auswirkungen:

- halb so viele Menschen leiden unter Wassermangel
- weniger Hitzetote; weniger Tote durch Smog und Infektionskrankheiten
- Meeresspiegel würde um fast 10 cm weniger stark ansteigen
- deutlich weniger Hitzewellen, Starkregen und Dürren
- die Eisdecke der westlichen Antarktis würde nicht in eine unaufhaltsame Schmelze geraten
- die meisten Korallenriffe der Welt würden nicht absterben
- ...

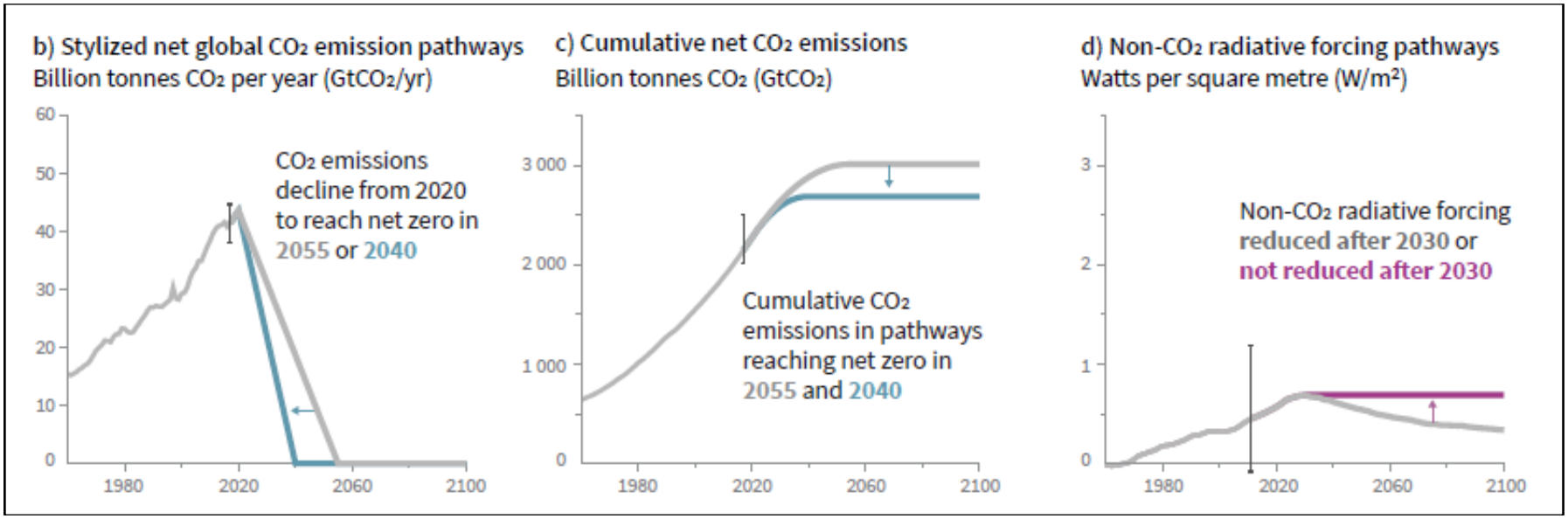
Ist das zu schaffen?

Sonderbericht des IPCC zur 1.5°-Erwärmung (08.10.2018)

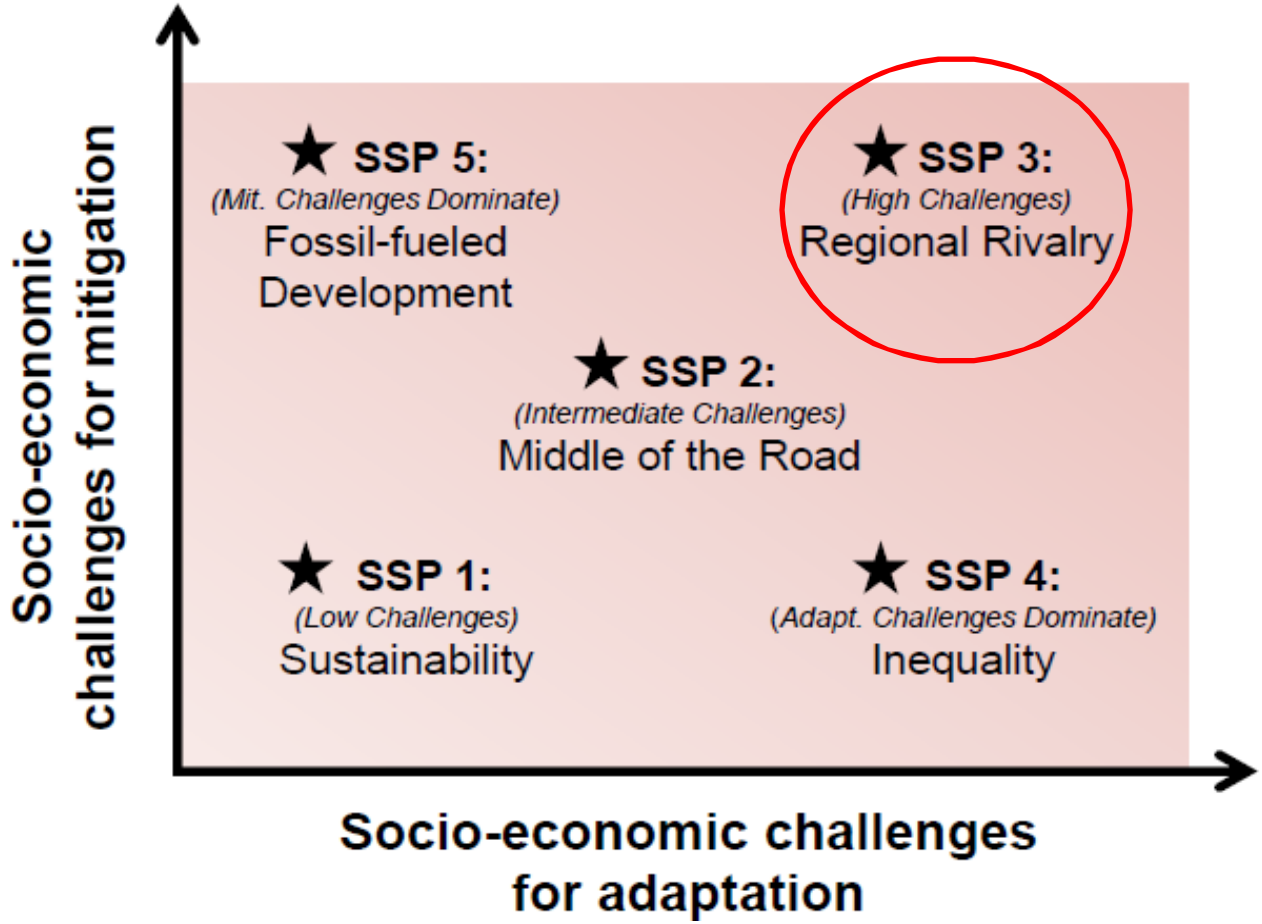


Ist das zu schaffen?

Sonderbericht des IPCC zur 1.5°-Erwärmung (08.10.2018)



Wenn‘s nicht gut läuft…



O‘Neill et al. 2014

Eigene Arbeiten…

- Eine kurze Einführung
- Was zeigen uns die Messdaten?
- Wie geht’s weiter und was können/müssen wir erwarten?
- Klimawandel und Extremereignisse “bei uns”
  (Forschung am Department für Geographie der LMU – Das Projekt ClimEx)
- Perspektive - Was nun, was tun?

Klimawandel und hydrologische Extremereignisse

Risiken und Perspektiven für Bayern und Québec

ClimEx – Forschungsfragen

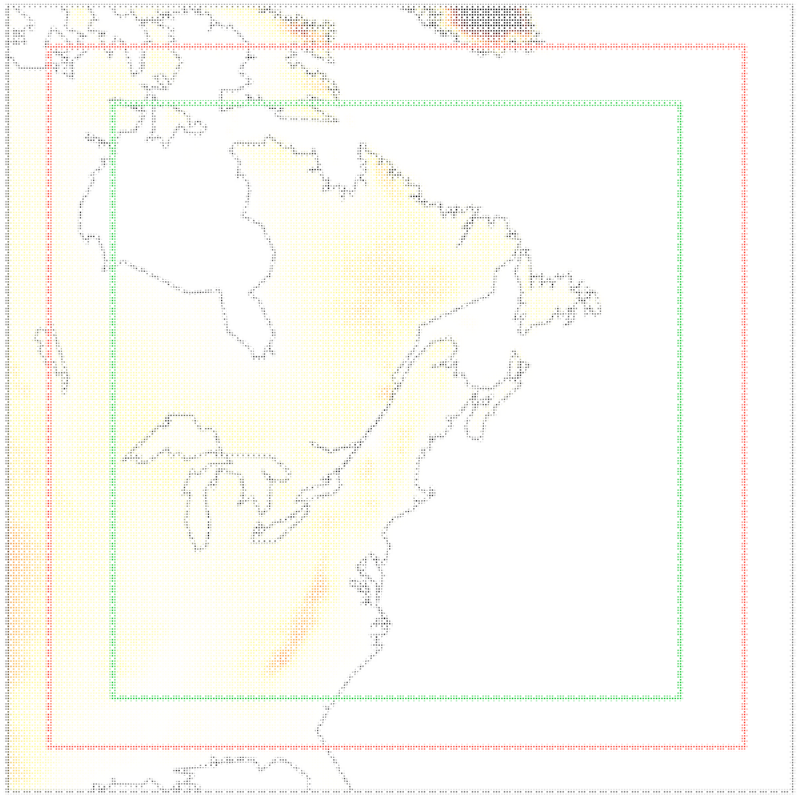
- Trägt der Klimawandel zur Erhöhung der Frequenz und Intensität von hydrometeorologischen Extremerereignissen bei? Wenn ja, wie?

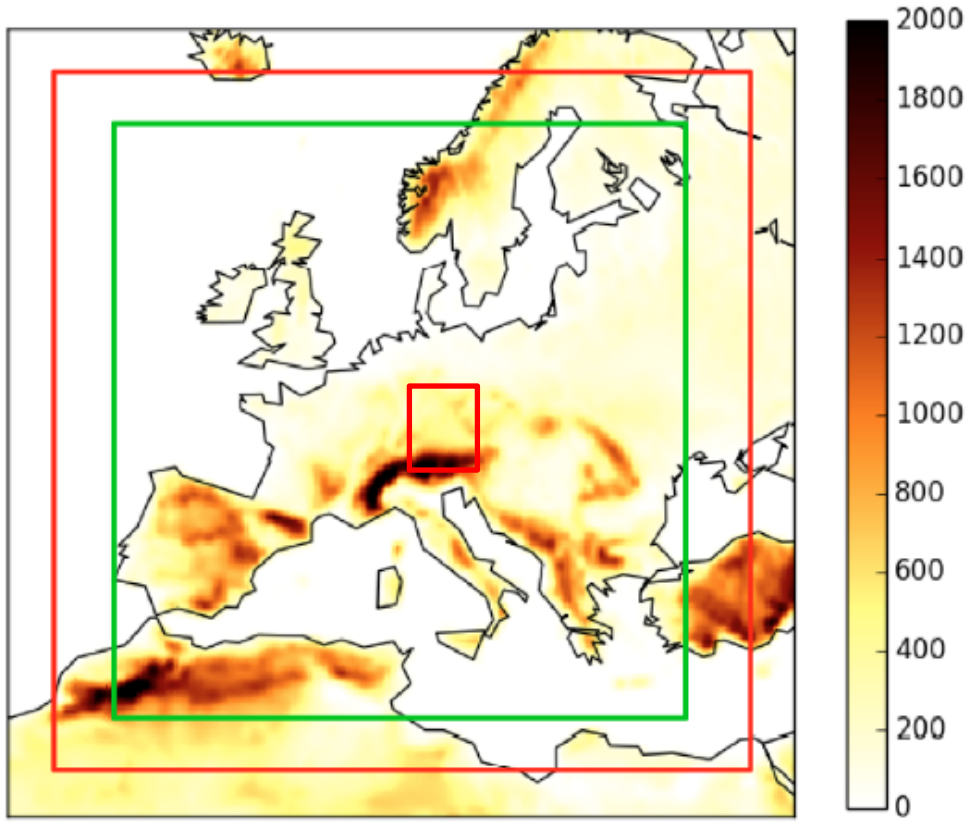
- Wie kann man zwischen den Effekten natürlicher Variabilität (Klimaschwankungen) und einem “klaren” Klimaänderungssignal (Klimawandel) unterscheiden?

- Welche sonstigen Folgen sind unter der Annahme eines Extremwertszenarios (RCP8.5*) für Bayern zu erwarten?

* ACHTUNG: die Ergebnisse beziehen sich auf ein Szenario bei dem die THG-Emissionen weiterhin deutlich ansteigen, die globale Klimaschutzpolitik also scheitert.

ClimEx – Untersuchungsgebiete





"free domain" (340x340)
"analysis domain" (280x280)

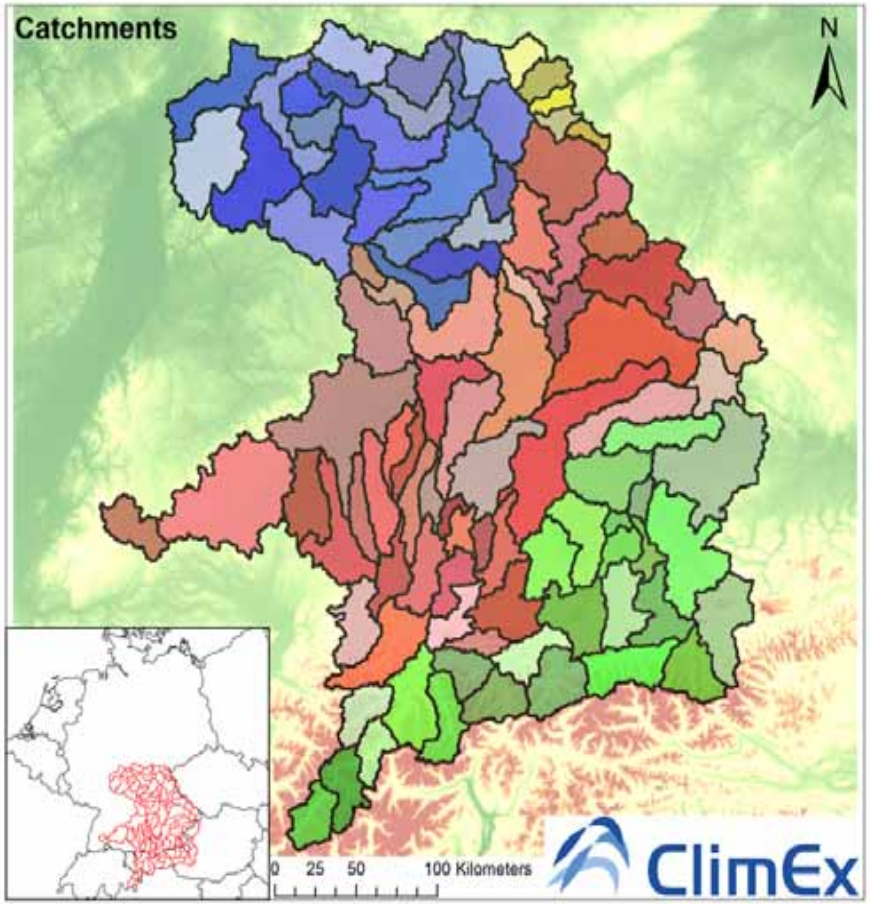
(www.climex-project.org)

ClimEx – Forschungsfragen

Aufgabe:
Untersuchung des klimawandelbedingten Hochwasserrisikos in ca. 100 bayerischen Flussgebieten! (100.000 km²)

Ziel:
Verbessertes Prozessverständnis und Schaffung eines Handlungsrahmens für die Wasserwirtschaft zur Risiko-reduzierung bei Extremereignissen

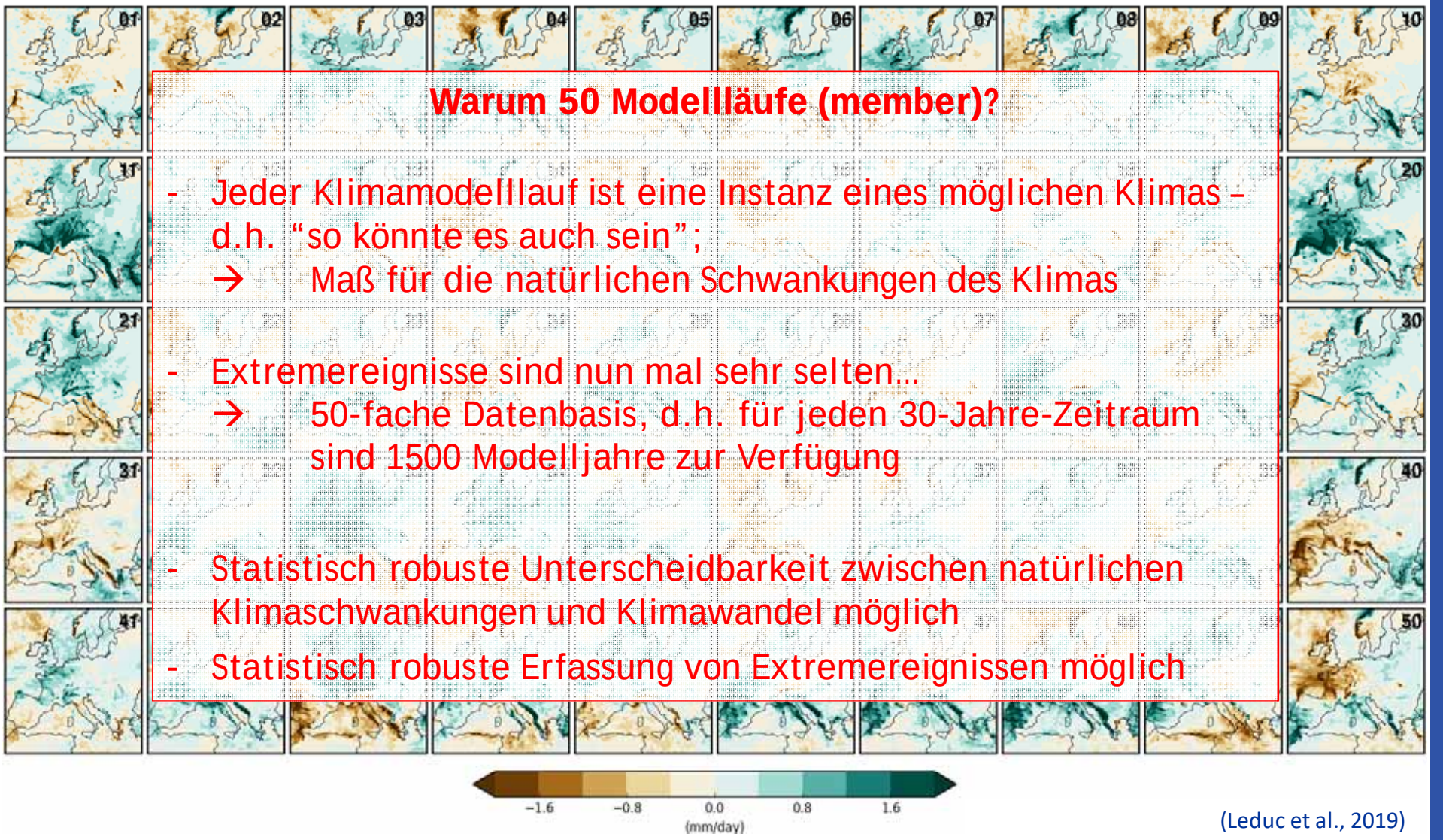
Durchführung:
Hydrologische Simulationen mit WaSiM (50 x 1951-2100 → 7500 Modelljahre)



Hydrologisches Bayern
~ 100.000 km²

- *Aktuelle Erkenntnisse zur Dynamik von Extremereignissen*
- *Mögliche Konsequenzen für…*
  - *die Wasserwirtschaft*
  - *die Energiewirtschaft*

Kurzfristige Klimaschwankungen…



Warum 50 Modellläufe (member)?

- Jeder Klimamodelllauf ist eine Instanz eines möglichen Klimas – d.h. "so könnte es auch sein";
  → Maß für die natürlichen Schwankungen des Klimas

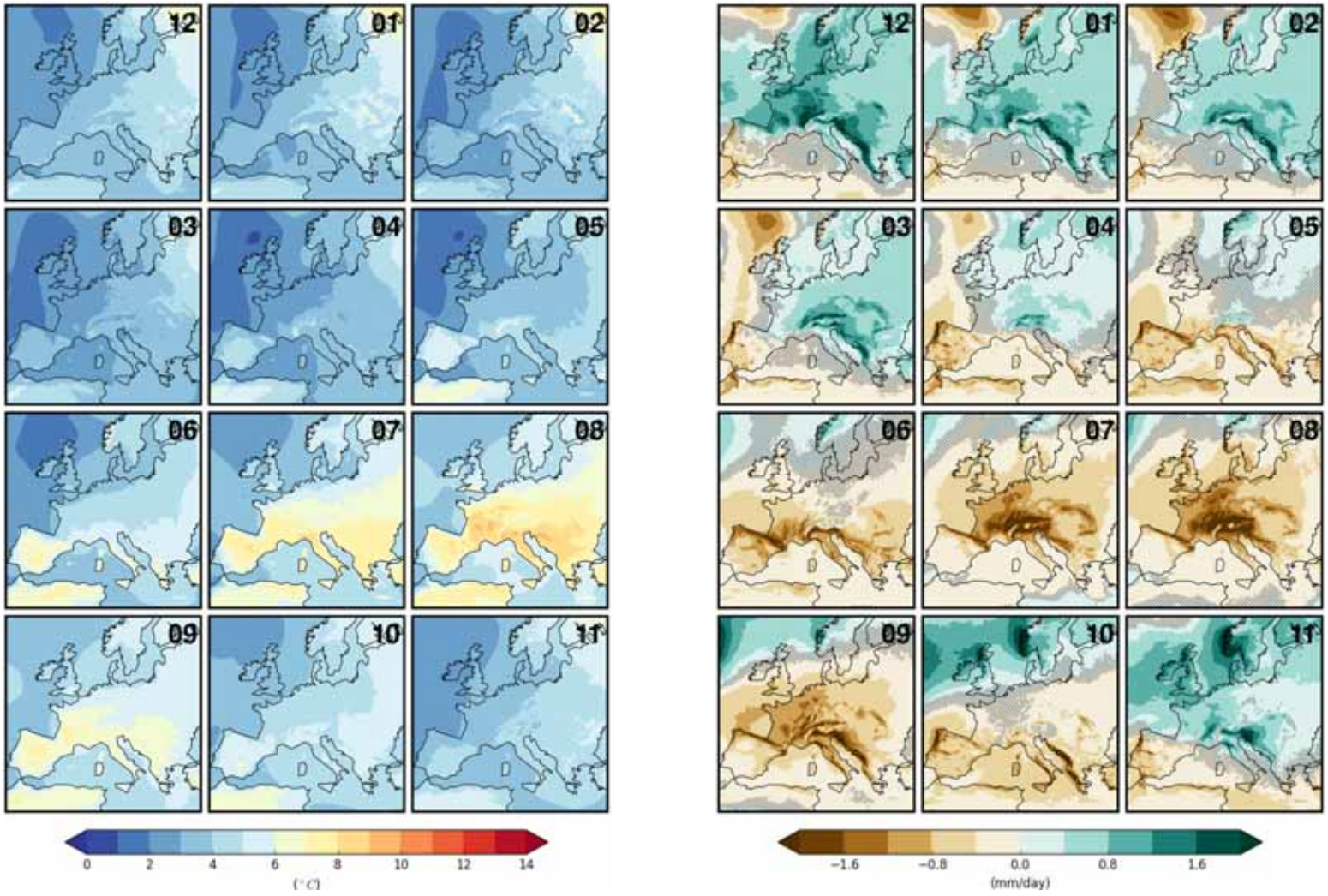
- Extremereignisse sind nun mal sehr selten…
  → 50-fache Datenbasis, d.h. für jeden 30-Jahre-Zeitraum sind 1500 Modelljahre zur Verfügung

- Statistisch robuste Unterscheidbarkeit zwischen natürlichen Klimaschwankungen und Klimawandel möglich
- Statistisch robuste Erfassung von Extremereignissen möglich

(Leduc et al., 2019)

50 mögliche zukünftige Änderungen des Niederschlags (in %)
zwischen 2020-2039 und 2000-2019 über Europa (CanESM2-CRCM5 in 12-km Auflösung)

Langfristige Klimasignale für Europa (RCP8.5)

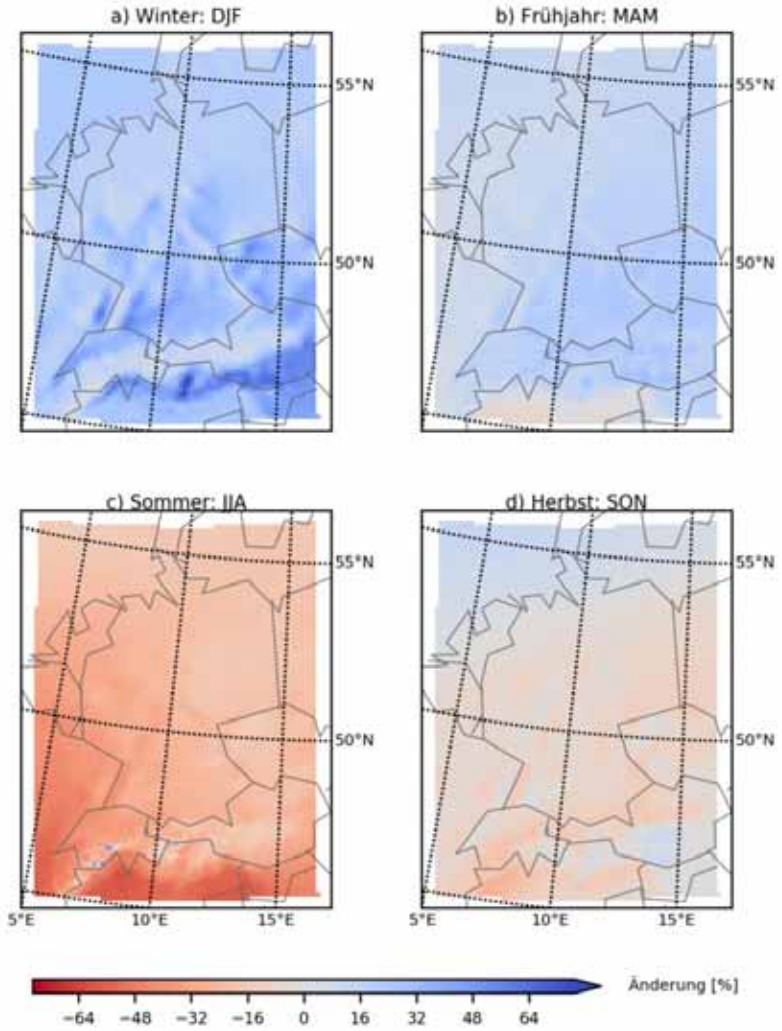


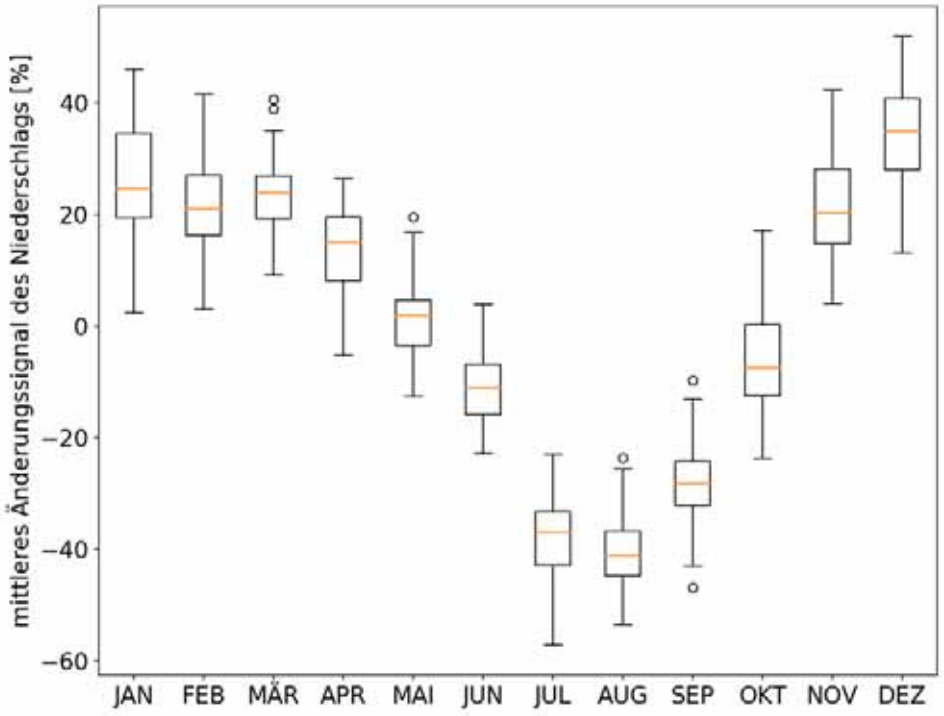
(Leduc et al., 2019)

Monatliche Änderung von Temperatur & Niederschlag (2080-2099 vs. 2000-2019)
(Mittelwerte aus den 50 Membern)

Blick auf Mitteleuropa

(Starke) Veränderungen in der saisonalen Niederschlagsverteilung!



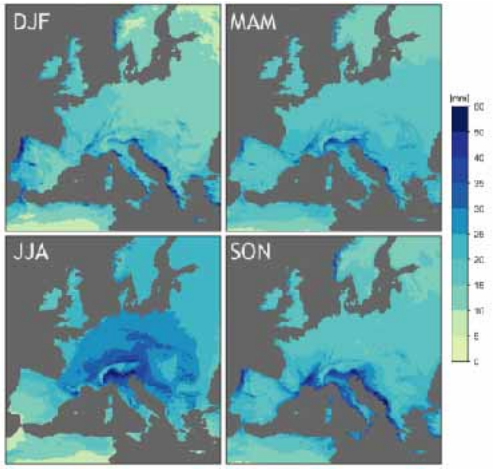


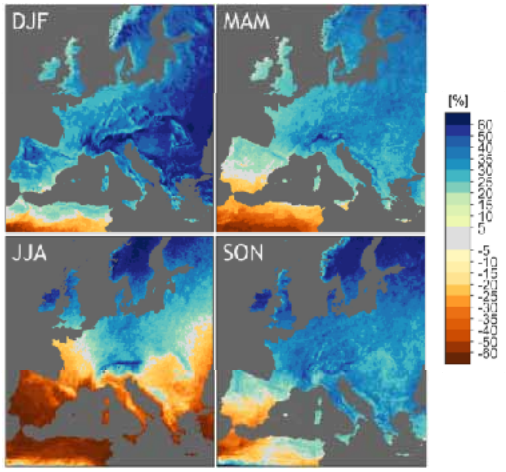
Winter werden deutlich feuchter!

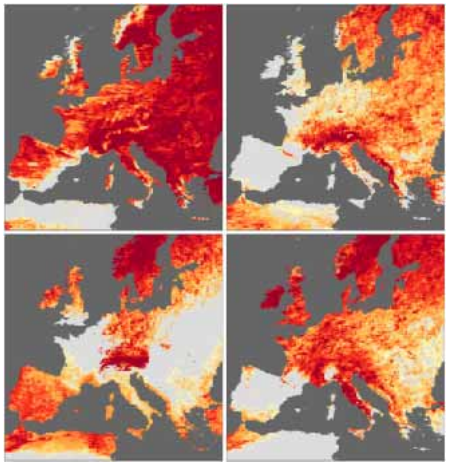
Sommer werden deutlich trockener!

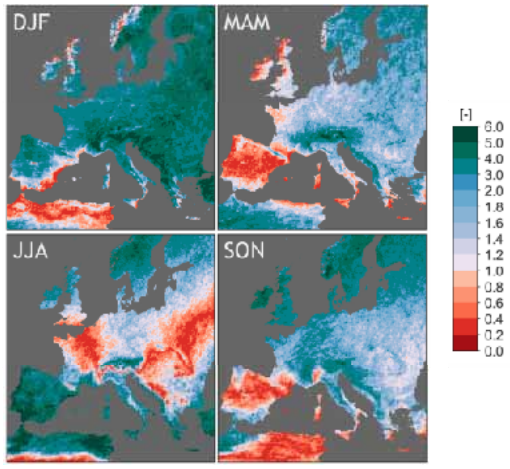
(© www.climex-project.org)

Änderung der Starkniederschläge









Maximaler 3h-Niederschlag

a) Jahreszeitliche Verteilung über Europa (1980-2009)

b) Klimaänderungssignal (%) (2070-2099)

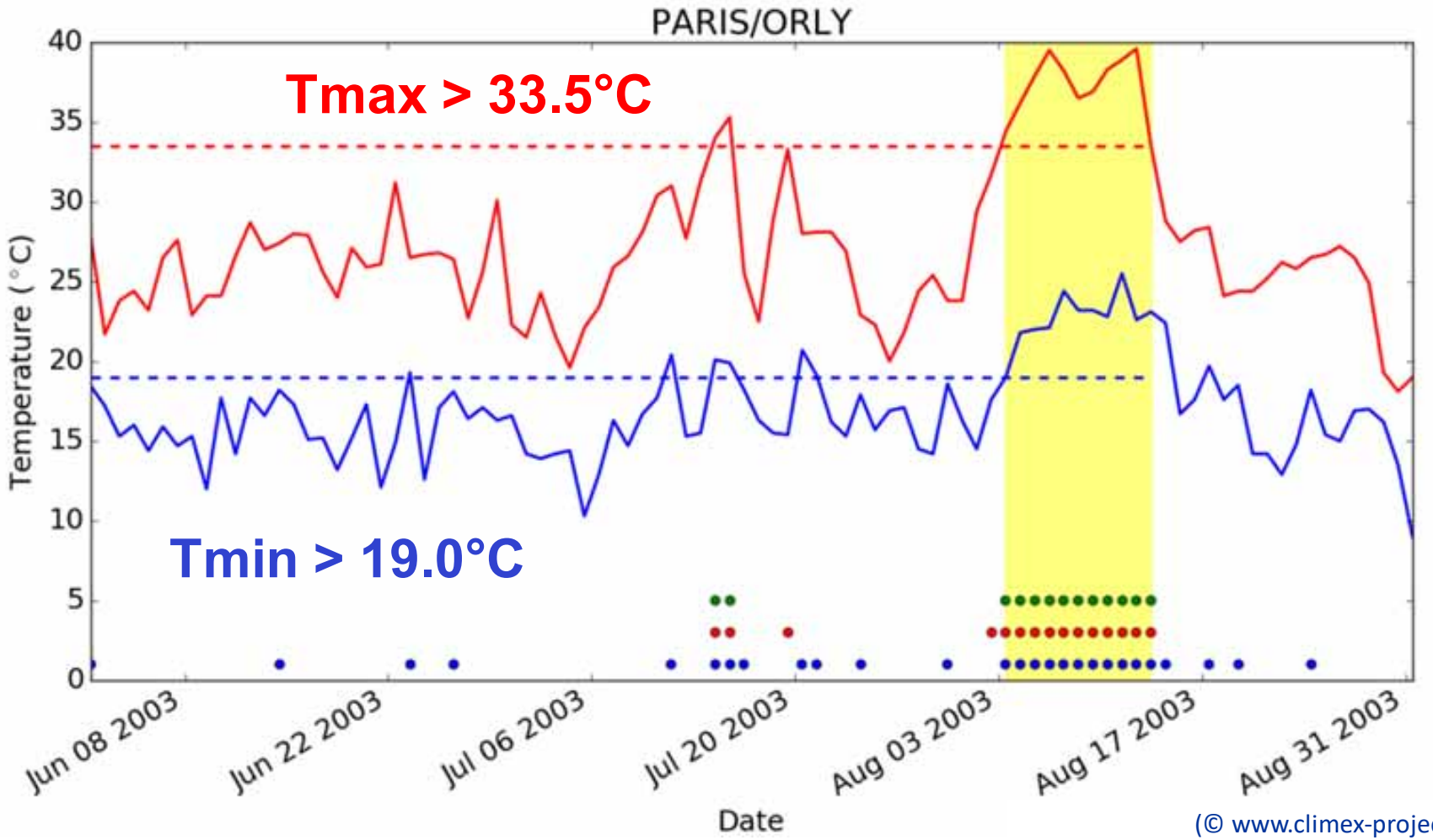
c) Starke geographische Unterschiede in S/N – Ratio (2070-2099)

d) Berechnung der Time of Emergence (S/N >1)

(© www.climex-project.org)

Bsp. Hitze in München…

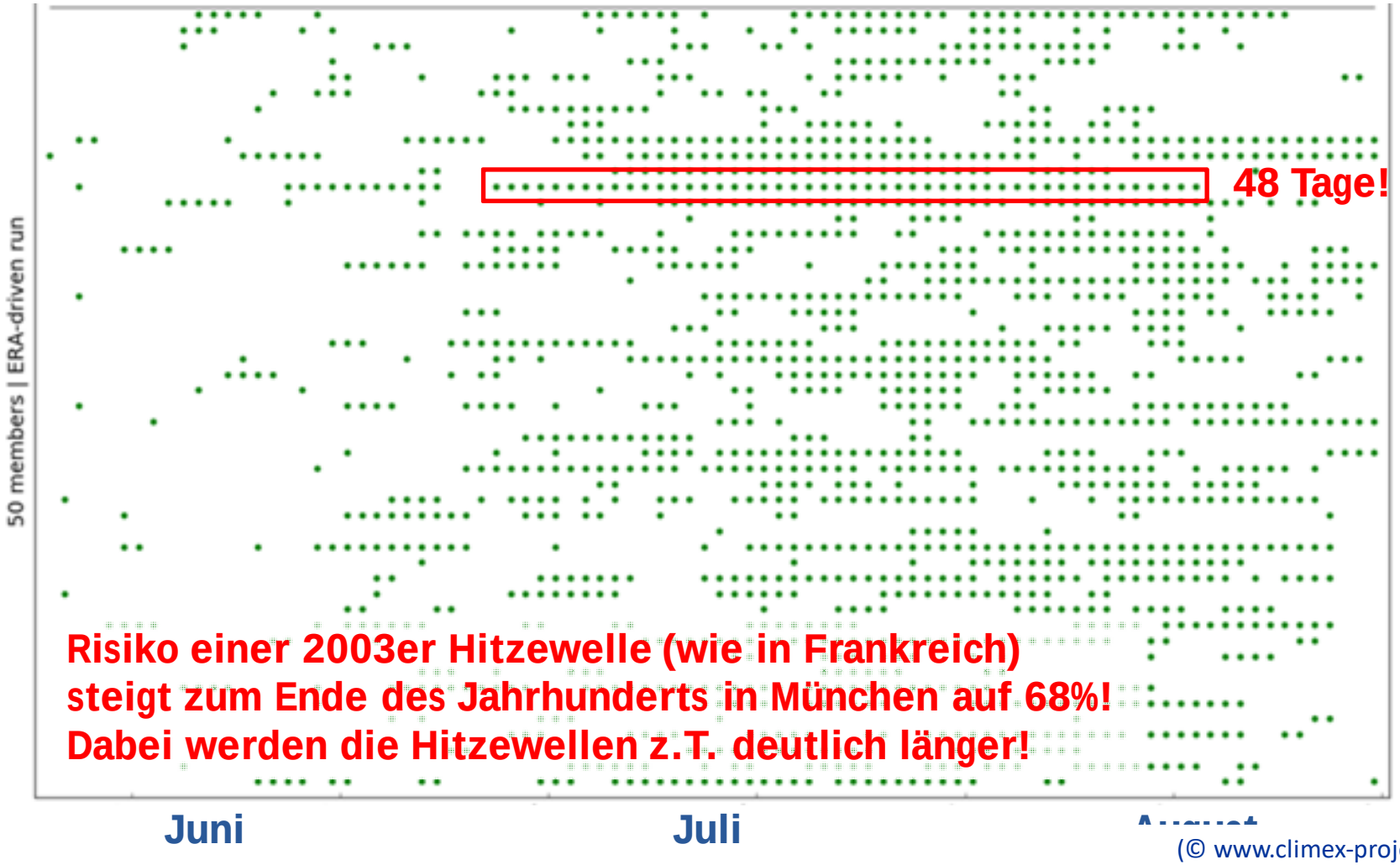
Das Beispiel aus Frankreich im Jahr 2003…



(© www.climex-project.org)

Bsp. Hitze in München…

… übertragen auf München im Jahr 2099…

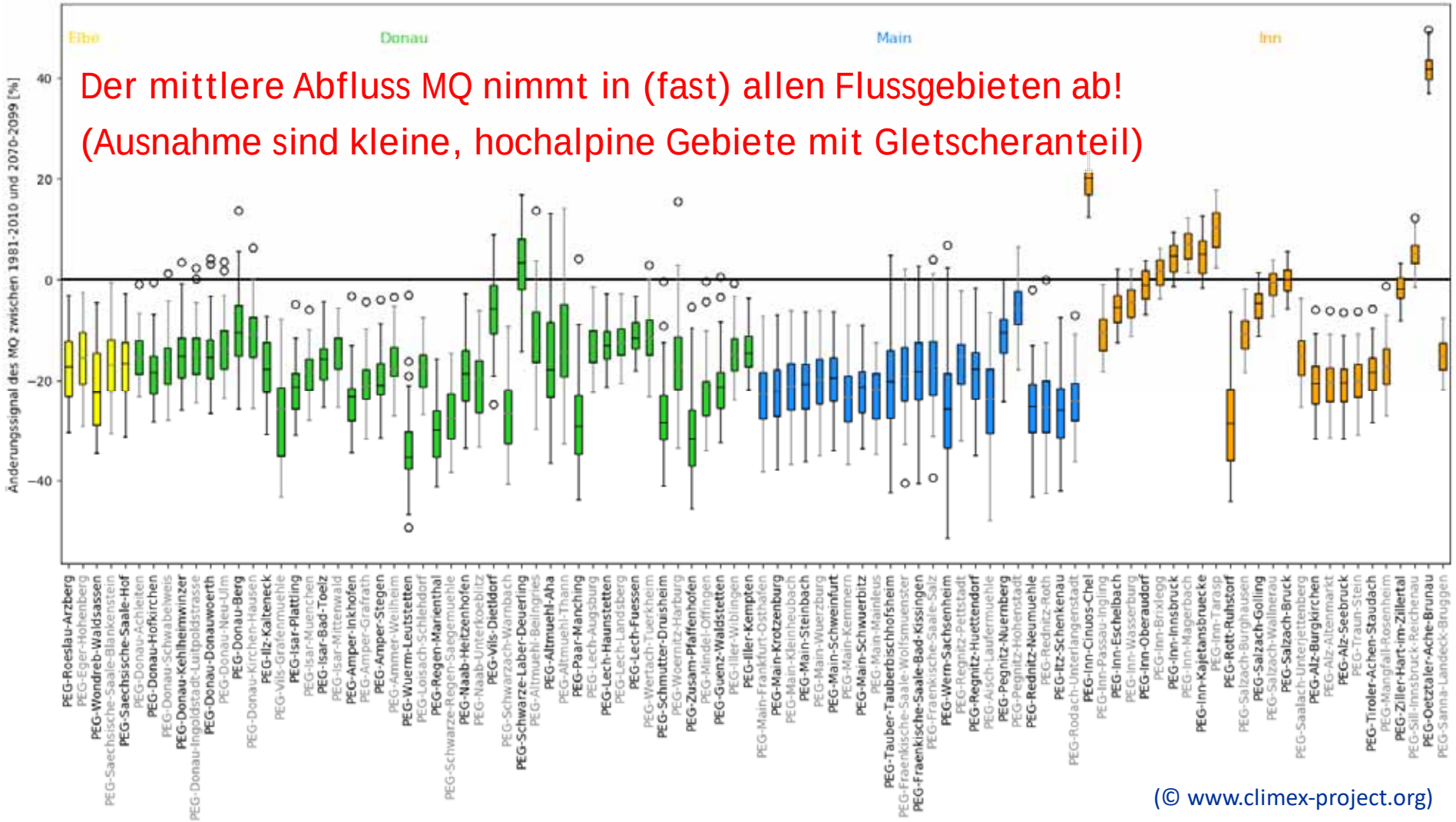


(© www.climex-project.org)

- *Aktuelle Erkenntnisse zur Dynamik von Extremereignissen*
- *Mögliche Konsequenzen für…*
  - *die Wasserwirtschaft*
  - *die Energiewirtschaft*

Änderungen des mittleren Abfluss (MQ)

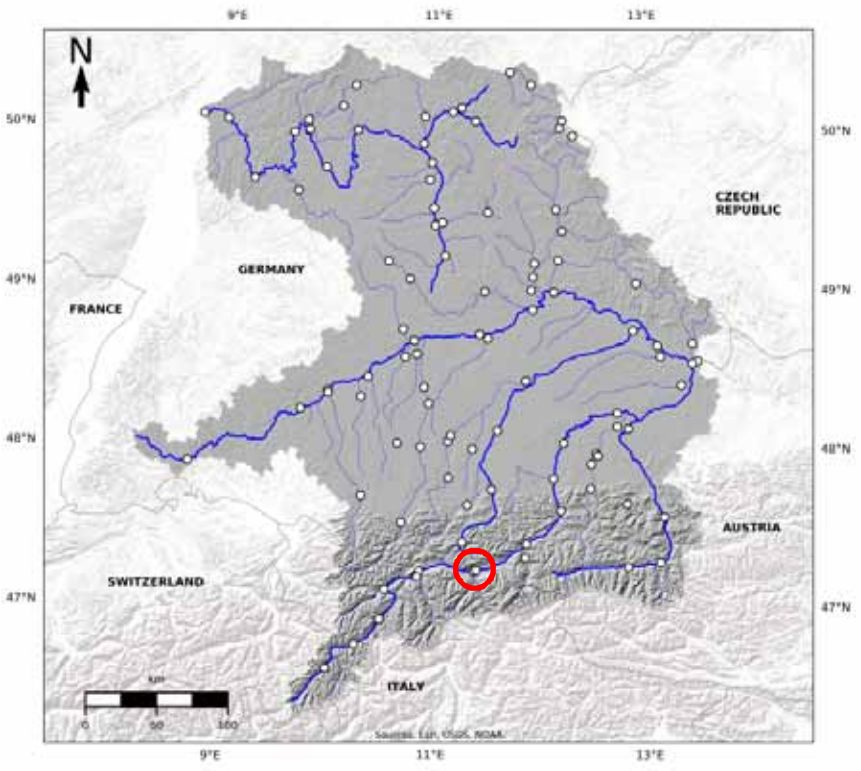
Differenz [2070-2099] – [1981-2010]

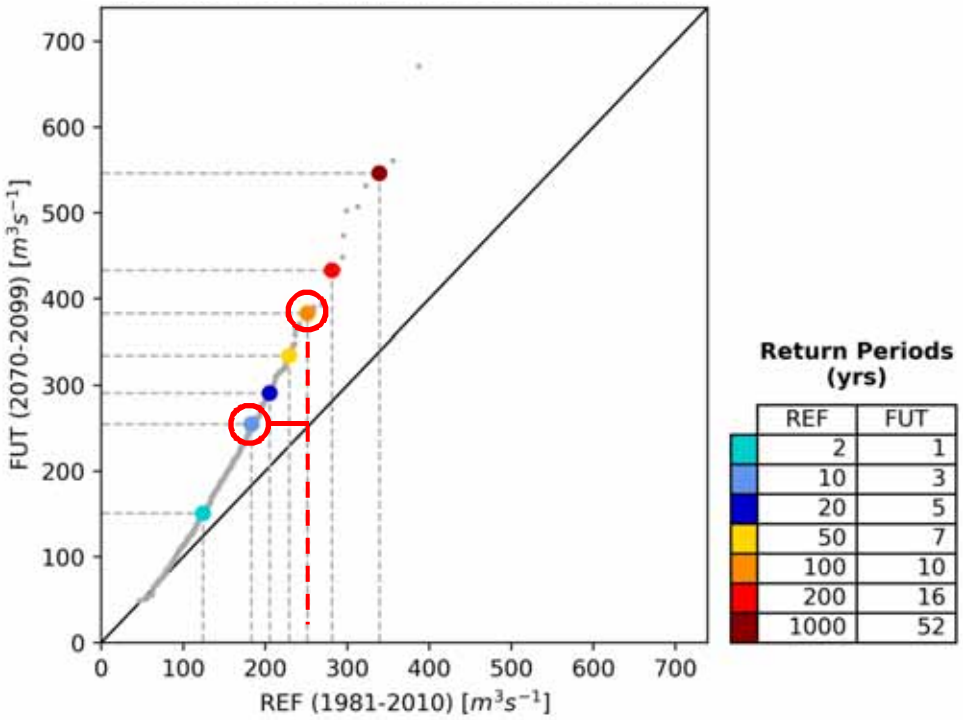


(© www.climex-project.org)

Extremes Hochwasser

Werden Extremhochwasser intensiver und häufiger?





Intensität → Änderung im HQ100 von der Referenzperiode zur Zukunft

250 m^3/s → **390 m^3/s**

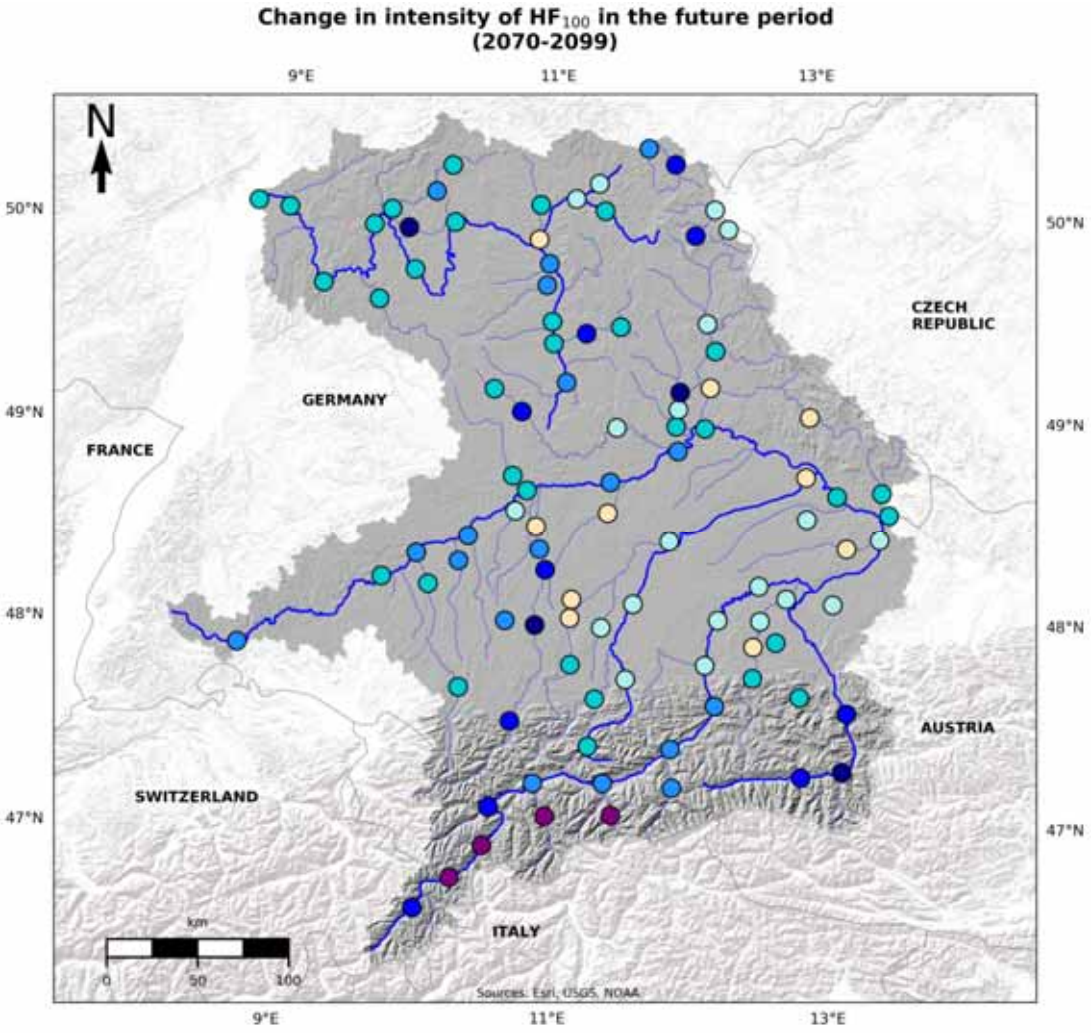
100-jährlich → **10-jährlich**

(© www.climex-project.org)

Frequenz → Änderung der Häufigkeiten von der Gegenwart zur Zukunft

Extremes Hochwasser

Werden Extremhochwasser intensiver?



Intensität

2070-2099 vs. 1981-2010

Change in HF100 intensity [%]

> 50	0 - -10
40 - 50	-10 - -20
30 - 40	-20 - -30
20 - 30	-30 - -40
10 - 20	-40 - -50
0 - 10	< -50

Zunahme der Intensität

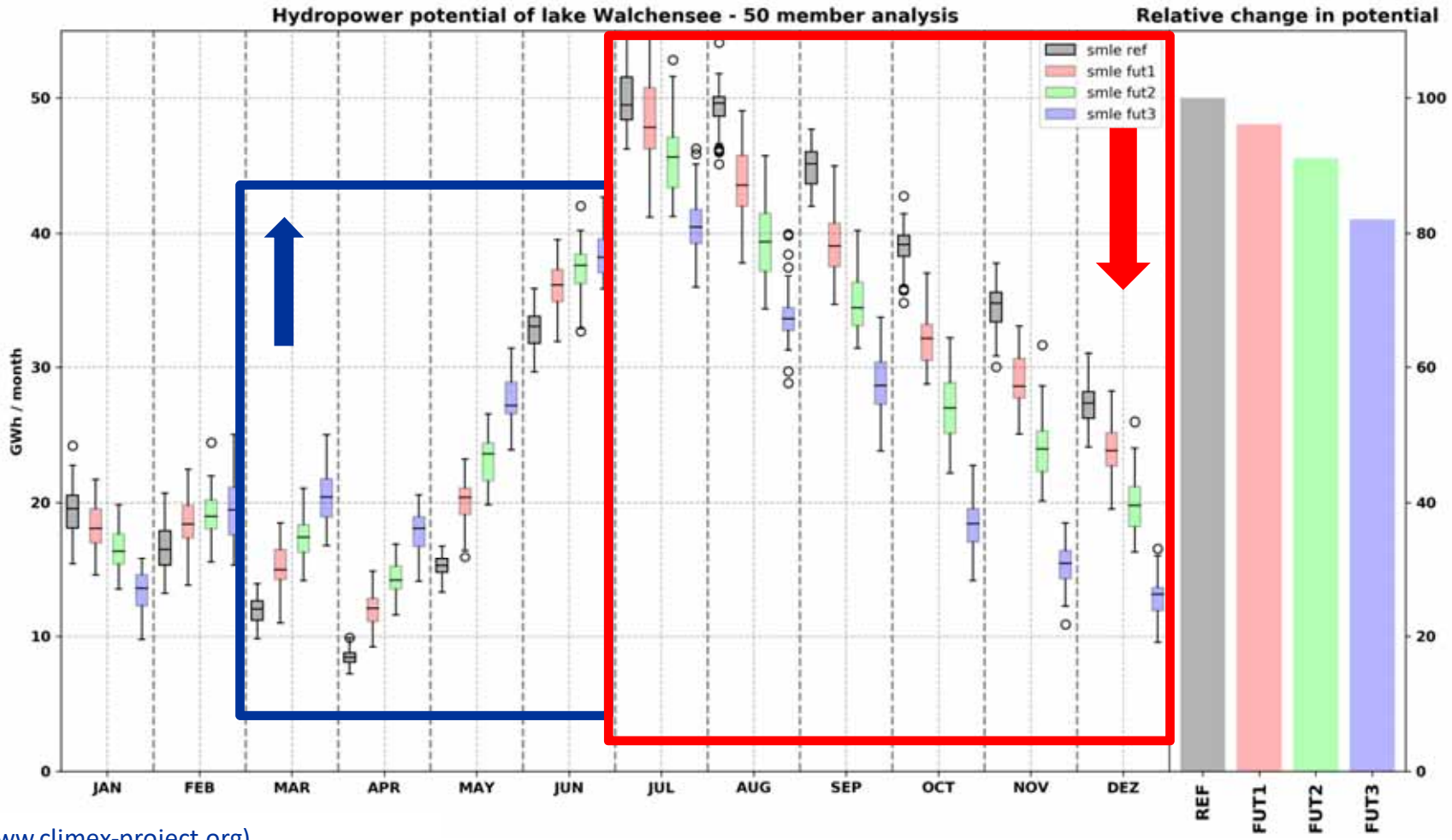
Abnahme der Intensität

(© www.climex-project.org)

- *Aktuelle Erkenntnisse zur Dynamik von Extremereignissen*
- *Mögliche Konsequenzen für…*
  - *die Wasserwirtschaft*
  - *die Energiewirtschaft*

ClimEx-Beispiel Wasserkraft

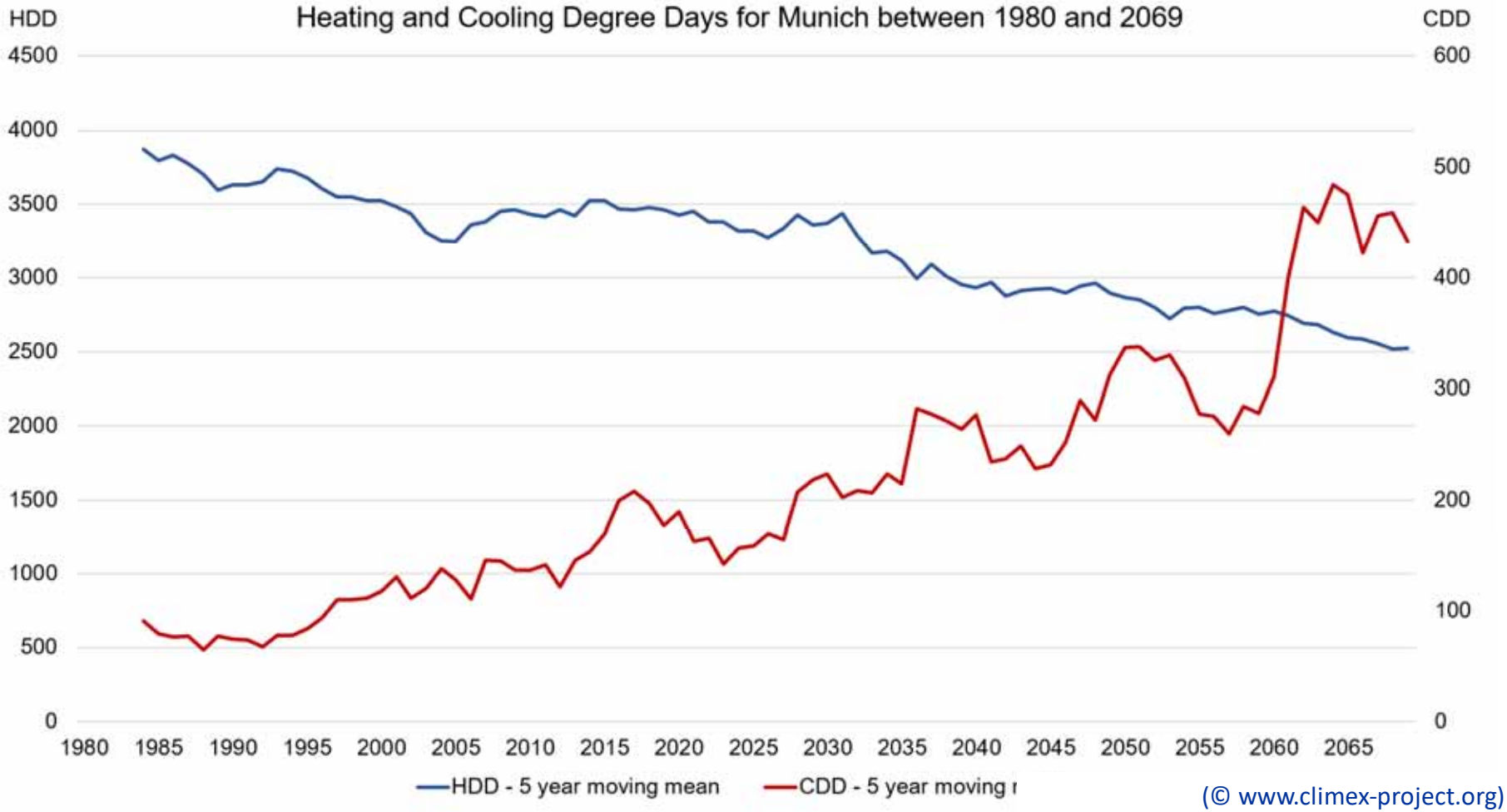
Bsp. Walchenseekraftwerk



(© www.climex-project.org)

Bsp. Heizung/Kühlung

Cooling Degree Days (CDD) und Heating Degree Days (HDD) - München



(© www.climex-project.org)

ClimEx - Zusammenfassung

- liefert robuste Schätzungen für die dynamische Entwicklung von hydrologischen Extremereignissen
- verwendet Daten eines sensitiven Klimamodells unter der Annahme eines Extremszenarios und zeigt:
  - sehr starke Temperaturzunahme, vor allem in den Sommermonaten → hohes Risiko für Hitzewellen
  - starke Zunahme im Winterniederschlag → Hochwasser
  - starke Abnahme im Sommerniederschlag → Dürre
  - Abnahme des mittleren Abflusses / starke Zunahme des Risikos für extreme Hochwasserereignisse
  - Gravierende Auswirkungen für alle Wirtschafts- und Versorgungsbereiche (z.B. Land-, Forst-, Wasser-, Energiewirtschaft, Gesundheitswesen)

Bavaria 2013

Québec 2017

Québec 2019

Bavaria 2016

Was nun? Was tun?

Climate Change Performance Index 2019

Rating

- Very High
- High
- Medium
- Low
- Very Low
- Not included in assessment

https://newclimate.org/wp-content/uploads/2018/12/CCPI-2019-Results.pdf

Rank		Country	Score**
1.*		-	-
2.		-	-
3.		-	-
4.	–	Sweden	76.28
5.	▲	Morocco	70.48
6.	▼	Lithuania	70.47
7.	▲	Latvia	68.31
8.	–	United Kingdom	65.92
9.	▲	Switzerland	65.42
10.	▲	Malta	65.06
11.	▲	India	62.93
12.	▼	Norway	62.80
13.	▼	Finland	62.61
14.	▼	Croatia	62.39
15.	▲	Denmark	61.96
16.	▲	European Union (28)	60.65
17.	▲	Portugal	60.54
18.	▲	Ukraine	60.09
19.	▲	Luxembourg	59.92
20.	▲	Romania	59.42
21.	▼	France	59.30
22.	▼	Brazil	59.29
23.	▼	Italy	58.69
24.	▲	Egypt	57.49
25.	▲	Mexico	56.82
26.	▼	Slovak Republic	56.61
27.	▼	Germany	55.18
28.	▲	Netherlands	54.11
29.	▼	Belarus	53.31
30.	▲	Greece	50.86
31.	▲	Belgium	50.63
32.	▲	Czech Republic	49.73
33.	▲	China	49.60
34.	▲	Argentina	49.01
35.	▲	Spain	48.97
36.	▼	Austria	48.78
37.	▼	Thailand	48.71
38.	▼	Indonesia	48.68
39.	▲	South Africa	48.25
40.	▲	Bulgaria	48.11
41.	▼	Poland	47.59
42.	▲	Hungary	46.79
43.	▼	Slovenia	44.90
44.	▼	New Zealand	44.61
45.	▼	Estonia	44.37
46.	▼	Cyprus	44.34
47.	▼	Algeria	42.10
48.	▲	Ireland	40.84
49.	▲	Japan	40.63
50.	▼	Turkey	40.22
51.	▲	Malaysia	38.08
52.	▲	Russian Federation	37.59
53.	▲	Kazakhstan	36.47
54.	▼	Canada	34.26
55.	▲	Australia	31.27
56.	▼	Chinese Taipei	28.80
57.	▲	Republic of Korea	28.53
58.	▲	Islamic Republic of Iran	23.94
59.	▼	United States	18.82
60.	–	Saudi Arabia	8.82

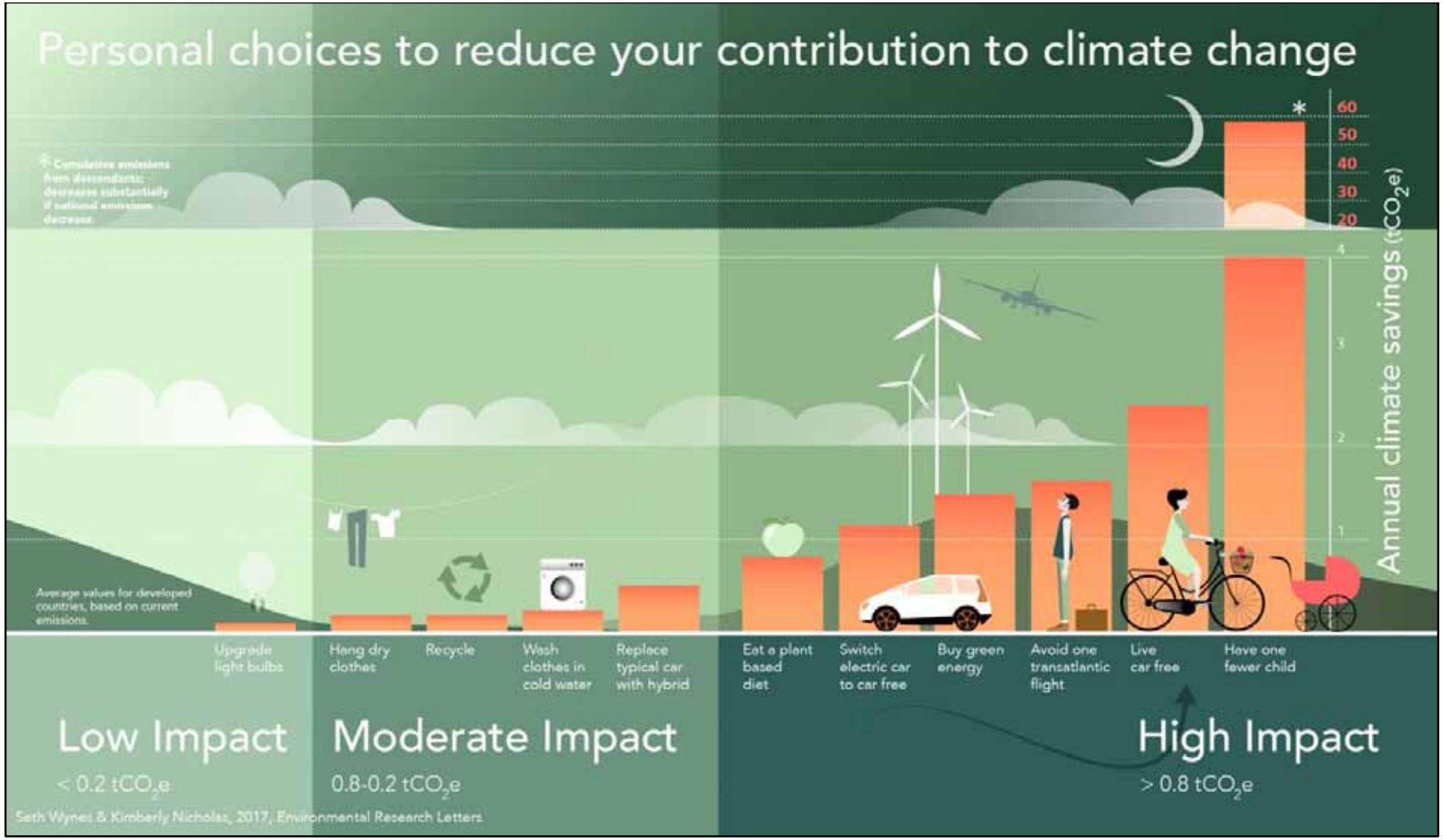
Index Categories

- GHG Emissions (40% weighting)
- Renewable Energy (20% weighting)
- Energy Use (20% weighting)
- Climate Policy (20% weighting)

* None of the countries achieved positions one to three. No country is doing enough to prevent dangerous climate change. **rounded

©Germanwatch 2018

Was kann die einzelne Person machen? Hm,...



Wynes S and Nicholas K 2017 *Environ. Res. Lett.* 12

Jean Jouzel *LSCE / IPSL (CEA-CNRS-UVSQ), Frankreich*

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

„Wenn wir nichts gegen den zunehmenden Treibhauseffekt unternehmen, der mit dem Handeln des Menschen einhergeht, dann werden wir zum Ende des 21. Jahrhunderts eine Zunahme der globalen Mitteltemperatur von mindestens 4°C gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter erleben – und dieser Anstieg wird nach 2100 weiter voranschreiten.

Die Auswirkungen eines solchen „business-as-usual“-Szenarios werden nur sehr schwer, wenn nicht gar unmöglich zu bewältigen sein. Es bleibt schwierig genug, einen Temperaturanstieg von 3°C zu meistern, so wie er bei Einhaltung der Vereinbarungen von Paris (COP21, 2015) zu erwarten ist.

Wenn wir den jungen Generationen die Möglichkeit erhalten wollen sich in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts an den Klimawandel anzupassen, dann müssen wir den Temperaturanstieg auf unter 2°C begrenzen!

Forschung, Innovation und Kreativität sind essentiell, um den Weg zu einer kohlenstoffarmen Gesellschaft zu gehen. Dieser Übergang wird enorme öffentliche und private Anstrengungen erfordern!”

(frei übersetzt aus dem Eröffnungsvortrag der Klimakonferenz
“Climate Change and Water 2018”
in Tours, Frankreich, am 05.02.2018)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit – Fragen?