

Klimawandel in Österreich und dem Burgenland

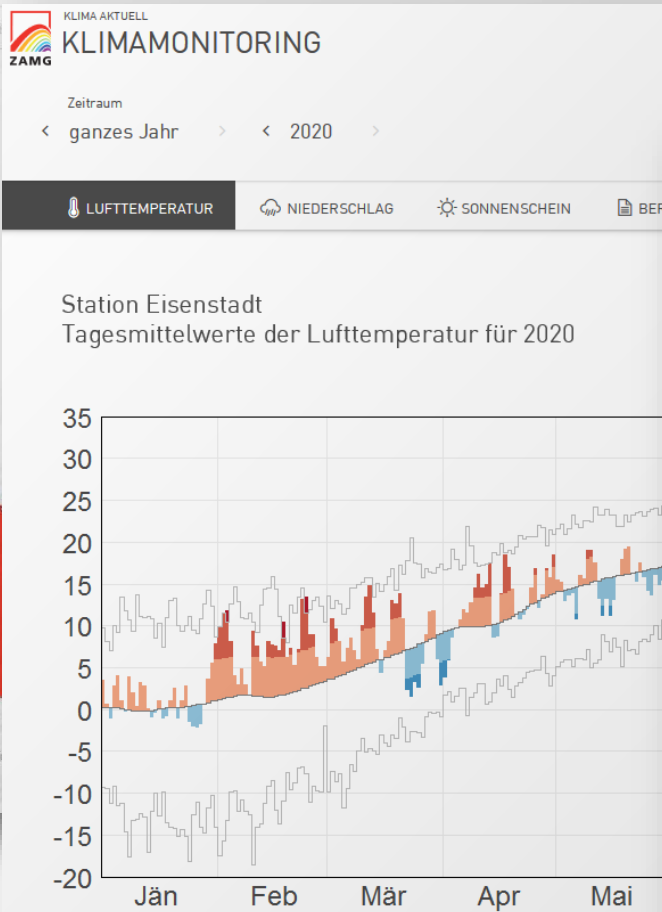
Extremereignisse mit Focus auf Trockenheit und Starkniederschlag

Klaus Haslinger
Abteilung Klimaforschung



ZAMG
Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik

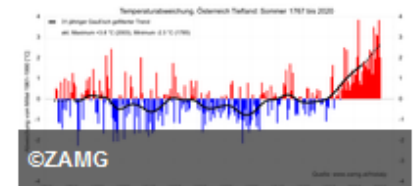
Klima aktuell - 2020



Sommer 2020: sehr warm und relativ feucht

von [Thomas Wostal](#) — zuletzt geändert 01.09.2020 07:17 — [Historie](#)

Vorläufigen Sommerbilanz der ZAMG: In der Reihe der wärmsten Sommer der Messgeschichte liegt der Sommer 2020 im Tiefland auf Platz 14, auf den Bergen auf Platz 13. Die Regenmenge war in diesem Sommer 25 Prozent über dem Mittel. Die Zahl der Sonnenstunden entsprach ungefähr dem Durchschnitt.



Info: Die vorläufige Klimabilanz zum Monatsende basiert auf der ersten Auswertung der rund 270 Wetterstationen der ZAMG sowie auf der räumlichen Klimaanalyse an 84.000 Datenpunkten in Österreich mittels [SPARTACUS](#). Die Daten der Wetterstationen reichen zum Teil bis ins 18. Jahrhundert zurück. Die SPARTACUS-Daten sind flächendeckend bis ins Jahr 1961 verfügbar.

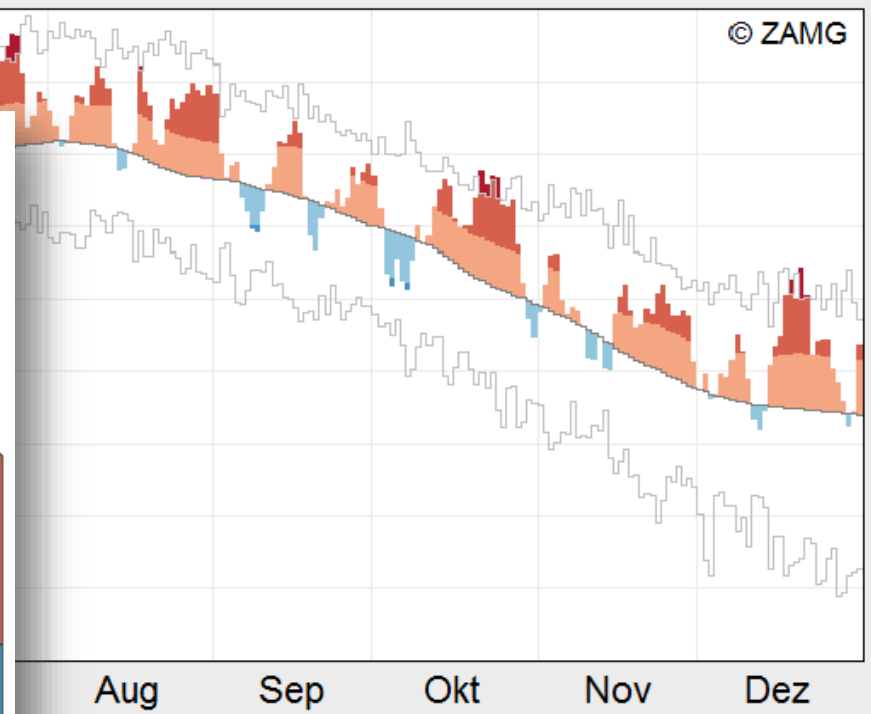
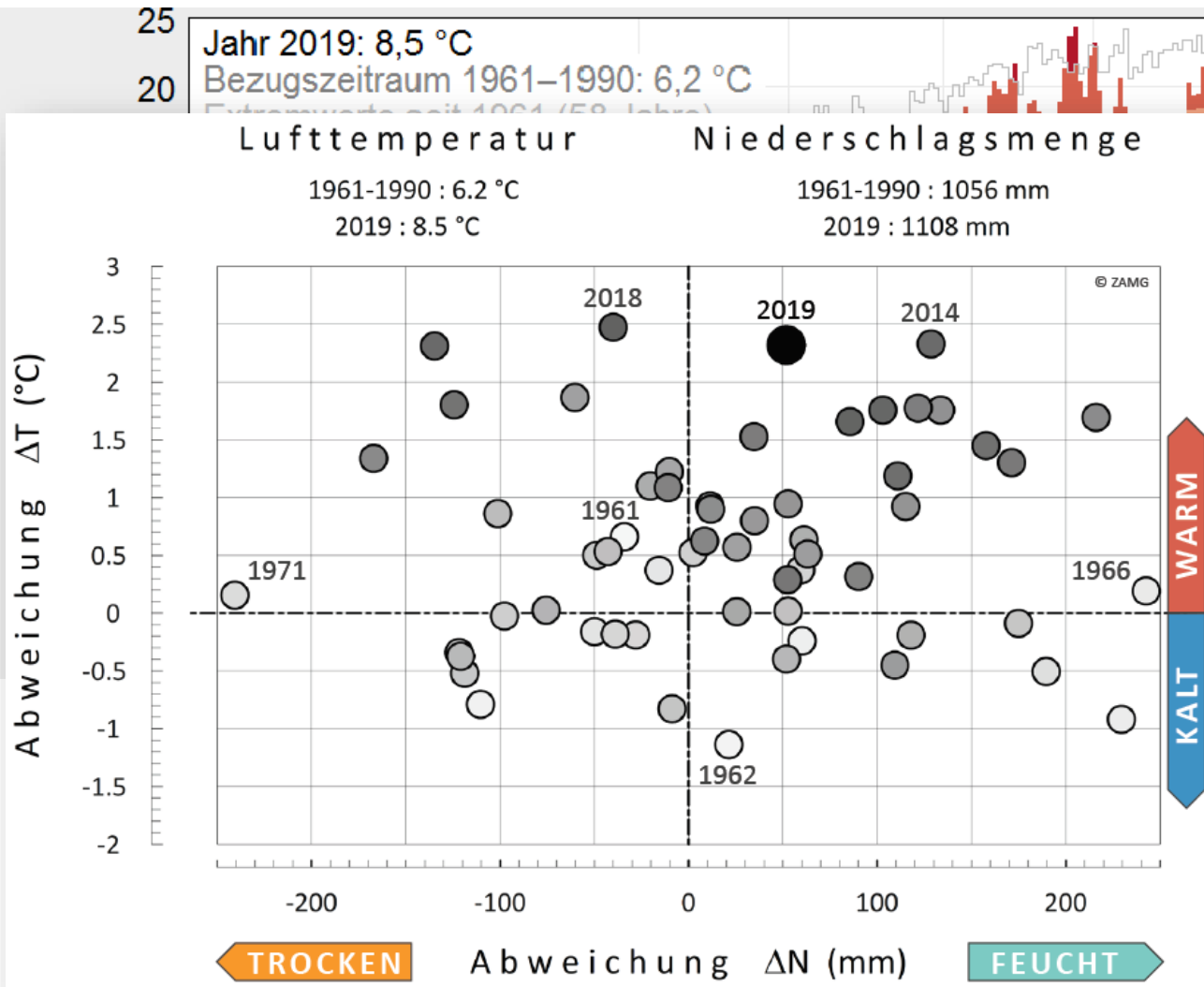
Der Sommer 2020 im Überblick

Der meteorologische Sommer 2020 (Jun, Jul, Aug) brachte eher wechselhaftes Wetter und keine langen Hitzewellen. Er verlief aber deutlich wärmer als der Großteil der Sommer seit dem Messbeginn in Österreich im Jahr 1767. „Der Sommer 2020 war wärmer als 95 Prozent aller Sommer in der 254-jährigen Messgeschichte“, sagt Alexander Orlik von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). „2020 reiht sich in der Liste der wärmsten Sommer der Messgeschichte im Tiefland auf Platz 14 und auf den Bergen auf Platz 13 ein.“

Klima aktuell - Rückblick 2019

Witterungsverlauf

Tagesmittelwerte
der Lufttemperatur [°C]
im Jahr 2019
über die Gesamtfläche Österreichs



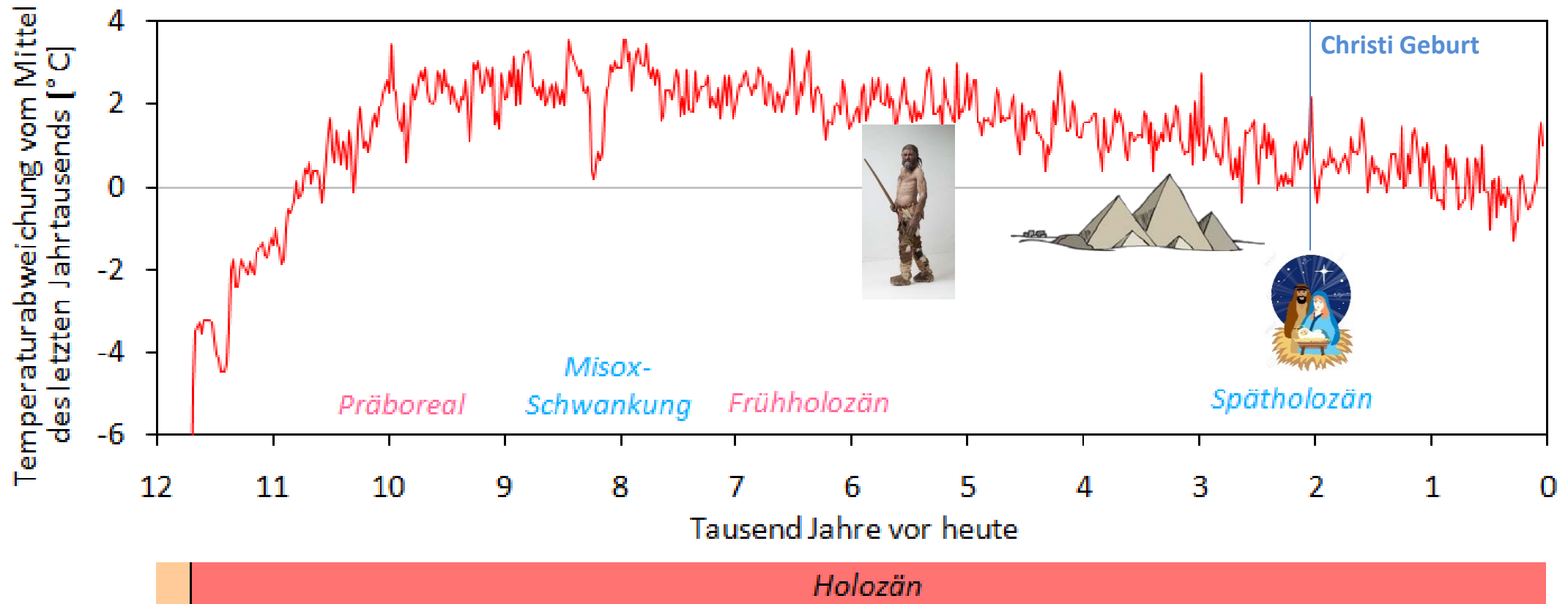
© Klimastatusbericht Österreich 2019, Hrsg. CCCA 2020

Klimawandel im Kontext großer Zeit- und Raumskalen



Klimawandel im Verlauf der Menschheitsgeschichte

- Die letzten 10.000 Jahre - die menschliche Zivilisation entsteht



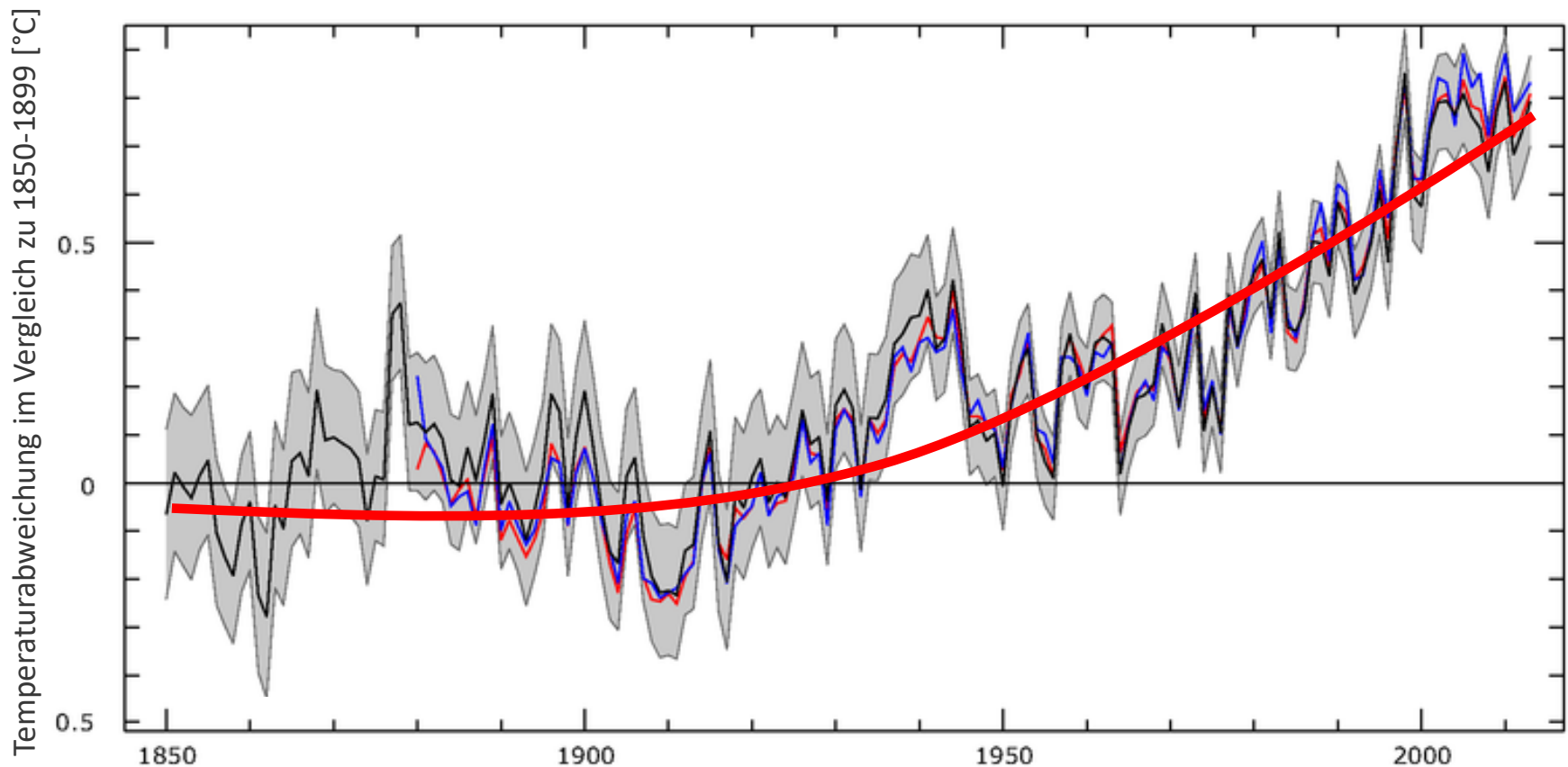
Starke Erwärmung nach dem Ende der letzten Eiszeit geht in eine langanhaltende Abkühlung über.

Vinther u.a. 2009, ZAMG

Klimawandel seit Beginn der Industrialisierung



- Die globale Mitteltemperatur im Verlauf der letzten 160 Jahre



IPCC 2014

Klimawandel in der öffentlichen/politischen Debatte: Der durch menschliche Aktivität mit(!)verursachte Temperaturanstieg in den letzten 150 Jahren.

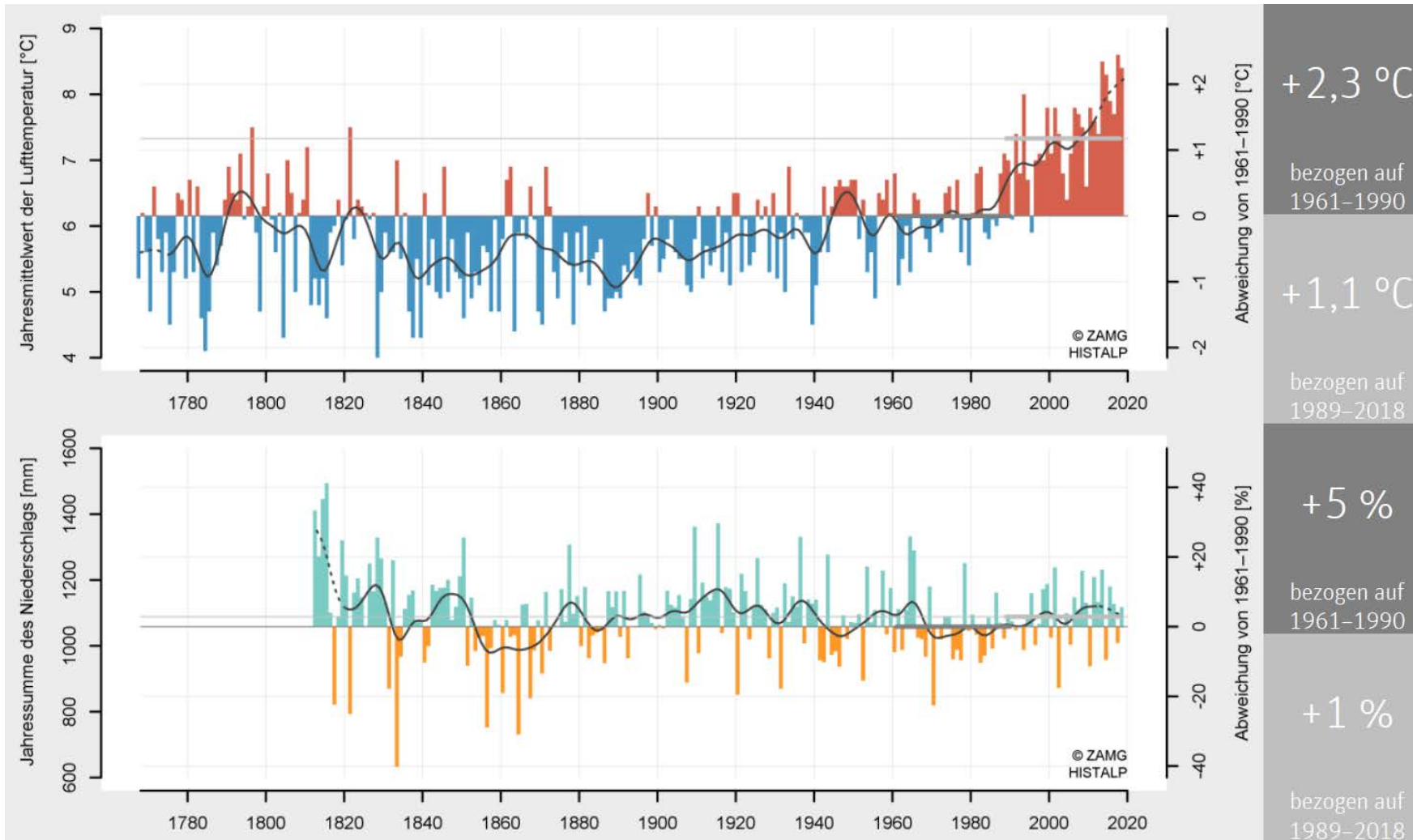
Klimawandel seit Beginn der Industrialisierung



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO Landsat / Copernicus IBCAO U.S. Geological Survey

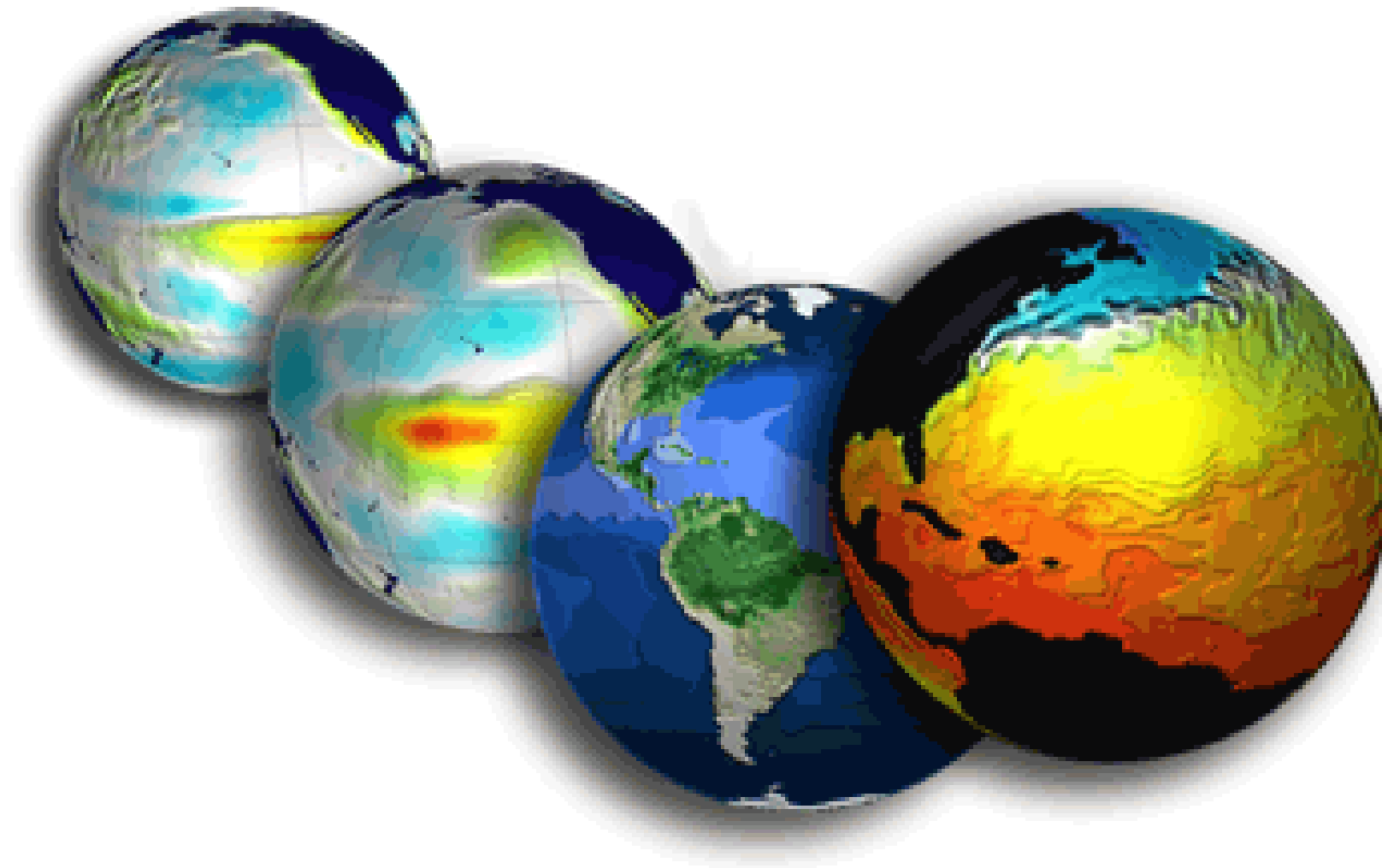
Klimawandel seit Beginn der Industrialisierung

Focus auf Österreich und das Jahr 2019 im historischen Kontext



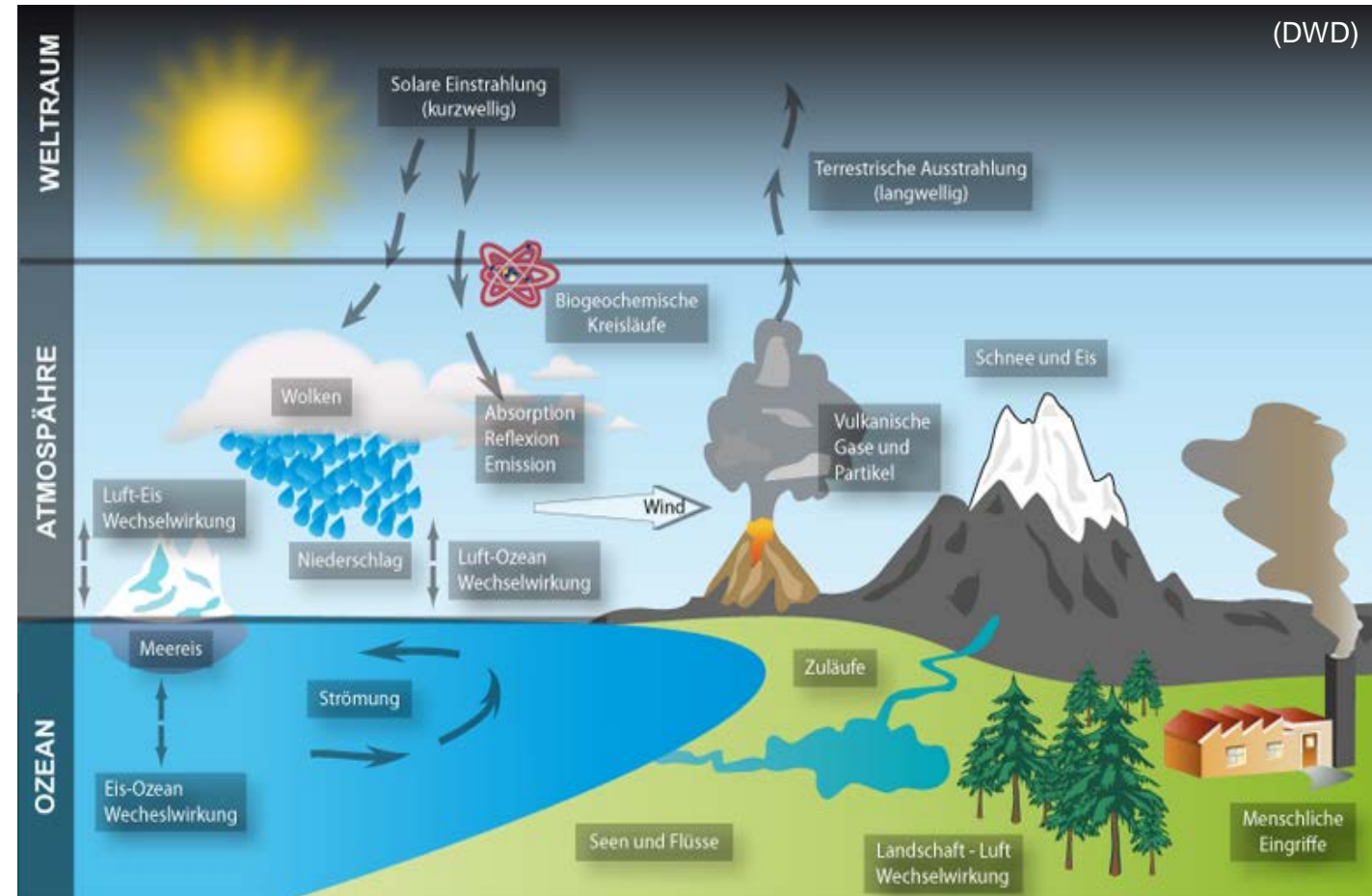
- 2019 war drittwärmstes Jahr der Messgeschichte seit 1776
- Wärmster Juni seit Beginn der Messungen (+5,5 °C relativ zum Mittel 1961-1990)
- Einer der trockensten Sommer der Messgeschichte

Wie wird sich das Klima in Zukunft entwickeln?



Warum ändert sich das Klima?

- Klimaantriebe (Änderungen im Energiehaushalt)
 - Sonne
 - Treibhausgase
 - Vulkanische Gase und Staub
 - Aerosole
 - Erdbahnparameter, Plattentektonik, Gebirgsbildung,...
- Klimawechselwirkungen
 - Atmosphäre-Ozean
 - Atmosphäre-Eis
 - Atmosphäre-Vegetation
 - Menschliche Eingriffe
- Klimarückkopplungen
 - Positive (Eis-Albedo)
 - Negative (Pflanzenwachstum und CO₂)

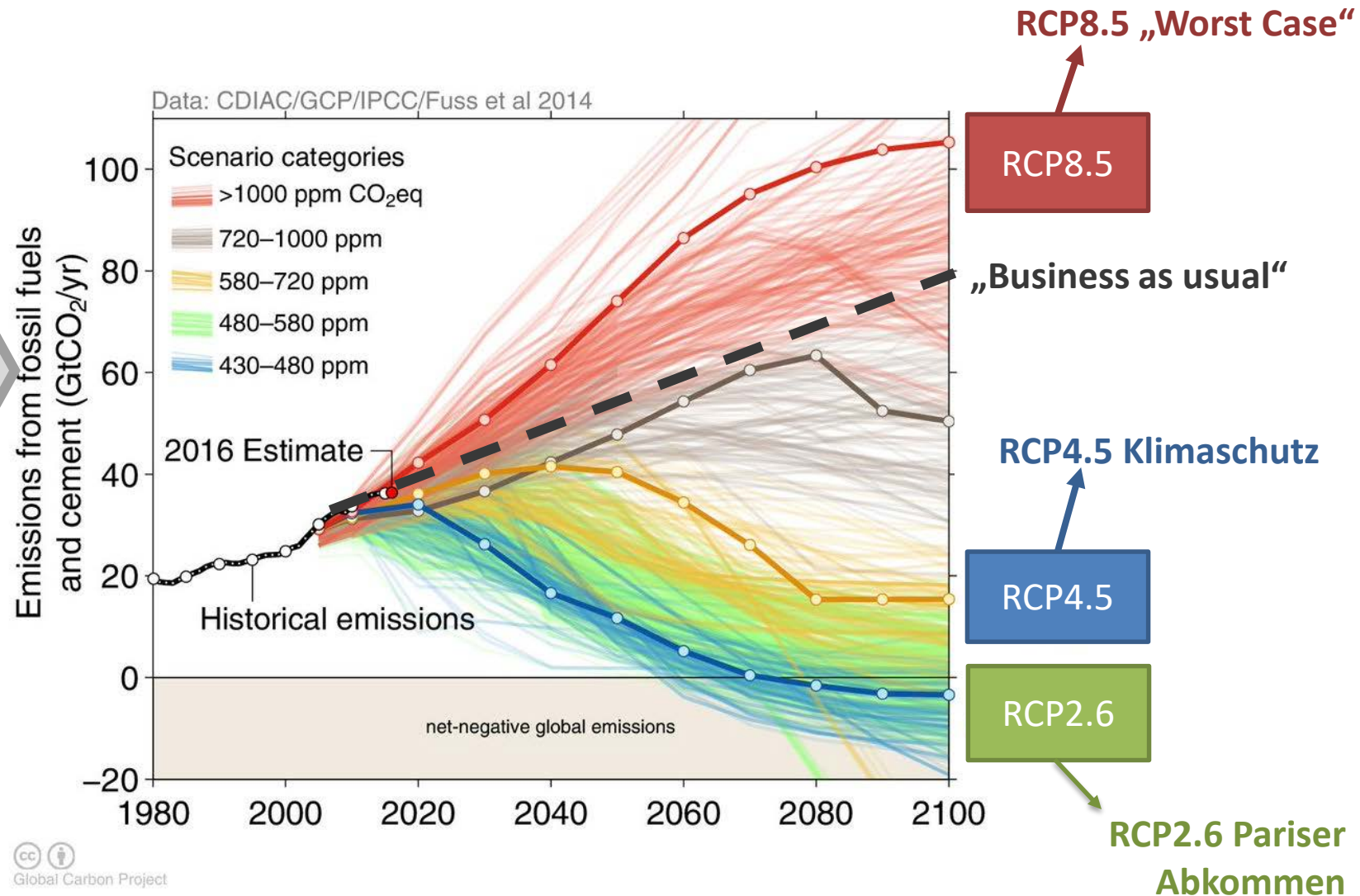


Emissionsszenarien



Sozioökonomische Entwicklung:
Globalisierung oder Regionalisierung?
Bevölkerungswachstum?
Anpassung und/oder Mitigation?

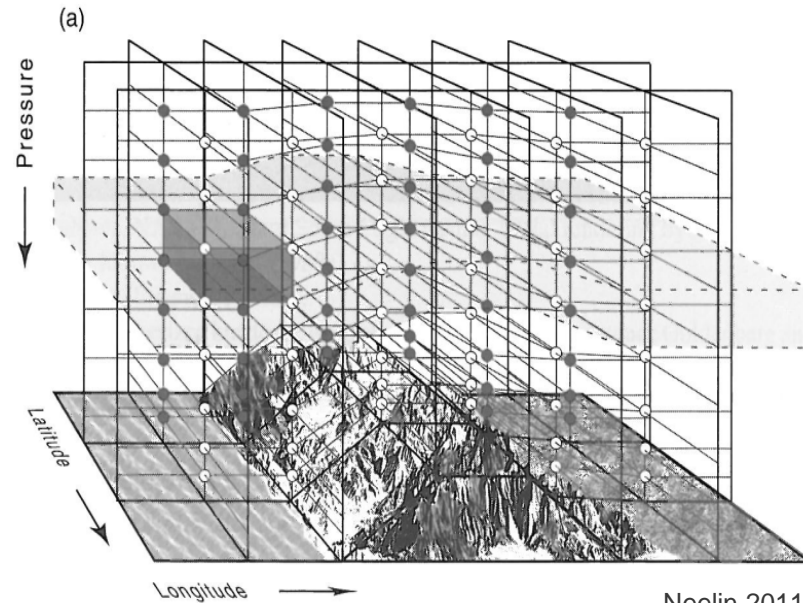
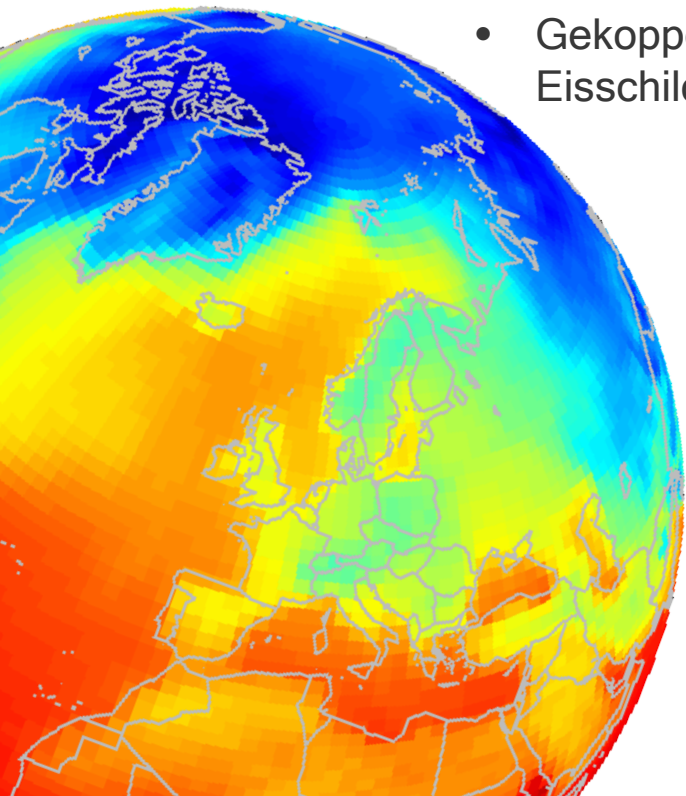
...



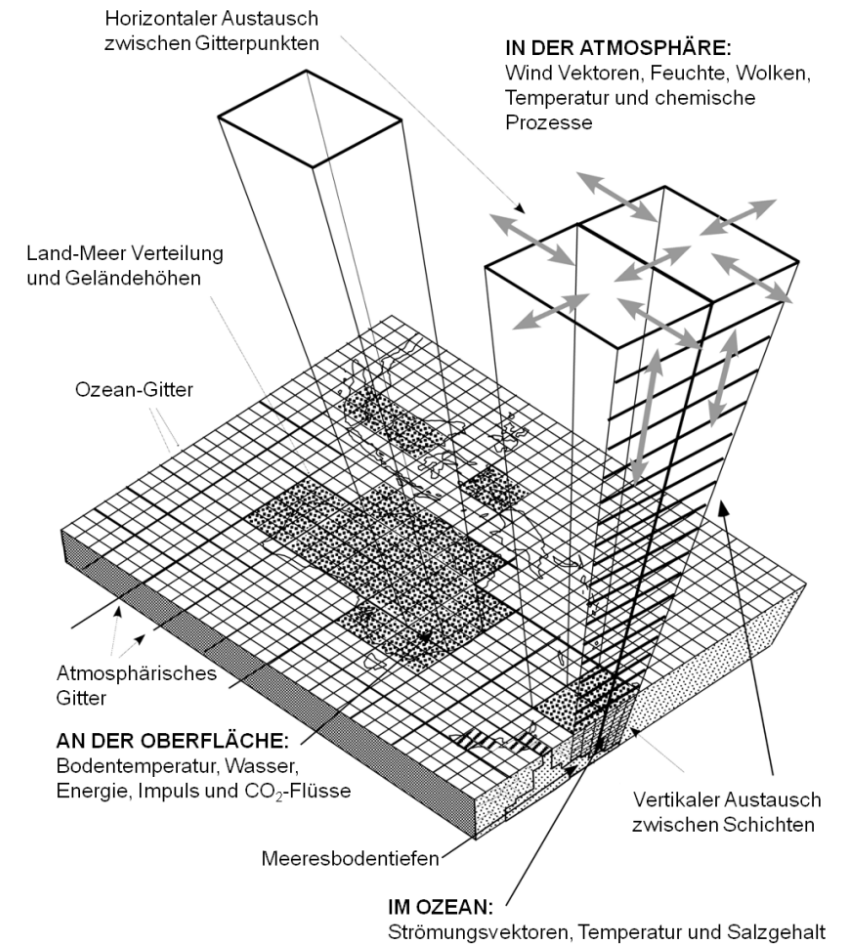
Von Emissionsszenarien zu Klimaszenarien

Klimamodelle

- Klimamodelle berechnen atmosphärische Prozesse auf einer 3-dimensionalen Matrix
- Gitterweite derzeit: 200-100km, in Einzelfällen bis 25km; durch stetig steigende Computerleistung kontinuierliche Verringerung der Auflösung
- Gekoppelt mit Ozean-, Biosphären-, und Eisschildmodellen



Neelin 2011



McCuffie und Henderson-Sellers 2005

Globale Klimaszenarien

Temperaturänderung

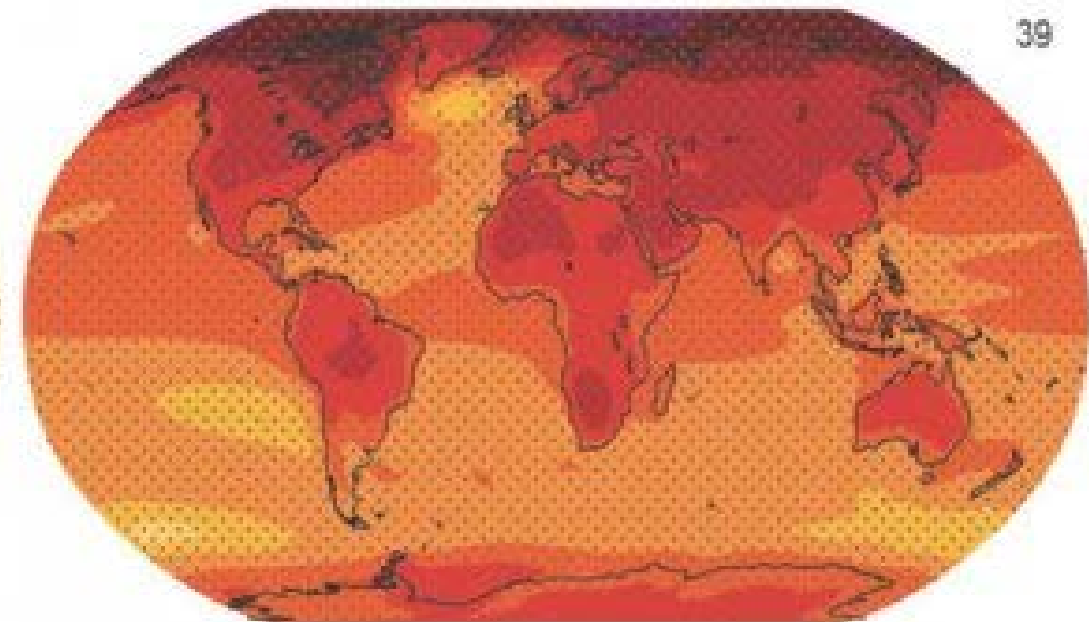
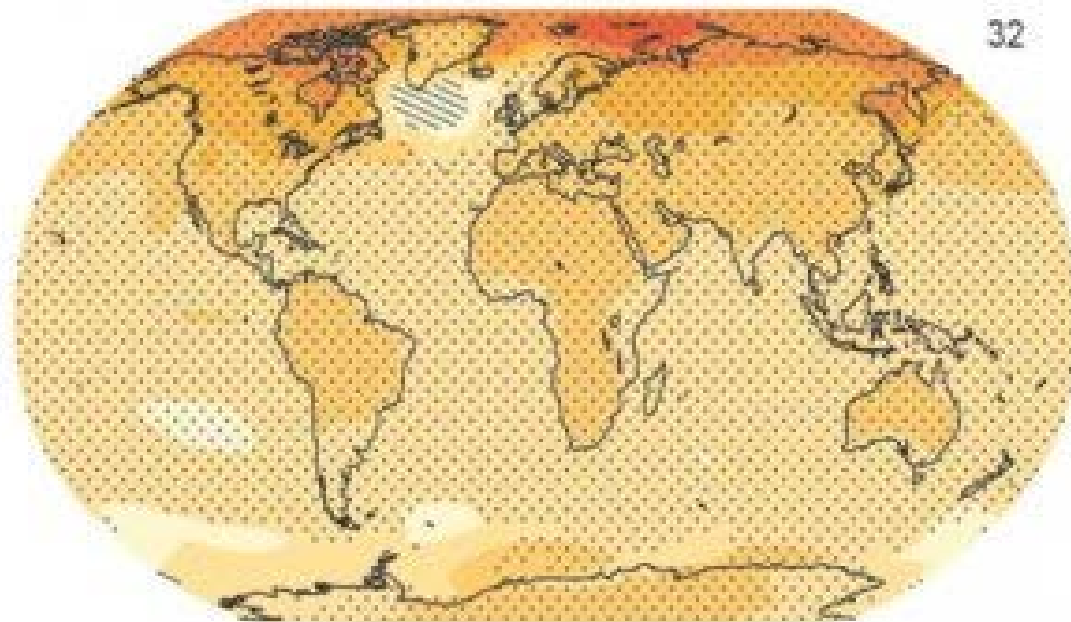
Pariser Abkommen

„Worst Case“

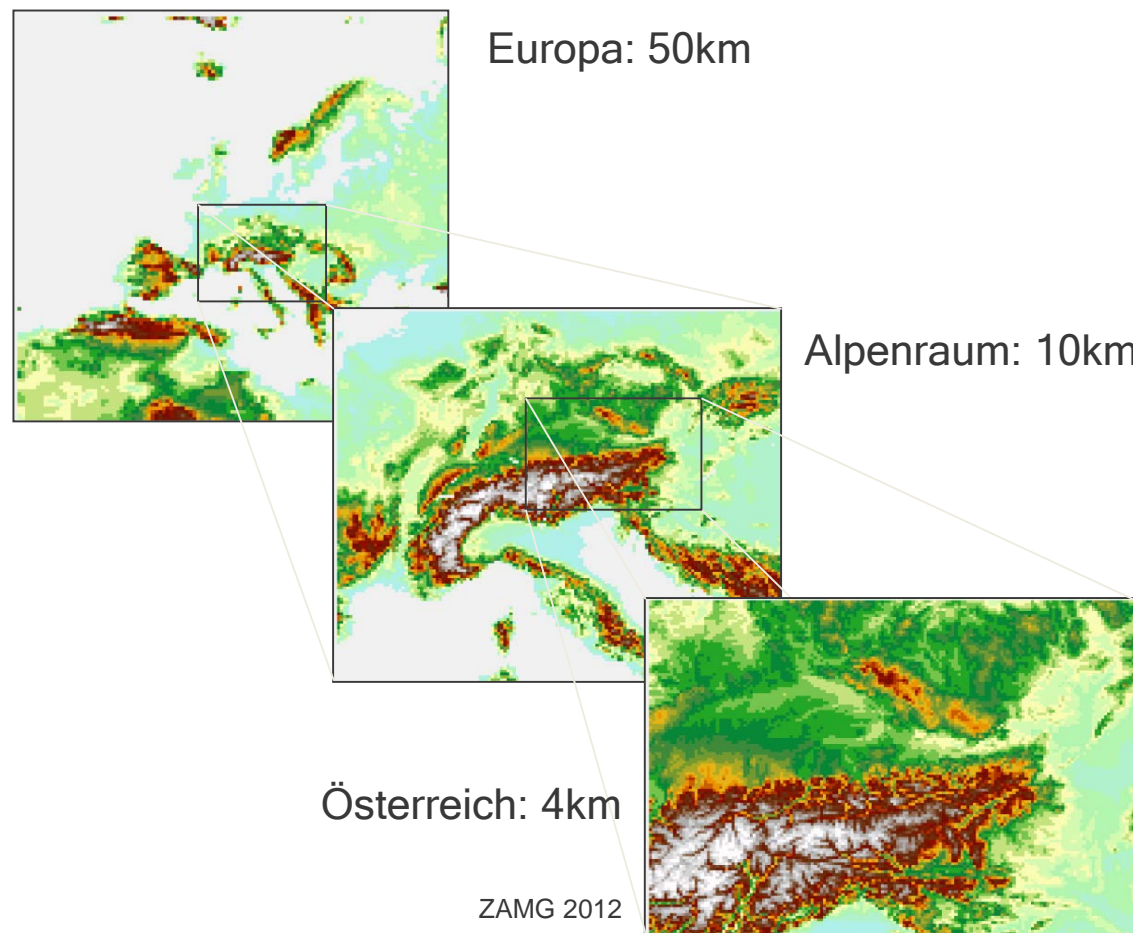
RCP 2.6

RCP 8.5

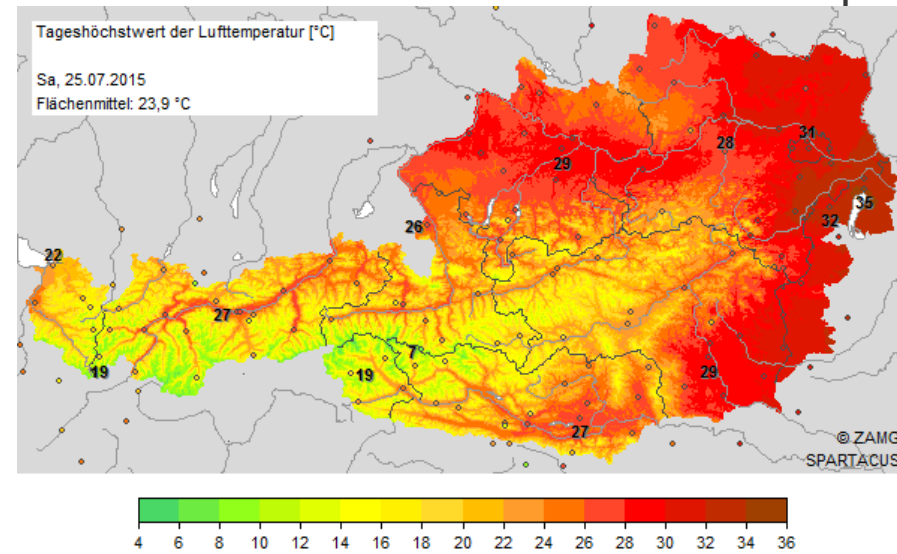
(a) Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)



„Downscaling“ von Klimaszenarien



- Anwendungsbeispiel „Österreichische Klimaszenarien 2015 - ÖKS15“
 - Downscaling von Europäischen Klimaszenarien (EURO-CORDEX) auf 1 km Rasterweite für Österreich
 - Klimaänderungssignal für Regionen (Gemeinden) detektierbar
 - Basisinformation für die Klimawandelanpassung



Chimani et al. 2016

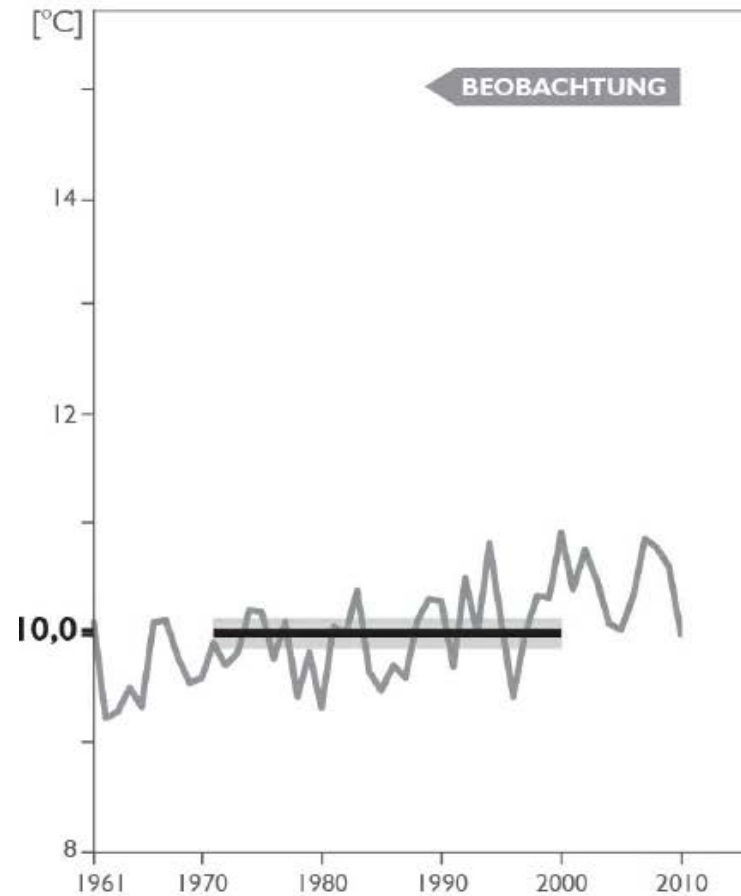


ÖKS15 Klimaszenarien

- Basis: neueste Generation regionaler Klimamodelle aus EURO-CORDEX (Initiative des World Climate Research Programs)
- Klimaszenarien bis Ende 21. Jahrhundert erstellt, bewertet und interpretiert
- Verwendetes Ensemble besteht aus 13 Modellen, die jeweils zwei unterschiedlichen THG-Szenarien folgen (RCP8.5, RCP4.5)
- Ausgewertet wurden die nahe Zukunft 2021 - 2050 und die ferne Zukunft (2071 - 2100)
- großes Vertrauen wenn mehr als 10 der 13 Modelle deutliche, plausible und übereinstimmende Klimaänderungen ergeben = „deutliche Änderung“
- weisen nur 6 oder weniger der 13 Modelle eine deutliche Änderung auf = Gesamtensemble wird als „keine signifikante Änderung“ interpretiert

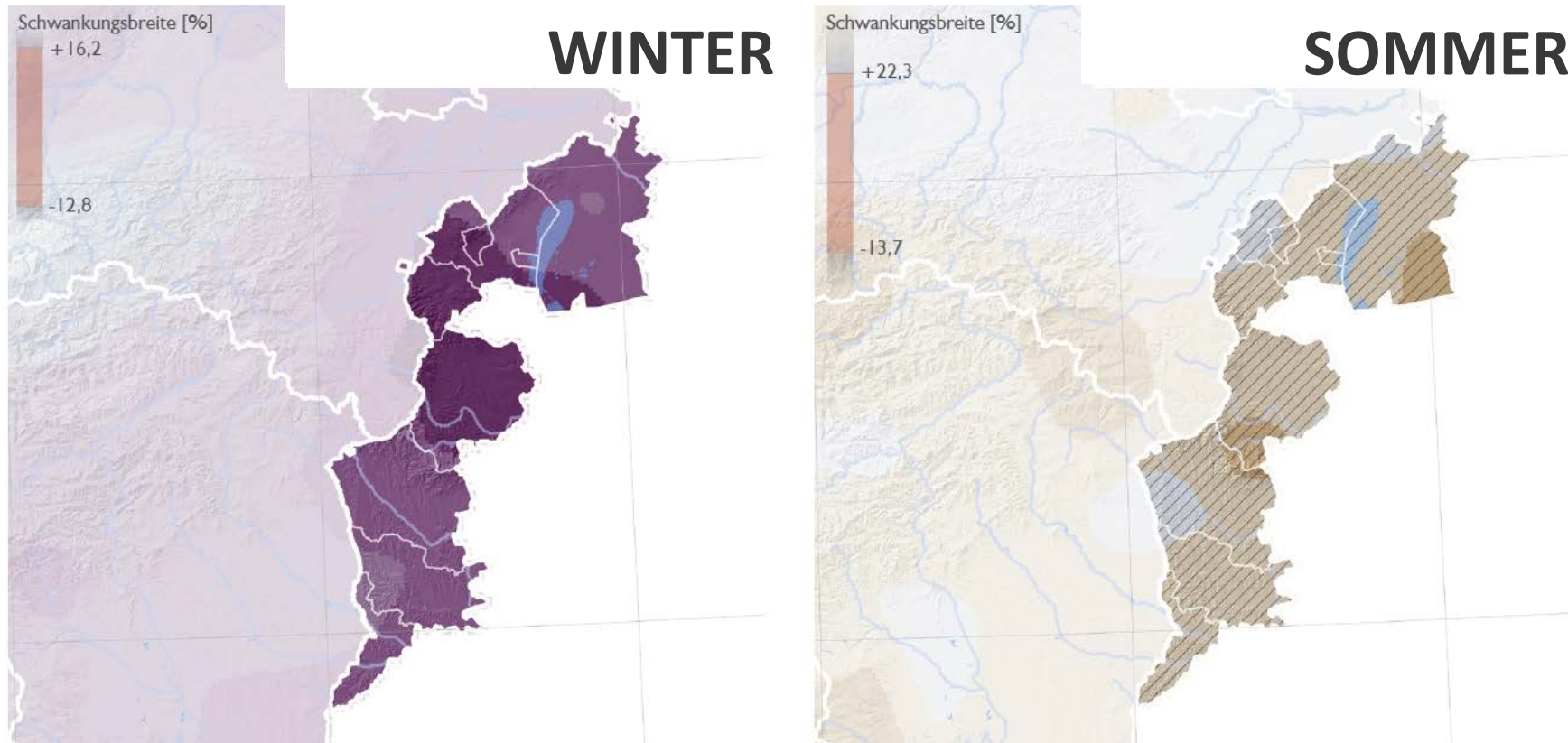


Vergangene und simulierte Entwicklung der mittleren Lufttemperatur



Klimaszenarien für das Burgenland (ÖKS15 Factsheet)

Niederschlagsänderung



Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August



- Leichte Zunahme der mittleren Jahresniederschlagssummen
- Deutliche Zunahme im Winter, leichte Abnahme im Sommer
- Große Unsicherheiten vor allem im Sommer durch komplexe Niederschlagsgenese

Klimaszenarien für das Burgenland

2021-2050

RCP4.5 (Klimaschutz-Szenario)	RCP8.5 (business-as-usual)
+1,3 °C	+1,5 °C



Unterschiede in den Emissionsszenarien werden erst nach 2050 sichtbar!



Hitzetage (Jahresmittel)

	1971-2000	2021-2050		2071-2100	
	Jahreswerte	RCP4.5 (Klimaschutz-Szenario)	RCP8.5 (business-as-usual)	RCP4.5 (Klimaschutz-Szenario)	RCP8.5 (business-as-usual)
	[Tage]	[Tage]	[Tage]	[Tage]	[Tage]
bis	12,4	+12,9	+13,9		
Mittel	10,1	+10,1	+9,1		



Trockenepisoden (Jahresmittel)

	1971-2000	2021-2050		2071-2100	
	Jahreswerte	RCP4.5 (Klimaschutz-Szenario)	RCP8.5 (business-as-usual)	RCP4.5 (Klimaschutz-Szenario)	RCP8.5 (business-as-usual)
	[Tage]	[Tage]	[Tage]	[Tage]	[Tage]
bis	189,0	+5,8	+4,9	+5,5	+15,7
Mittel	182,5	-0,3	-0,2	-2,4	+5,6



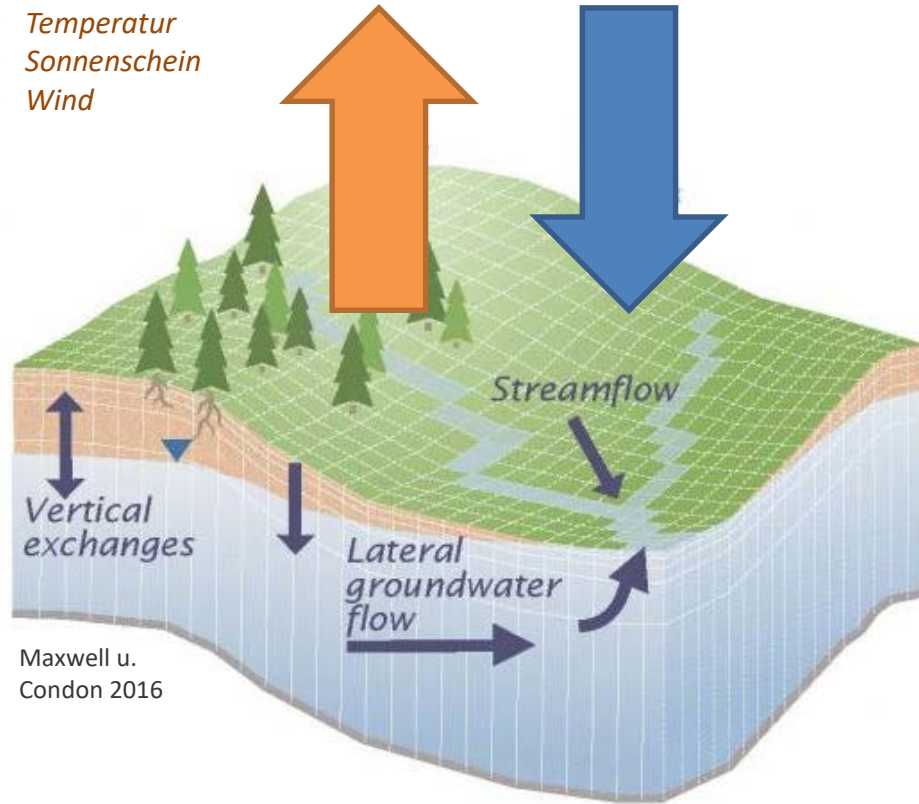
Klimaszenarien - Dürreereignisse

- Ein Indikator für den Bodenwasserhaushalt - die klimatische Wasserbilanz:

Potentielle Verdunstung

- Temperatur
- Sonnenschein
- Wind

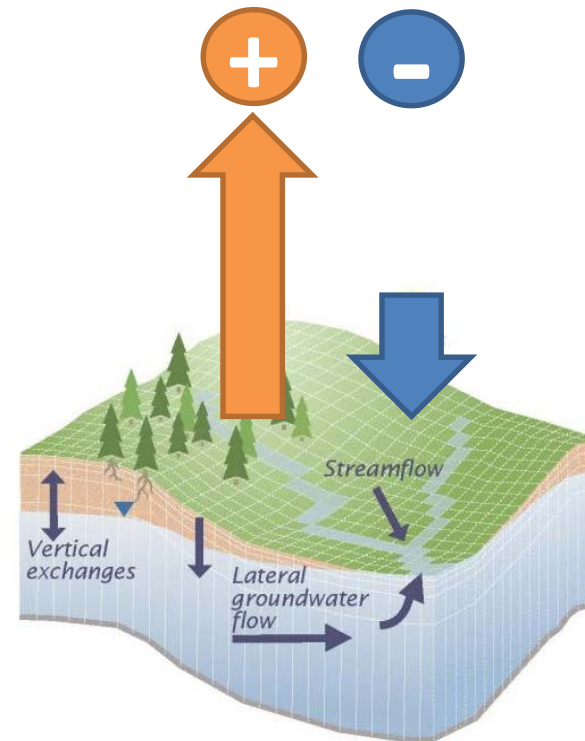
Niederschlag



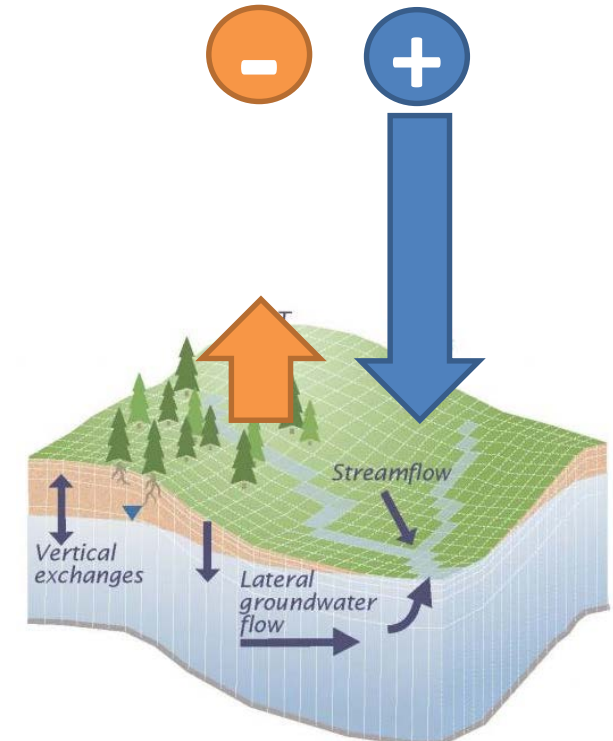
Maxwell u.
Condon 2016

Klimatische Wasserbilanz = Niederschlag – pot. Verdunstung

Trockene Bedingungen

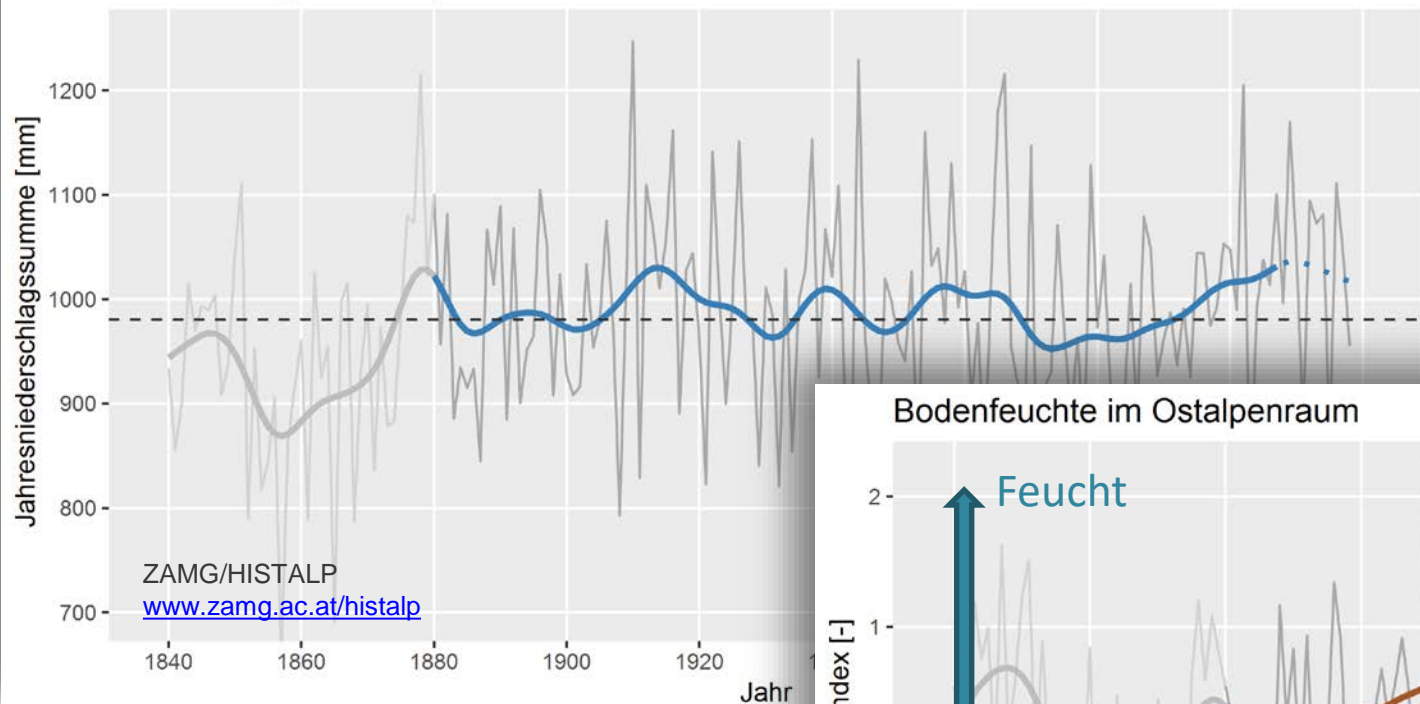


Feuchte Bedingungen



Veränderungen im Bodenwasserhaushalt

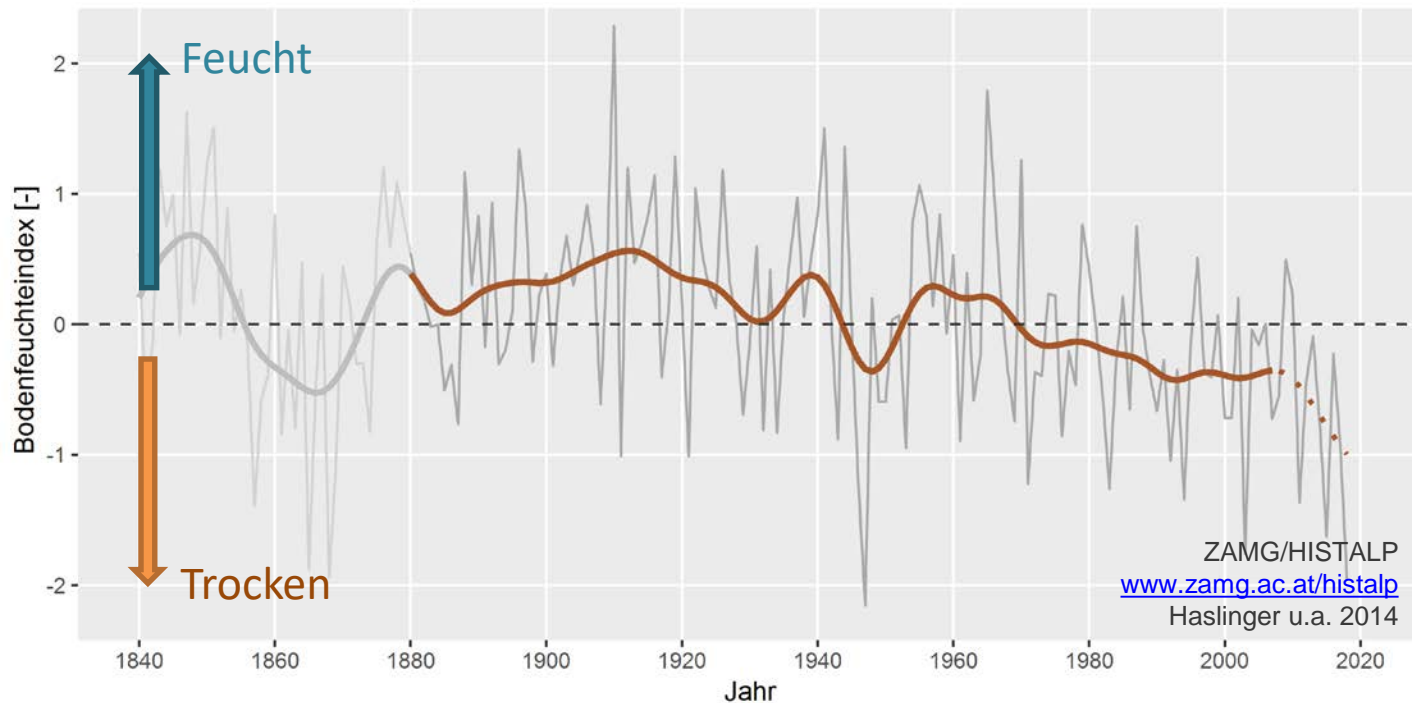
Niederschlag im Ostalpenraum



- Kein langfristiger Trend
- Große Schwankungen von Jahr zu Jahr
- Mittelfristig leichte Zunahme

- Langfristig abnehmender Trend
- Gesteuert durch höhere Verdunstung (v.a. in der warmen Jahreszeit) +5% pro 10 Jahre

Bodenfeuchte im Ostalpenraum



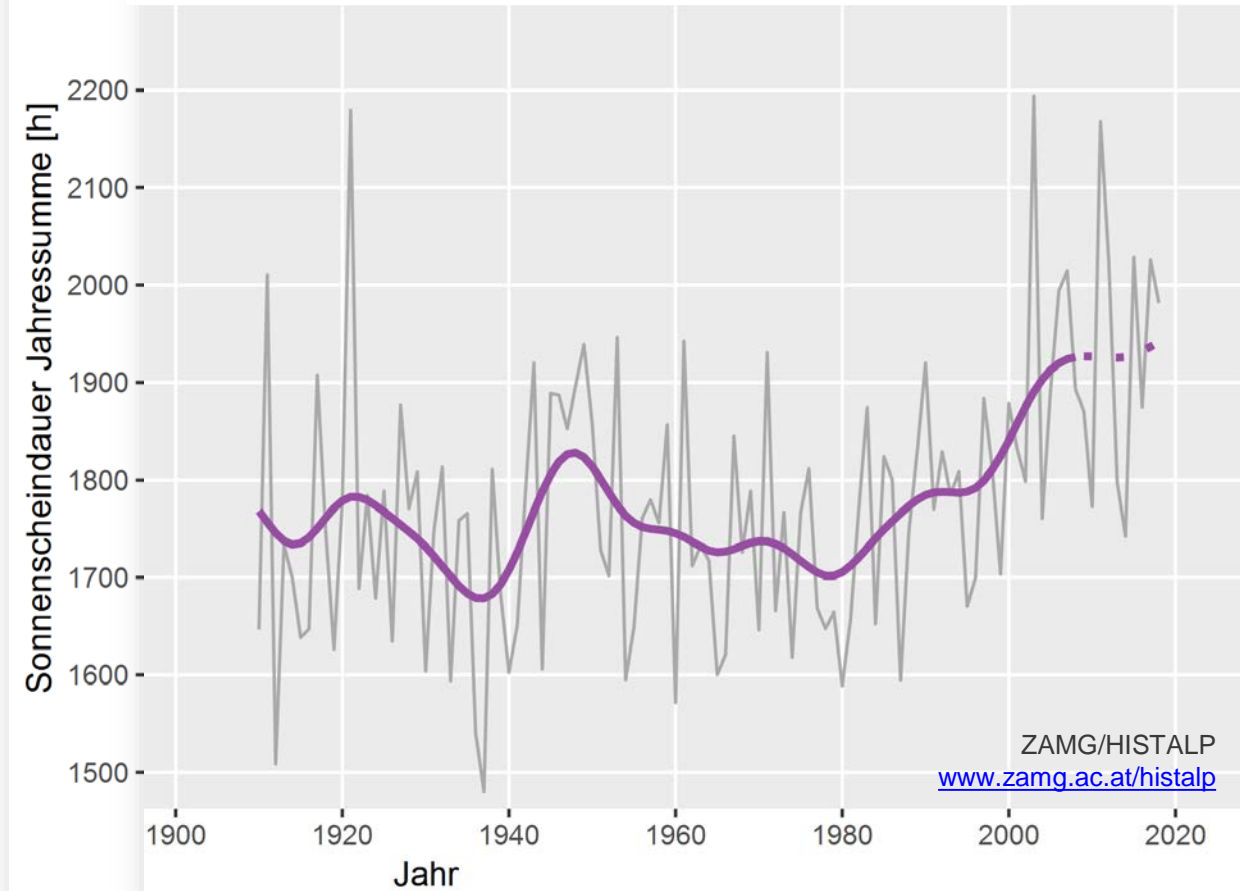
Veränderungen im Bodenwasserhaushalt

Ursachen für steigende Verdunstung:

- **Höhere Sonnenscheindauer**
- **Intensivere Strahlung durch Luftreinhaltung**
- Höhere Temperatur durch den Klimawandel
- Längere Vegetationsperiode
- Wind hat regional zugenommen



Sonnenscheindauer im Ostalpenraum

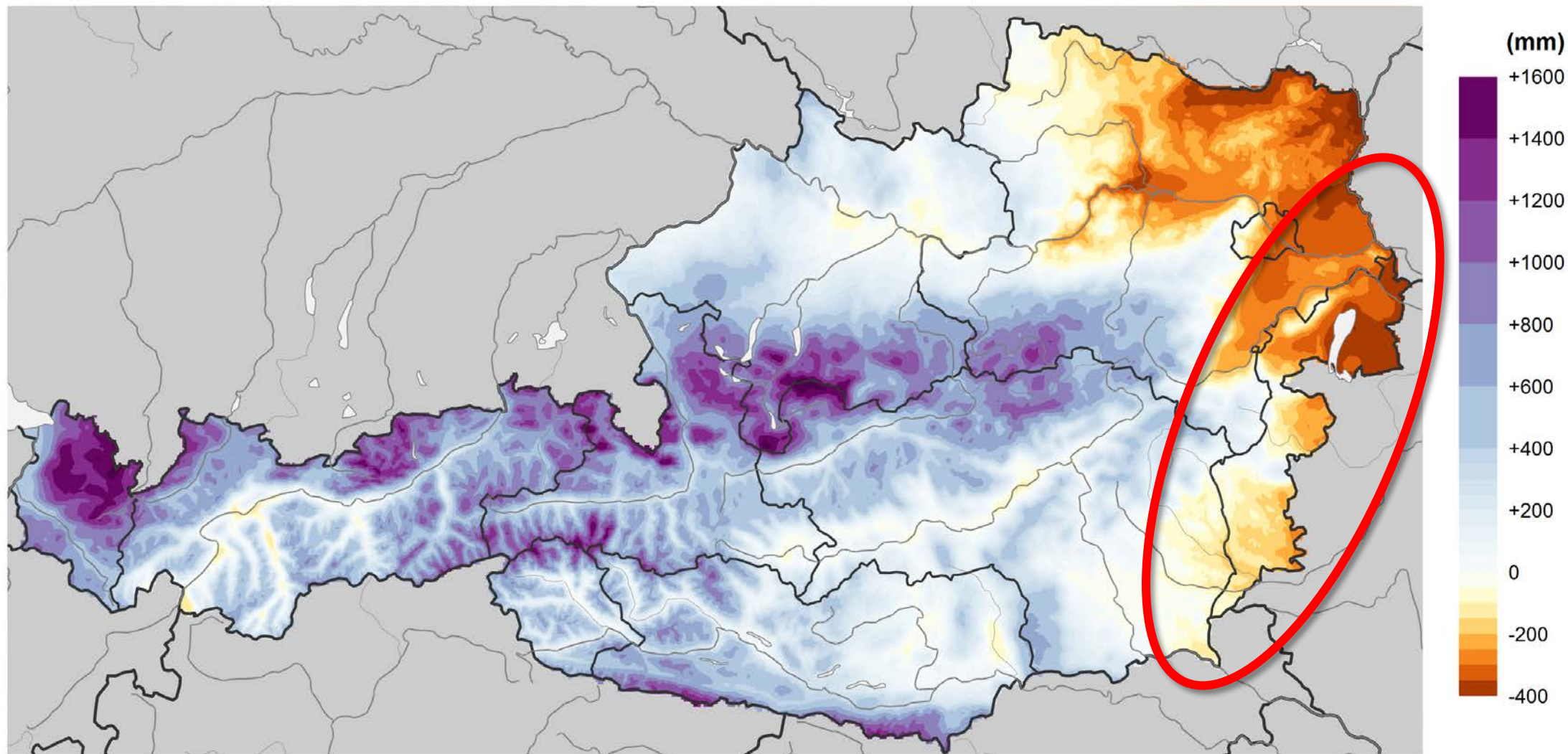


ZAMG/HISTALP
www.zamg.ac.at/histalp

Die klimatische Wasserbilanz in Österreich

Mittlere Jährliche Klimatische Wasserbilanz 1961-2010

Datenquelle: ZAMG (WINFORE, klaus.haslinger@zamg.ac.at)

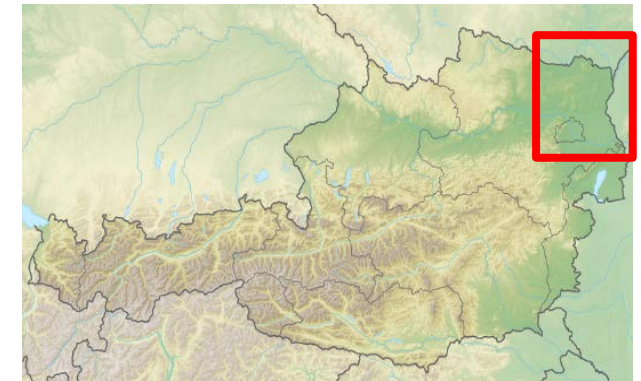
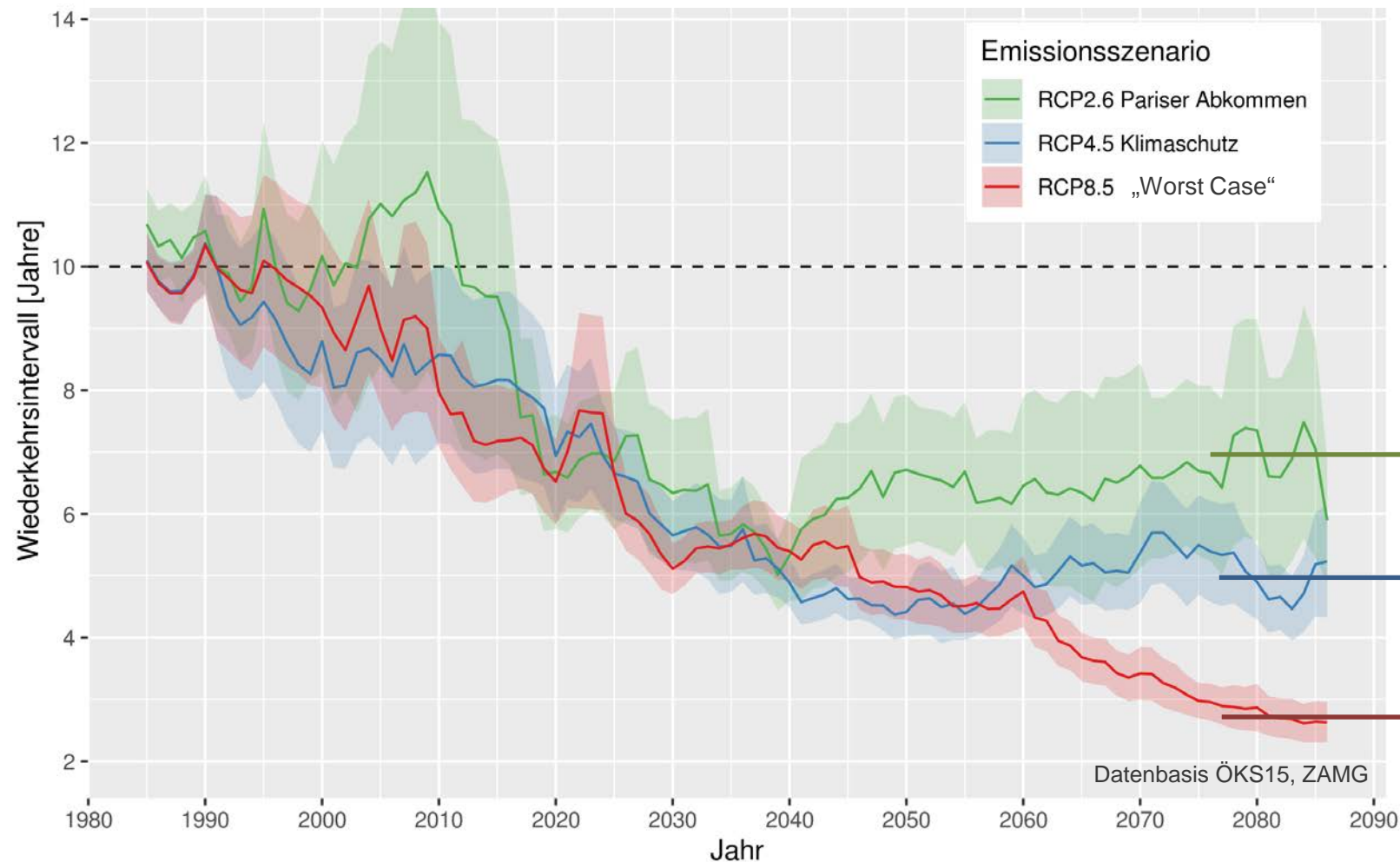


Klimaszenarien - Dürreereignisse

- Häufigkeit von Trockenereignissen in Zukunft abgeleitet aus der klimatischen Wasserbilanz

Zukünftige Jährlichkeiten von sommerlichen Trockenereignissen

Referenz: 10-jähriges Ereignis in der Periode 1971-2000, Region: Weinviertel



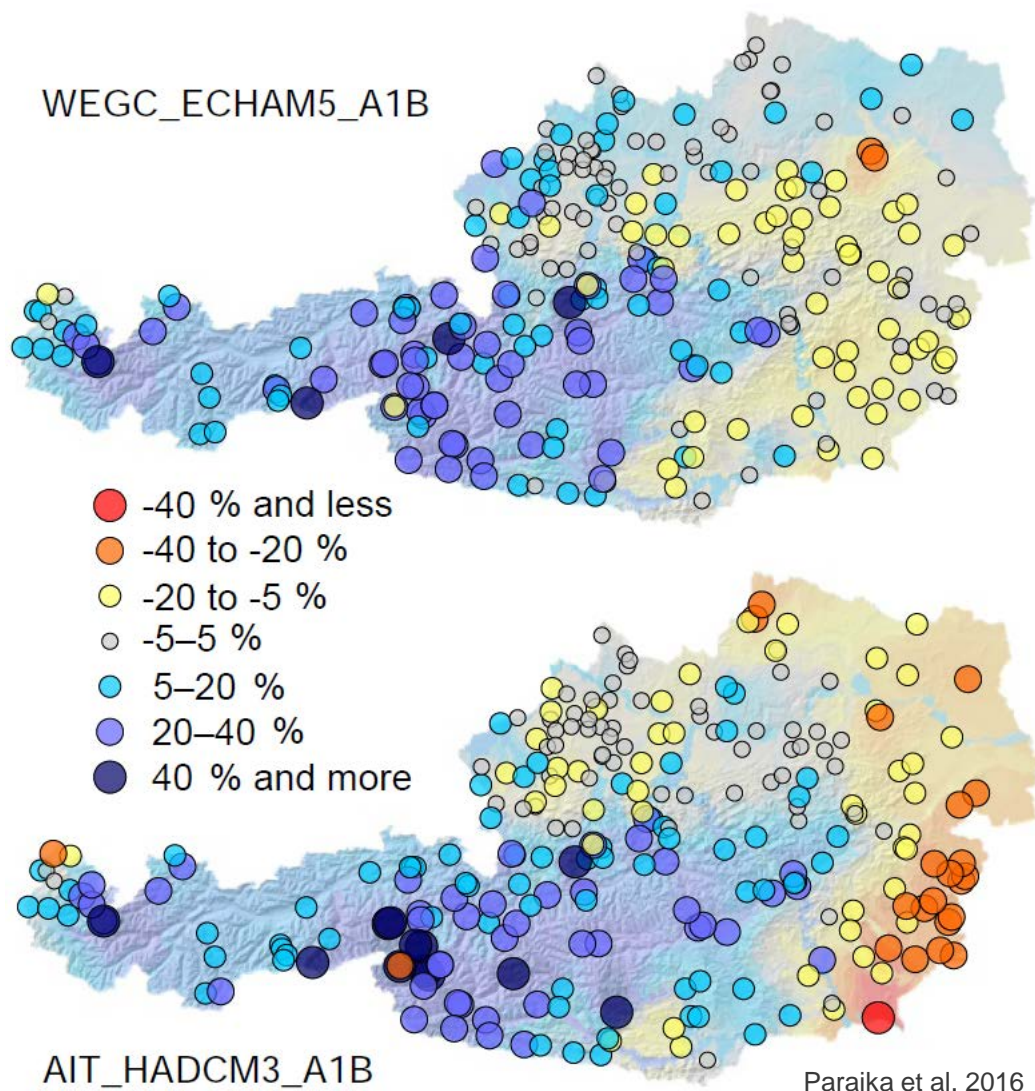
7 Jahre

5 Jahre

2-3 Jahre

Klimaszenarien - Niederwasser

- Änderung von Niederwasserkennwerten



Änderung des Mittleren
Niederwasserabflusses Mitte des 21.
Jahrhunderts (2021-2050) aus zwei
Klimasimulationen

- Höhere Niederwasserabflüsse in Alpinen Gebieten (Niederwassersaison: Winter)
- Geringere Niederwasserabflüsse im Flachland (Niederwassersaison: Sommer)

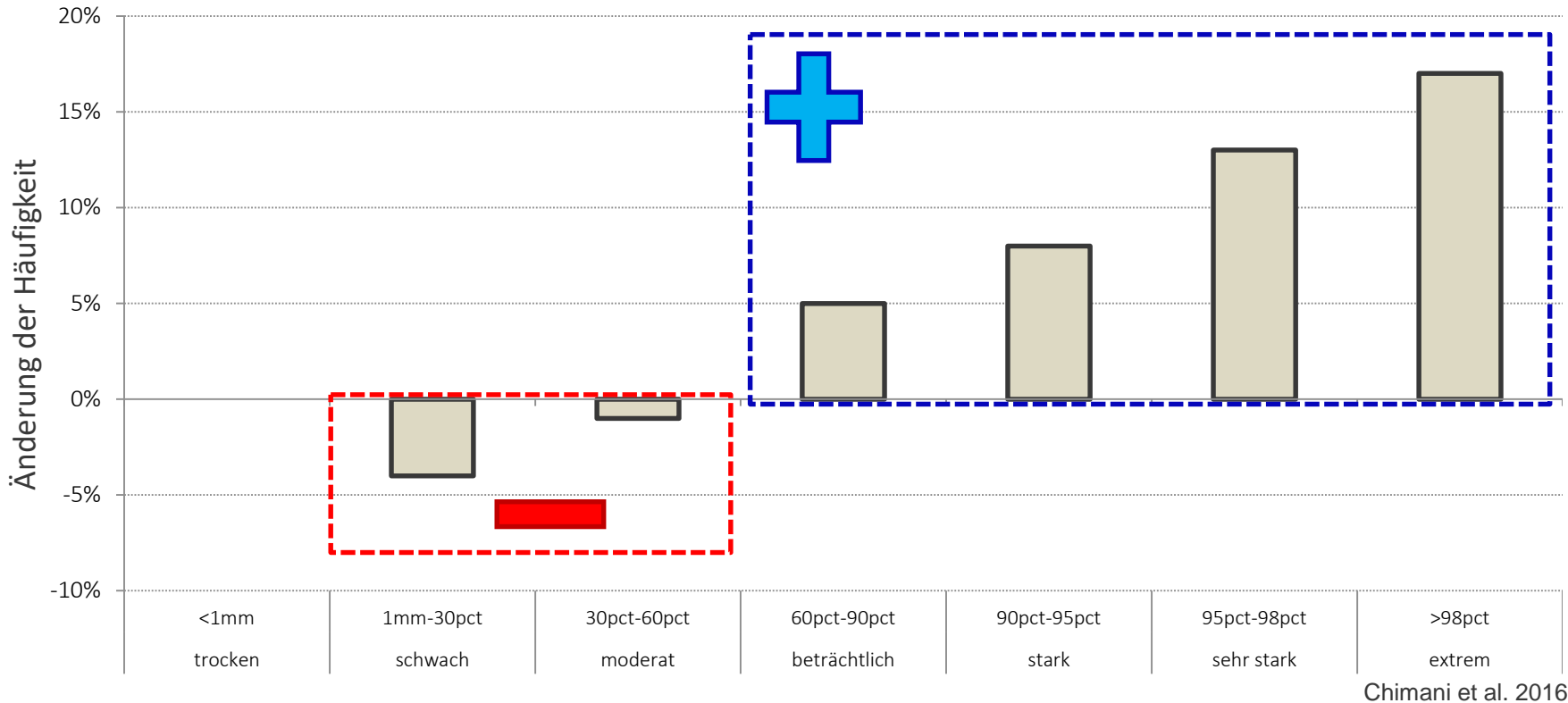
Gewitter



Georg Pistotnik

Änderung der Niederschlagscharakteristik

Die Niederschlags-Charakteristik hat sich in den letzten 30 Jahren verändert



Verschiebung in der Häufigkeit des Auftretens von Niederschlagsereignissen niedriger Intensität hin zu solchen mit größeren Intensitäten.

Schwache bis Moderate Tagesniederschlagssummen

Beträchtliche bis Extreme Tagesniederschlagssummen

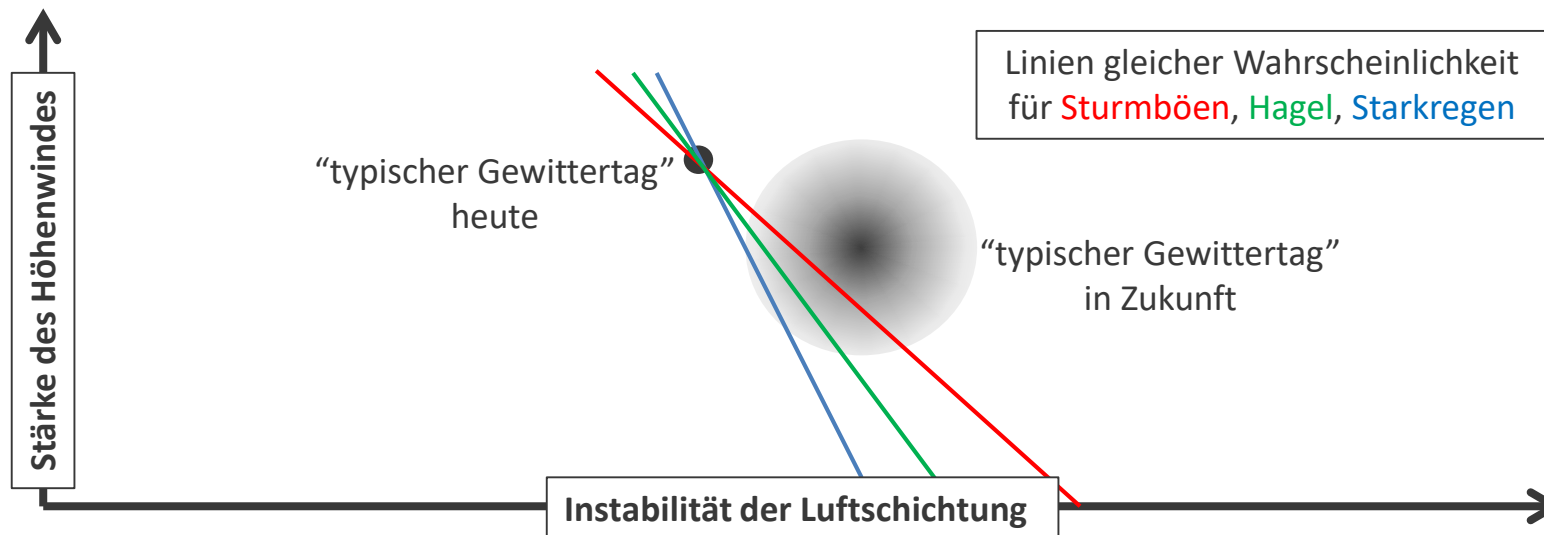
Gewitter im Klimawandel

Klimawandel bedeutet (im Mittel):

- Wärmere, feuchtere Luft => instabilere Luftschichtung
- Geringere Temperaturgegensätze zwischen Tropen und Polargebieten => schwächerer Höhenwind (?)

„Übersetzung“ in Bedingungen für Unwetter-Phänomene:

- **Sturmböen** und **Hagel**: Zunahme wahrscheinlich
- **Starkregen**: Zunahme so gut wie sicher



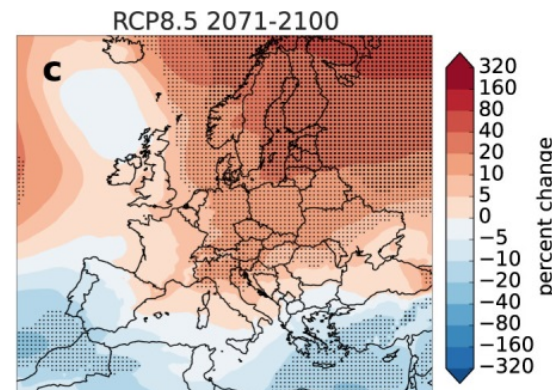
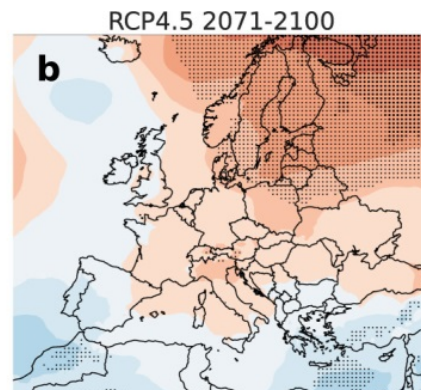
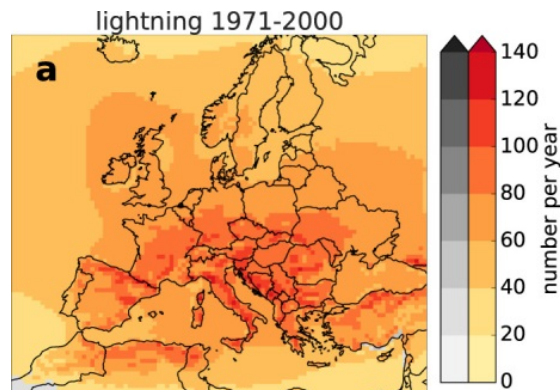
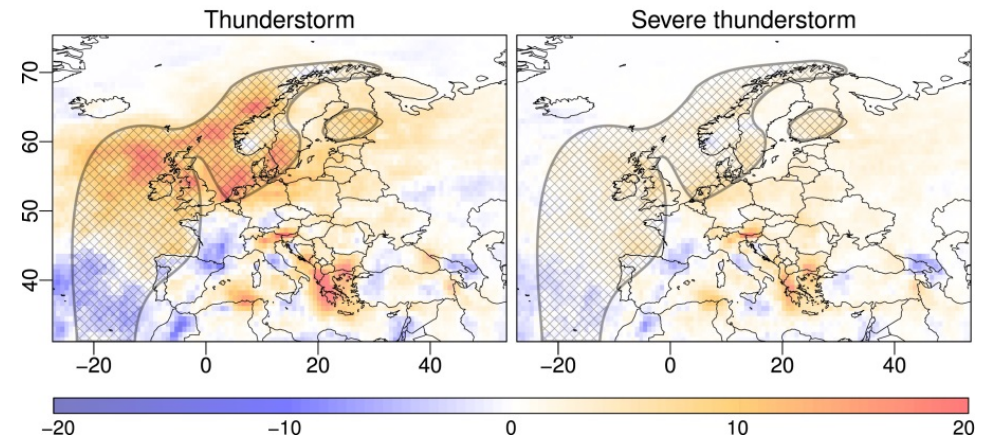
Gewitter im Klimawandel

Indirekte Methode für Trends von Gewittern und Unwettern

- Abschätzung der Bedingungen für Gewitter am Modellgitter => „erwartete Anzahl an Gewittern“ pro Gitterbox und Jahr
- Zunahme in letzten Jahrzehnten
- Erwartete weitere Zunahme im 21. Jahrhundert

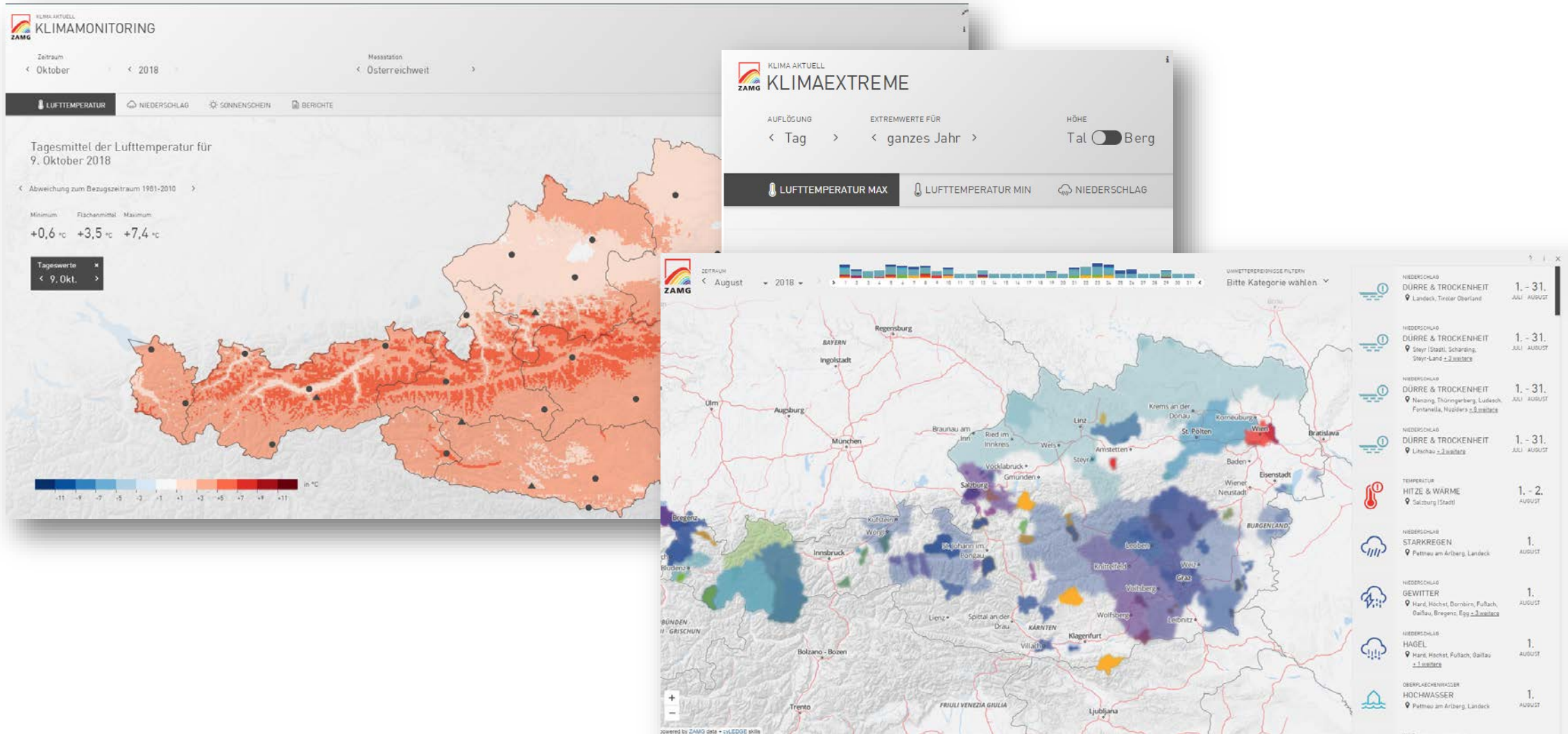
Taszarek et al. (2018):
Erwartete jährliche Gewitter- und Unwettertage
1998-2017 gegenüber 1979-1997

Change in the mean (1979–1997 vs 1998–2017) annual number of days with



Rädler et al. (2019):
Erwartete jährliche Gewittertage
2071-2100 gegenüber 1971-2000

Aktuelle Klimainformationen: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell>





CLIMATE SUMMIT

Was, wenn das alles nur ein großer Schwindel ist und wir die Welt wegen nichts und wieder nichts verbessern!?

- Energie Autarkie
- Erhalt der Regenwälder
- Nachhaltigkeit
- Lebenswerte Städte
- Erneuerbare Energien
- Sauberes Wasser und saubere Luft
- Gesunde Kinder
- etc. etc.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!