

Klimawandel – Status quo global und lokal

Dr. Alexander Podesser

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

Klimaschutz-Konvent, Kick-off-Veranstaltung

17.11.2019, Graz-Rathaus



ZAMG
Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik

CHALKIDIKI

Sieben Tote bei zehnminütigem Unwetter-Chaos in Griechenland

Von dem Unwetter betroffen war vor allem die bei Feriengästen beliebte Halbinsel Chalkidiki, die einem Trümmerfeld glich. Es gab mehr als 100 Verletzte, sieben Menschen starben.

Quelle: Tiroler Tageszeitung Online, 11.07.2019

Afrika-Hitze: Im Juni bleibt es glühend heiß

Quelle: haz.de, 19.06.2019

"WIE IM WINTER"

Grazer Süden von Hagel übersät

Quelle: Kleine Zeitung Online, 13.07.2019

Quelle: wetter.at, 16.01.2019

7 Meter in 7 Tagen

Jänner-Rekord: So viel Schnee gab es noch nie



SONNIG, TROCKEN, HEISS

Juni 2019 brach unzählige Rekorde

Der Juni 2019 war in Österreich in jeder Hinsicht ein Rekordmonat, so geht er als der wärmste, der sonnigste und der trockenste Juni der Messgeschichte in die Annalen ein.

Quelle: noen.at, 30.06.2019



ZAMG
Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik

CHALKIDIKI

Sieben Tote bei zehnminütigem Unwetter-Chaos in Griechenland

Von dem Unwetter betroffen war vor allem die bei Feriengästen beliebte Halbinsel Chalkidiki, die einem Tsunami ausgesetzt war. Als 100 Verletzte, sieben Menschen starben.

Quelle: Tiroler Tageszeitung Online, 11.07.2019

Afrika-Hitze: Im Juni bleibt es glühend

Quelle: haz.de, 19.06.2019

**KLIMAWANDEL ???
Was steckt dahinter**

...en von Hagel übersät

Quelle: Kleine Zeitung Online, 13.07.2019

SONNIG, TROCKEN, HEISS

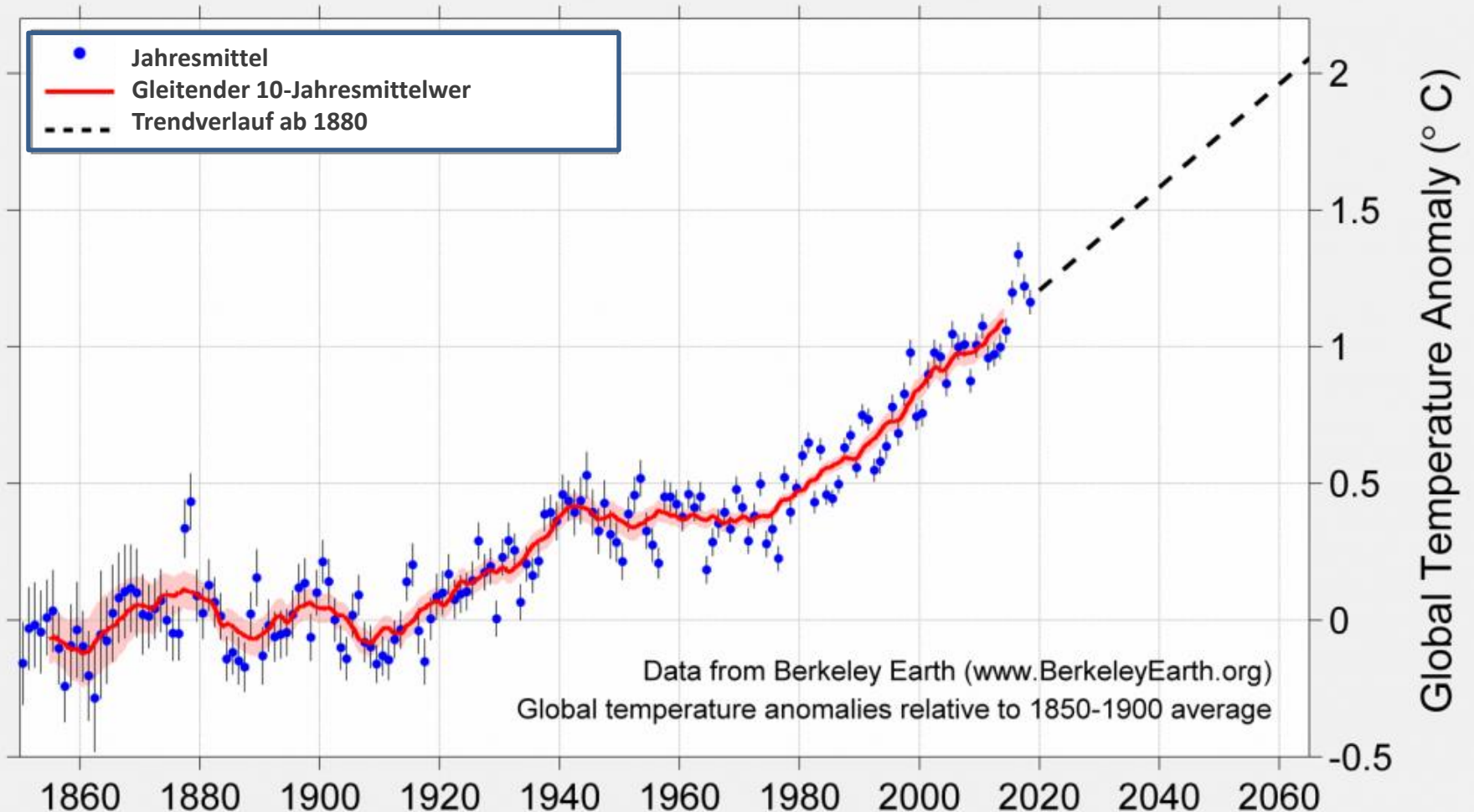
Juni 2019 brach unzählige Rekorde

Der Juni 2019 war in Österreich in jeder Hinsicht ein Rekordmonat, so geht er als der wärmste, der sonnigste und der trockenste Juni der Messgeschichte in die Annalen ein.

Quelle: noen.at, 30.06.2019

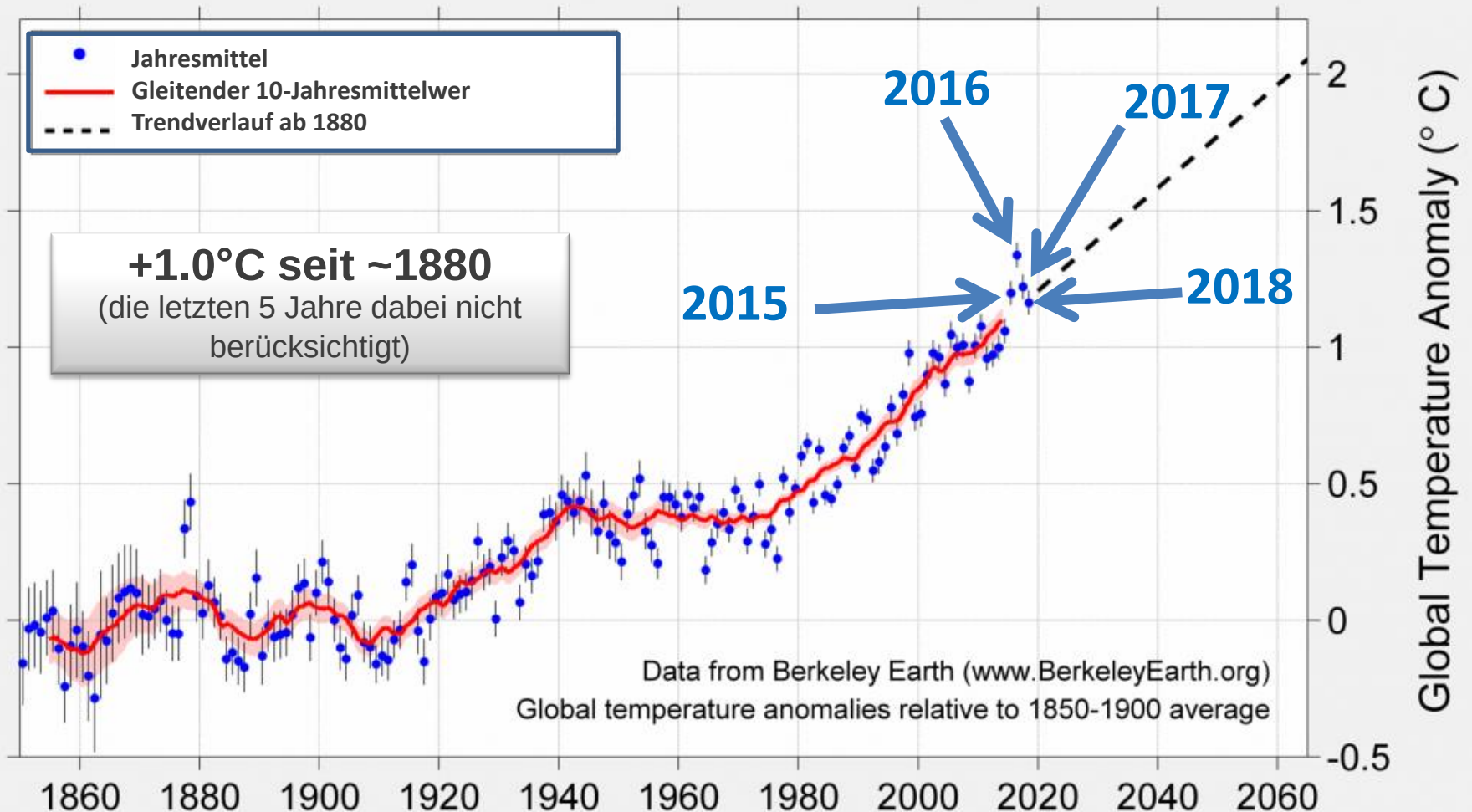
Temperatur - Global

Die vergangenen ~150 Jahre



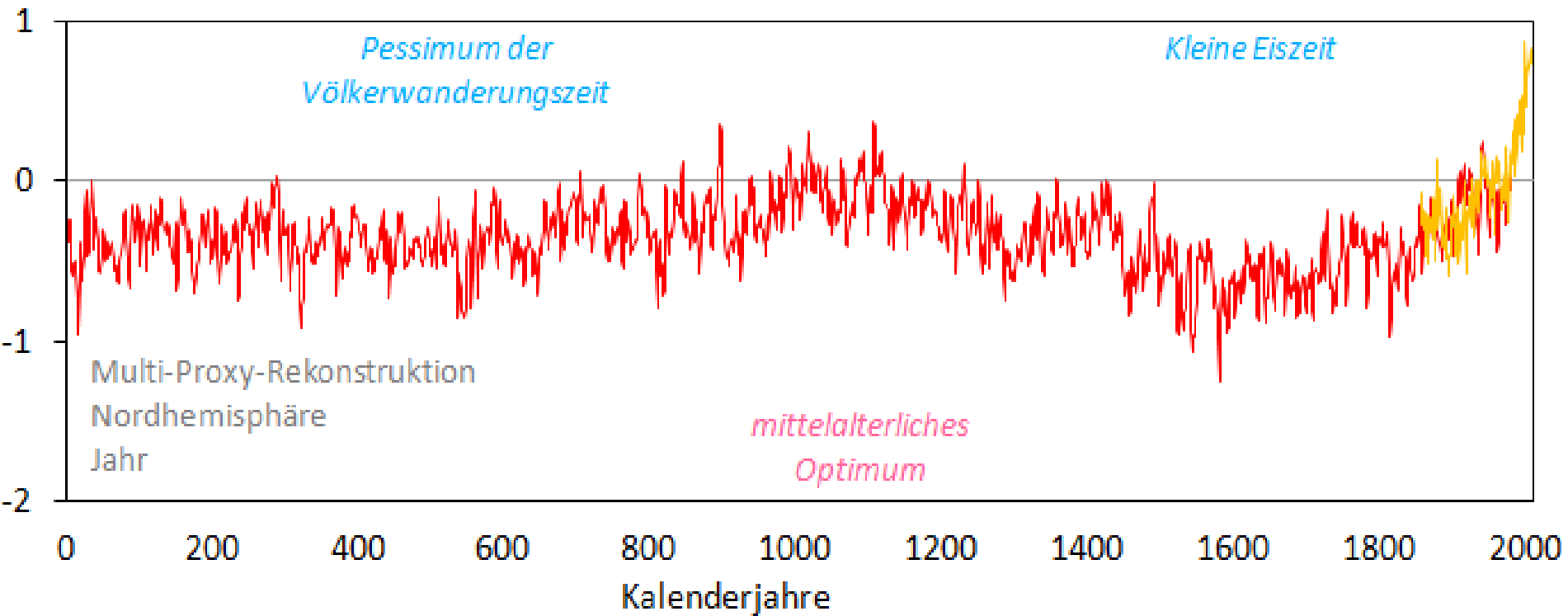
Temperatur - Global

Die vergangenen ~150 Jahre



Temperatur - Global

Die letzten 2000 Jahre (Nordhemisphäre)

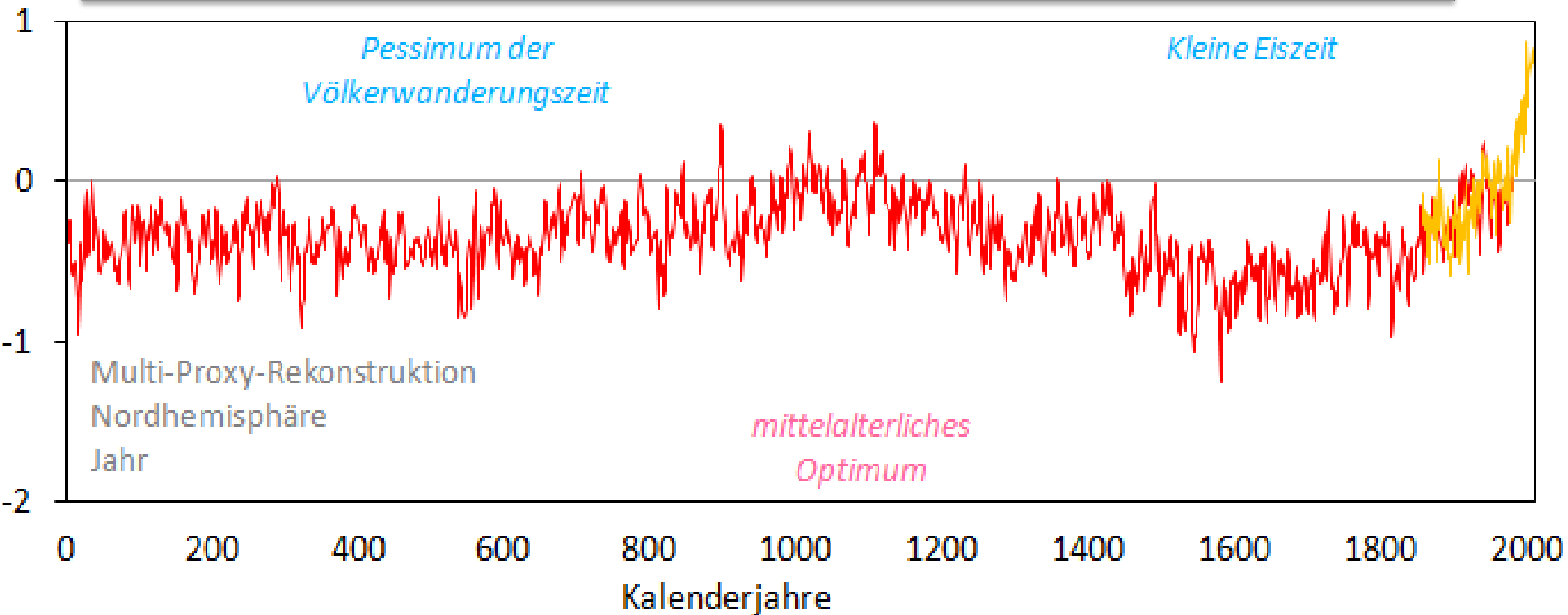


Temperaturabweichung vom Mittelwert des 20. Jahrhunderts

Temperatur - Global

Die letzten 2000 Jahre (Nordhemisphäre)

→ Es ist heute wärmer als jemals in den letzten 2000 Jahren



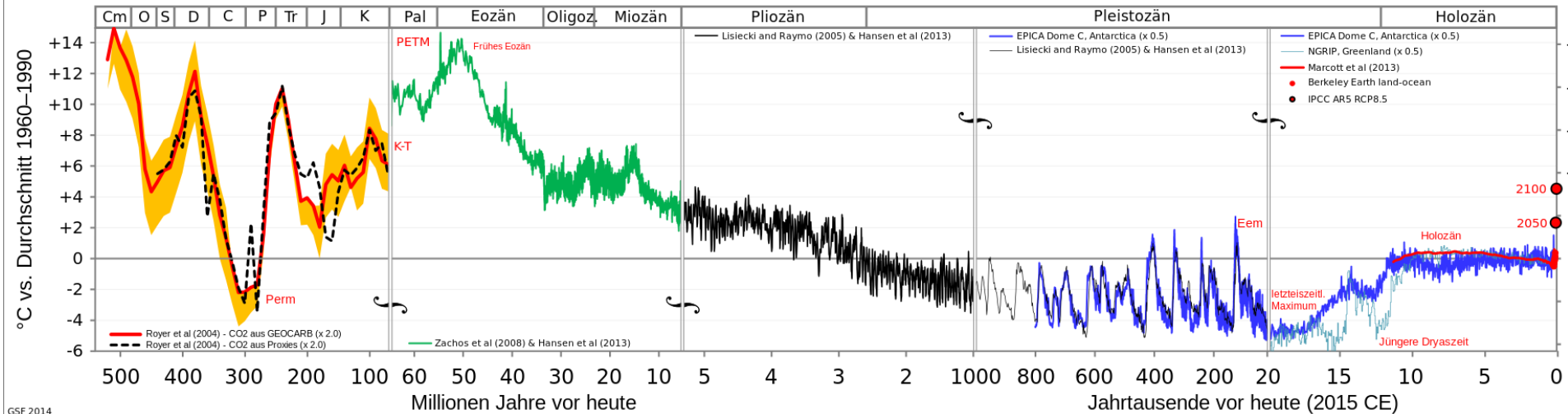
Temperaturabweichung vom Mittelwert des 20. Jahrhunderts

Temperatur - Global

Die vergangenen 500 Millionen Jahre

Temperaturabweichung vom Mittelwert 1960-1990

Temperatur des Planeten Erde



→ in den letzten 2.5 Mill. Jahre fast durchwegs niedriger

→ unterschiedlich starke Schwankungen

[Quelle: Wikipedia]

Temperatur - Global

Conclusio

[Quelle: Ed Hawkins,
Climate Lab Book]

Global (1850 – 2017)

USA (1895 – 2017)

Australien (1910 – 2017)

Deutschland (1881 – 2017)

Schweiz (1864 – 2017)

Wien (1775 – 2017)



Die Erde hat Fieber!

Warum?

Treibhausgase



Treibhausgase

Ohne Treibhausgase: **-15°C**

Entspricht Klimamittel von Oymyakon (Ost-Sibirien)

Mittleres Maximum: - 8.8°C

Mittleres Minimum: -22.1°C

(Vergleich Wien: Jännermittel 0°C)



Mit Treibhausgasen: **+14.0°**

(2018: +14.7°)

Wasserdampf, Kohlendioxid, Ozon, Lachgas, Methan

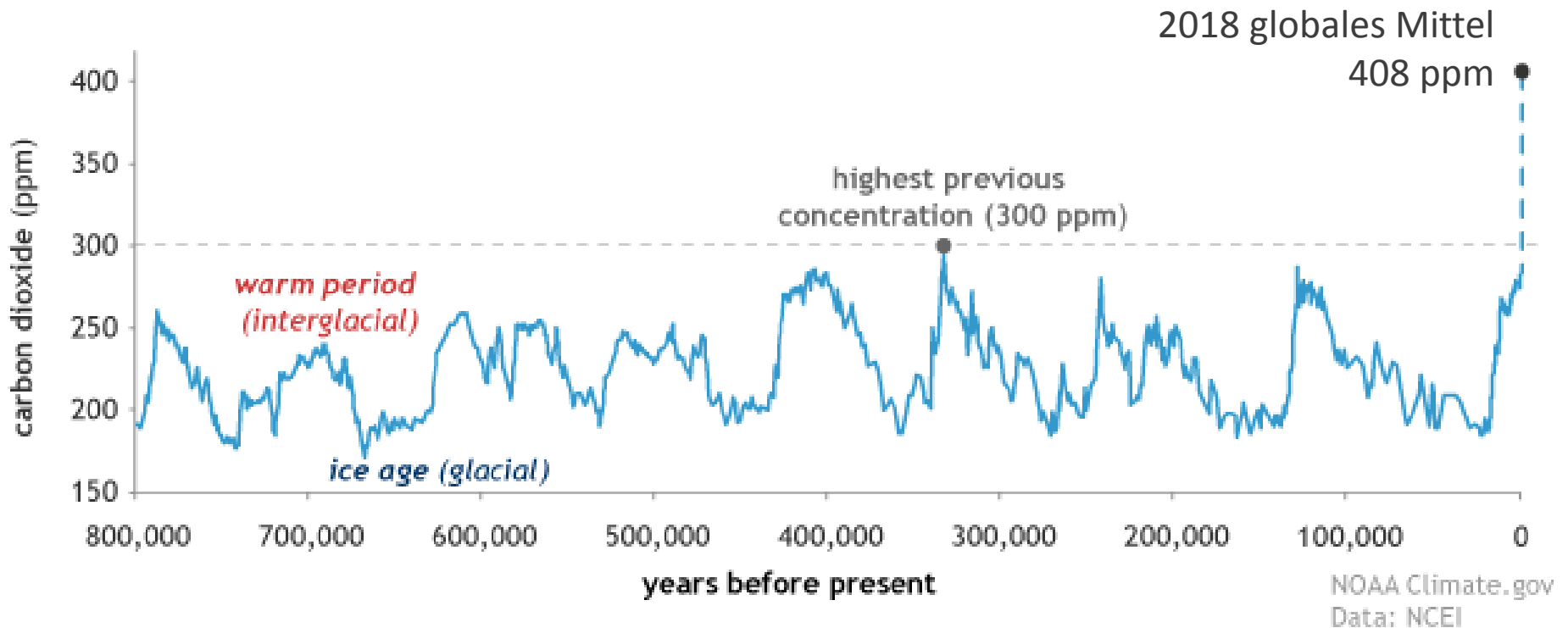
*By Marmelad - Made from Image:Map of Russian subjects, 2008-03-01.svg,
CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3464591>*

Treibhausgase



Treibhausgase - CO₂

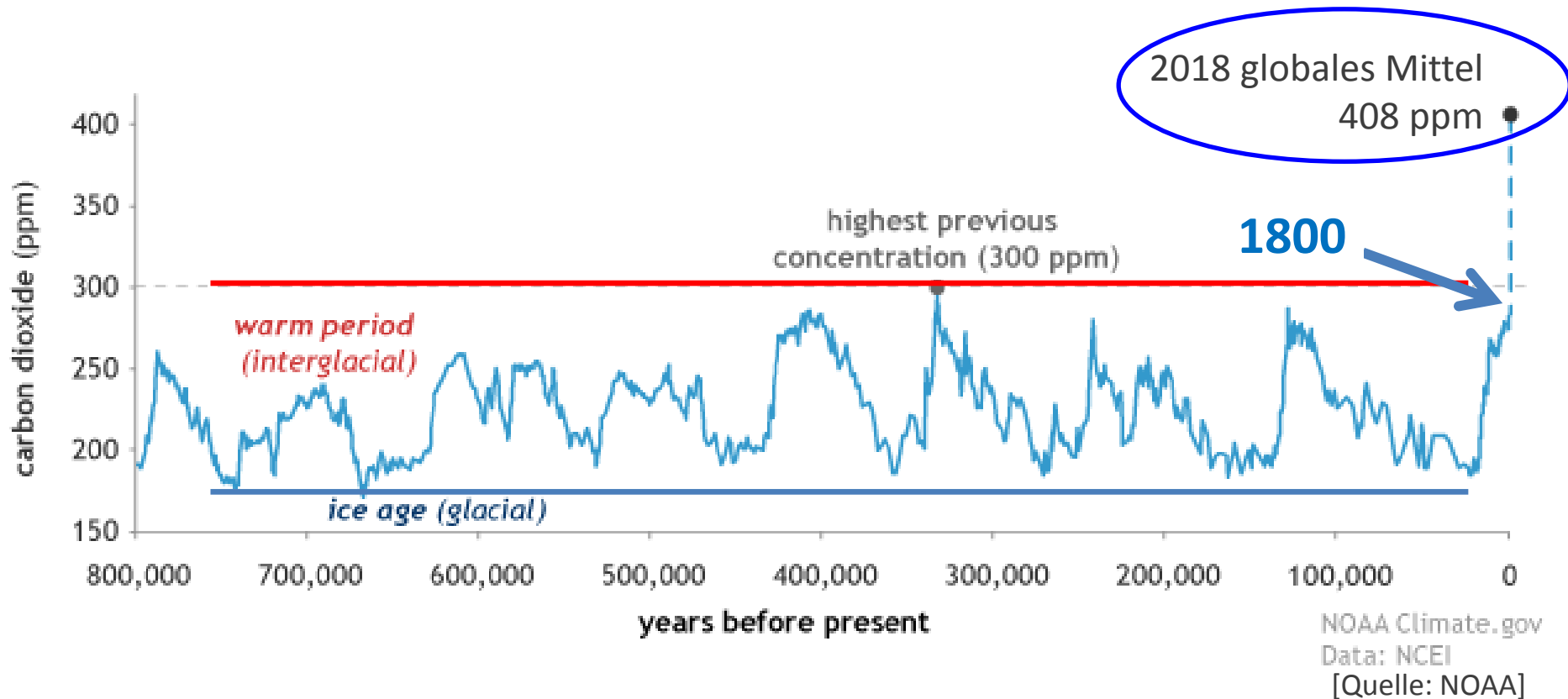
Entwicklung des mittleren CO₂ Gehaltes



[Quelle: NOAA]

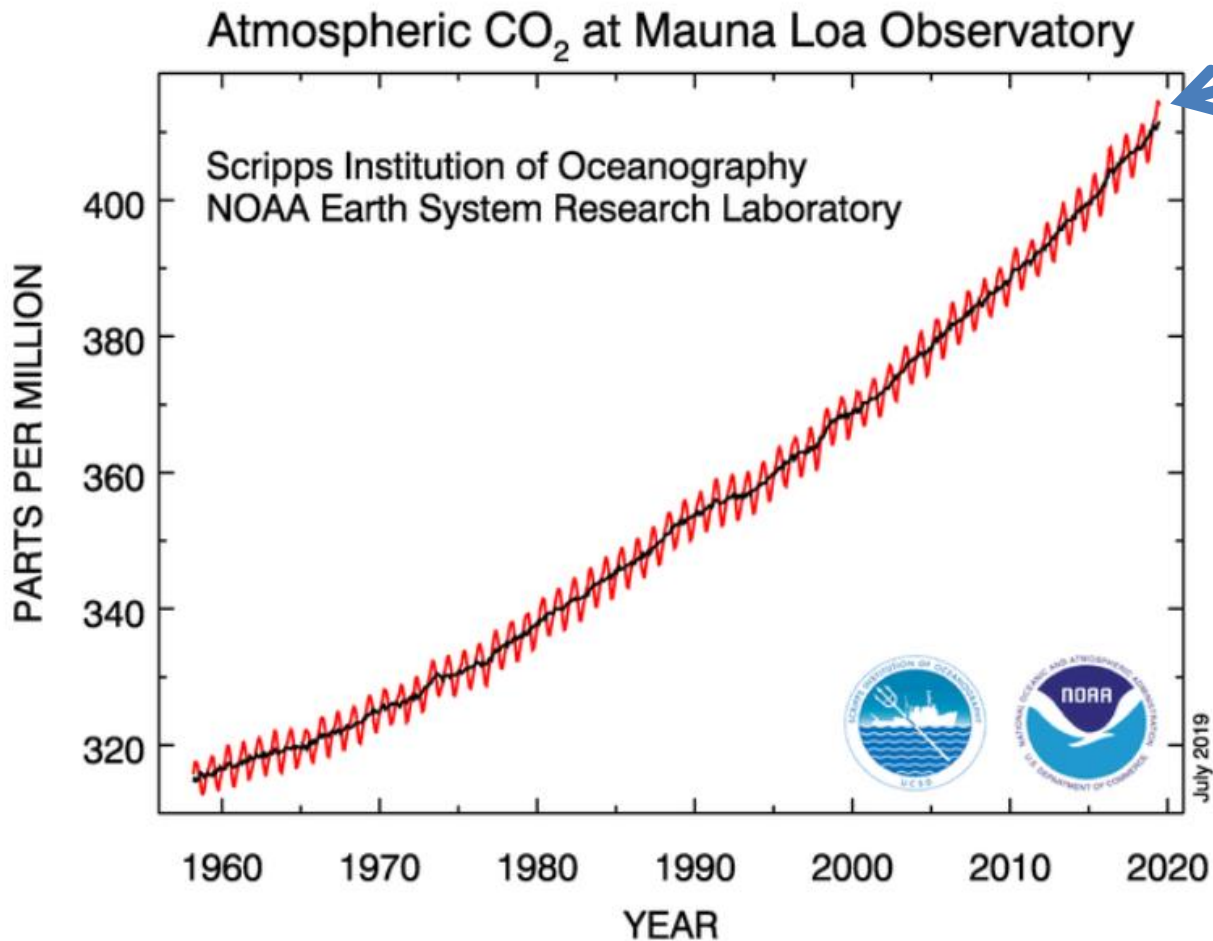
Treibhausgase - CO₂

Entwicklung des mittleren CO₂ Gehaltes



Treibhausgase - CO₂

Entwicklung des mittleren CO₂ Gehaltes

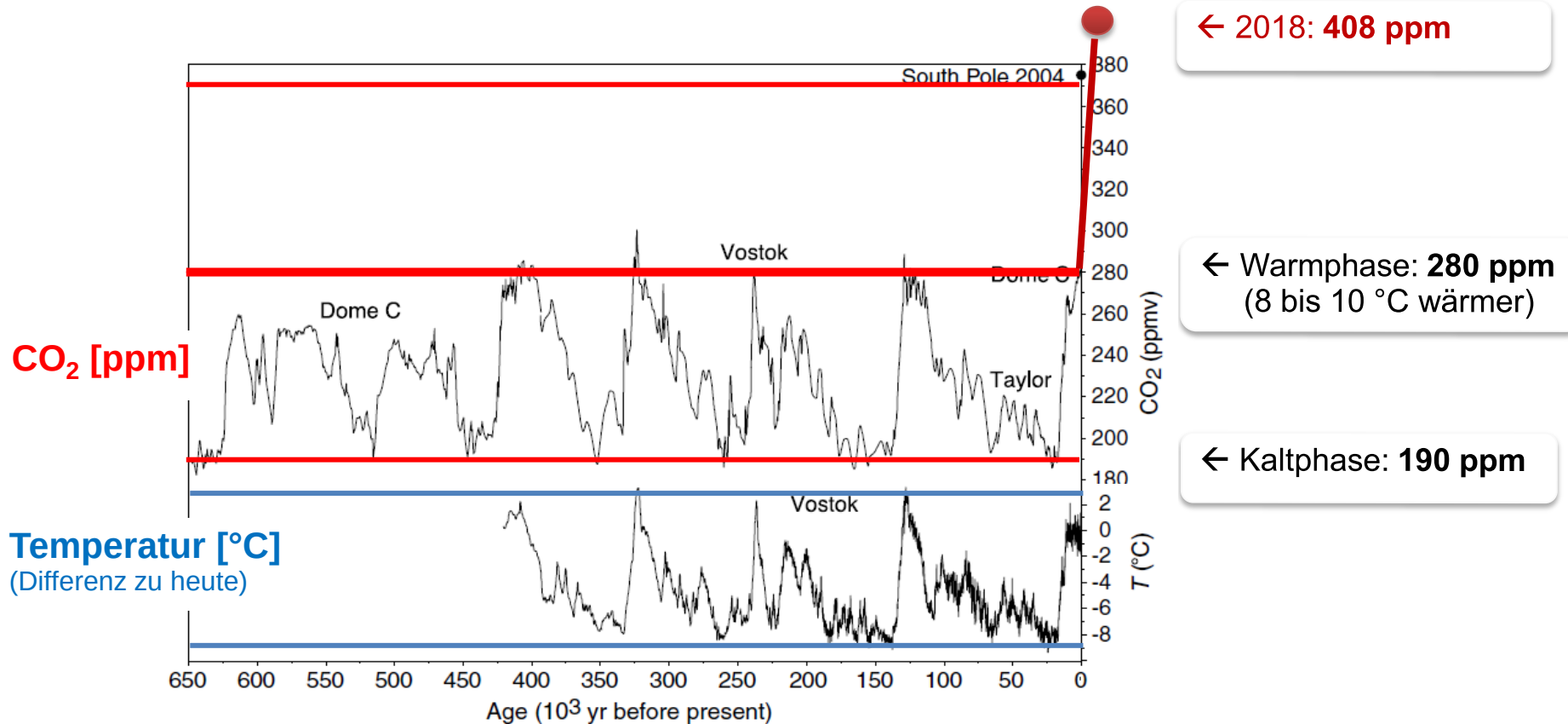


Juni 2019: 414 ppm

[Quelle: NOAA]

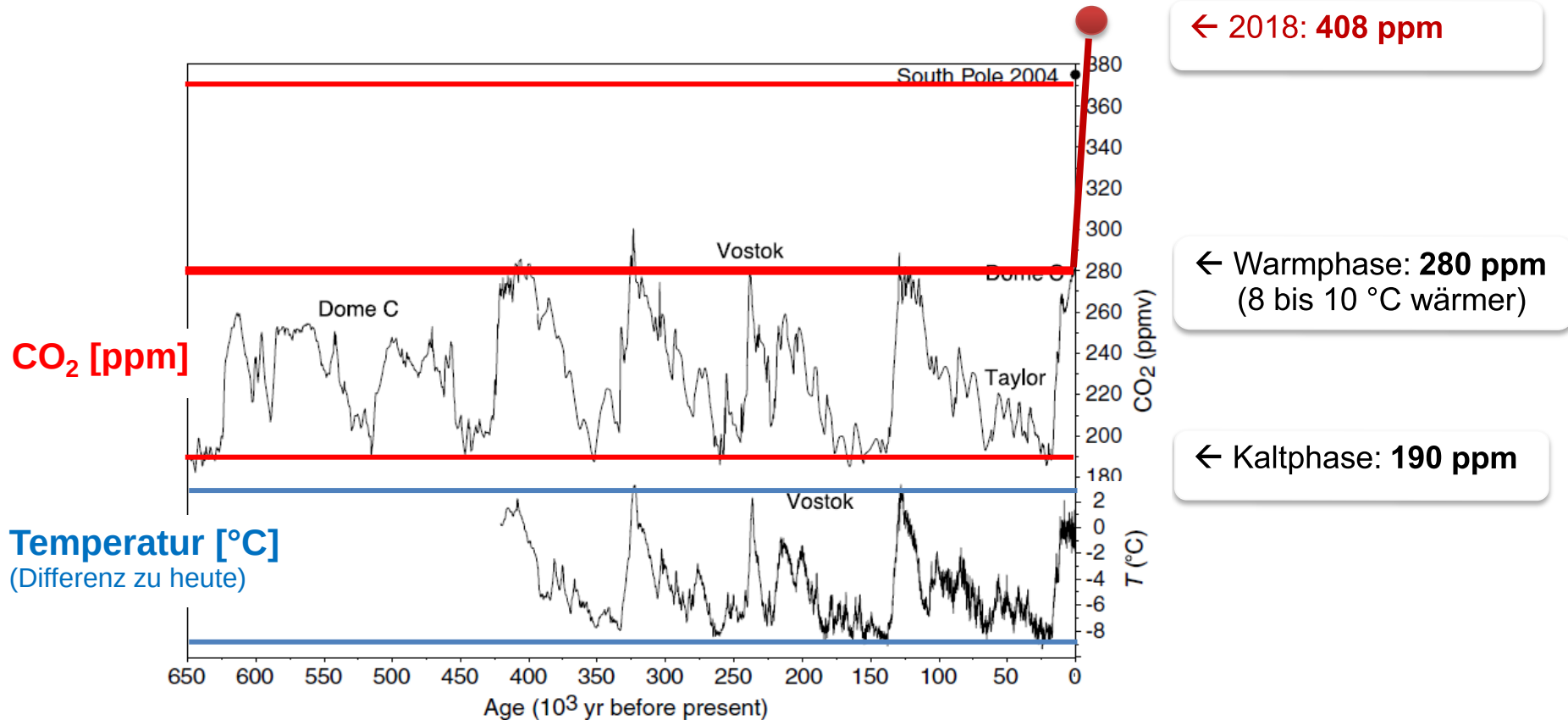
Treibhausgase - CO₂

Entwicklung des mittleren CO₂ Gehaltes



Treibhausgase - CO₂

Entwicklung des mittleren CO₂ Gehaltes



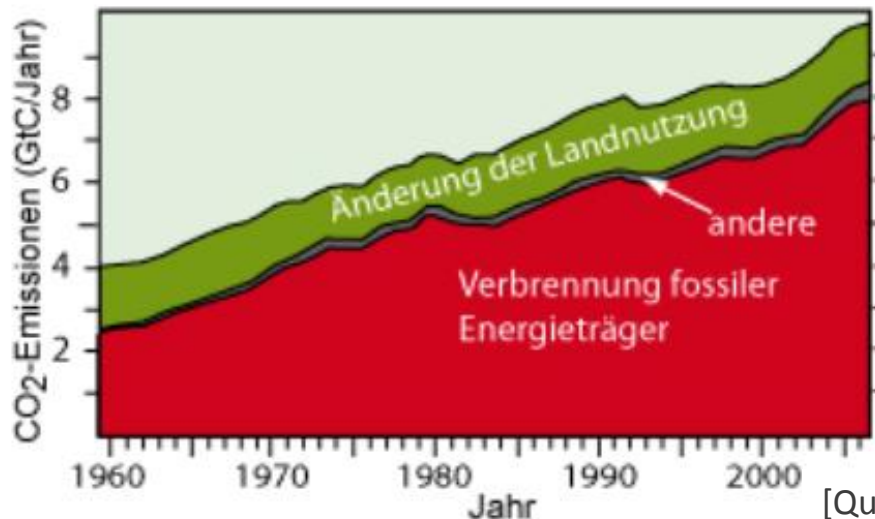
CO₂-Gehalt korreliert mit der Globaltemperatur

Treibhausgase - CO₂

CO₂ und der Strahlungsantrieb - FAKTEN

- CO₂ Konzentration heute **höher als jemals in den letzten 800,000 Jahren**.
- Mehr als **40% Anstieg** der CO₂ Konzentration seit Beginn Industrialisierung (1850).
- Ursache: **Fossile Brennstoffe, Änderung der Landnutzung, Dünger, Viehhaltung,...**
- Der dadurch resultierende **zusätzliche positive Strahlungsantrieb** führt zu einer Zunahme der Energie im Klimasystem → **Erwärmung**

[Quelle: IPCC]



[Quelle: bildungsserver.hamburg.de]



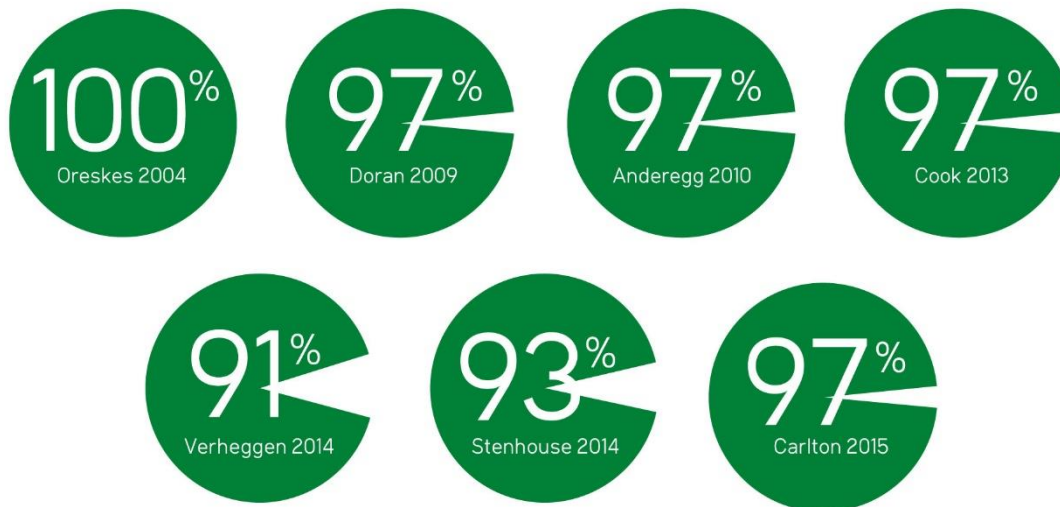
Klimawandel – Energiehaushalt

CO₂ und der Strahlungsantrieb

Der Einfluss des Menschen auf das Klimasystem ist klar und belegbar!

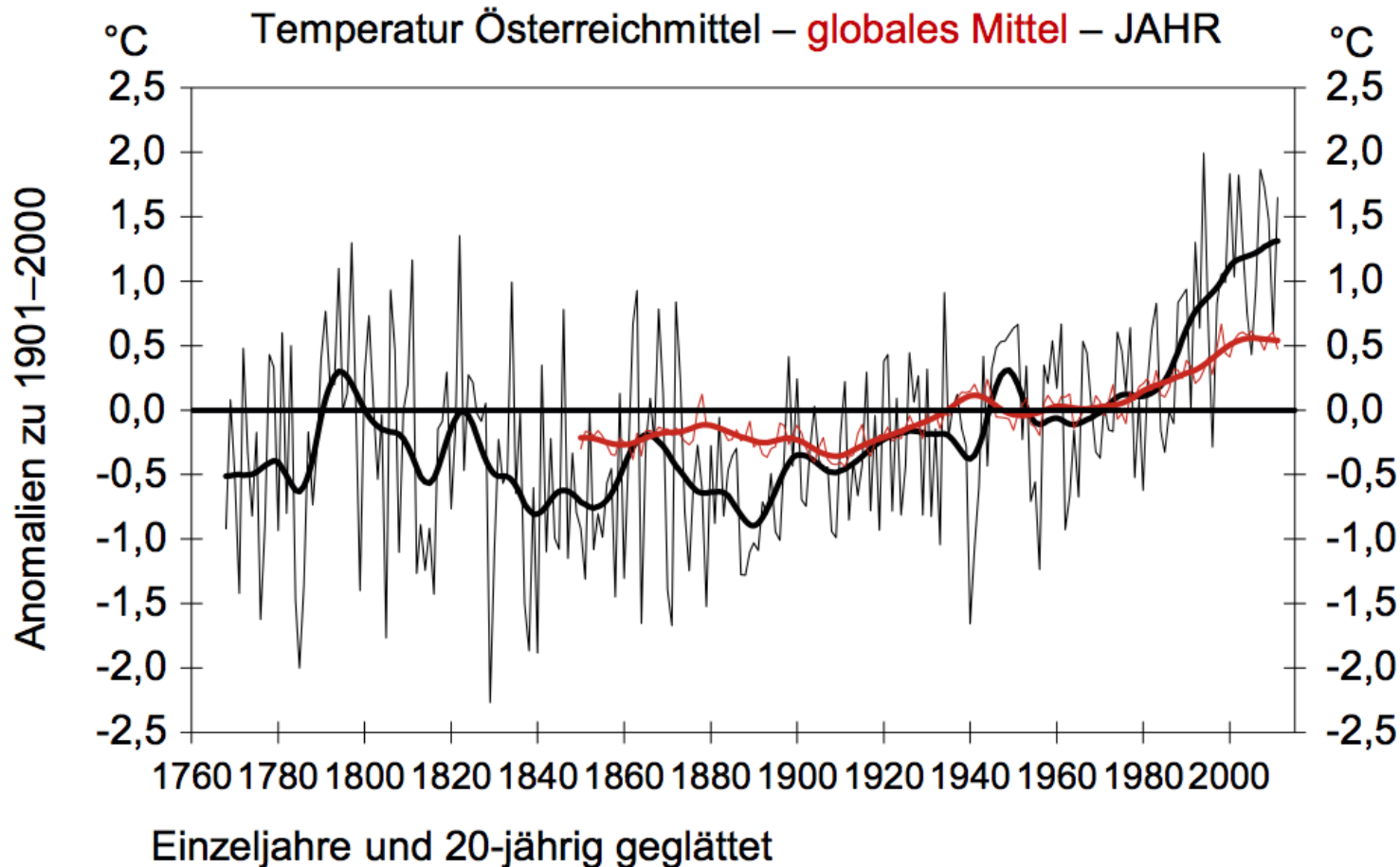
[IPCC, 2014; Cook et. al, 2016]

Studies into scientific agreement on human-caused global warming



Temperatur

Temperaturen – global und im Alpenraum



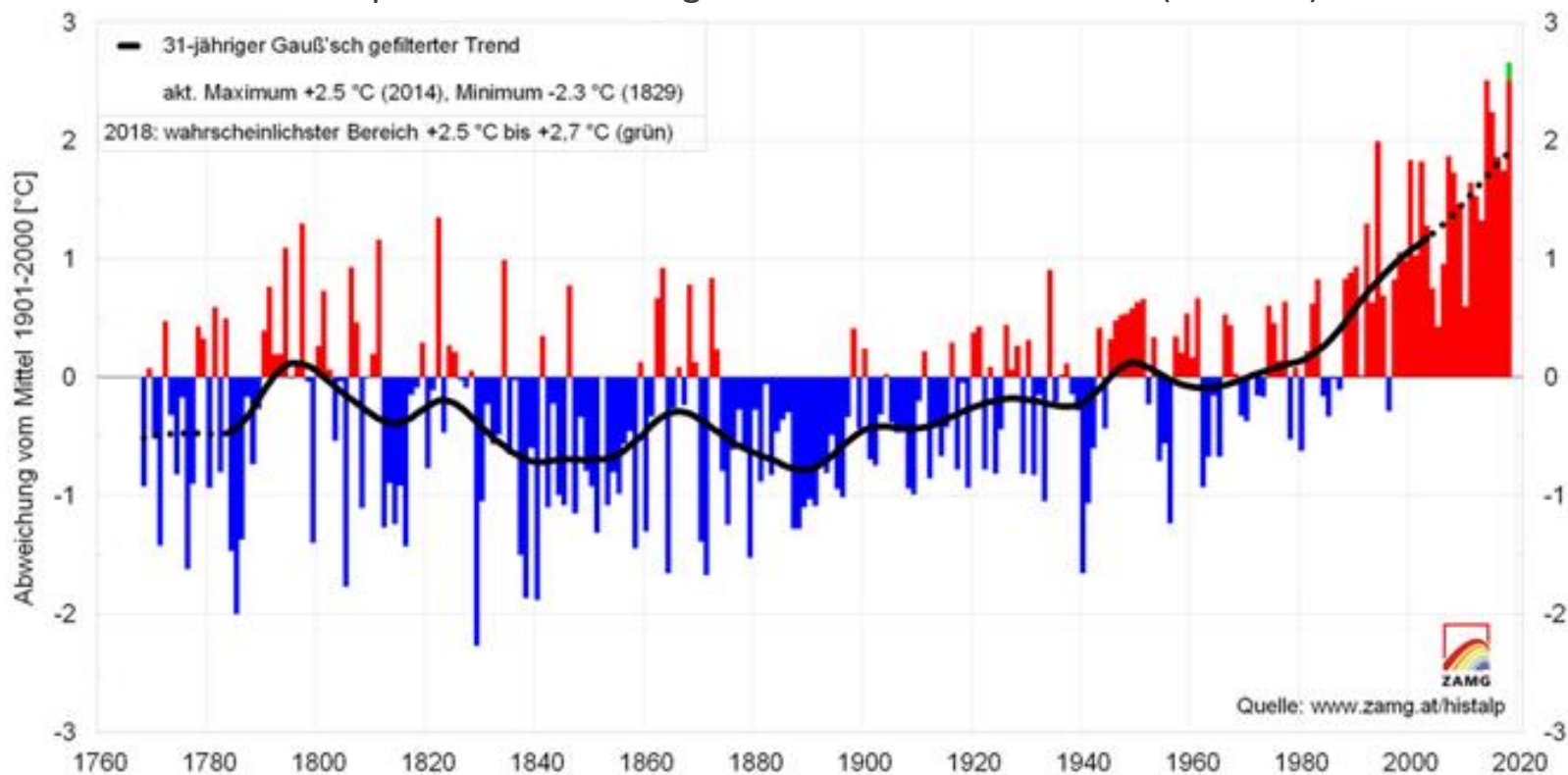
Seit dem 1900 Jhdt: Global +1°C
Alpenraum +2 °C

[Quelle: APCC,2014]

Temperatur

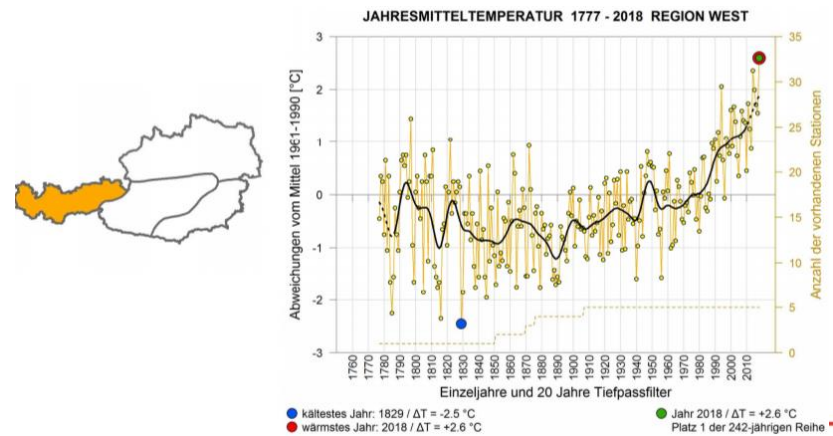
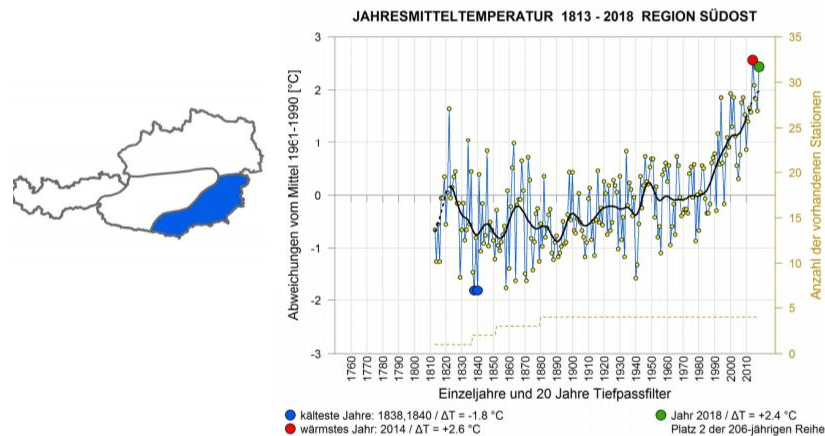
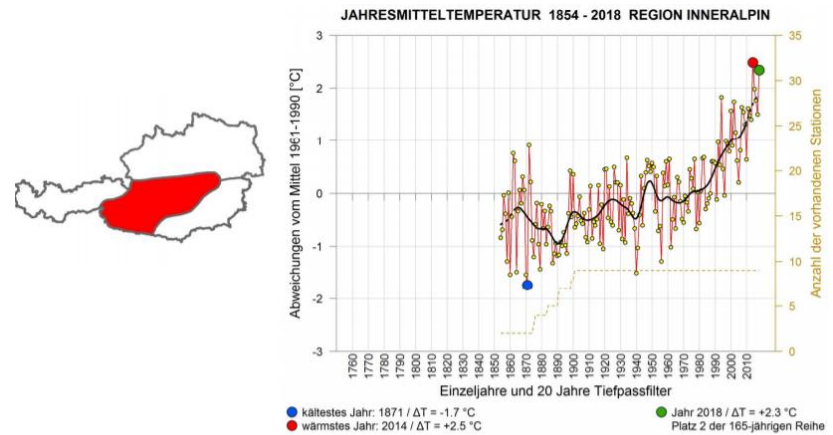
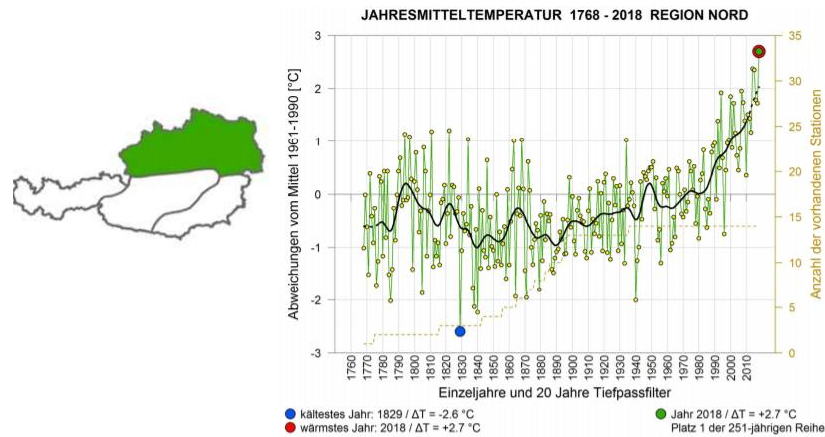
Temperaturen – Österreich

Temperaturabweichung in Österreich 1760 – 2018 (Tiefland)



Temperatur

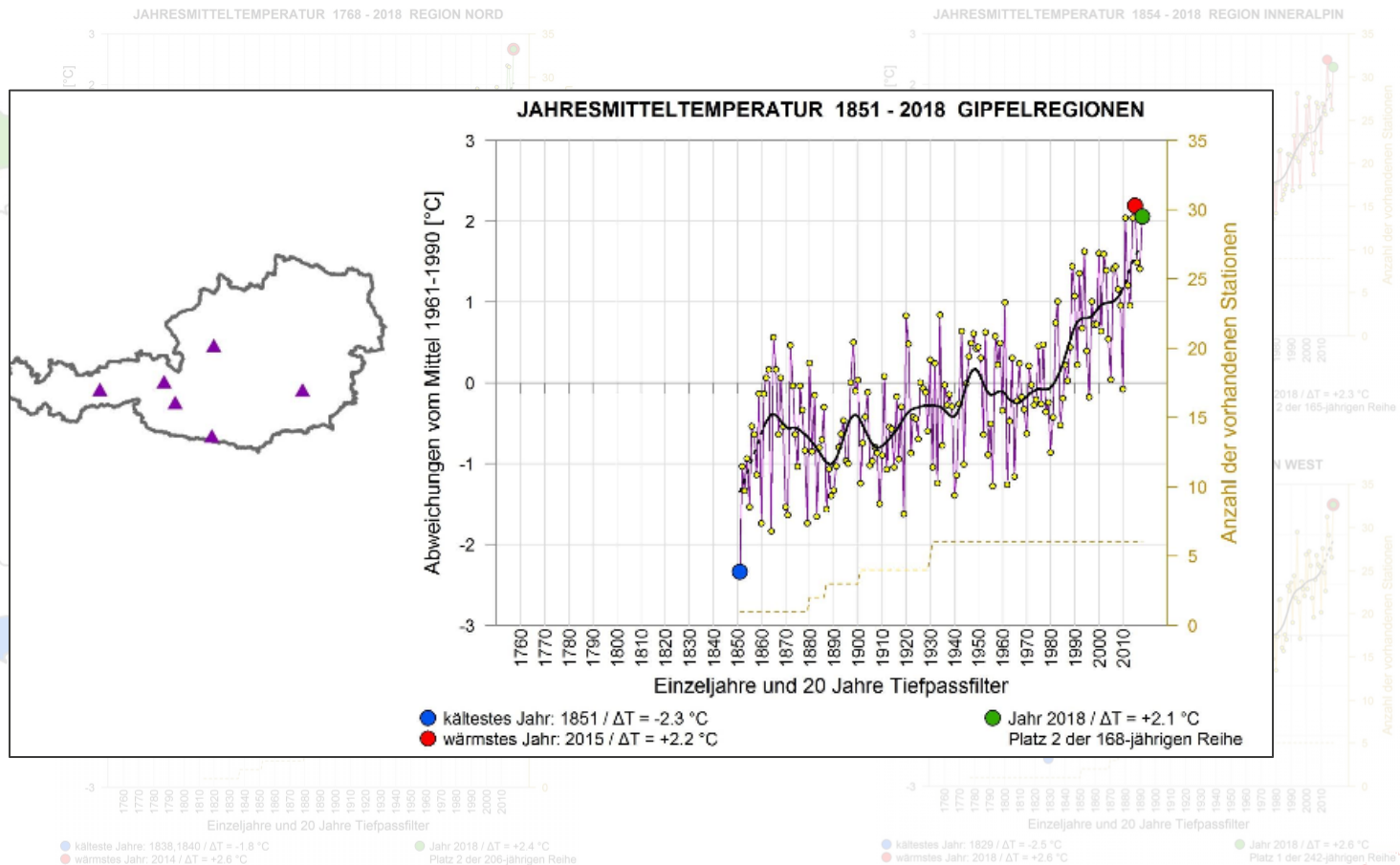
Temperaturen – Österreich



[Quelle: HISTALP/ZAMG, 2019]

Temperatur

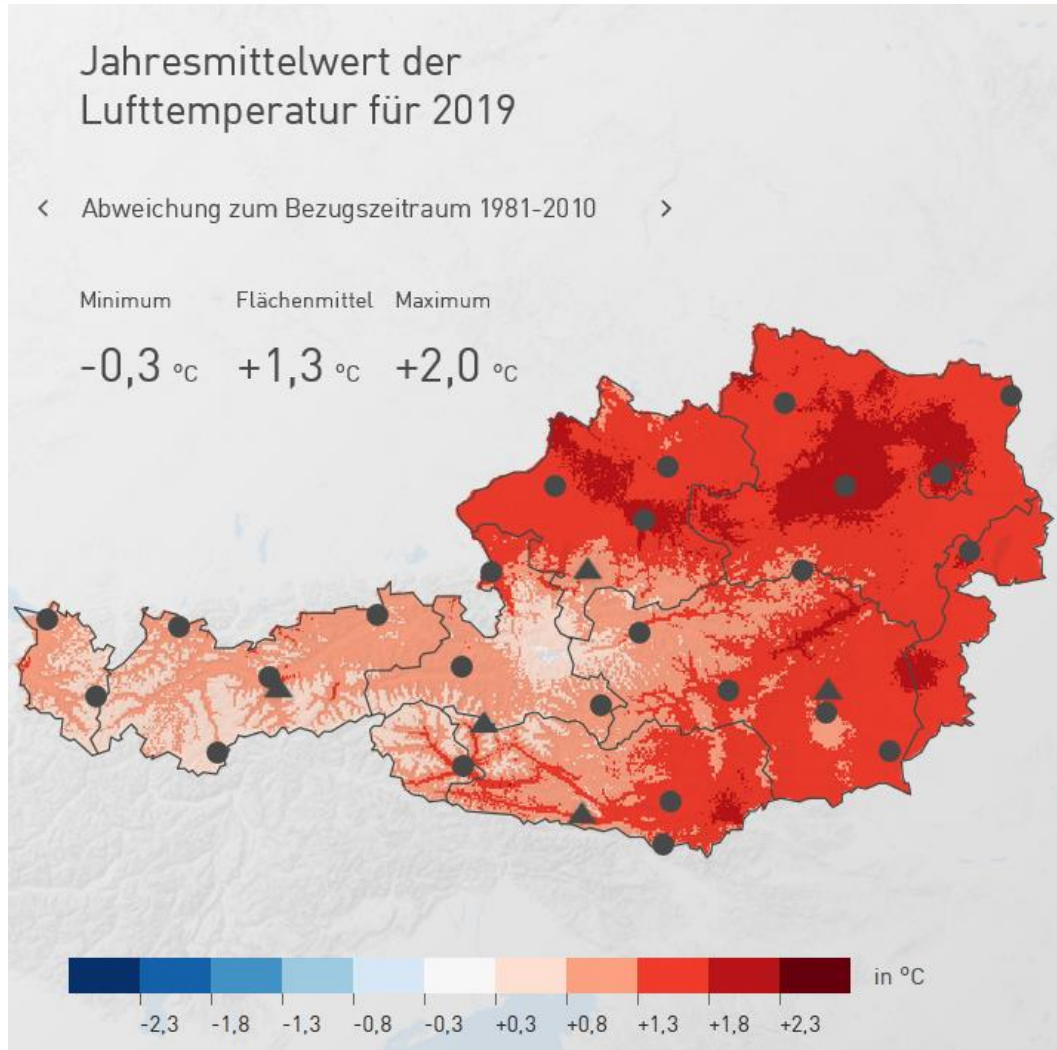
Temperaturen – Österreich



[Quelle: HISTALP/ZAMG, 2019]

Temperatur

Temperaturen – Österreich – Status Quo



[Quelle: ZAMG]

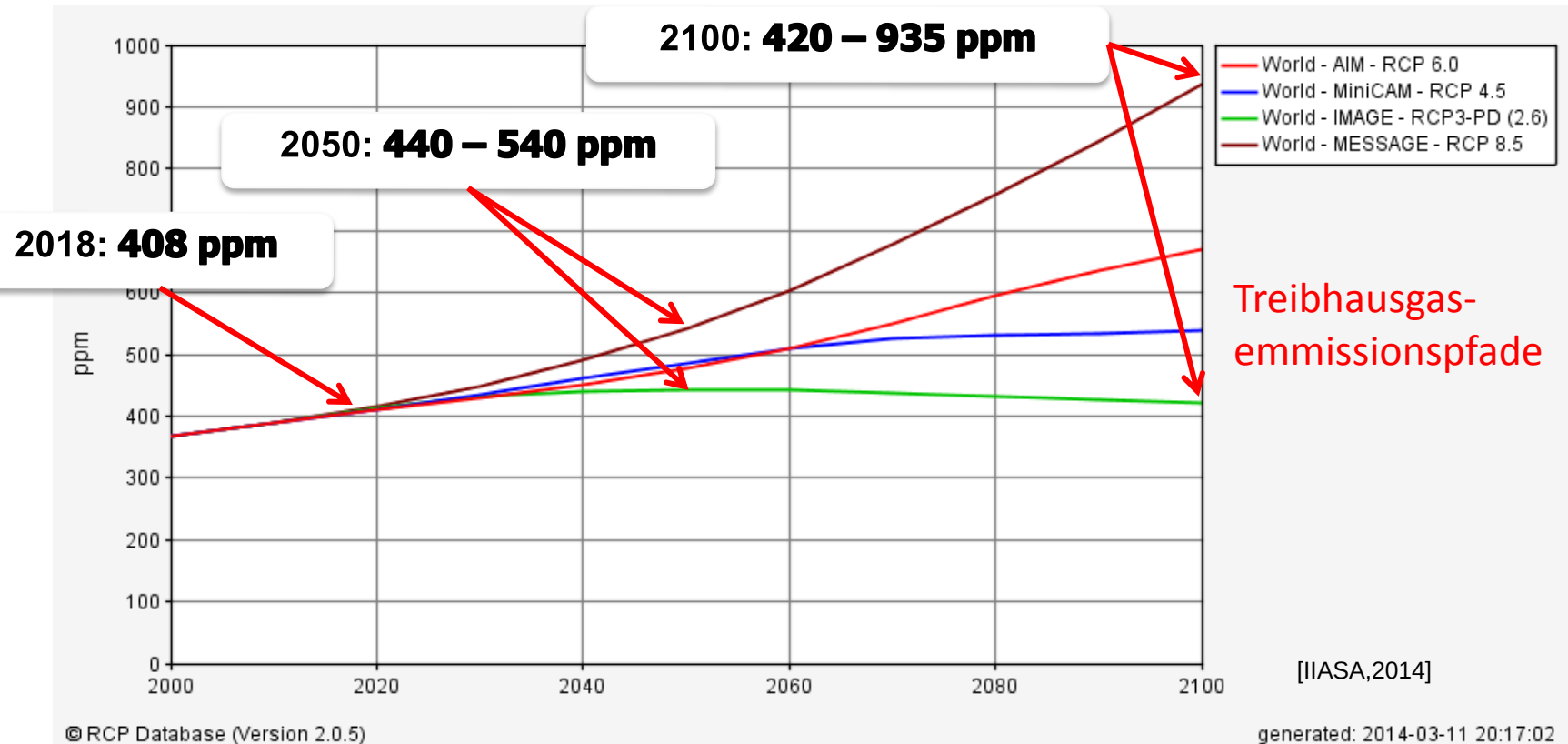
Klimawandel - Zukunft

Wie geht es weiter?



Klimawandel - Zukunft

CO₂ Konz. im 21. Jahrhundert (THG Szenarien)



Große Spannweite an Möglichkeiten!

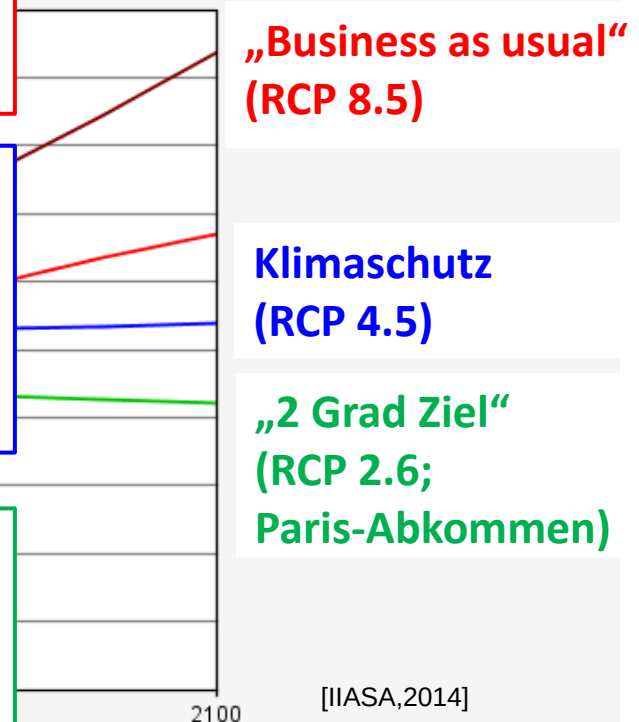
Klimawandel - Zukunft

CO₂ (ppm) (en)

„Das **RCP8.5**-Szenario entspricht einer Welt, in der keinerlei Maßnahmen zum Klimaschutz unternommen werden und das Wirtschaftswachstum wie bisher auf der Verbrennung fossiler Energieträger beruht.“

„**RCP4.5** geht von moderaten Entwicklungen aus, ist ressourcenschonender orientiert und weist Erfolge in der Klimapolitik aus, sodass die Erwärmung im Mittel liegt.“

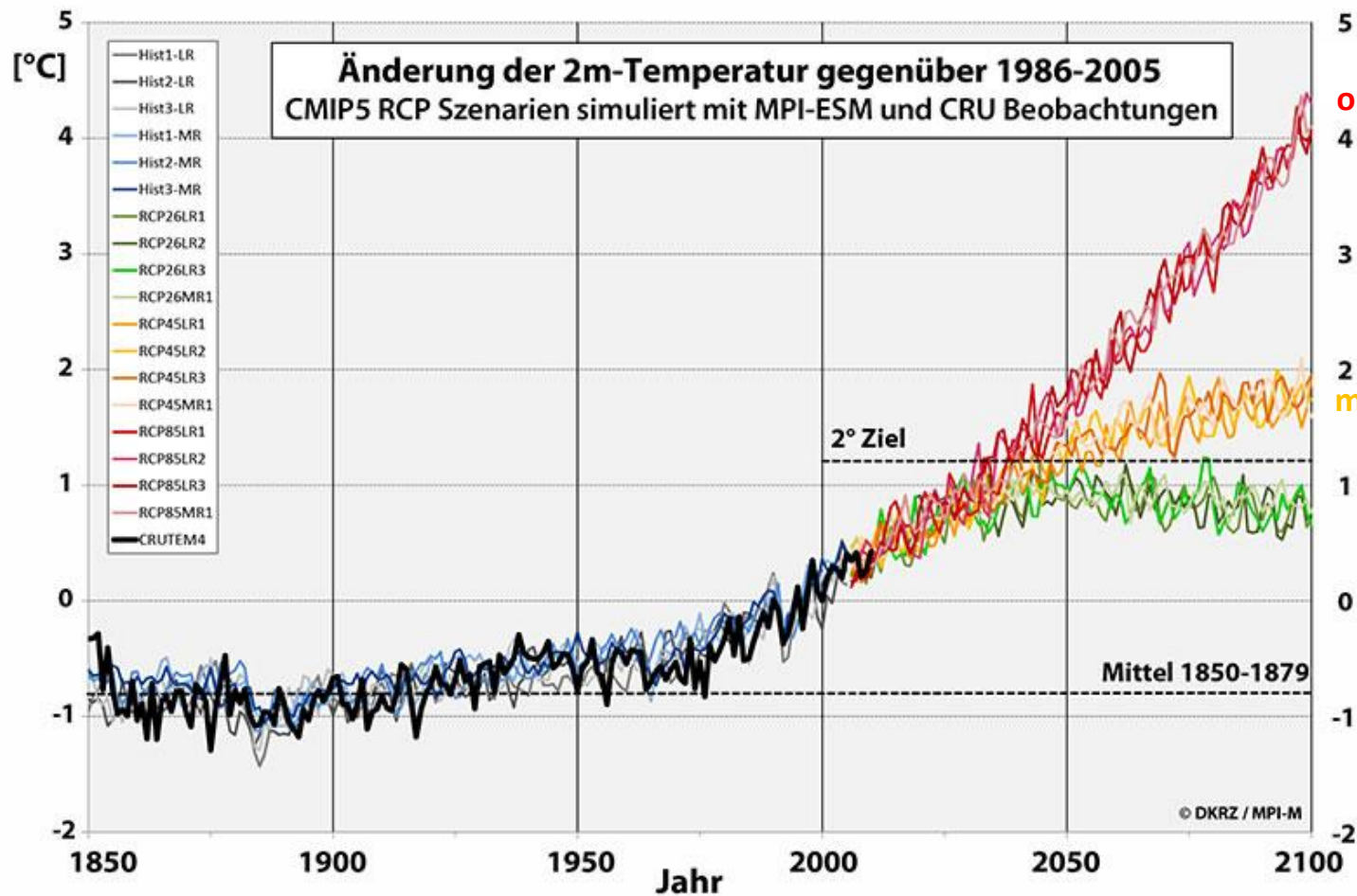
„**RCP2.6** zeichnet im Gegensatz dazu ein sehr optimistisches Bild. Ein solcher Emissionspfad wäre nur durch den Stop aller Treibhausgasemissionen zu erreichen.“



generated: 2014-03-11 20:17:02

Klimawandel - Zukunft

Temperatur Global



ohne Klimaschutz (RCP 8.5)

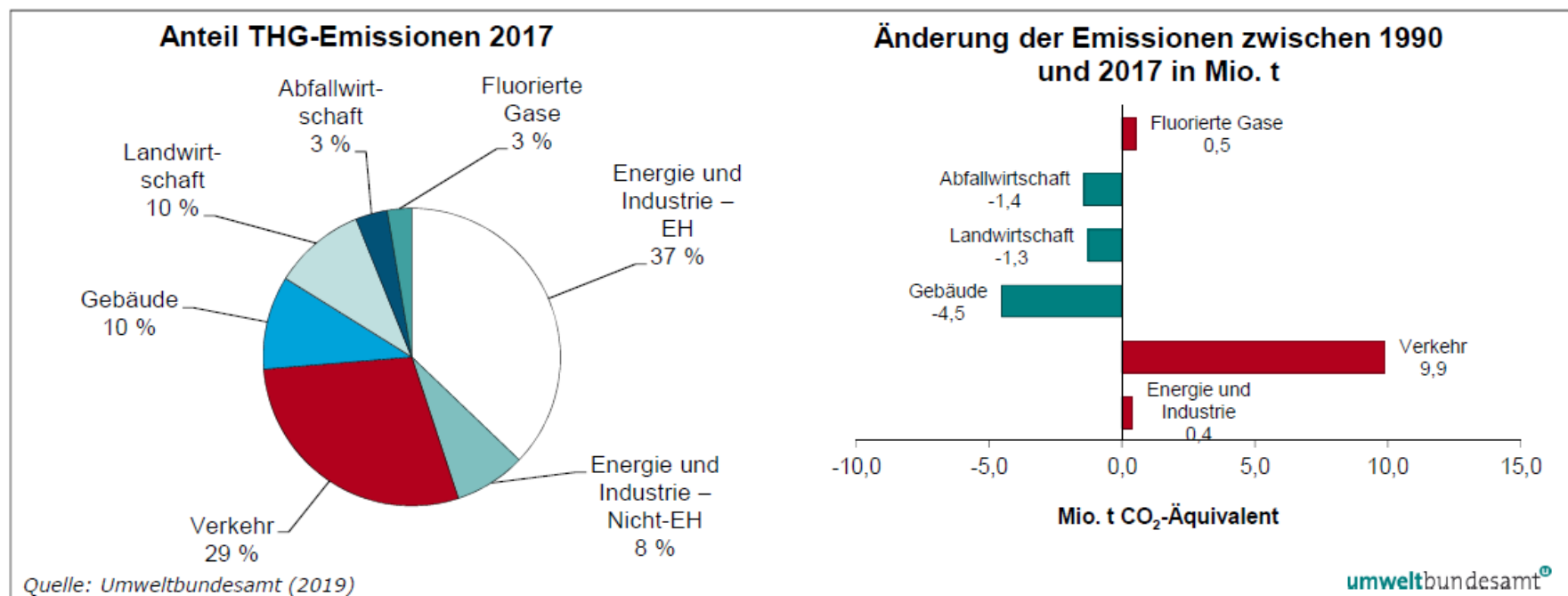
mit Klimaschutz (RCP 4.5)

[Quelle: Deutsches Klimarechenzentrum (DKRZ)]

Klimawandel - Zukunft

CO₂-Emissionen Österreich

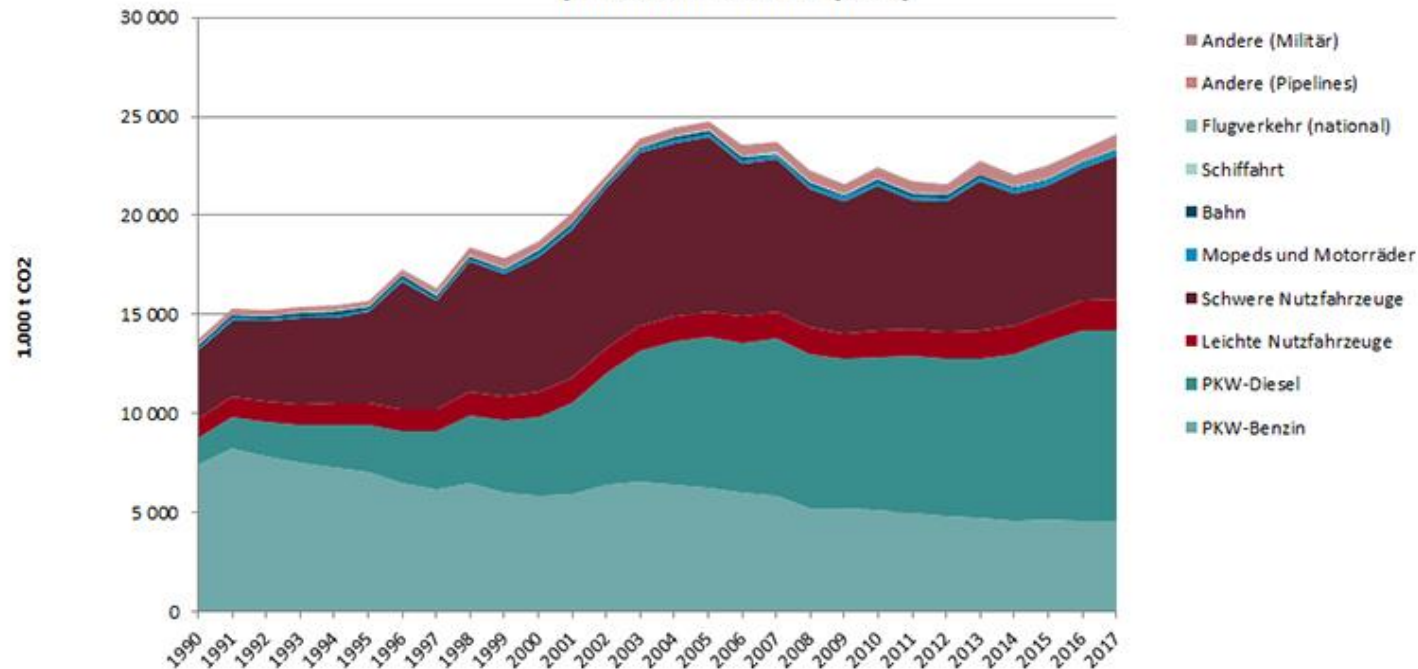
GESAMTE THG-EMISSIONEN (INKL. EH) SEKTORALE ANTEILE UND TRENDS



Klimawandel - Zukunft

Anstieg der verkehrsbedingten Emissionen seit 1990: 74%

**CO₂-Emissionen des Verkehrssektors 1990–2017
(inkl. Kraftstoffexport)**



Anmerkung: Nicht dem Transportsektor zugerechnet sind Emissionen aus mobilen Geräten und Maschinen (Traktoren, Baumaschinen) sowie der internationale Flugverkehr.

Quelle: Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoffinventur 2018
Einteilung entsprechend CRF-Format des Kyoto-Protokolls

umweltbundesamt^U

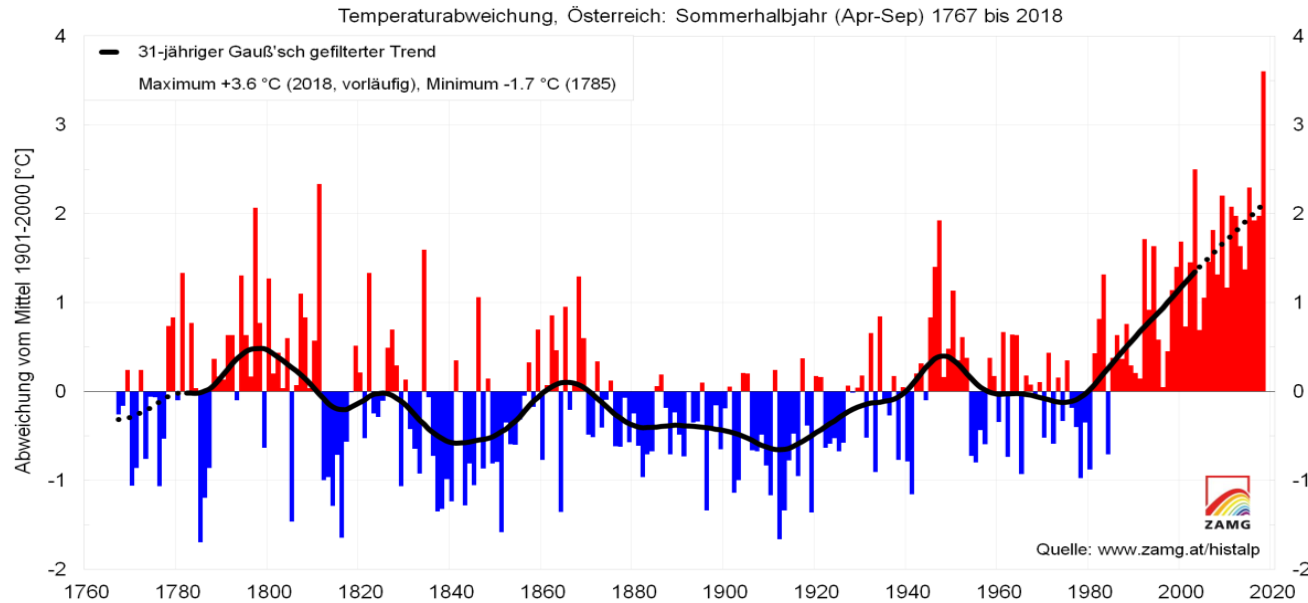
Klimawandel - Zukunft

Was sind nun die Auswirkungen?



Auswirkung - Hitze

Hitze



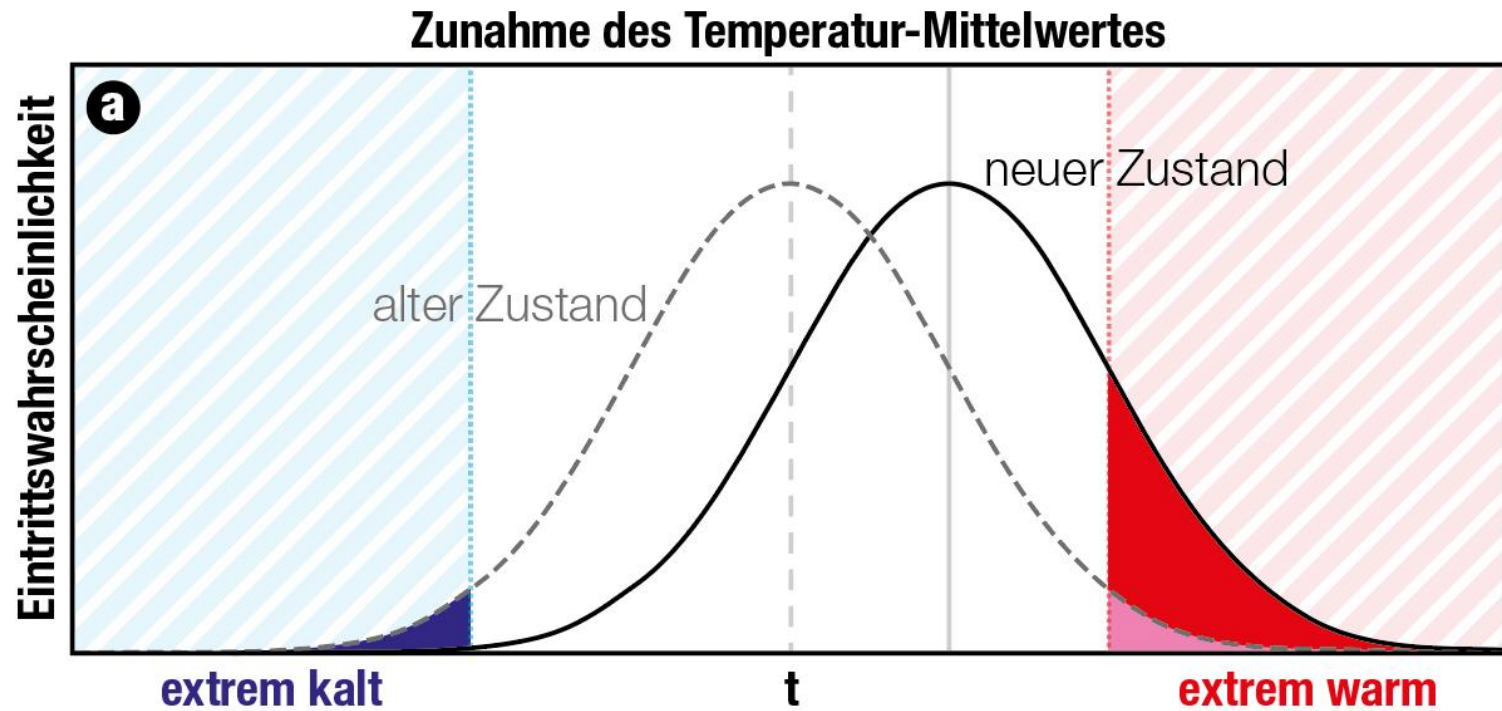
1807
1811

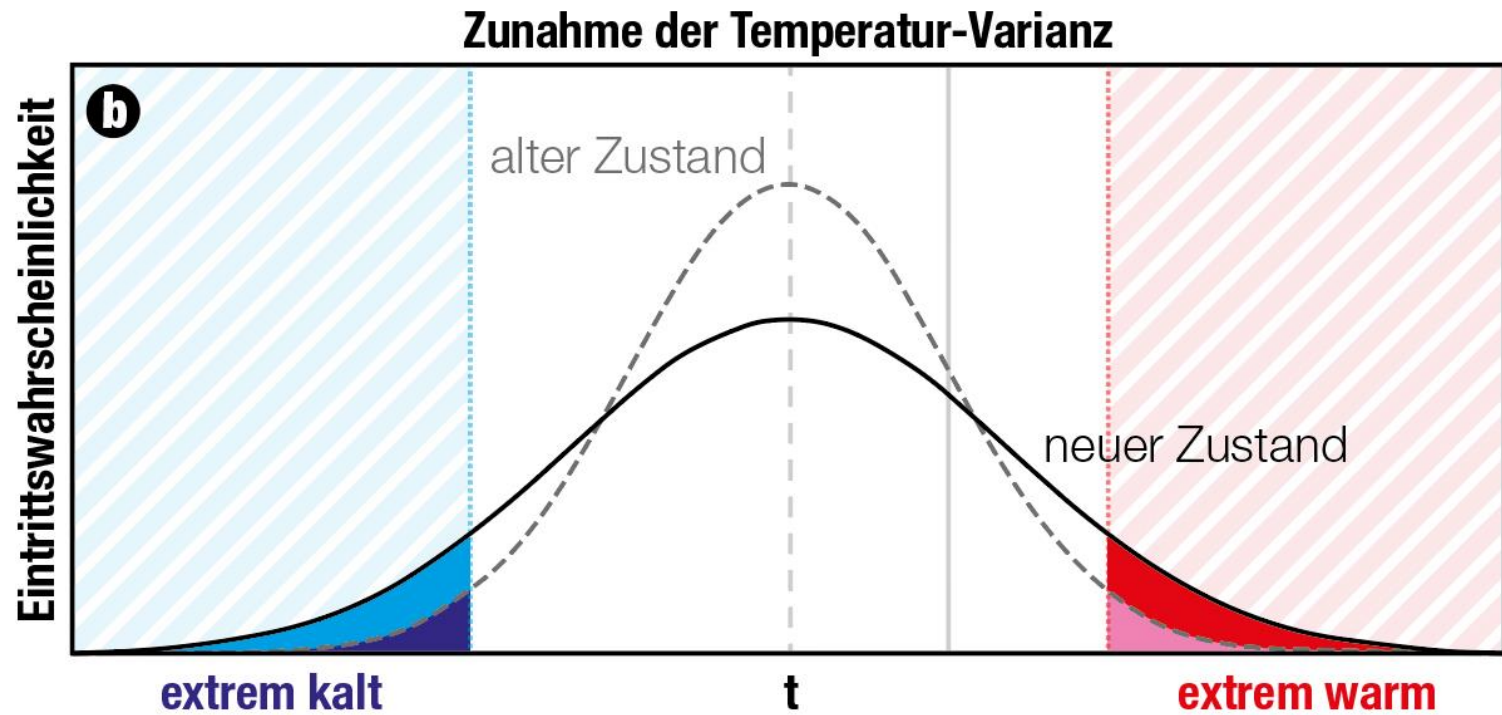
die zehn wärmsten Sommer (JJA) der Messgeschichte

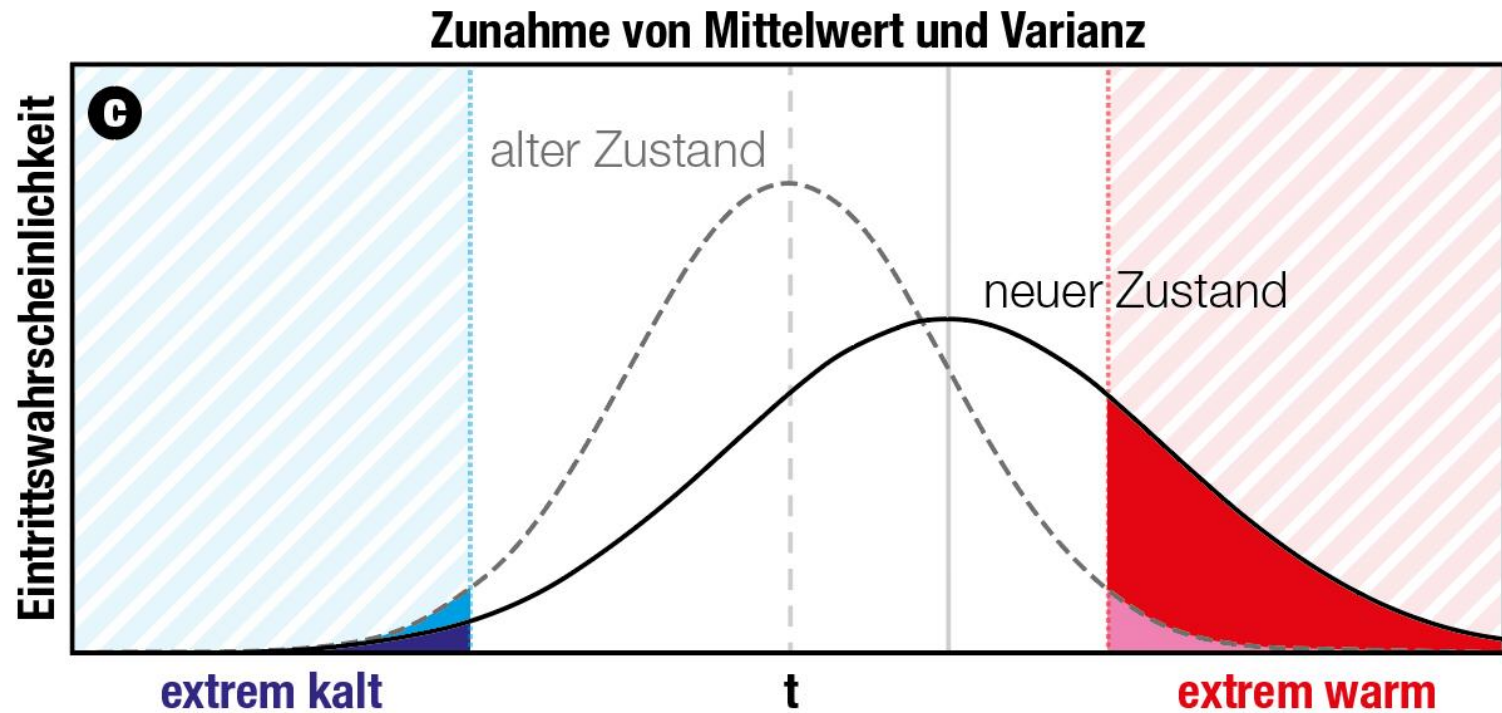
1992 2003 2015 2018
1994 2012 2013 2017

- Hitzewellen dauern länger
- Hitzewellen werden häufiger
- Acht von den zehn wärmsten Sommer seit Messbeginn sind in den letzten 30 Jahren aufgezeichnet worden







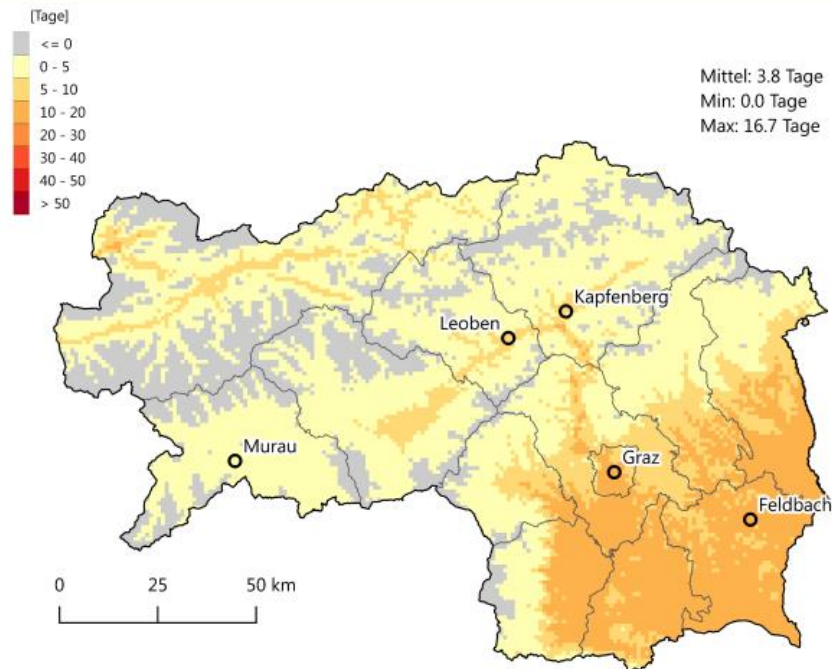


Auswirkung - Hitze

Hitzetage

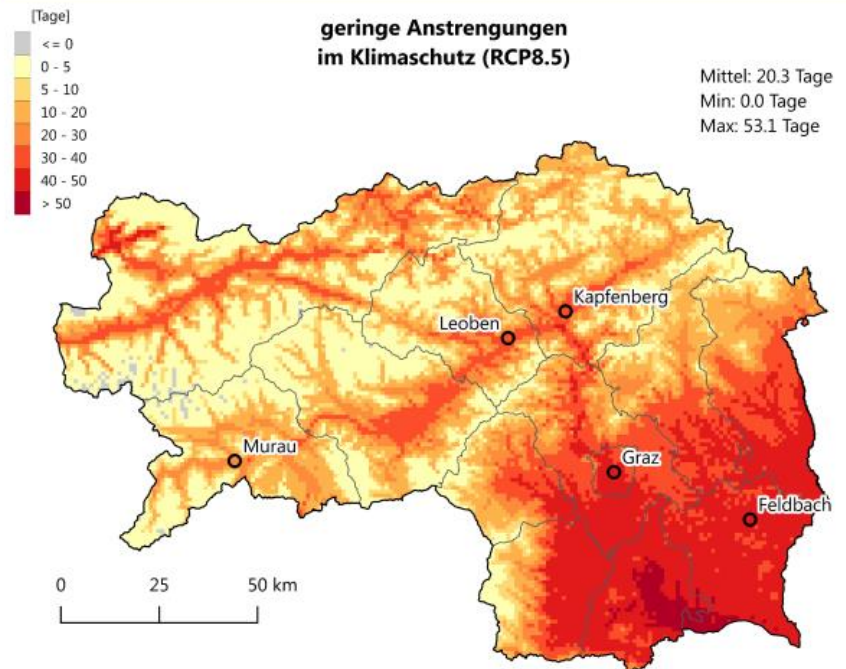
Entwicklung der Hitzetage ($T \geq 30$ Grad) in der Steiermark

Aktuelles Klima (1981-2010)



Zukünftiges Klima (2071-2100)

Dargestellt sind Mittel
des ÖKS15-Ensembles



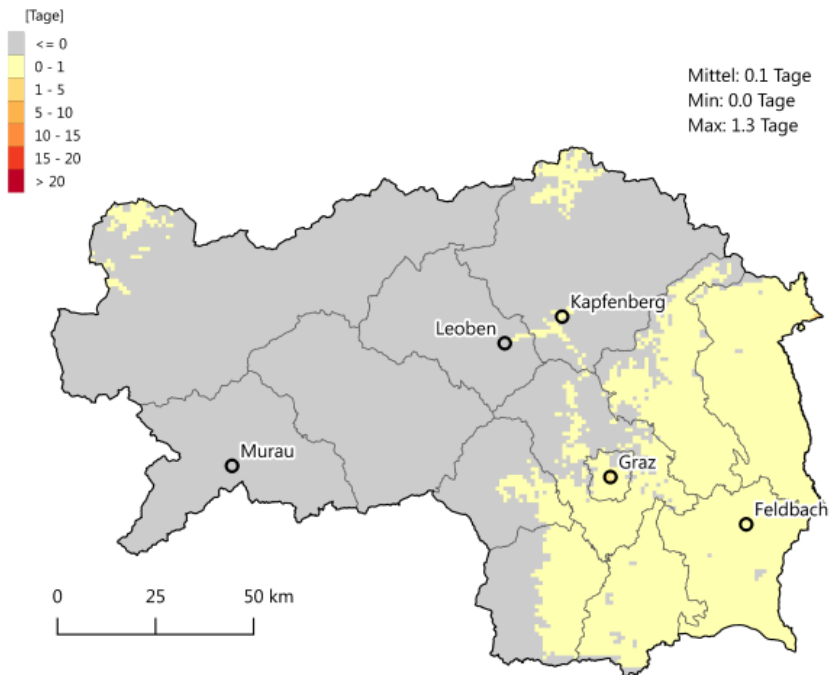
[Quelle: CLIMAMAP, Besci et al., BOKU]

Auswirkung - Hitze

Tropennächte

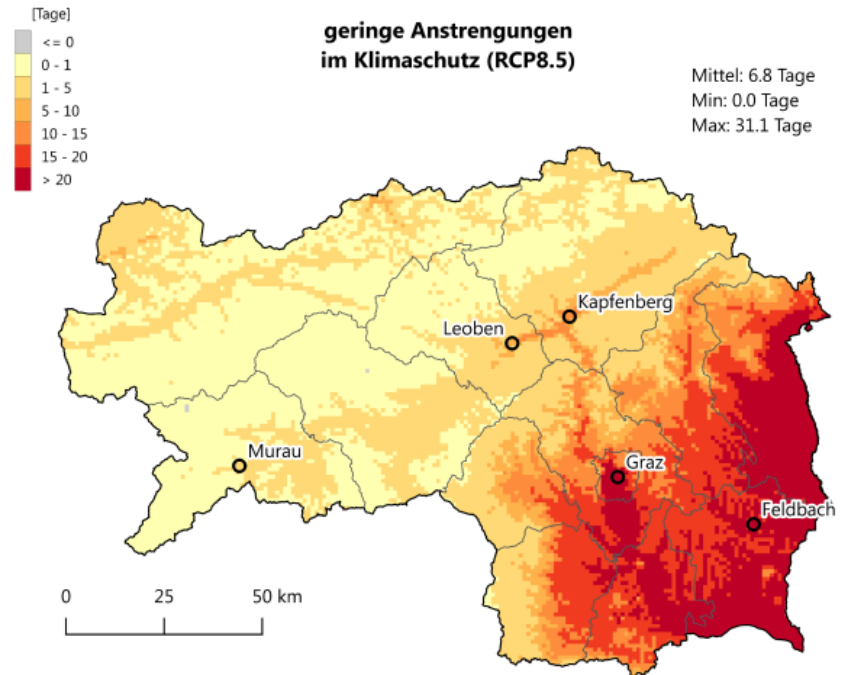
Entwicklung der Tropennächte ($T \geq 20$ Grad) in der Steiermark

Aktuelles Klima (1981-2010)



Zukünftiges Klima (2071-2100)

Dargestellt sind Mittel
des ÖKS15-Ensembles



[Quelle: CLIMAMAP, Besci et al., BOKU]

Klimawandel: Zunahme der Extrema



Beispiel Graz Universität

Wintermittel (D,J,F)

1951-1980: -0,5°C

1961-1990: -0,2°C

1971-2000: 0,0°C

1981-2010: 0.0°C

Frosttage ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)

1951-1980: 109 d

1961-1990: 95 d

1971-2000: 98 d

1981-2010: 92,5 d

Eistage ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)

1951-1980: 25 d

1961-1990: 19,9 d

1971-2000: 20 d

1981-2010: 18,7 d

Sommermittel (J,J,A)

1951-1980: 18,2°C

1961-1990: 18,6°C

1971-2000: 18,7°C

1981-2010: 19,3°C

2003: 22,2°C!

Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)

1951-1980: 43 d

1961-1990: 48 d

1971-2000: 52 d

1981-2010: 63 d

2003: 107 d!

Heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)

1951-1980: 4 d

1961-1990: 3,5 d

1971-2000: 6,5 d

1981-2010: 11,5 d

2003: 41 d!



Klimawandel: Zunahme der Extrema

Beispiel Graz Universität

Wintermittel (D,J,F)

1951-1980: -0,5°C

1961-1990: -0,2°C

1971-2000: 0,0°C

1981-2010: 0,0°C

*1991-2018: 0,6°C

Frosttage ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)

1951-1980: 109 d

1961-1990: 95 d

1971-2000: 98 d

1981-2010: 92,5 d

Eistage ($T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)

1951-1980: 25 d

1961-1990: 19,9 d

1971-2000: 20 d

1981-2010: 18,7 d

Sommermittel (J,J,A)

1951-1980: 18,2°C

1961-1990: 18,6°C

1971-2000: 18,7°C

1981-2010: 19,3°C

2003: 22,2°C!

*1991-2018: 19,9°C

Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)

1951-1980: 43 d

1961-1990: 48 d

1971-2000: 52 d

1981-2010: 63 d

2003: 107 d!

*1991-2018: 71d

Heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)

1951-1980: 4 d

1961-1990: 3,5 d

1971-2000: 6,5 d

1981-2010: 11,5 d

2003: 41 d!

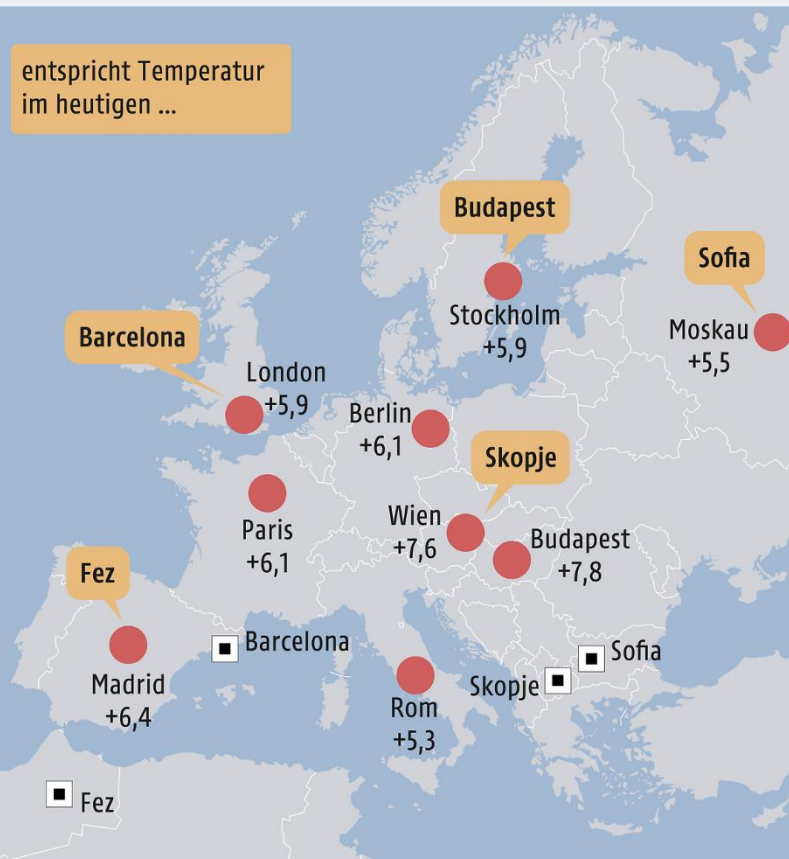
*1991-2018: 17 d

Auswirkung - Hitze

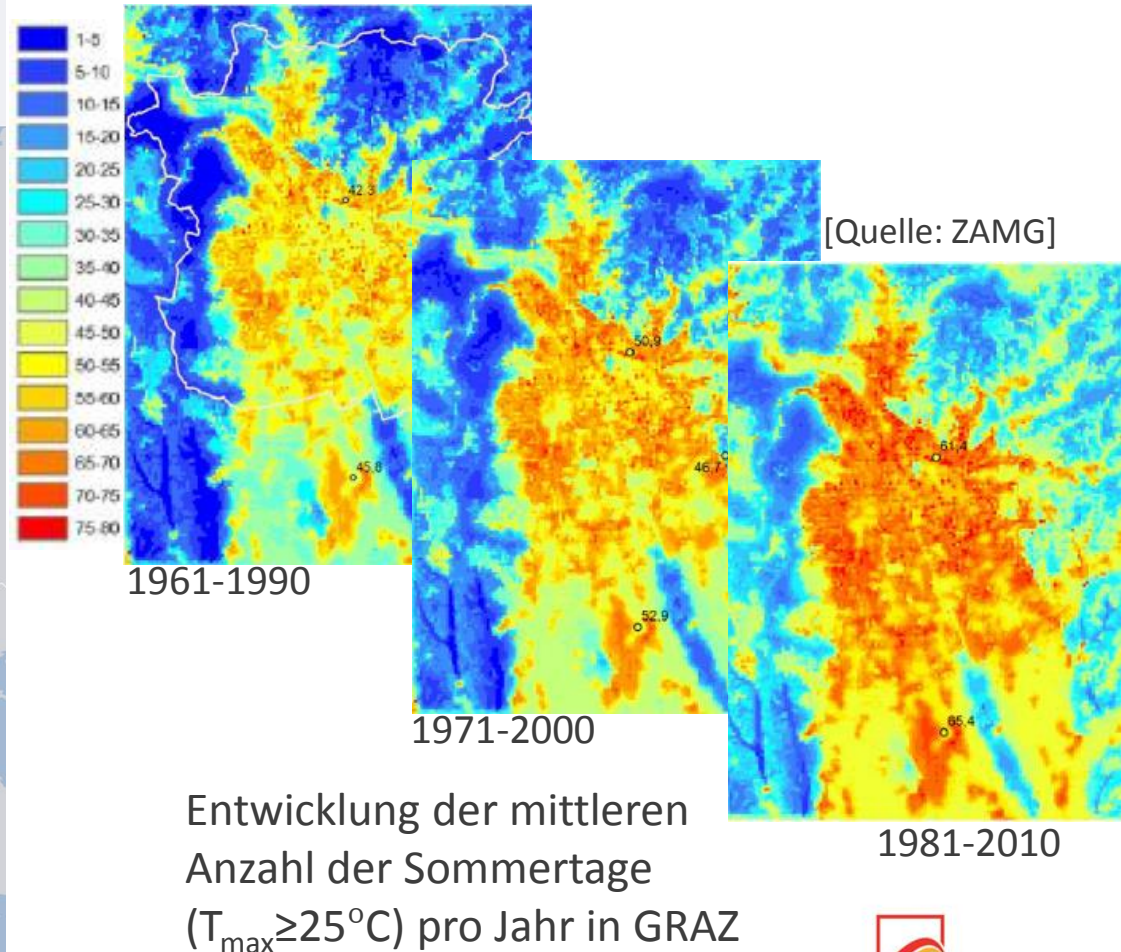
Stadtklima

Sommerhitze-Prognose 2050

Anstieg der Maximaltemperatur im heißesten Monat des Jahres bis 2050 in Grad Celsius

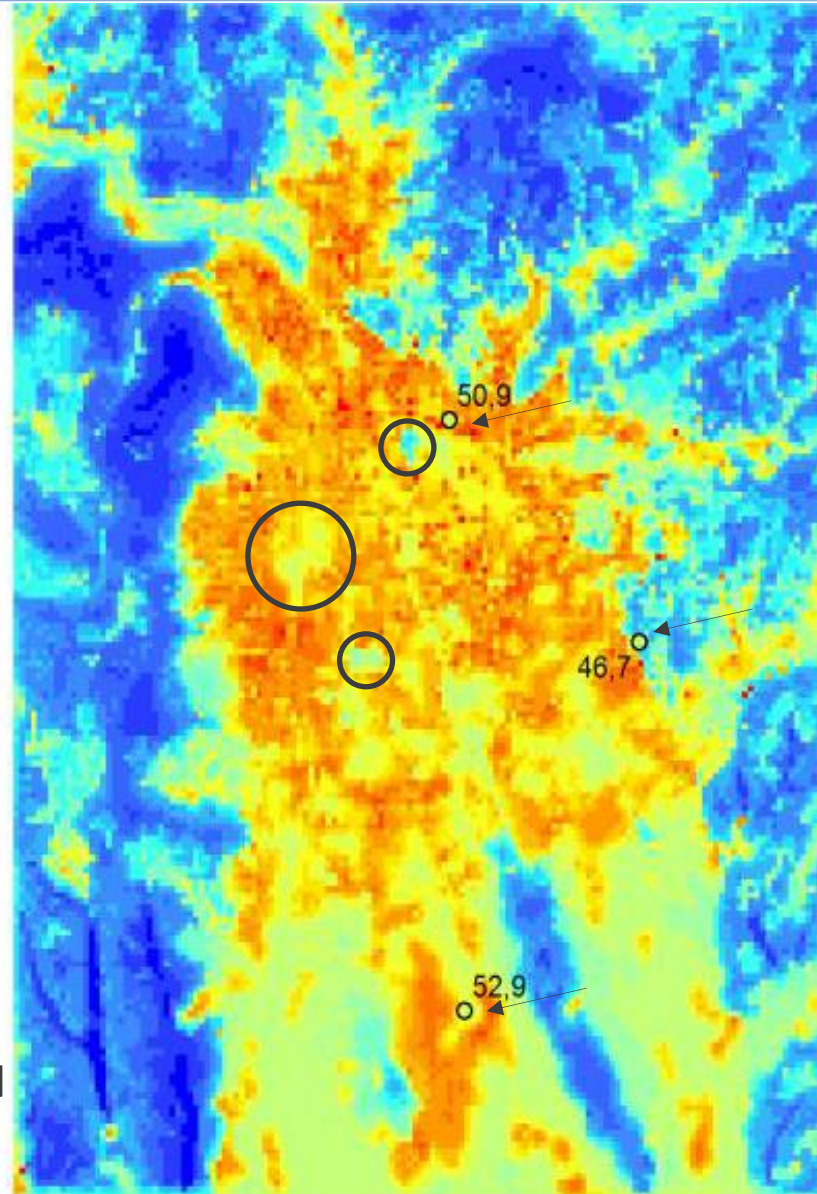
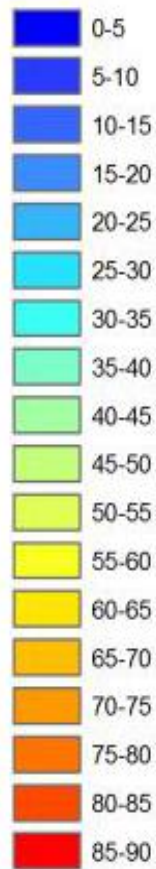


[Quelle: orf.at]



Klimawandel: Zunahme der Extrema

Mittlere Zahl der
Sommertage ($T_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$) pro
Jahr für den Zeitraum
1981-2010 für Graz



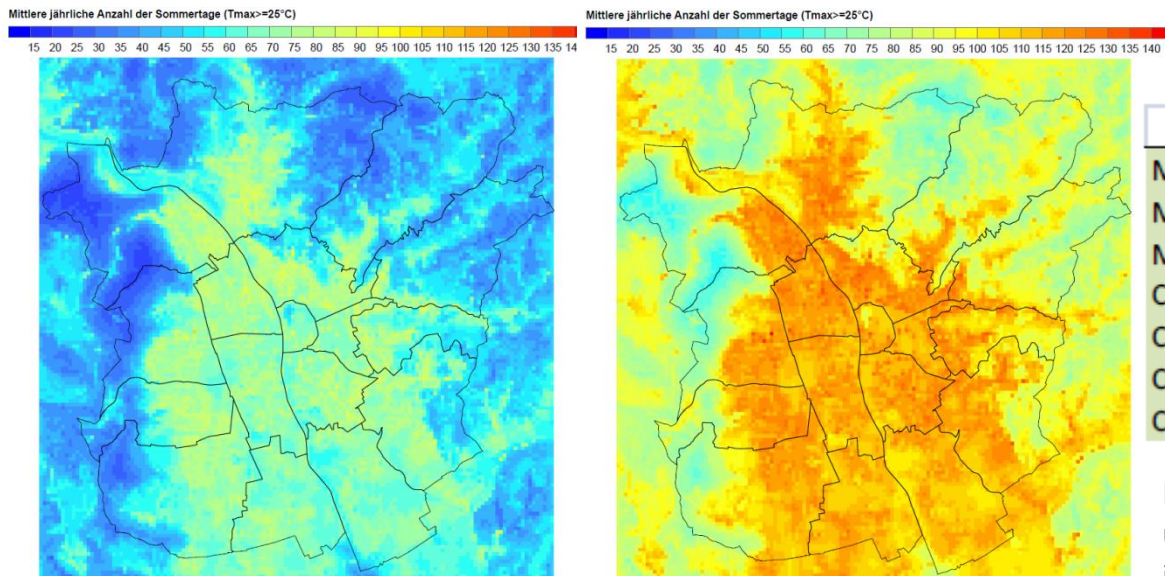
[Quelle: ZAMG- MUKLIMO_3- Simulation]

Zukunftsszenarien für Graz

Stadtklimatologische Simulationen berechnet mittels
Stadtklimamodell MUKLIMO_3 und der Quadermethode
(ZAMG Projekt SISSI-II)

1971-2000 (C20)

2071-2100 (A1B)



	2021-2050	2071-2100
MPI-MET-REMO_A1B	16,4	55,3
MPI-MET-REMO_A2	6,8	54,6
MPI-MET-REMO_B1	3,8	35,9
CCLM-Com-CCLM_A1B_1	12,8	41,5
CCLM-Com-CCLM_A1B_2	8,1	40,1
CCLM-Com-CCLM_B1_1	2,7	27,9
CCLM-Com-CCLM_B1_2	12,3	30,4

Differenz in Sommertage für die Stadt Graz bei unterschiedlichen Modellen und IPCC Szenarien im Vergleich zu Zeitraum 1971-2000.

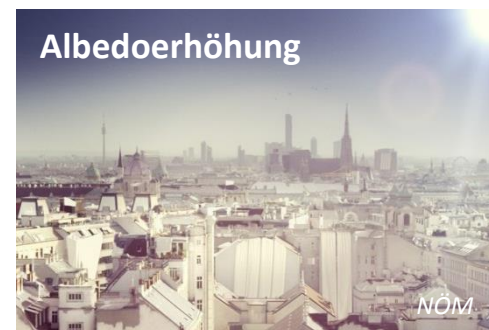
SU: mittlere Anzahl der Sommertage ($T_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$)
Input: IPCC Szenario A1B, GCM/RCM Simulation ECHAM5/CCLM_r1

Beispiel Simulation

Hitze: wie wir unsere Städte von Hitze schützen können

Anpassungsmaßnahmen: Städte kühlen durch Änderung der Energiebilanz

- Dach- oder Fassadenbegrünung
- Entsiegelung
- Erhöhung des Albedos
- Parks
- Wasserflächen



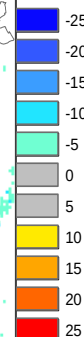
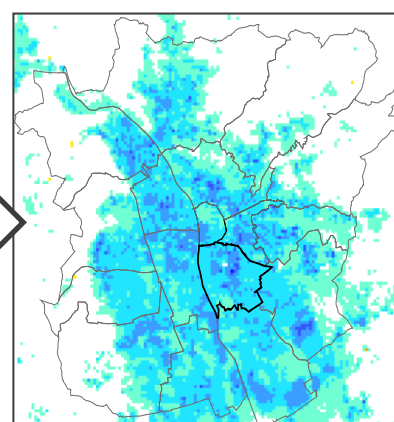
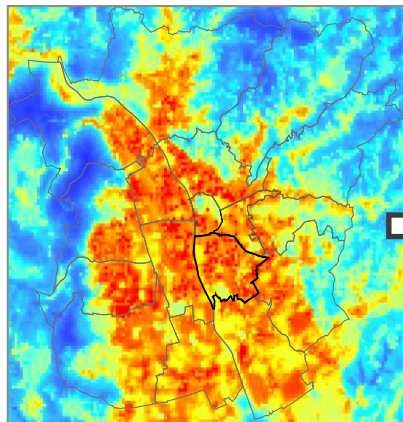
Klimareferenz

Änderung der
Landnutzung

Änderung in
Hitzebelastung

100% Dachbegrünung

Differenz in Sommertagen



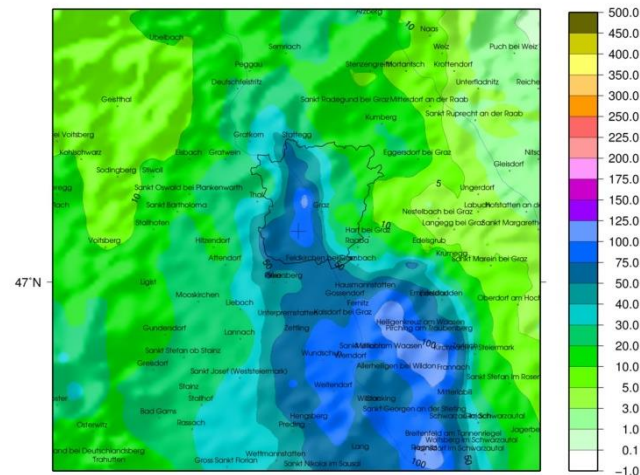
Durch die Umsetzung Dachbegrünungsmaßnahmen kann die Hitzebelastung der Städte reduziert werden.

Konvektive Ereignisse

Gewitter, Starkregen, Hagel

<https://www.facebook.com/kathi.wenusch/videos/vb.363077747125014/1491046340994810/?type=3&theater>
<https://www.facebook.com/Wetterwarnung/videos/1711693488923622/>

Graz, 16. April 2018



Konvektive Ereignisse

Gewitter, Starkregen, Hagel

CLIMAMAP
Climate Change Impact Maps for Austrian Regions

Dreitägige Niederschlagsintensität

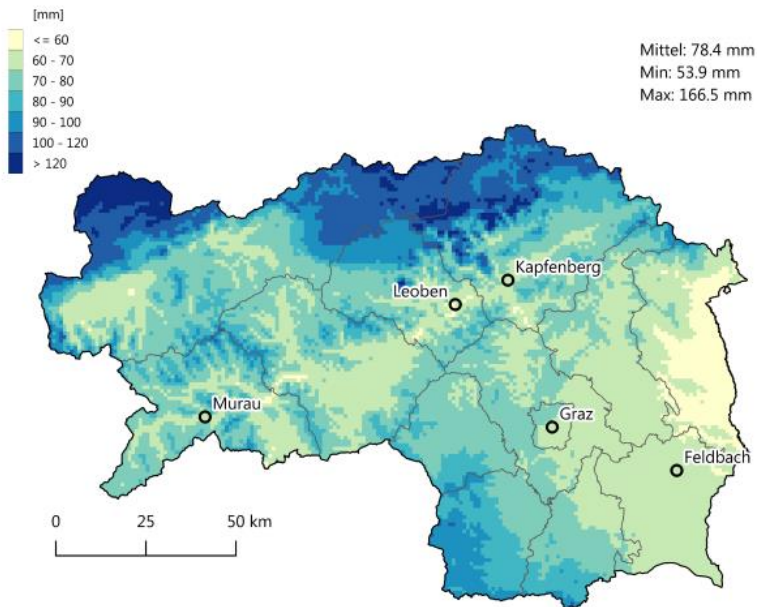
powered by klima+
energie
fonds

Beschreibung

Für diesen Indikator werden die Niederschlagssummen von je drei aufeinanderfolgenden Tagen für das ganze Jahr berechnet. Daraus wird ein Grenzwert bestimmt, der größer ist als 99,9% aller Werte dieses Jahres. Zu sehen ist jeweils das Mittel dieses Grenzwerts über die angegebene Periode in der Steiermark.

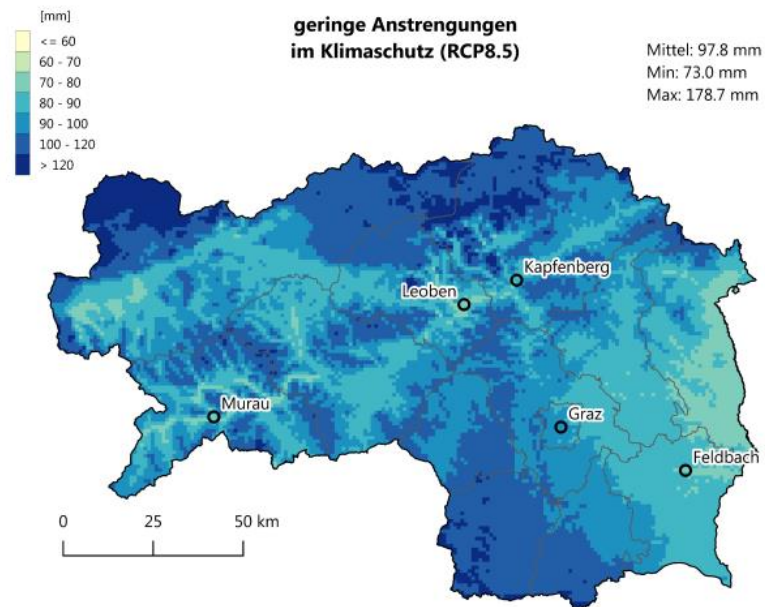
Die linke Karte zeigt den Beobachtungszeitraum (aktuelles Klima), die rechte Karte das zukünftige Klima bei geringen Anstrengungen im Klimaschutz (RCP8.5).

Aktuelles Klima (1981-2010)



Zukünftiges Klima (2071-2100)

Dargestellt sind Mittel
des OKS15-Ensembles

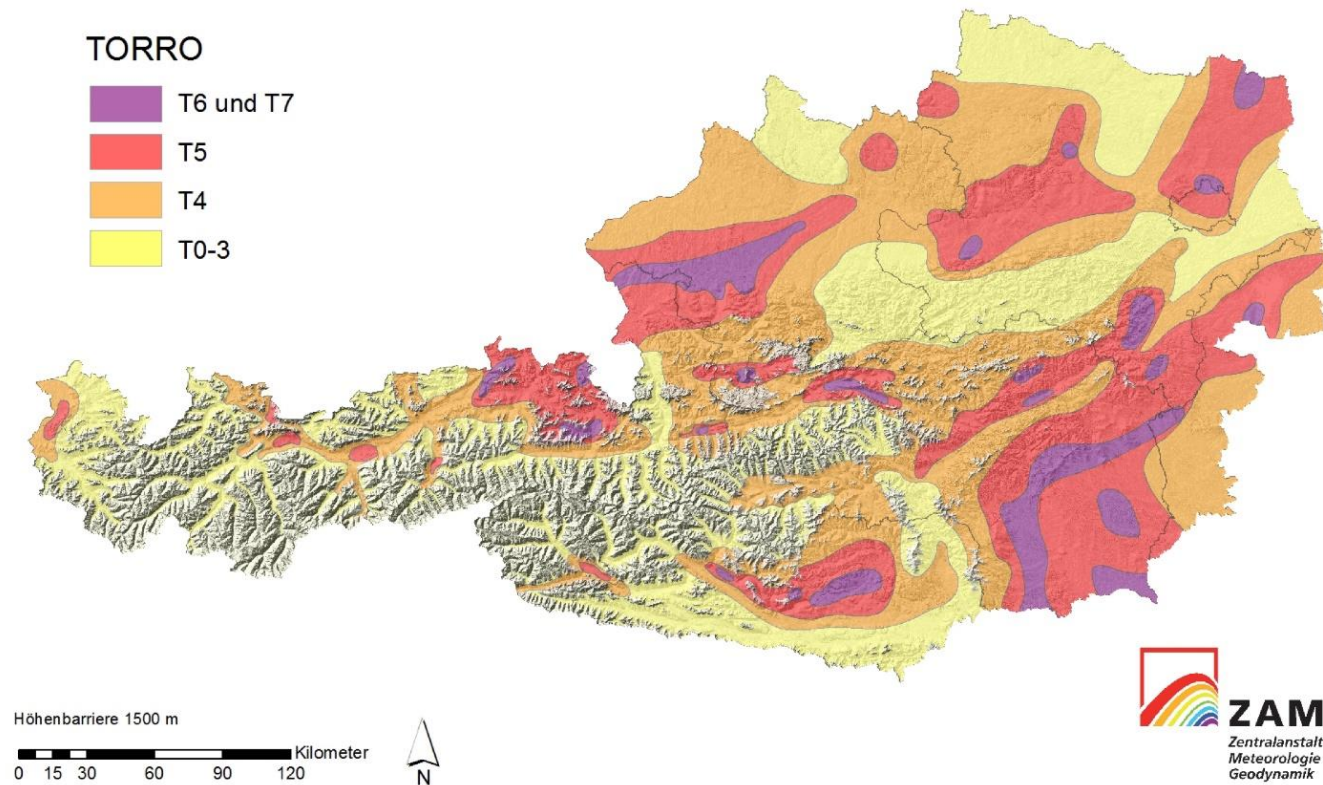


Konvektive Ereignisse

Gewitter, Starkregen, Hagel

Hagelgefährdungskarte Österreich

Meldungen 1971 - 2011 - Radardaten 2002 - 2011



Konvektive Ereignisse

Gewitter, Starkregen, Hagel



Graz, 12.Juli 2019

Abschätzung bis 50mm in
kurzem Zeitraum (10min?)

Quelle: Gwaltl

Konvektive Ereignisse

Gewitter, Starkregen, Hagel



Quelle: facebook, severe weather europe

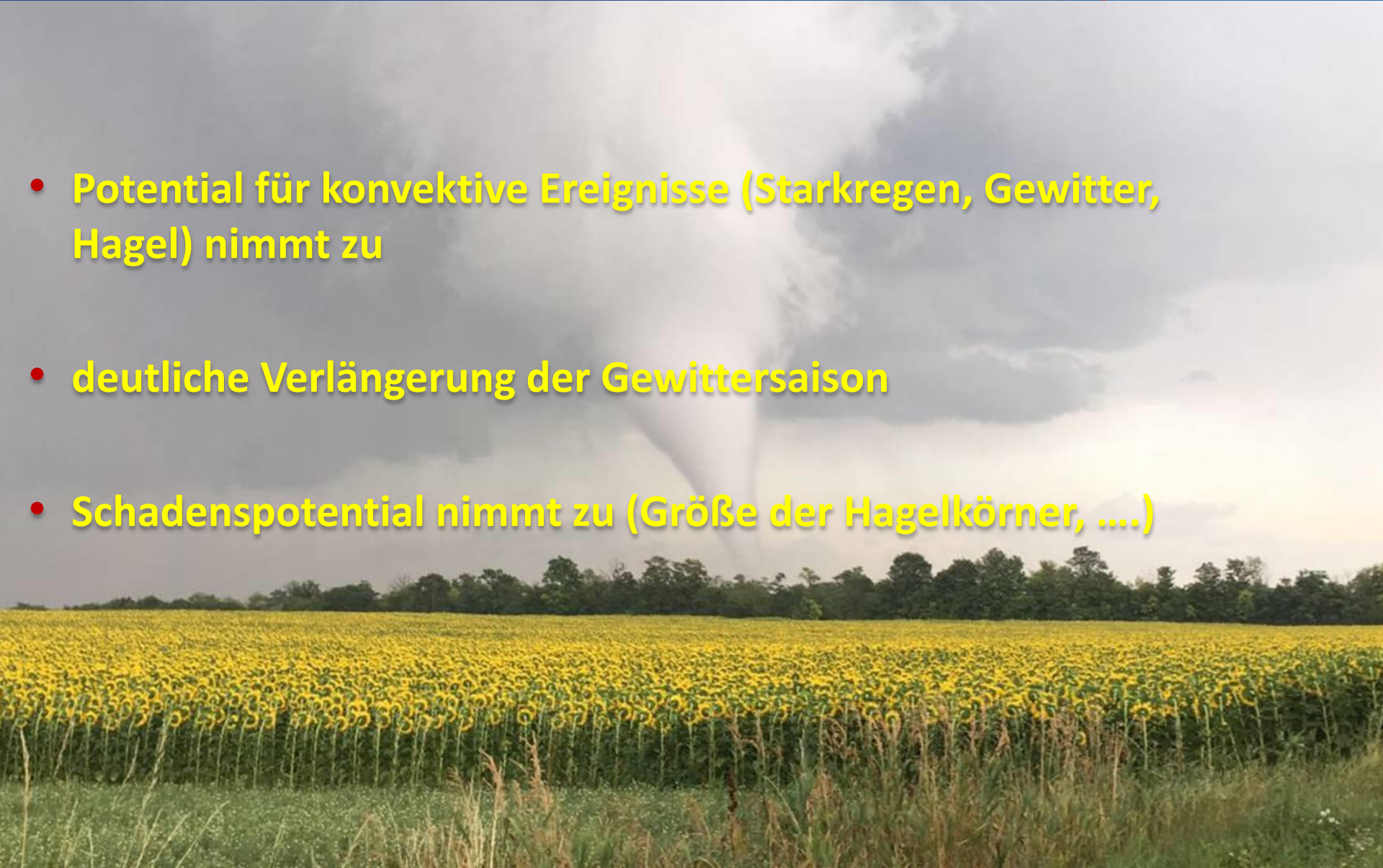


Crnomelj, Slovenien 11.06.2019, bis zu 12cm Durchmesser

Konvektive Ereignisse



- Potential für konvektive Ereignisse (Starkregen, Gewitter, Hagel) nimmt zu
- deutliche Verlängerung der Gewittersaison
- Schadenspotential nimmt zu (Größe der Hagelkörner,)



Klimawandel

Take Home

- **Der Einfluss des Menschen auf das Klimasystem ist eindeutig und klar belegbar**
- **Treibhausgasemissionen (CO₂) führen zur Erwärmung**
- **Die Auswirkungen auf Mensch und Natur werden immer stärker**
- **Nur durch radikales Umdenken und Handeln kann 1.5 Grad Ziel erreicht werden.....**
- **Es ist zu schaffen!**

Danke für ihre Aufmerksamkeit!



Quelle: K. Lieb - Dachstein – Schladminger Gletscher, Sommer 2003