

# Globale Erwärmung und Extremereignisse

*Daten und Fakten mit Fokus auf Österreich*



Lufttemperatur Wien 1775-2017



# Grundlegende Begriffe

## Wetter

- Kurzfristig, lokaler und aktueller Zustand der Atmosphäre

## Klima

- mittlerer Zustand der Atmosphäre über 30 Jahre oder länger

*“If you don’t like the weather in New England, just wait a few minutes.”*

*- Mark Twain*

*„Wetter entscheidet was mir heute anziehen - Klima was wir im Kleiderschrank haben“*

# Grundlegende Begriffe

## Klimawandel

- Veränderung des (Erd)klimas

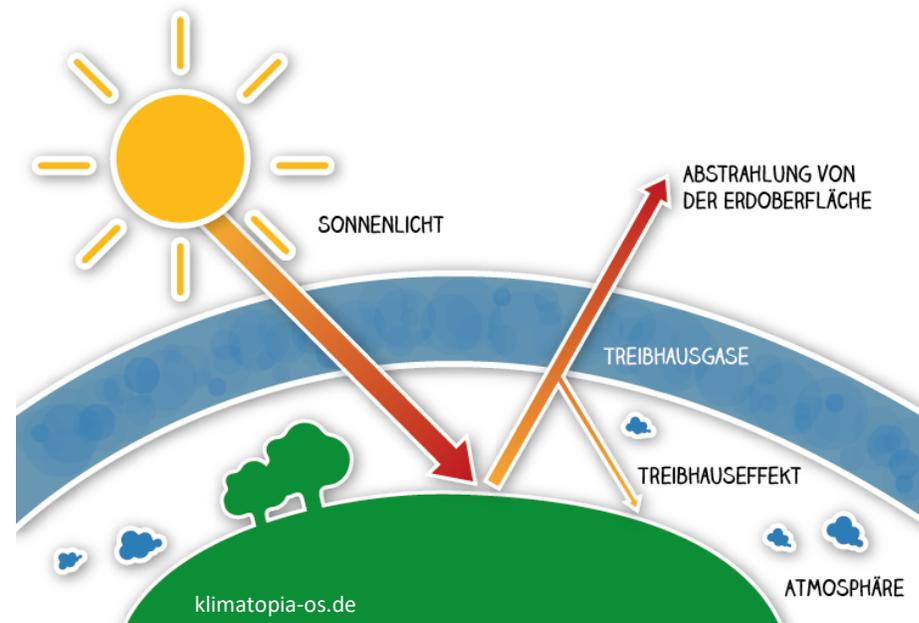
„Klimawandel“ ≠ „globale Erwärmung“

- Klimawandel = natürliche und menschengemachte Klimaänderung
- Globale Erwärmung = menschengemachte Erderwärmung seit ca. 1900

## Klimaschutz

- Sammelbegriff für Maßnahmen, die der durch den Menschen verursachten globalen Erwärmung entgegenwirken und mögliche Folgen der globalen Erwärmung abmildern oder verhindern sollen

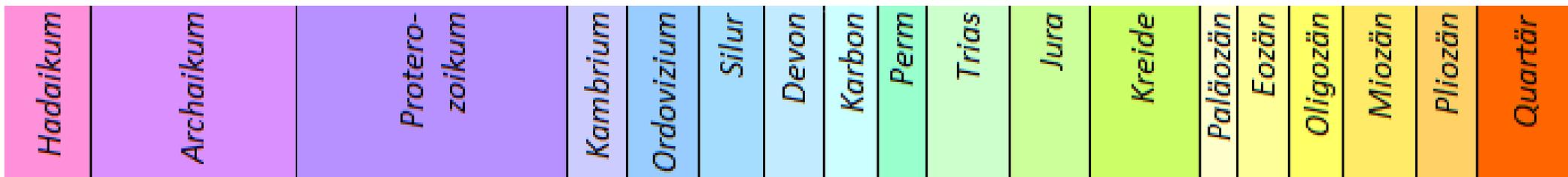
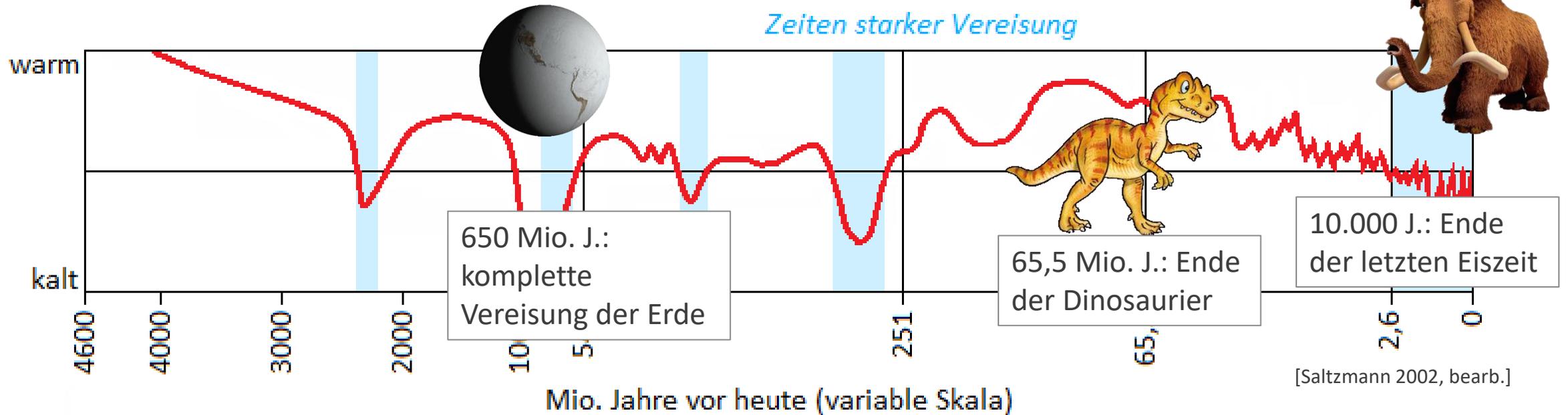
# Der Treibhauseffekt – was ist das?



- Treibhausgase (Wasserdampf, CO<sub>2</sub>, Methan,...) lassen Sonnenstrahlung durch aber halten Wärmestrahlung d. Erde zurück -> Wie in einem Gewächshaus
- **Natürlicher Treibhauseffekt:** Wasserdampf, CO<sub>2</sub> & Co. machen Leben auf der Erde erst möglich (+15°C anstatt -18°C)
- **Anthropogener Treibhauseffekt:** durch den Menschen (fossile Verbrennung) zusätzlich emittiertes CO<sub>2</sub> und Methan verstärkt den Treibhauseffekt → Enger Zusammenhang CO<sub>2</sub>-Lufttemperatur

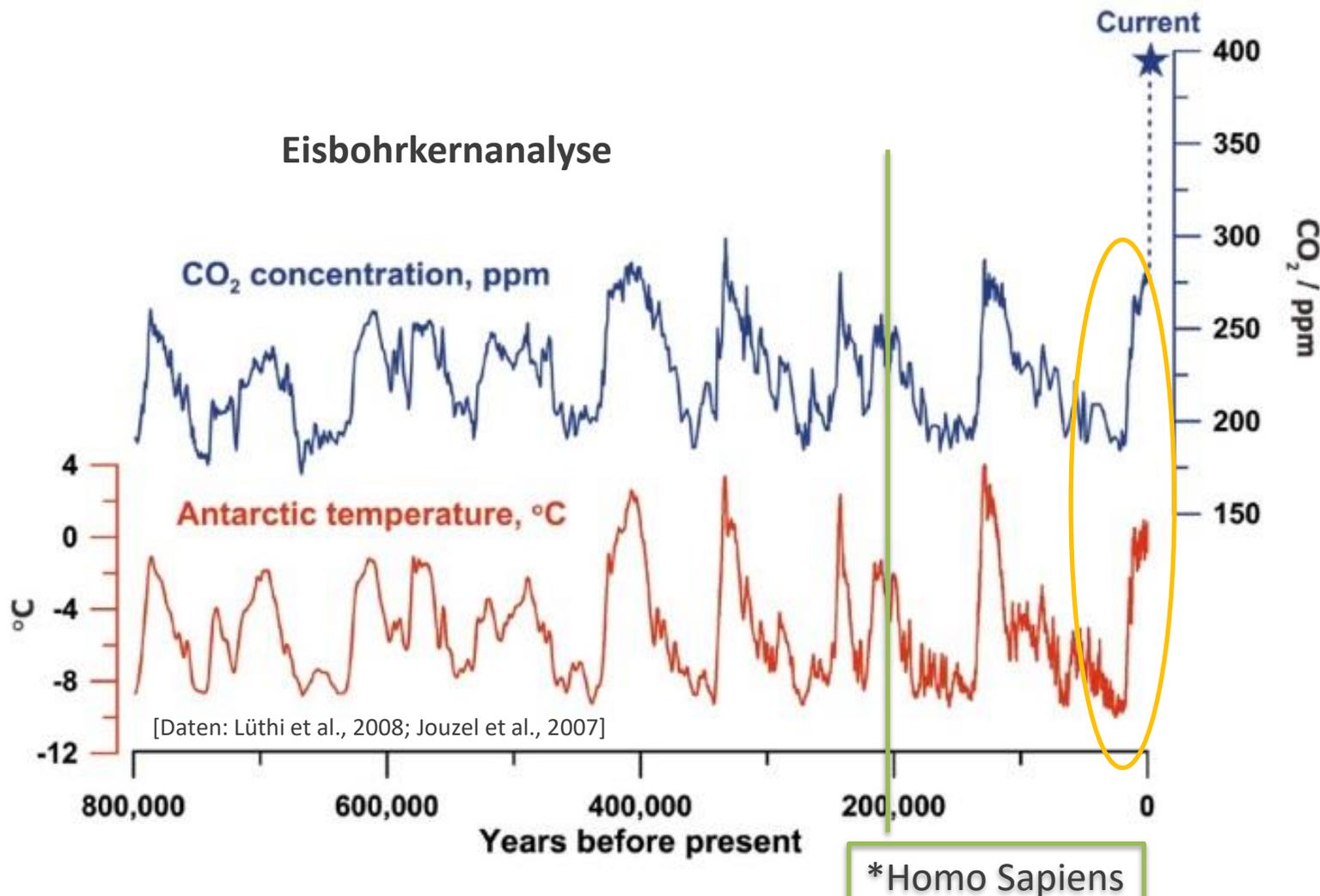
# Änderungen und Antriebe

- Klimawandel im Verlauf der gesamten Erdgeschichte:



Wir leben in einem „Ausnahmezeitalter“, die meiste Zeit über war die Erde gänzlich eisfrei.

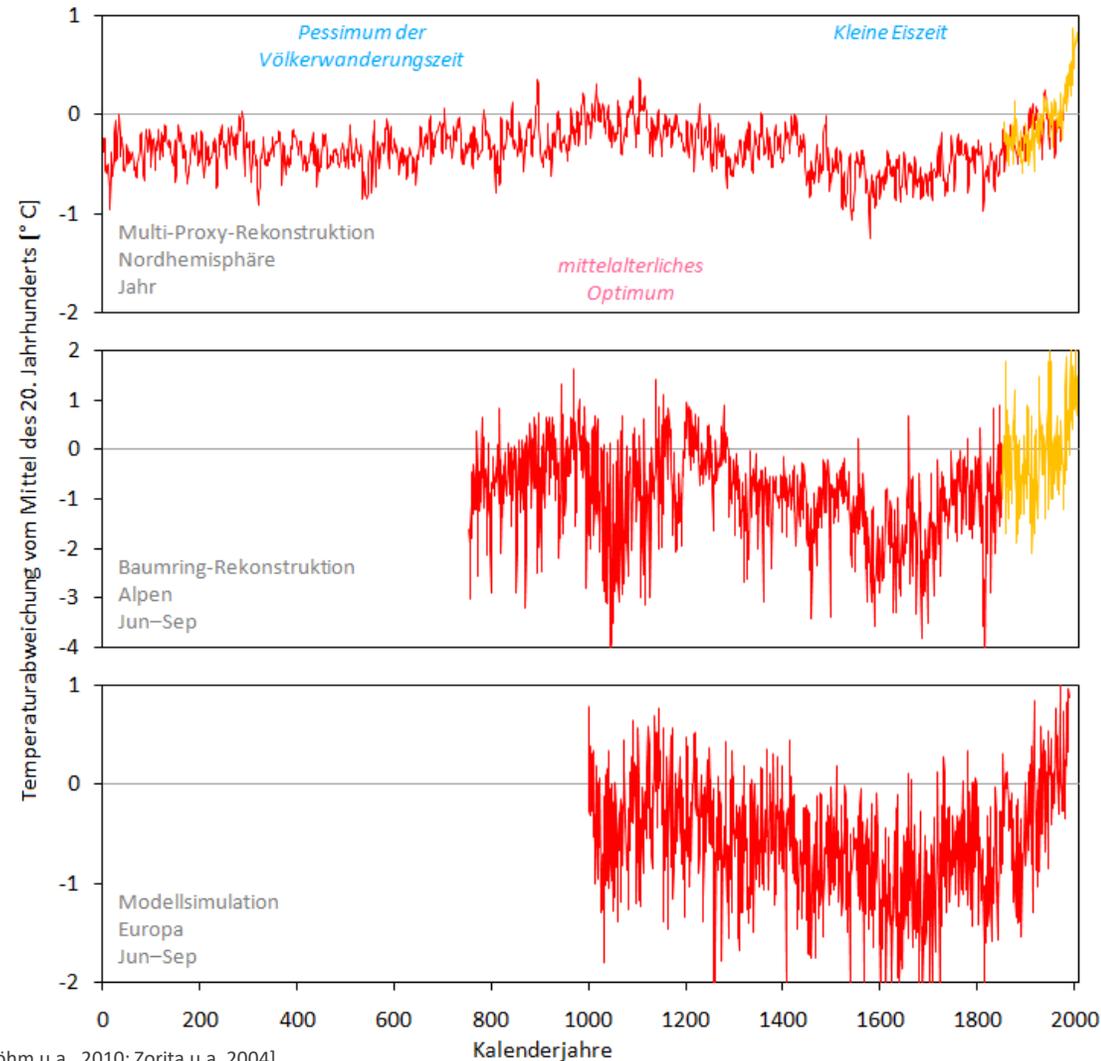
## Der CO2 Gehalt der Luft hat schwindelerregende Höhen erreicht



- Noch nie so hoch seit ca. 3 Mio. Jahren (Pliozän - aus Isotopenverhältnis Meeressedimente)
- Frühere Warm- und Kaltzeiten durch Änderungen Erdbahnparameter
- Vor 1850: Temperatur steuert CO<sub>2</sub> (wärmere Zeiten = höherer CO<sub>2</sub> Gehalt Luft (Ozeane nehmen weniger CO<sub>2</sub> auf))
- Ab 1850: CO<sub>2</sub> steuert Temperatur

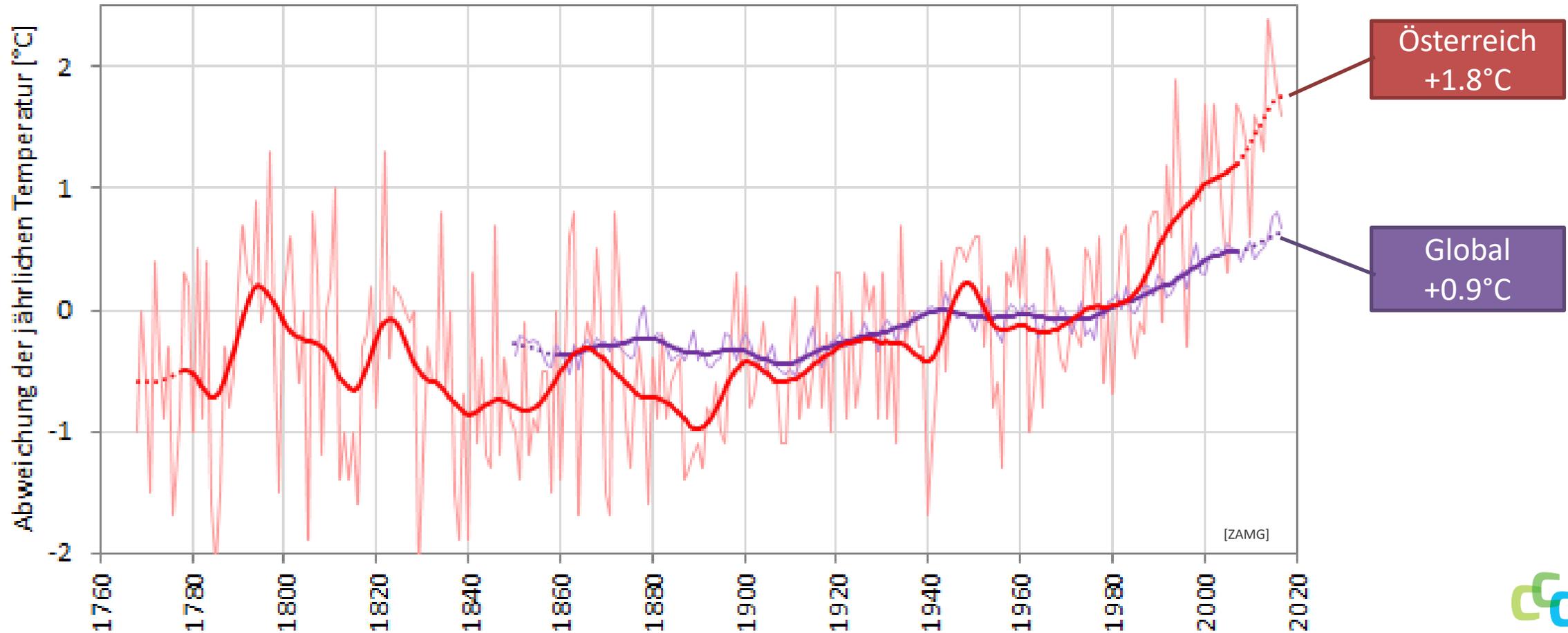
# Änderungen und Antriebe

Die letzten 2000 Jahre: mäßig kühle Völkerwanderungszeit,  
Weinbau im Mittelalter – Gletscherhöchststände in der Kleinen Eiszeit



# Änderungen und Antriebe

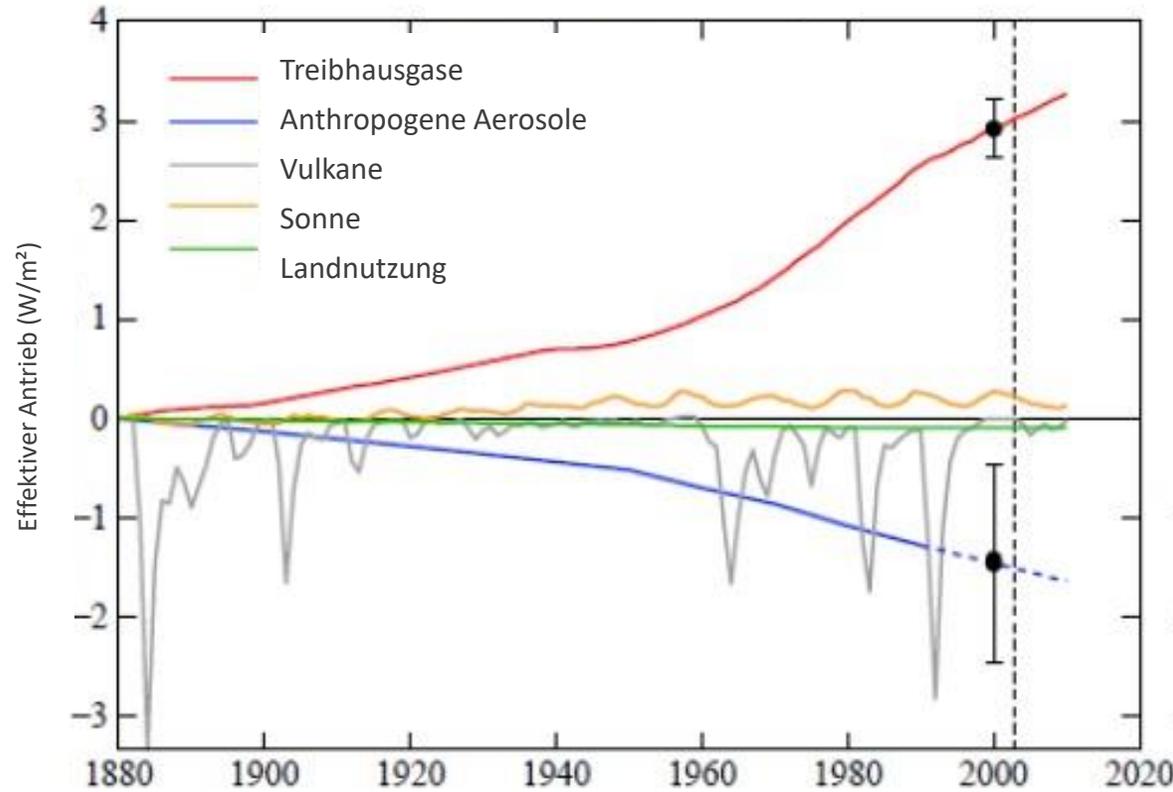
## Lufttemperatur Österreich und Global 1767-2018 (direkte Messungen)



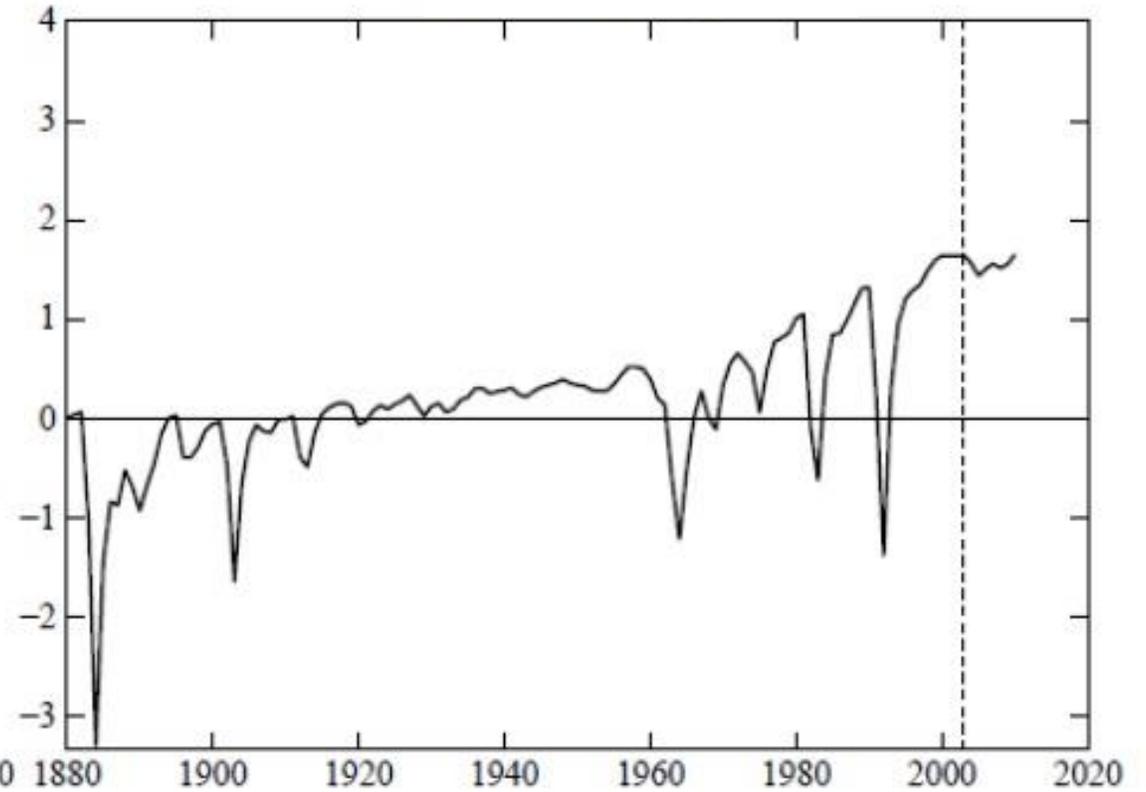
**Doppelt so starker Anstieg in Österreich vs. Global  
(Hauptgrund: Landflächen erwärmen sich schneller als Ozeane)**

# Welche Faktoren treiben Erwärmung an

a) Strahlungs-Antrieb

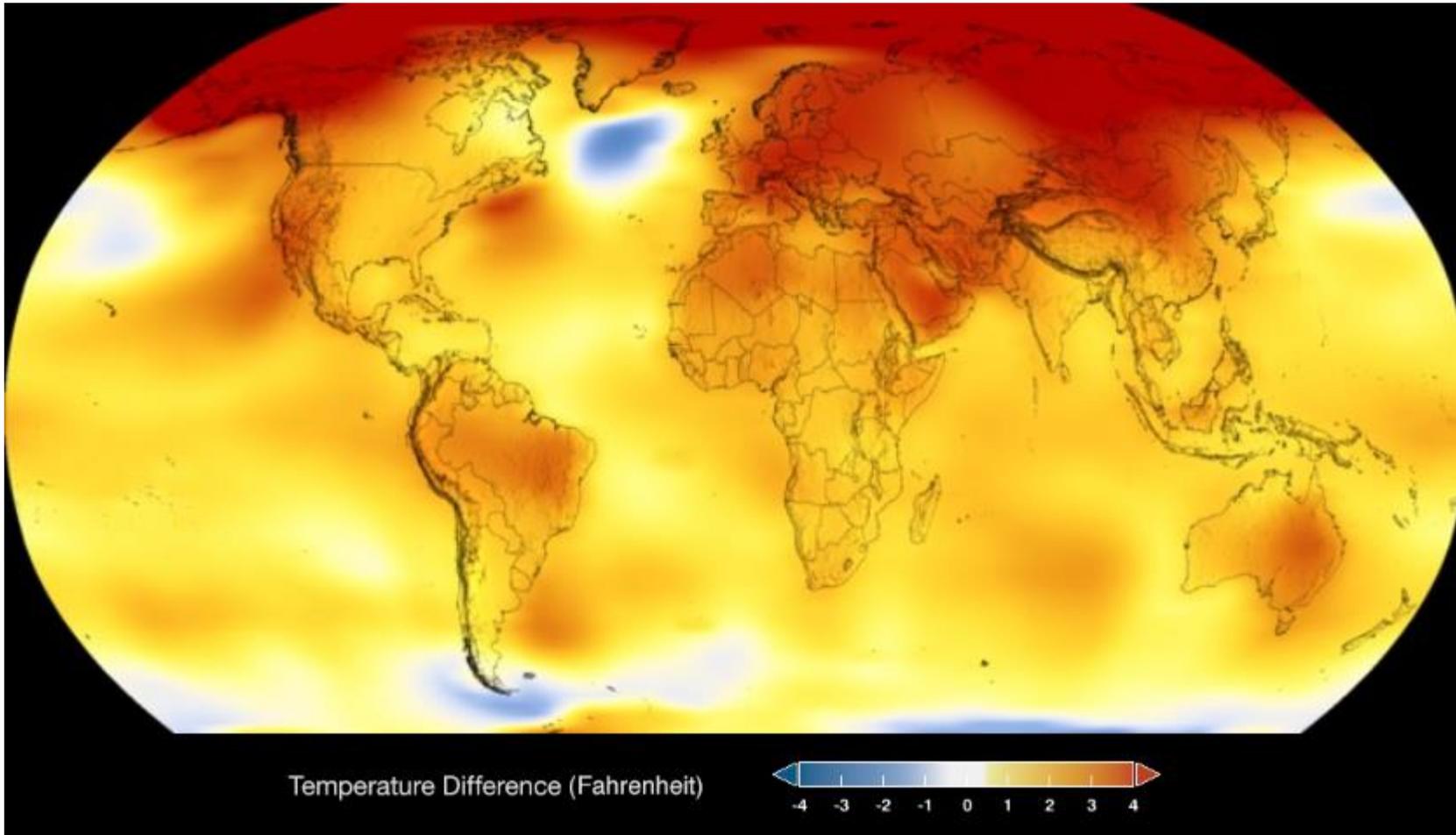


b) Netto-Antrieb



(Hansen et al. 2011)

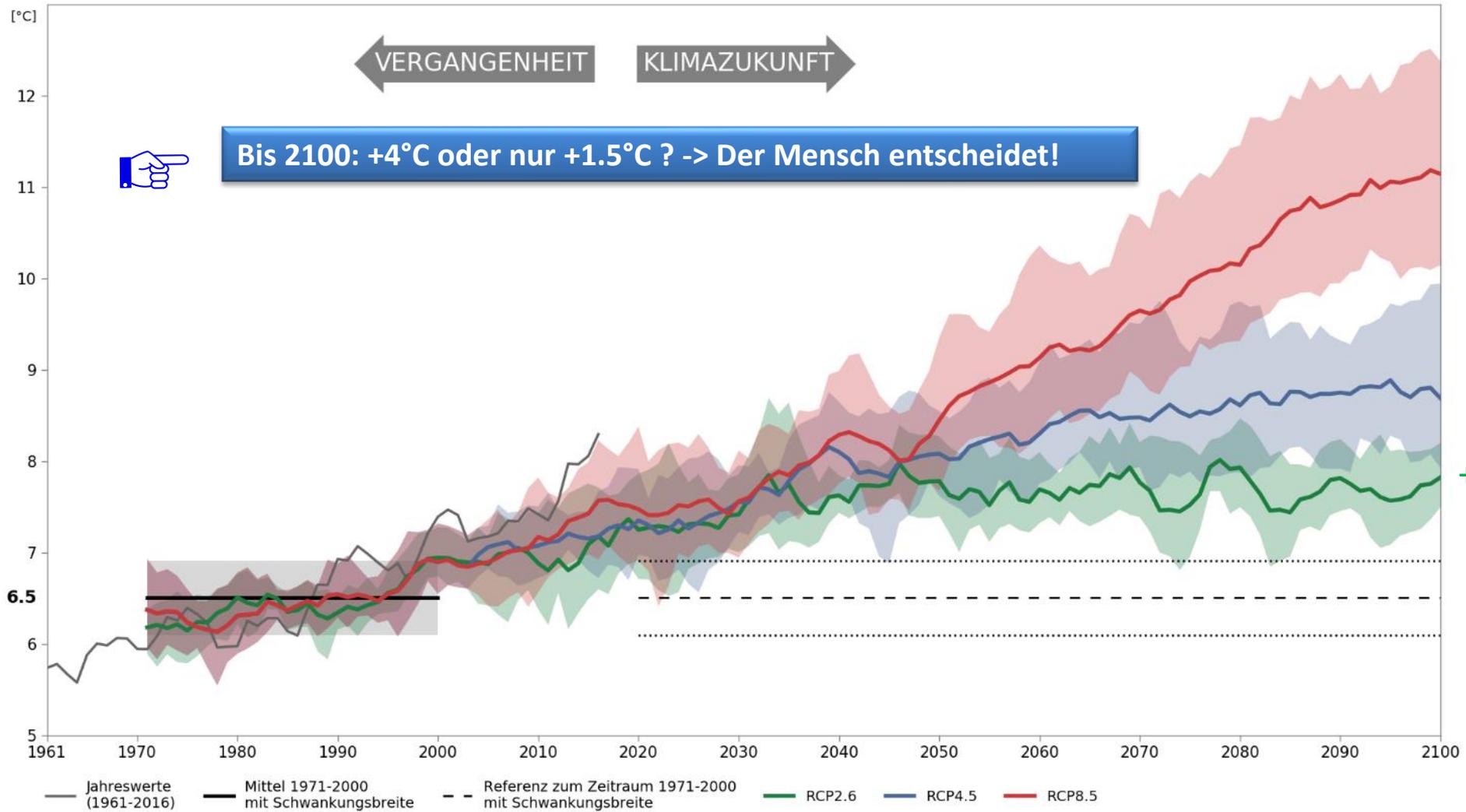
## Globale Temperaturabweichung im Jahresmittel 2018 (Quelle: NASA)



- Arktis erwärmt sich schneller (Einfluss auf globale Zirkulation)
- Landflächen stärker betroffen als Ozeane
- Abkühlung N-Atlantik (Golfstrom „schwächt“)
- Mittel- und Nordeuropa erwärmt sich stärker als Mittelmeerraum

# Klimazukunft – Veränderungen bis 2100

## Temperaturentwicklung Österreich – Vergangenheit und Zukunft



+4°C: „Worst-Case Szenario“

+1.5°C: „Paris-Ziel“

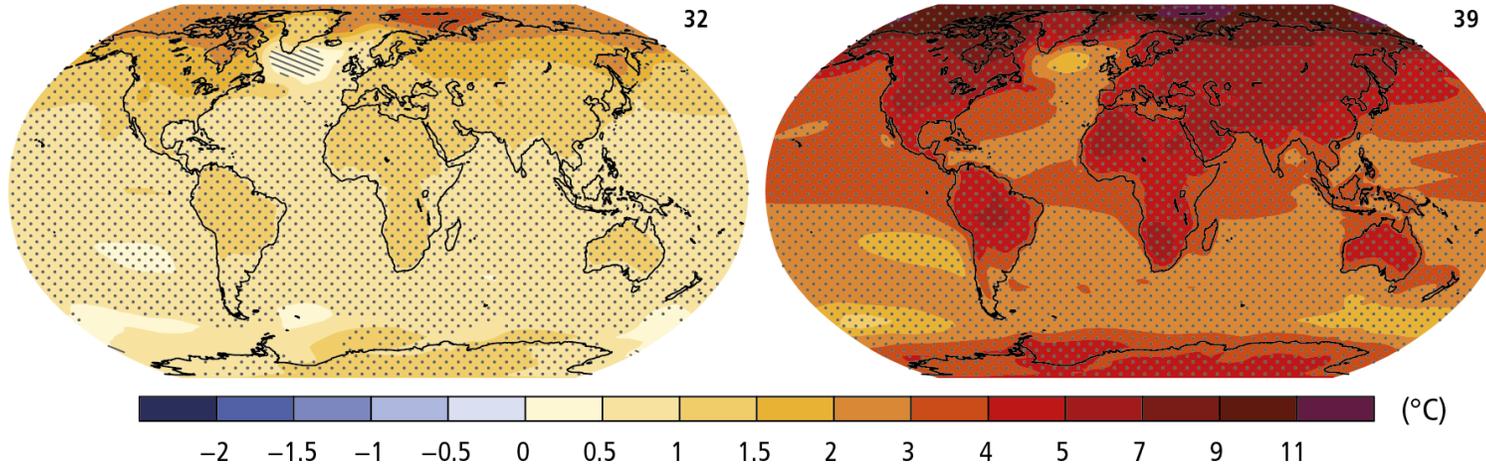
# Klimazukunft – Veränderungen bis 2100

Paris-Ziel

„Worst-case Szenario“

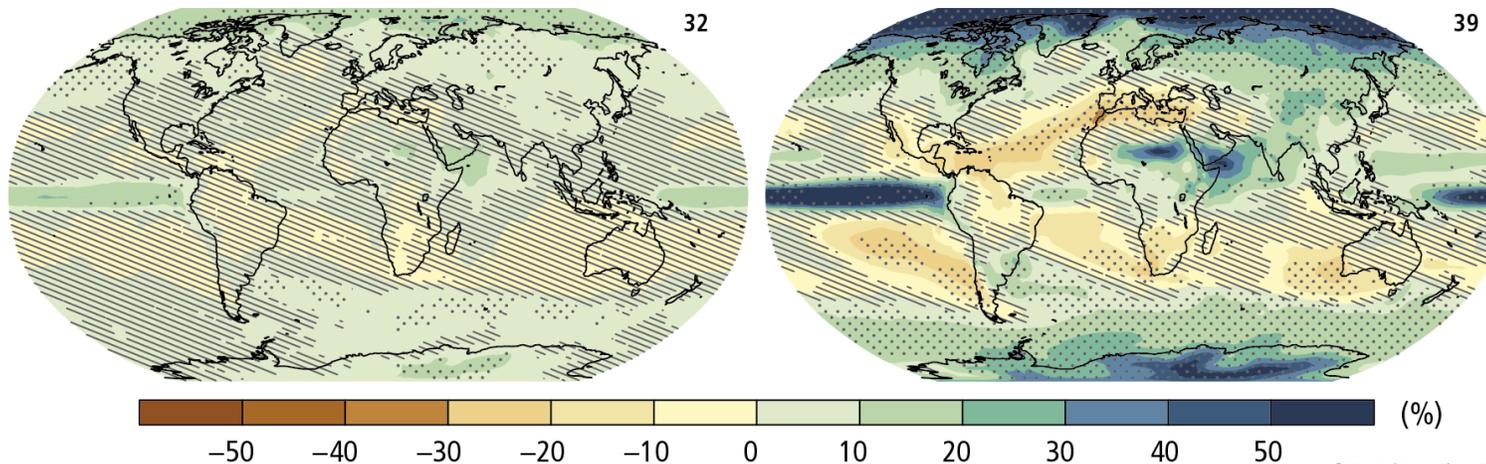
(a)

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



(b)

Change in average precipitation (1986–2005 to 2081–2100)



Änderungen Temperatur bis 2100

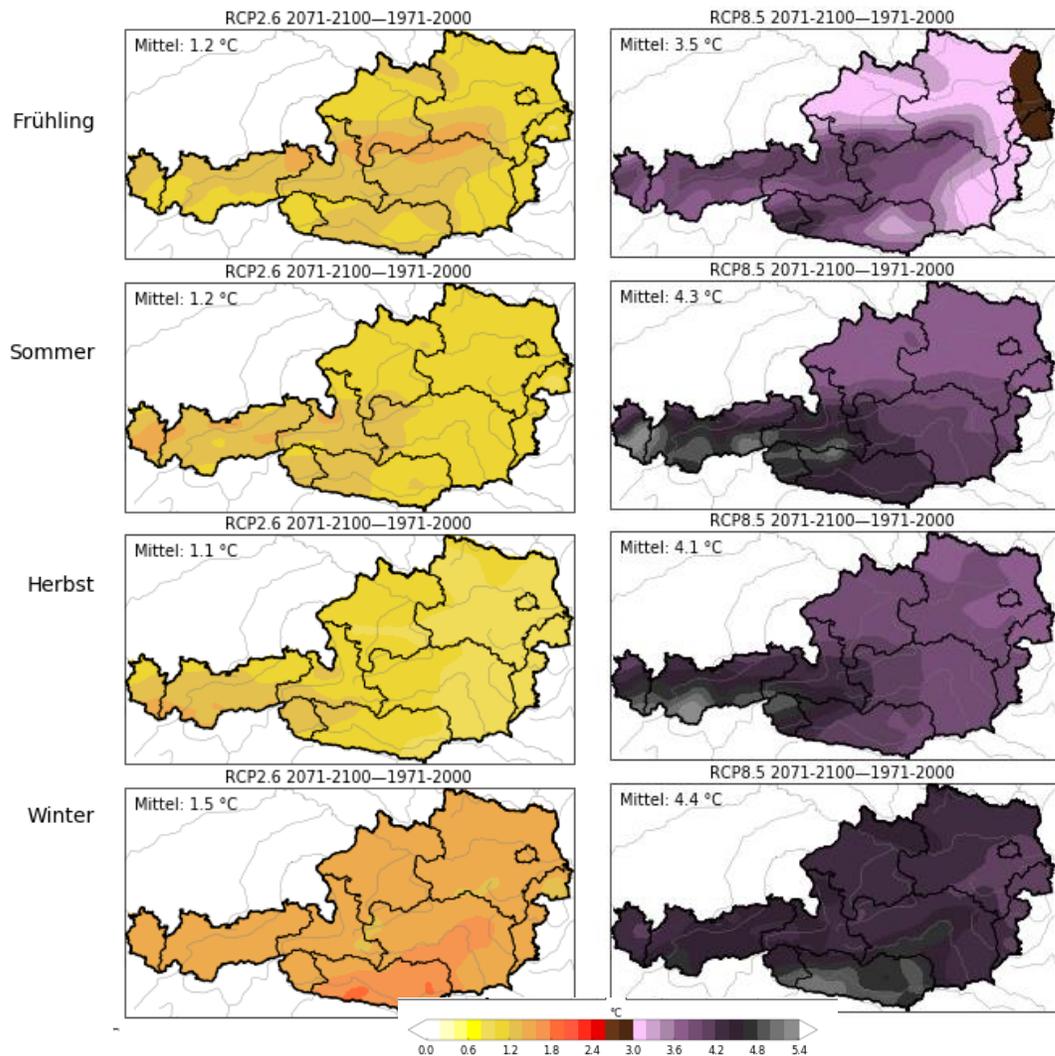
Änderungen Niederschlag bis 2100

# Auswirkungen - Global und in Österreich

## Temperaturänderung 2071-2100 vs. 1971-2000

„Paris Ziel“

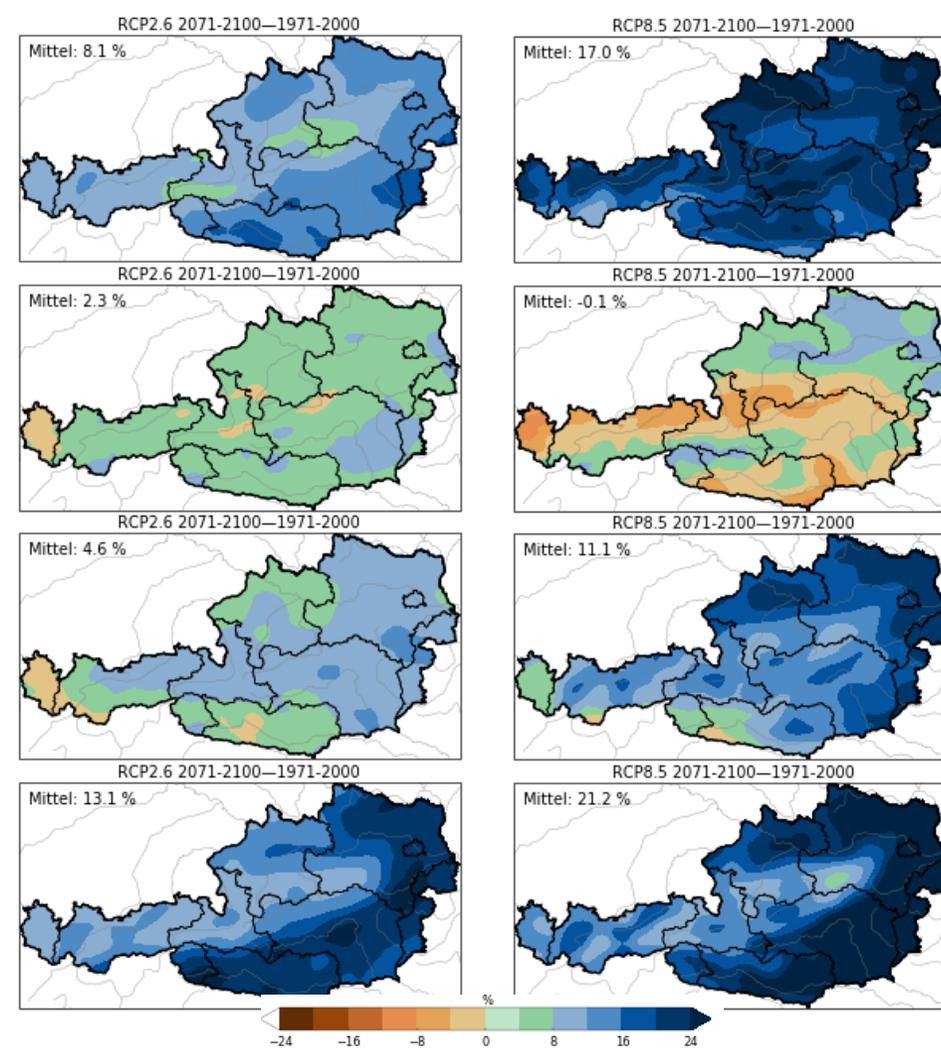
„Worst-Case Szenario“



## Niederschlagsänderung 2071-2100 vs. 1971-2000

„Paris Ziel“

„Worst-Case Szenario“

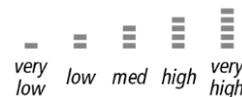




## Wichtigste Klimafolgen in Österreich und betroffene Gebiete/Sektoren:

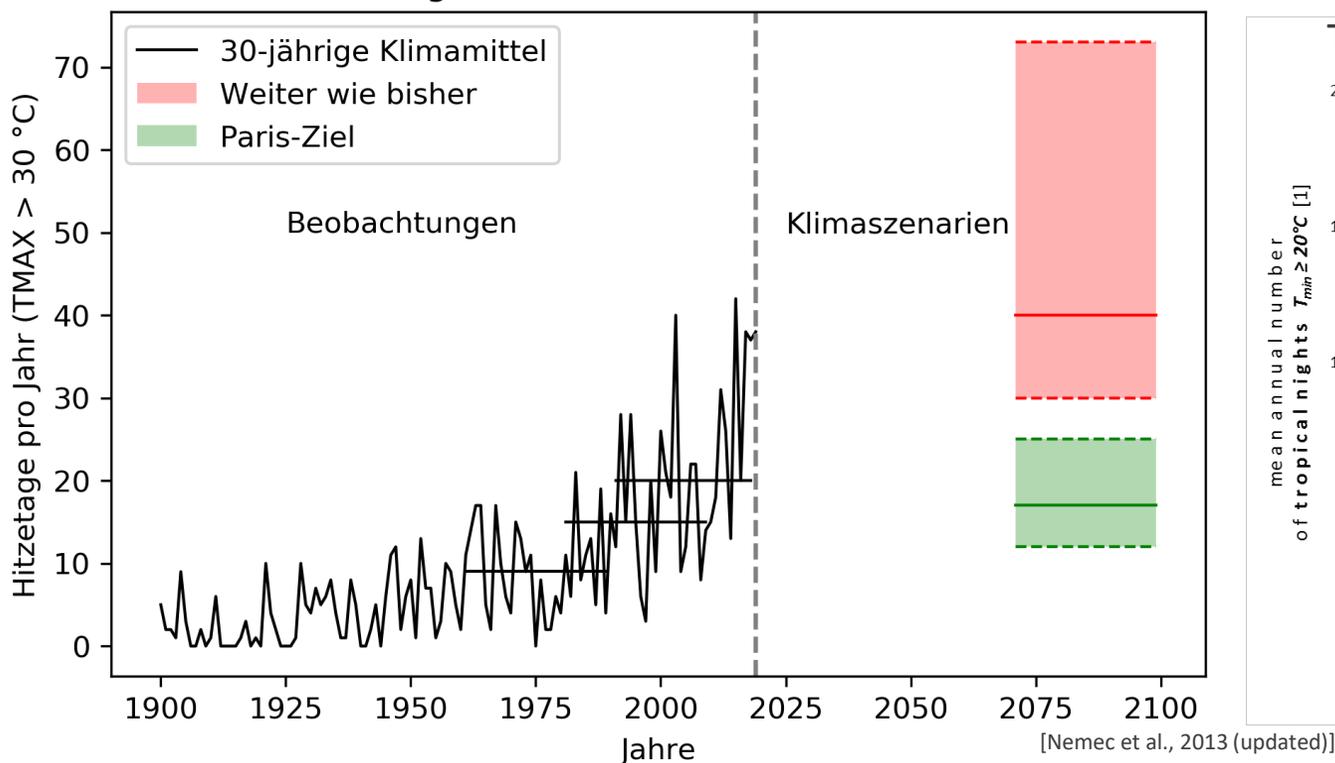
- **Hitze-/Kältebelastung für Menschen nimmt zu/ab** (mehr Heiße Tage und Tropennächte, weniger Frosttage):  
Flachland, Städte (Hitze), alle Höhenlagen (Frost)
- **Kryosphäre nimmt langfristig ab** (Schnee, Permafrost, Gletscher): Wintertourismus, Alpinismus, Hangrutschungen
- **Trockenheit/Dürre nimmt zu** (hauptsächlich durch erhöhte Verdunstung im Sommer): ins Besondere Flachland, Land- und Forstwirtschaft/Energieerzeugung/Transportwesen
- **Höheres Potential für lokale Starkniederschläge/Gewitter/Hagel/Sturmböen** (Transportwesen, Infrastruktur)
- **Naturgefahren:** höhere Waldbrandgefahr, höheres Potential Hangrutschungen/Muren
- Anzeichen für **erhöhte Persistenz** (Andauer) von Wetterlagen (extremere Ereignisse)

level of confidence  
„Belastbarkeit“



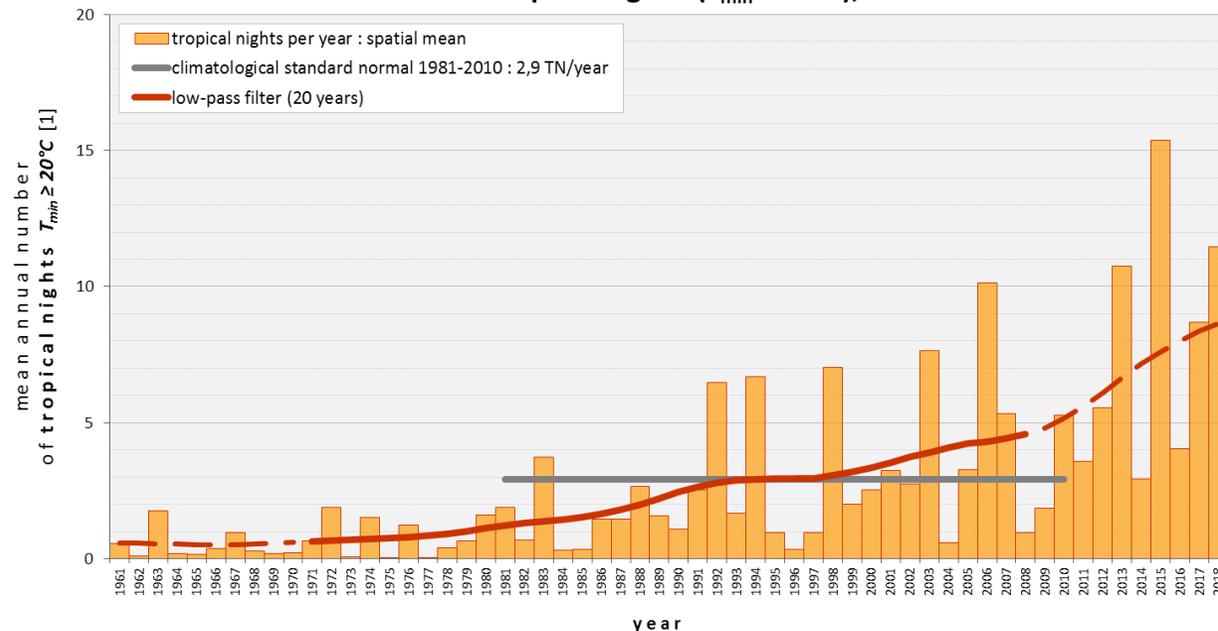
# Auswirkungen - Global und in Österreich

Hitzetage Wien Hohe Warte 1900 - 2100



## Tropennächte

Tropical Nights ( $T_{min} \geq 20\text{ °C}$ ), Vienna 1961-2018



Szenarien Tropennächte 2071-2100 :  
 „Weiter wie bisher“: + 24 (+17 bis +58)  
 „Paris-Ziel“: + 4 (+2 bis +7)

- Mehr, längere und heißere Hitzewellen
- Wärmere Nächte

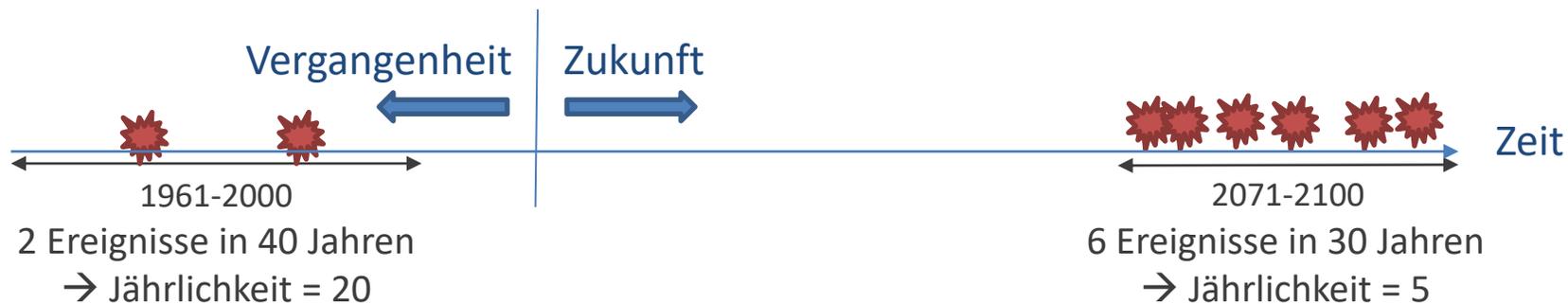
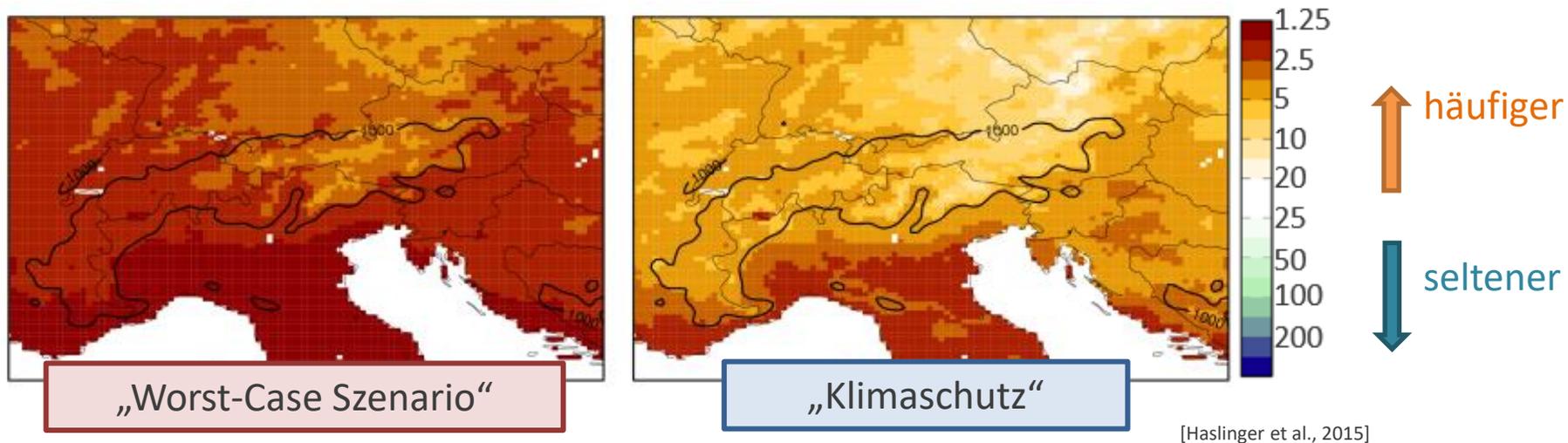
Klimarisiko mit größter Gesundheitsauswirkung (Sterblichkeit, Produktivität, Wohlbefinden) [SR Health, Haas et al., 2018]

Ohne Klimaschutz wird ein Sommer wie 2018/19 am Ende des Jahrhunderts zu einem mittleren Sommer.



# Auswirkungen - Global und in Österreich

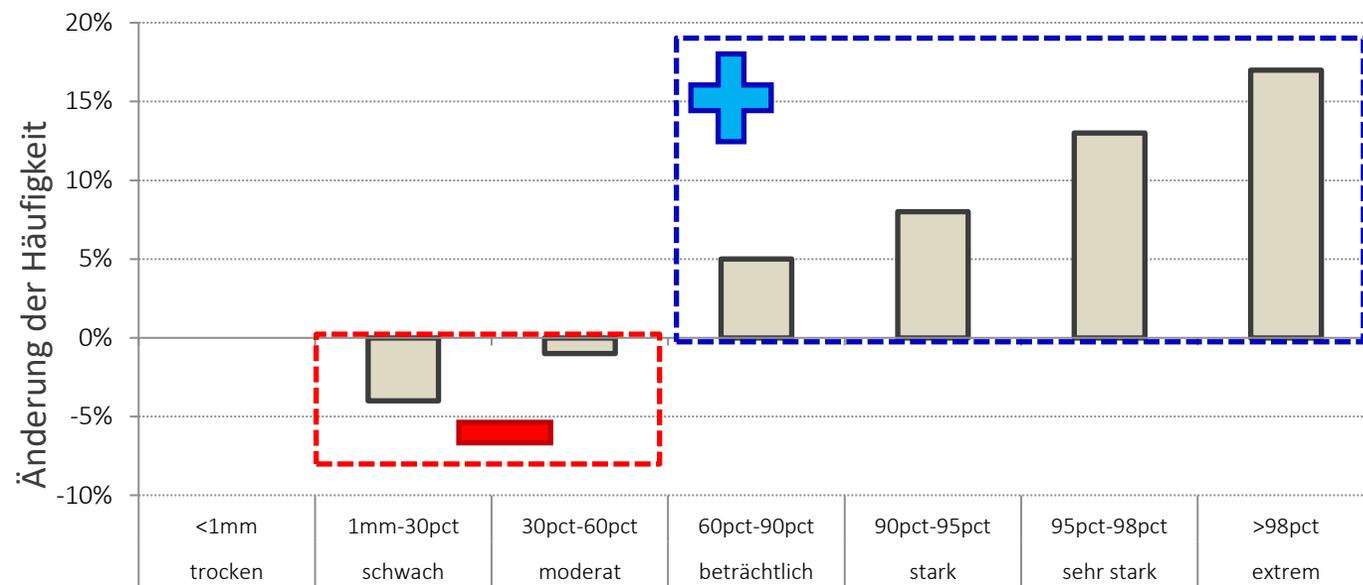
Änderung Jährlichkeit extremes Dürreereignis 2071-2100 vs. 1961-2000 im Alpenraum



Erwärmung treibt die Verdunstung an, Bodenfeuchte nimmt ab.

# Auswirkungen - Global und in Österreich

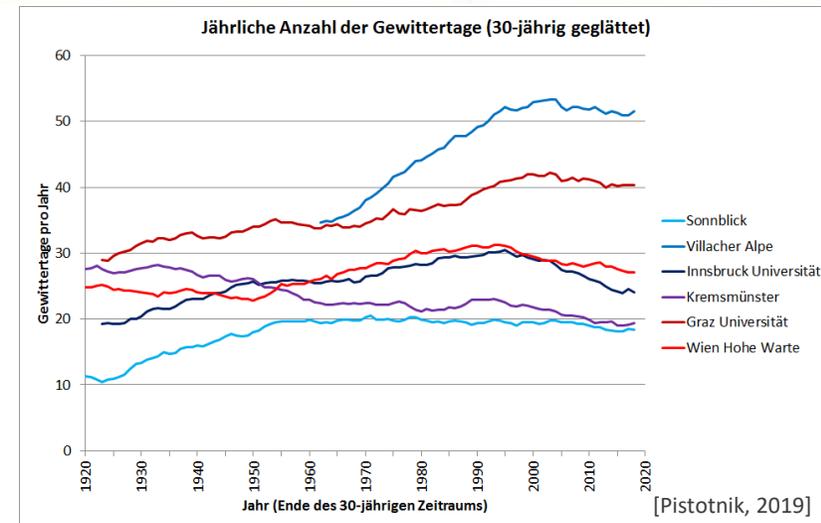
Die Niederschlags-Charakteristik hat sich in den letzten 30 Jahren in Österreich verändert



[Chimani et al., 2016]

Schwache bis Moderate Tagesniederschlagssummen

Beträchtliche bis Extreme Tagesniederschlagssummen



[Pistotnik, 2019]

## Beobachtete Gewittertage (1920-2018)

- Tendenzuell leichte Zunahme
- Aber Schwankungen und keine einheitlichen Signale



[Foto: Pistotnik/]



Deutliche Zunahme extremer Wetterereignisse in 2. Hälfte Jahrhundert ohne Klimaschutz

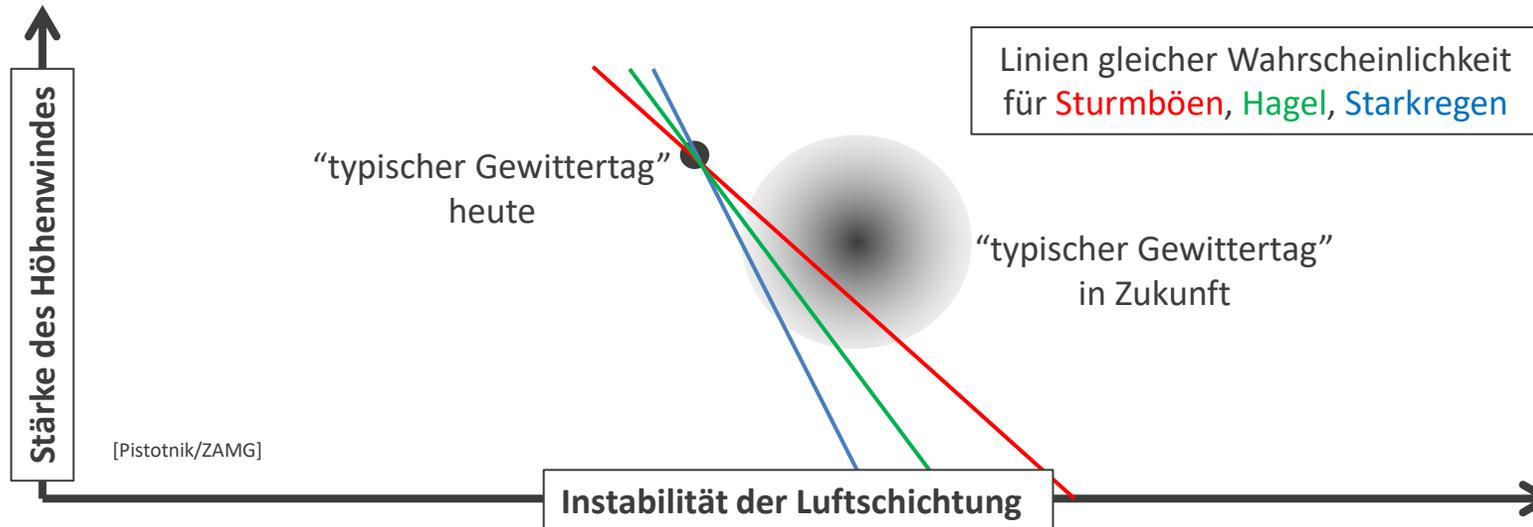
# Auswirkungen - Global und in Österreich

## Klimawandel bedeutet (im Mittel):

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

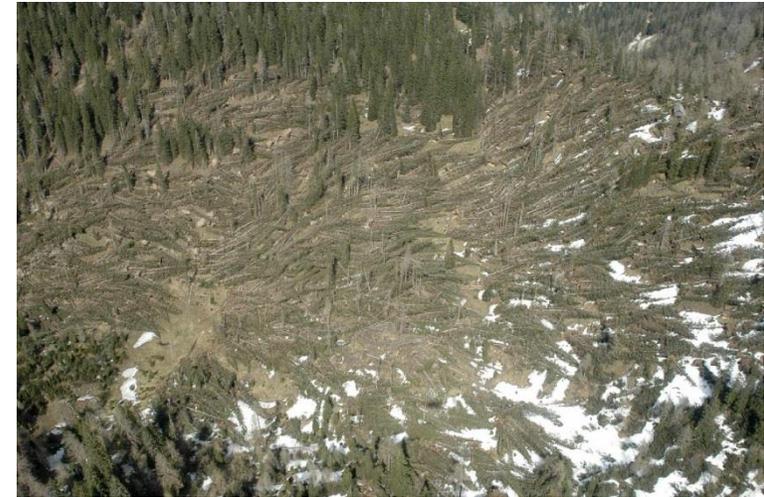
## „Übersetzung“ in Bedingungen für Unwetter-Phänomene:

- **Sturmböen** und **Hagel**: Zunahme wahrscheinlich
- **Starkregen**: Zunahme so gut wie sicher (ca. 10% Verstärkung der Intensität pro Grad T-Zunahme)



# Zunahme Extremer Wetterereignisse

- Die **Zunahme extremer Wetterereignisse** ist eine große Herausforderung für den Zivilschutz und die Einsatzkräfte
- Prognosen, Warnsysteme und Infrastrukturen müssen zeitgerecht an die **neue Bedrohungslage** adaptiert werden
- „**Ein Unglück kommt selten allein**“ – Multi-Hazard Ansätze, „Defence in Depth“, Auswirkungsorientierte Warnsysteme (z.B.: Regen und Schneeschmelze – Überschwemmung – Dambruch – Stromausfälle – Unfälle)



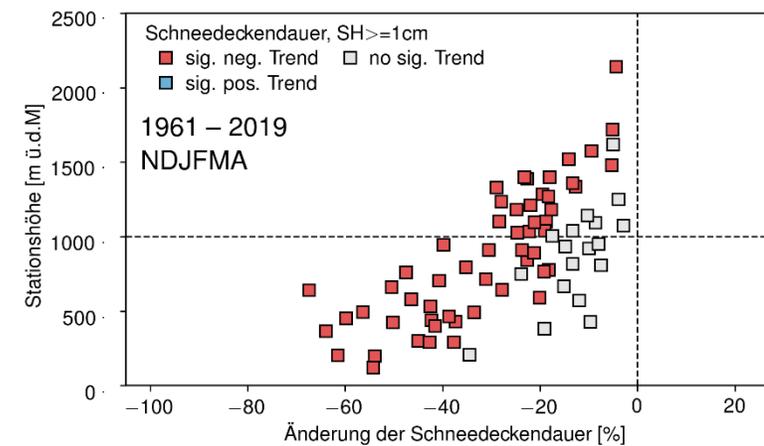
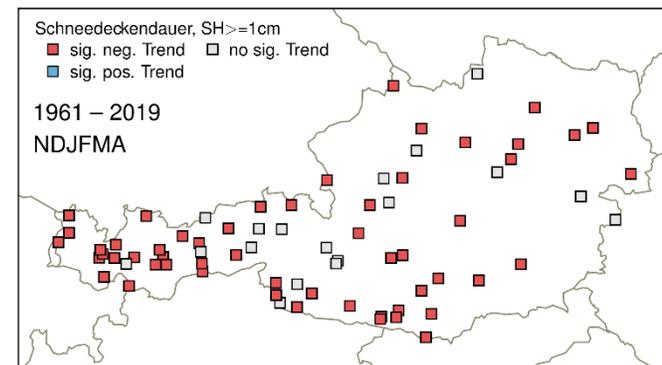
# Auswirkungen - Global und in Österreich

## Die Gletscher schmelzen großflächig



Die österr. Gletscher haben 56% ihrer Fläche seit 1850 verloren.

## Die Schneedecke nimmt ab



[Olefs et al., 2019]

Schneedeckendauer 1961-2019: -20 bis -60 %  
(unterhalb 1000 m a.s.l.)

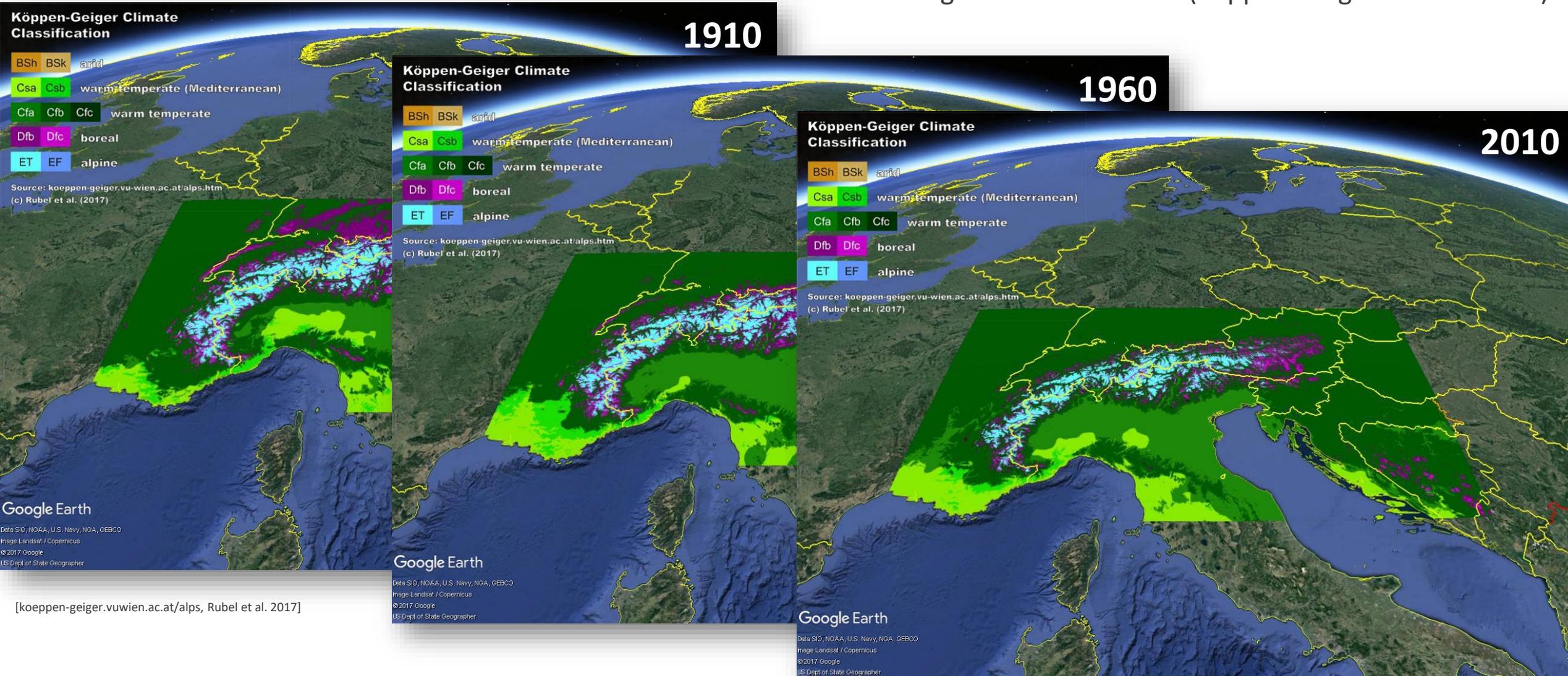
# Auftauen der Permafrostböden – Gefahr für die Infrastruktur

- Das Auftauen der Permafrostböden gefährdet die Stabilität unserer Berge
- Erdbeben sind eine Gefahr für die gesamte Infrastruktur im Alpenbereich
- Die Gefahr kann Jahrzehnte bis Jahrhunderte nach Ende der Vergletscherung anhalten



# Veränderung Klima- und Vegetationszonen

## Veränderungen von Klimazonen (Köppen-Geiger Klassifikation)



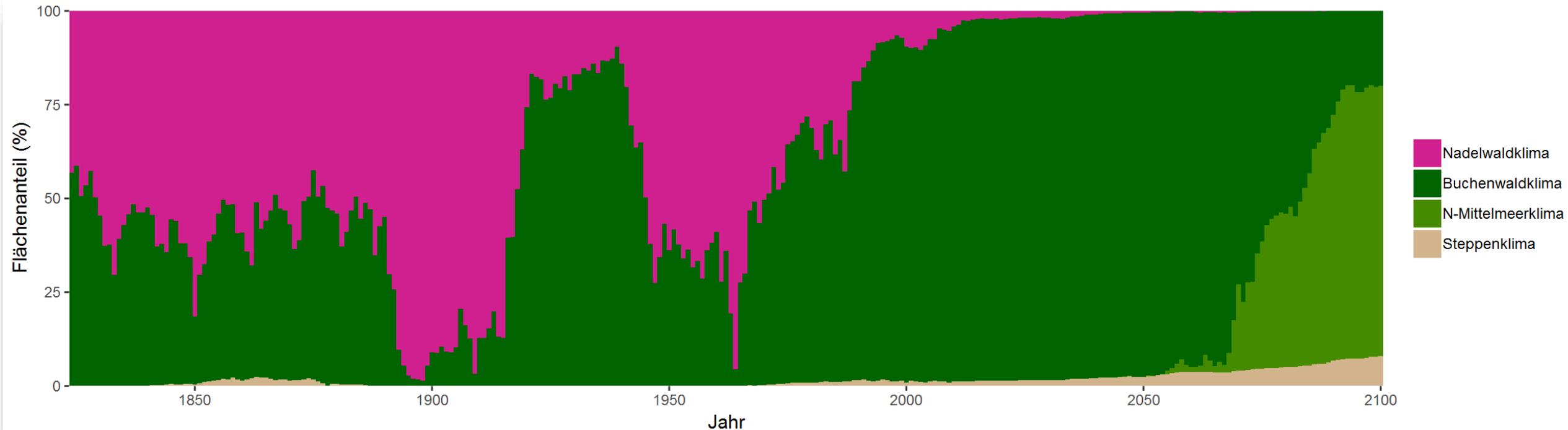
# Auswirkungen der Erwärmung auf Niederösterreich

- Änderung der Köppen-Geiger Klimaklassen in Niederösterreich

## „Klimaschutzszenario“



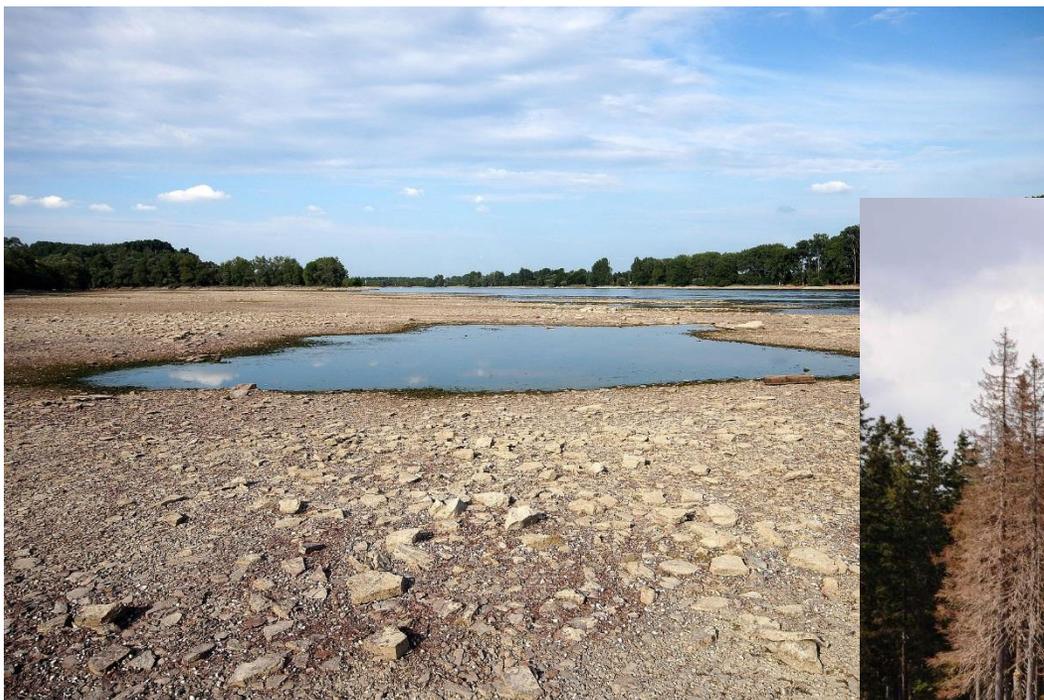
## „Worst-Case Szenario“



- Nadelwaldklima
- Buchenwaldklima
- N-Mittelmeerklima
- Steppenklima

# Herausforderung für Land- und Forstwirtschaft

- Hitze und Trockenheit führen vermehrt zu Problemen in Land- und Forstwirtschaft (z.B. Fichtensterben im Waldviertel)
- Eine Anpassung an den Klimawandel ist dringend erforderlich



# CCCA Aktivitäten im Bereich Sachstandsberichte

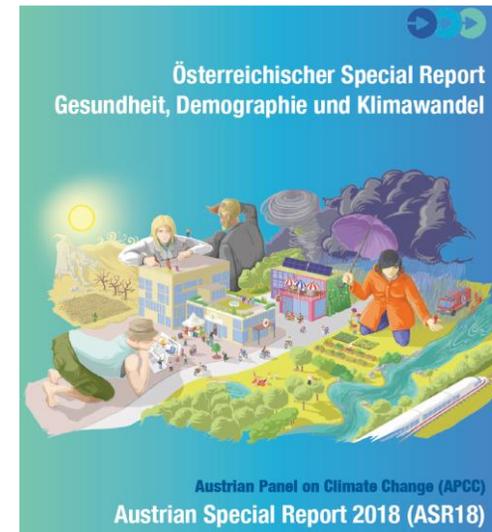
- CCCA unterstützt österreichische AutorInnen für „Assessment Reports“ (Sachstandsberichte) des **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**
  - IPCC Assessment Reports (bisher 5 Reports, Report AR6 kommt 2021)
  - IPCC Special Reports



# CCCA Aktivitäten im Bereich Sachstandsberichte

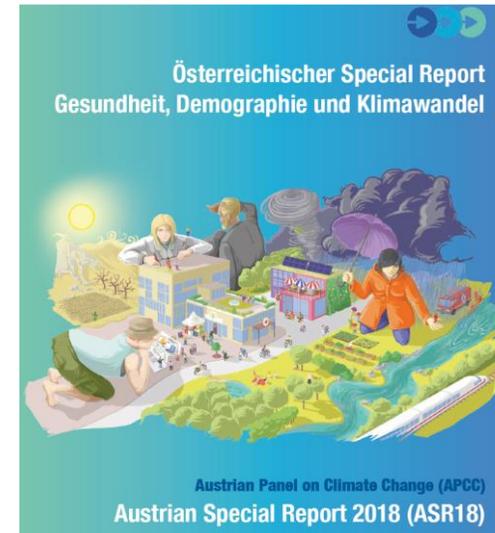
Unter der Trägerschaft des CCCA wurde das "Austrian Panel on Climate Change" (APCC) eingerichtet.

- Sachstandsbericht 2014
- APCC Special Reports
  - Special Report Gesundheit, Demographie und Klimawandel (Herbst 2018)
  - Special Report Tourismus und Klimawandel in Österreich (geplante Veröffentlichung: Frühjahr 2020)
  - Special Report Landnutzung, Landmanagement und Klimawandel (geplante Veröffentlichung: 2021)



# Wichtige Features der APCC Sachstandsberichte

- Austausch mit KLIEN bezüglich relevanter Themen
- Identifikation der relevanten Community(ies) im CCCA Kontext
- Standardisierter Prozess der Qualitätssicherung durch Kommentierung und Review
- Maximale Transparenz





- Die globale Erwärmung schreitet voran und beeinflusst zunehmend auch den Alpenraum
- Rasche Vermeidungs-Maßnahmen sind wichtig, wirken aber nur im globalen Kontext und mit einigen Jahrzehnten Zeitverzögerung
- Klimabedingte Risiken für die Bevölkerung und die Wirtschaft steigen permanent an
- Anpassungs- und Schutzmaßnahmen sind unvermeidlich. Sie müssen skalierbar sein und Kaskaden von Ereignissen mitberücksichtigen.