

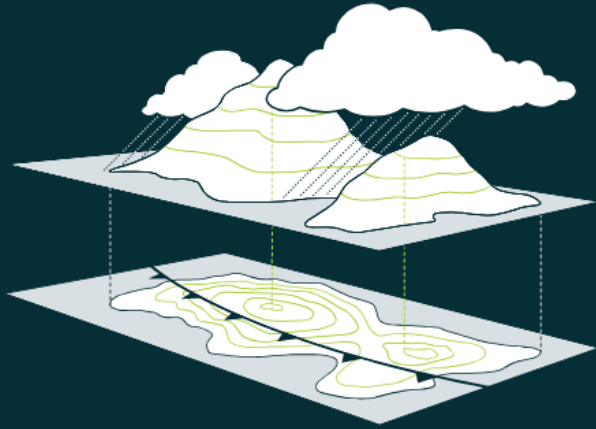
Wie sich unser Klima verändert und was das für Unternehmen bedeutet

Andreas Schaffhauser

Wissenschaftlicher Generaldirektor

andreas.schaffhauser@geosphere.at

24. Juni 2025



Geologie, Geophysik, Klimatologie und Meteorologie

Die GeoSphere Austria ist der nationale österreichische Dienst für Geologie, Geophysik, Klimatologie und Meteorologie. Sie leistet einen maßgeblichen Beitrag zur Stärkung der gesamtsstaatlichen Resilienz und Krisenfestigkeit und sichert die geologischen, geophysikalischen, klimatologischen und meteorologischen Grundlagen für Leben und Wirtschaft in Österreich.

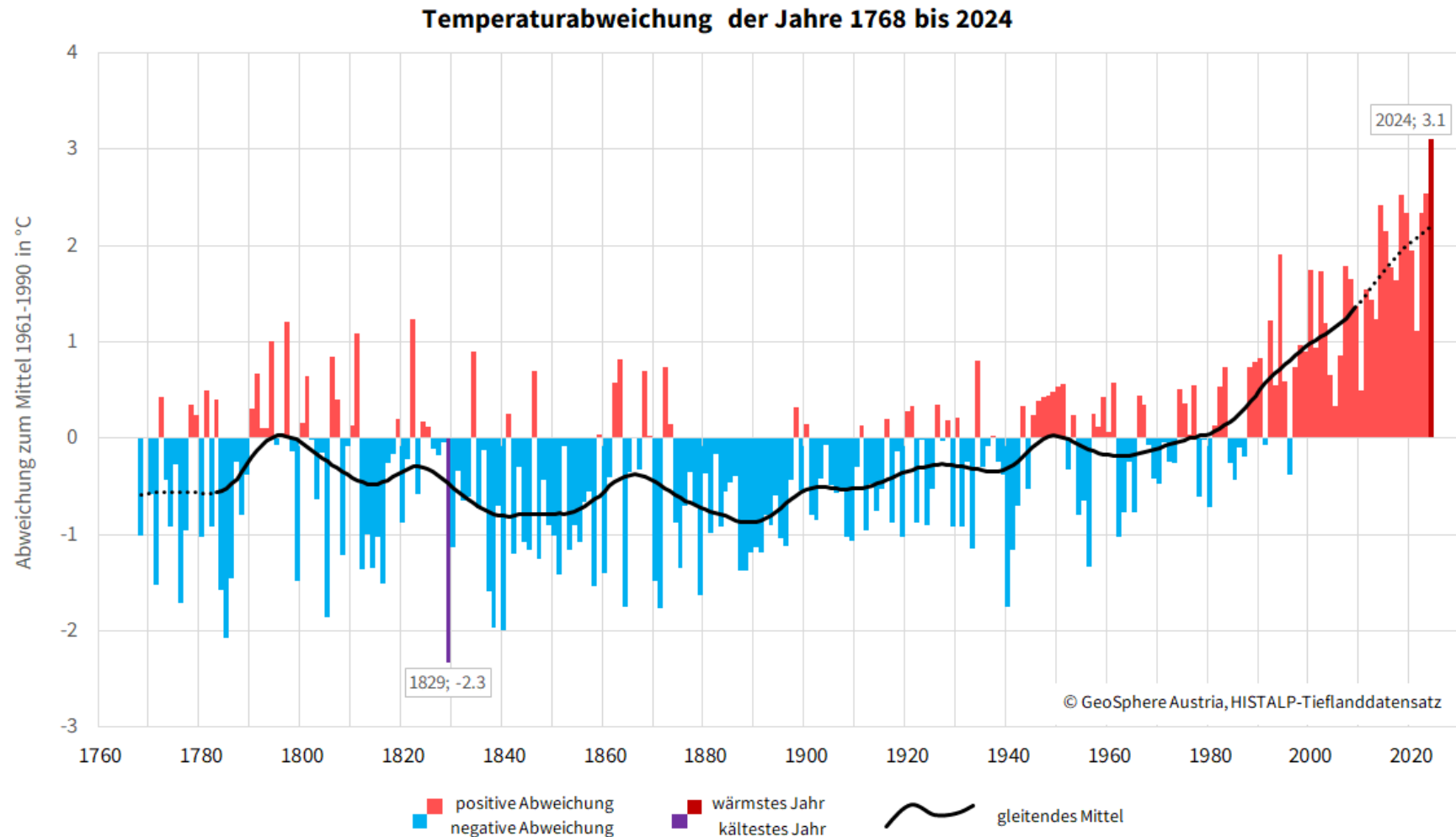
zur **Sicherung** der geologischen, geophysikalischen, klimatologischen und meteorologischen **Lebens- und Wirtschaftsgrundlagen Österreichs**, zum vorsorgebasierten **Umgang mit dem Klimawandel** und dessen Folgen sowie zur **nachhaltigen Entwicklung Österreichs**.

Die **GeoSphere Austria deckt inhaltlich alle Sphären** ab – von der Erdkruste über die Erdoberfläche, dem Wetter bis hinaus zum Rand der Atmosphäre.

Alles aus einer Hand.

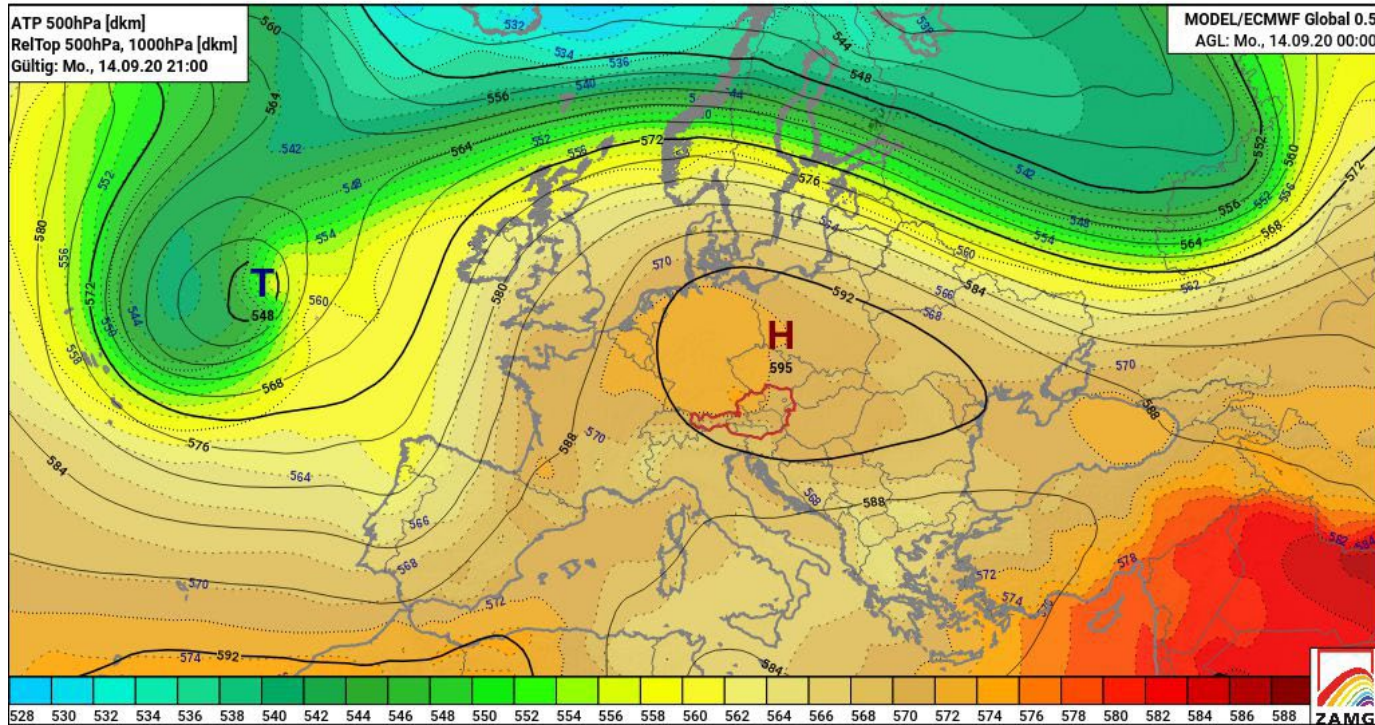
Der große Rahmen ... die Erwärmung

In den 1990ern hat's begonnen

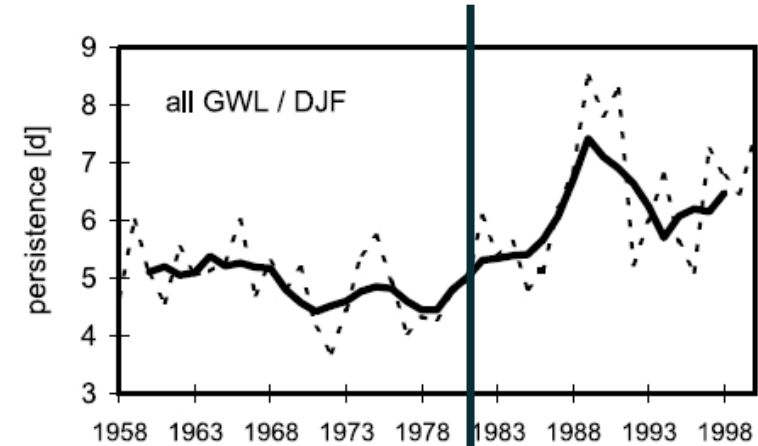


Der große Rahmen ... die großräumigen Strömungen

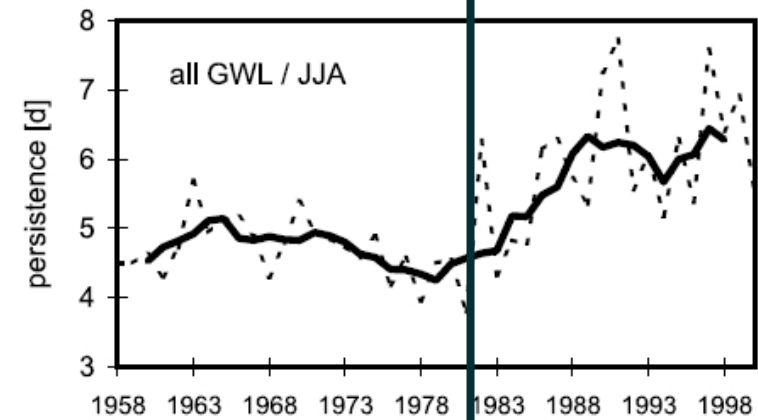
Typische Strömungsmuster ändern sich, die Persistenz nimmt zu.



Großwetterlagen



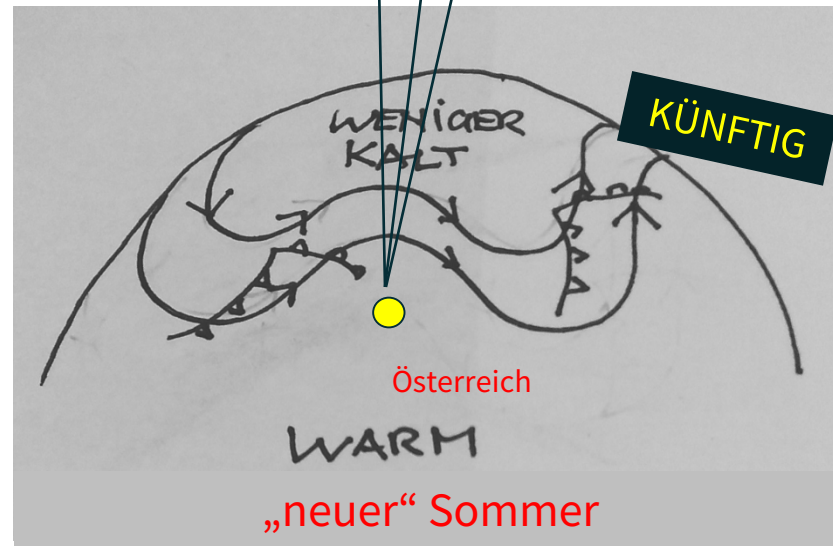
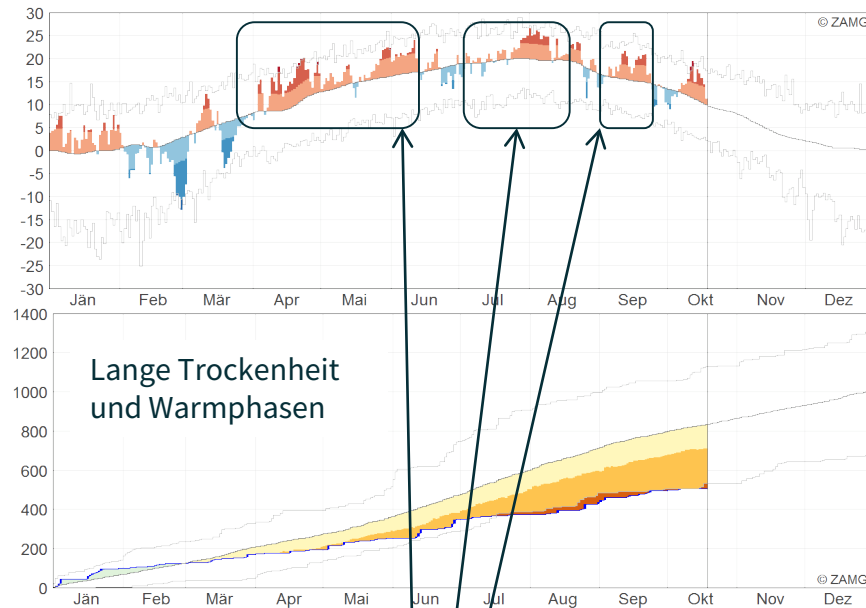
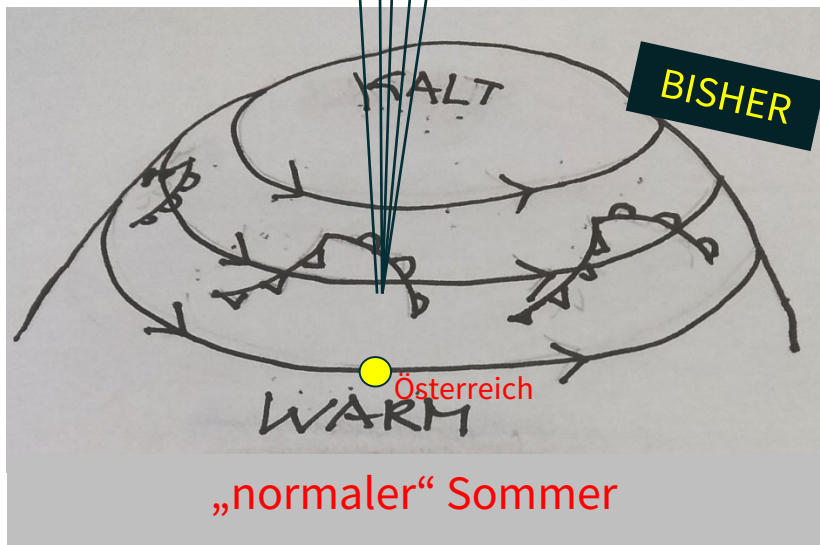
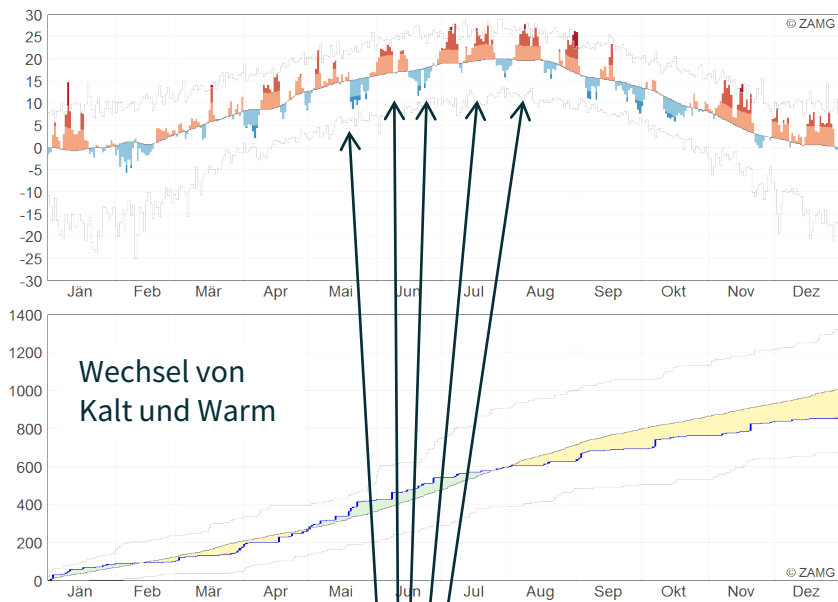
Winter



Sommer

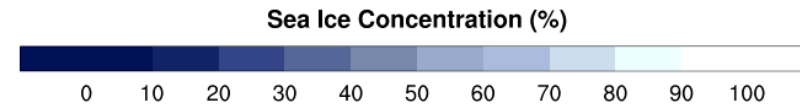
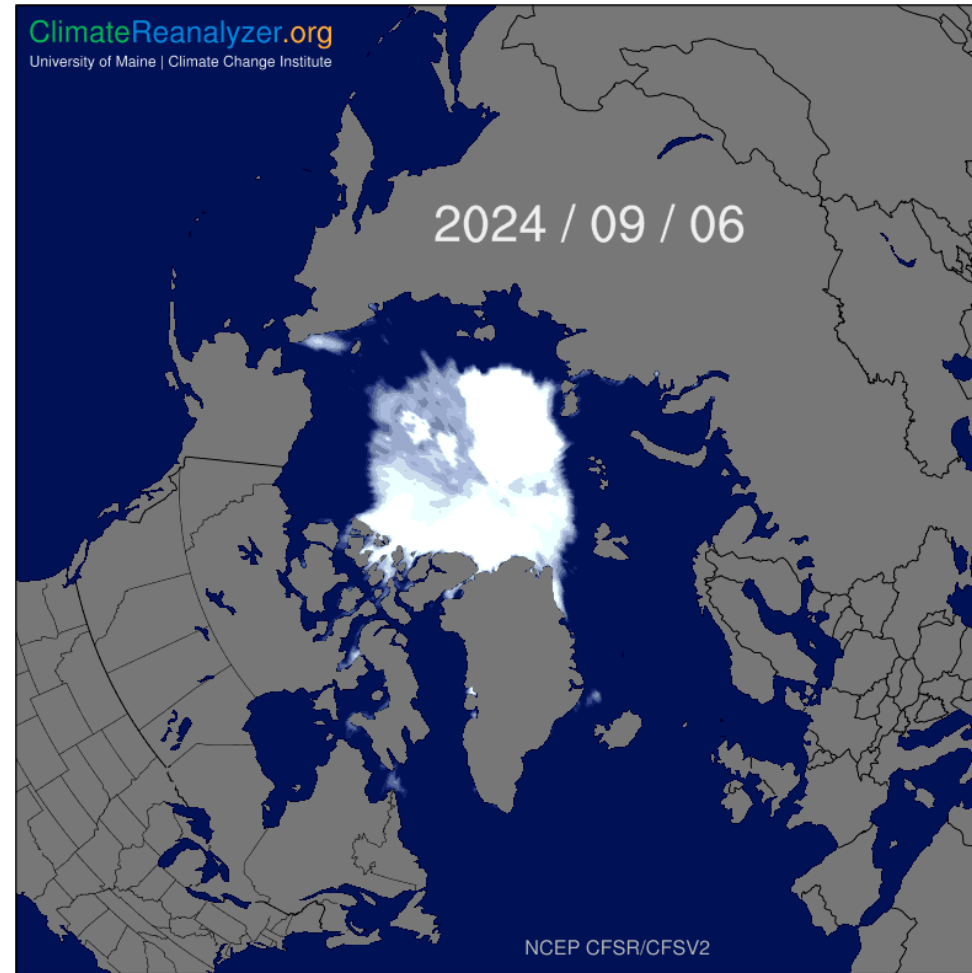
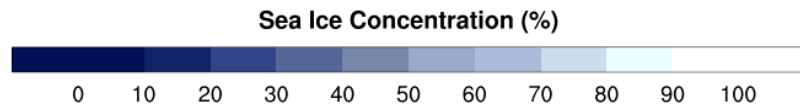
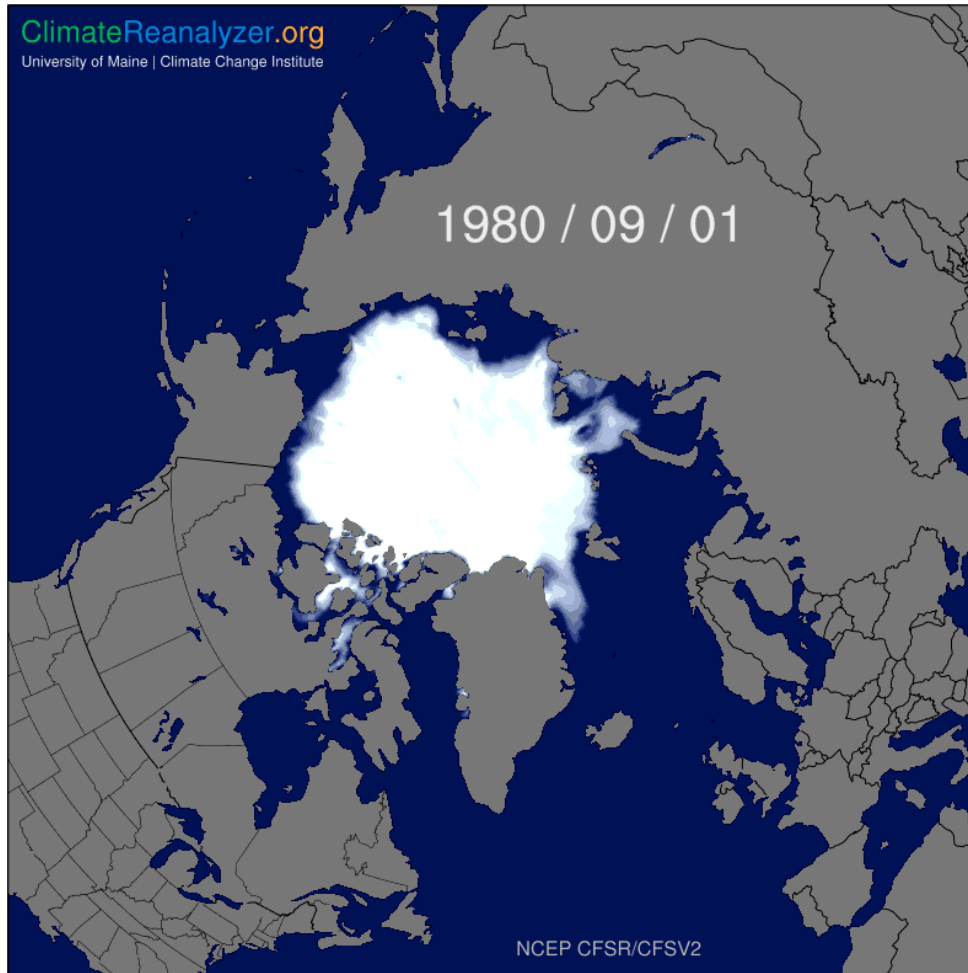
Quelle: GeoSphere Austria

Was passiert im Sommer? ... Westwindband ... großräumige Strömung verändert

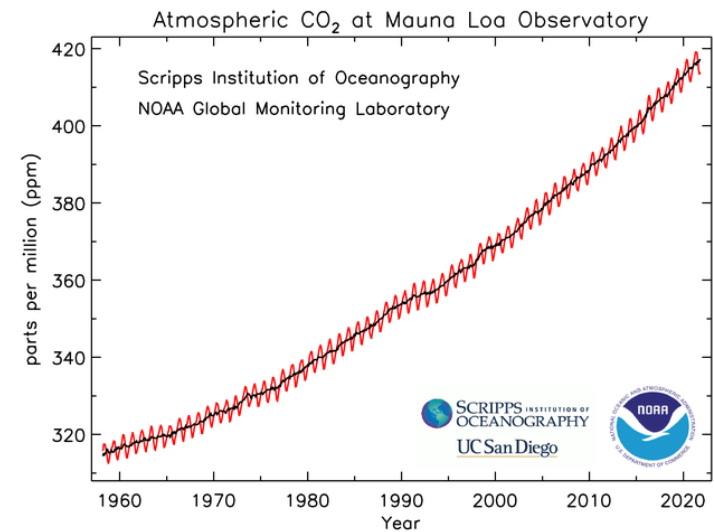
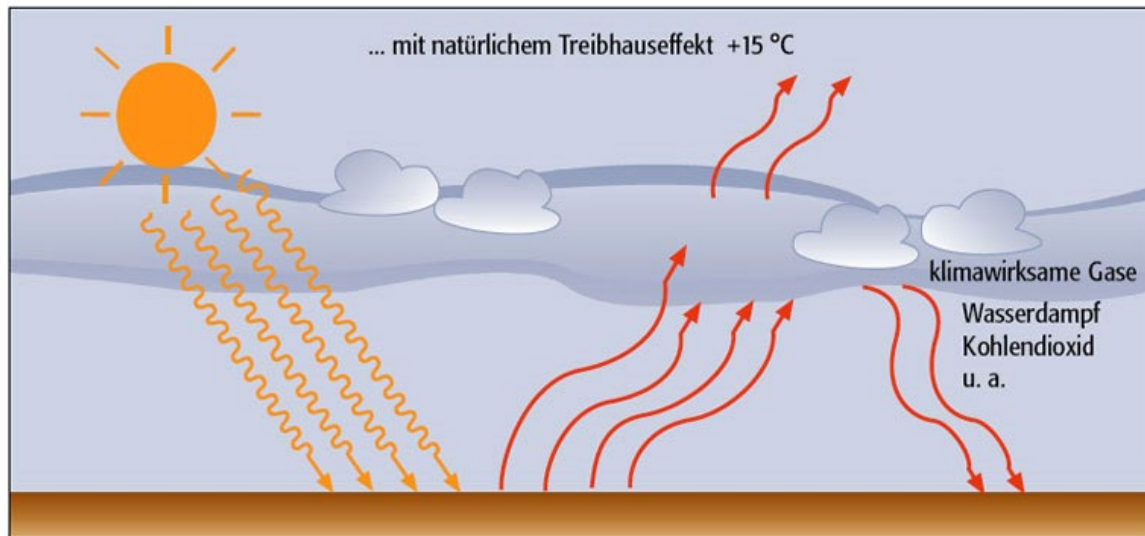
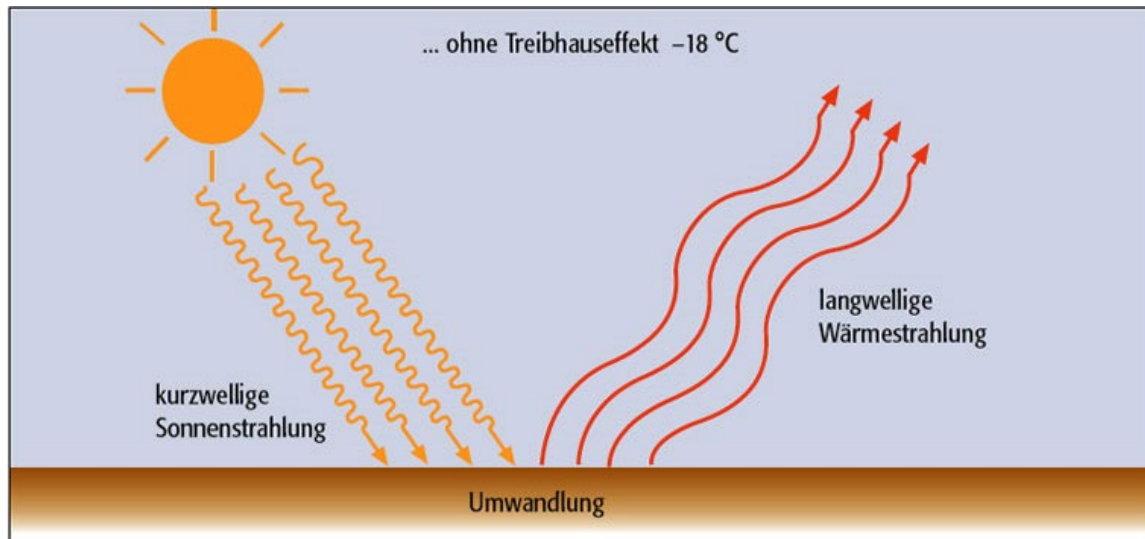


Auch im Winter wird die Westwindzone schwächer – kann leichter „aufbrechen“!

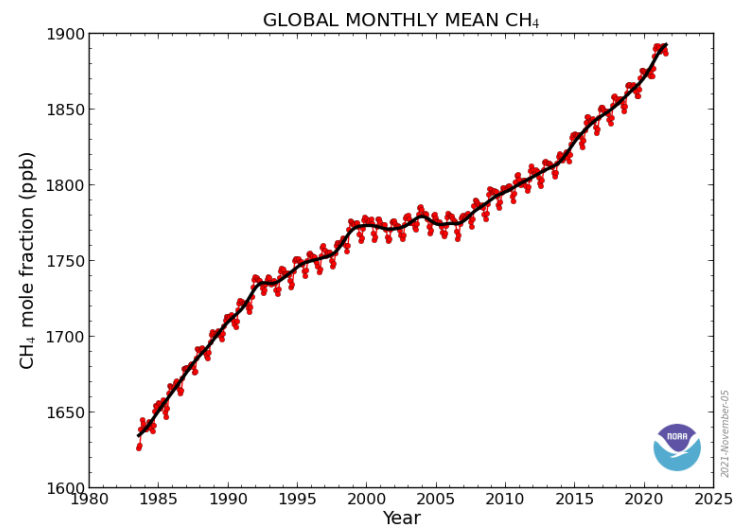
Markante und nachhaltige Änderung!



Der Treibhauseffekt und seine Auswirkungen



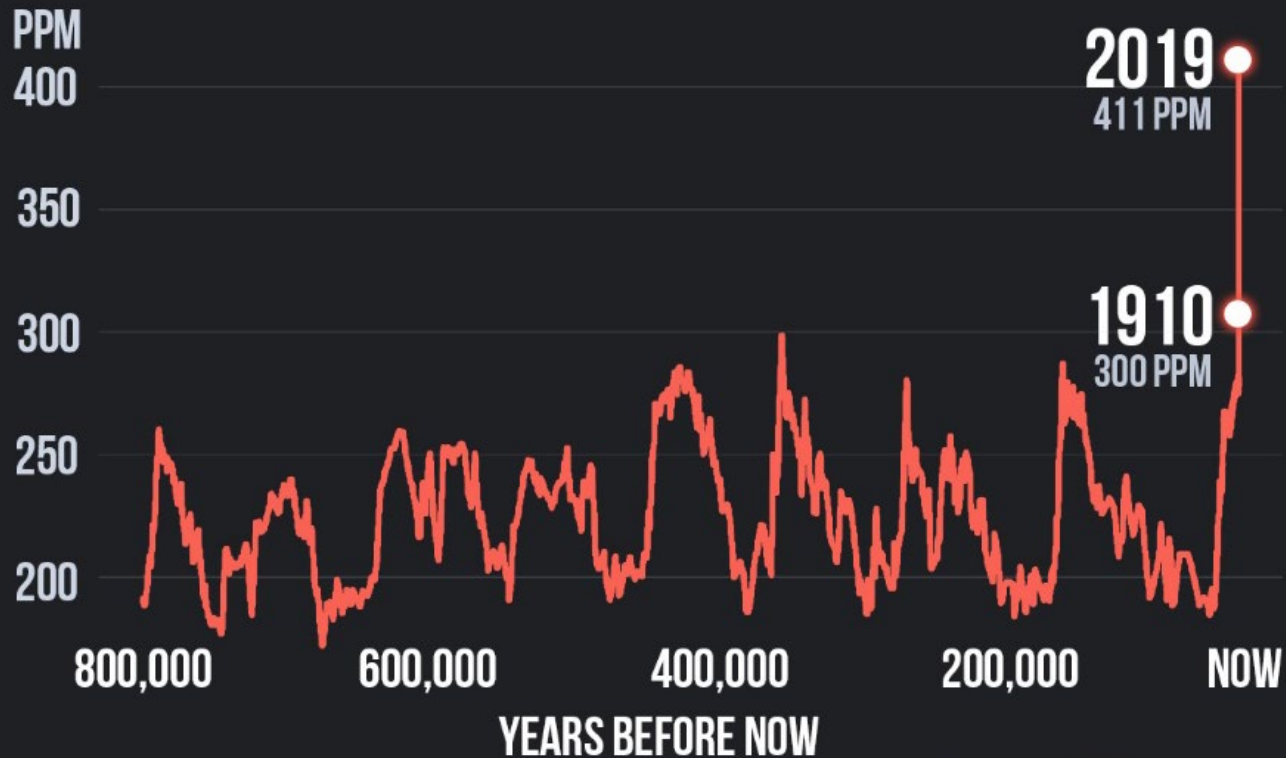
Kohlendioxid



Methan

Der CO₂ Gehalt der Atmosphäre hat schwindelerregende Höhen erreicht

CHANGING OUR ATMOSPHERE 800,000 Years of Carbon Dioxide

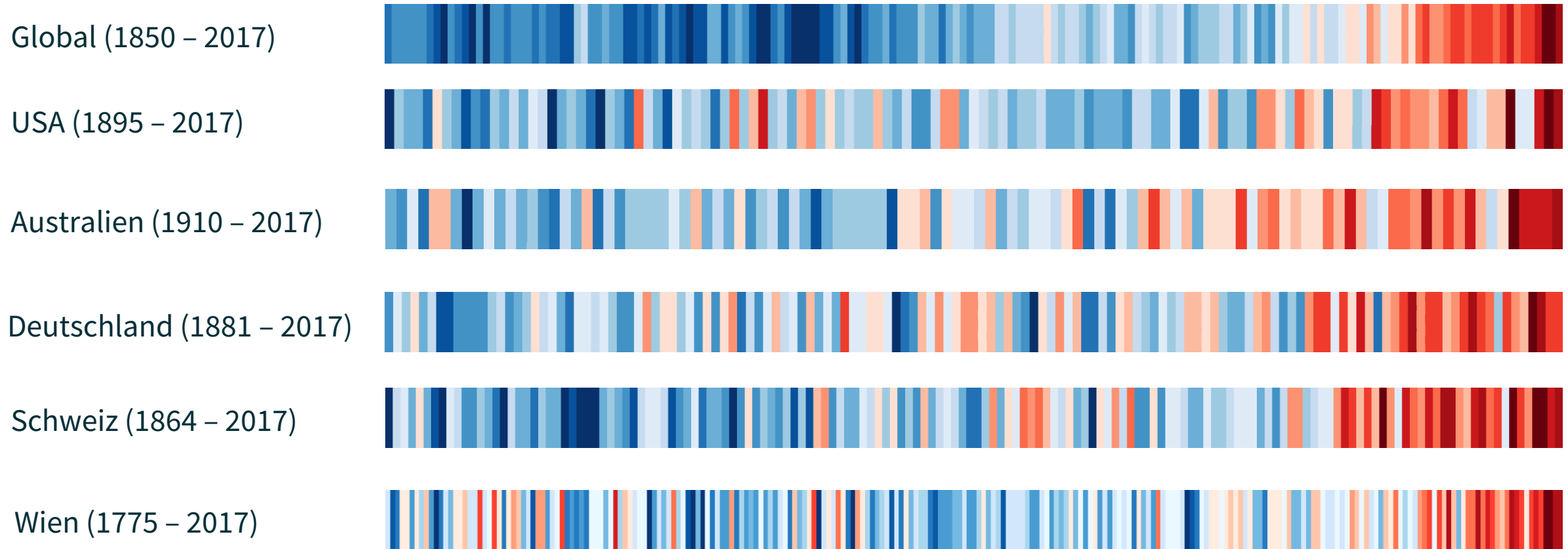


Source: Luthi et al (2008) (cdiac.ornl.gov) & NOAA ESRL (esrl.noaa.gov)

CLIMATE  CENTRAL

- Noch nie so hoch seit min. 2 Mio. Jahren (aus Isotopenverhältnis Meeressedimente).
- Frühere Warm- und Kaltzeiten durch Änderungen Erdbahnparameter.

Ist die Erwärmung lokaler/regionaler/europäischer Effekt ?



Nein - die Erde hat „Fieber“!

Schuld ist der **anthropogene Treibhauseffekt** (CO₂) – menschgemacht.

Regional modifiziert durch Strömung und Land-Meerverteilung.



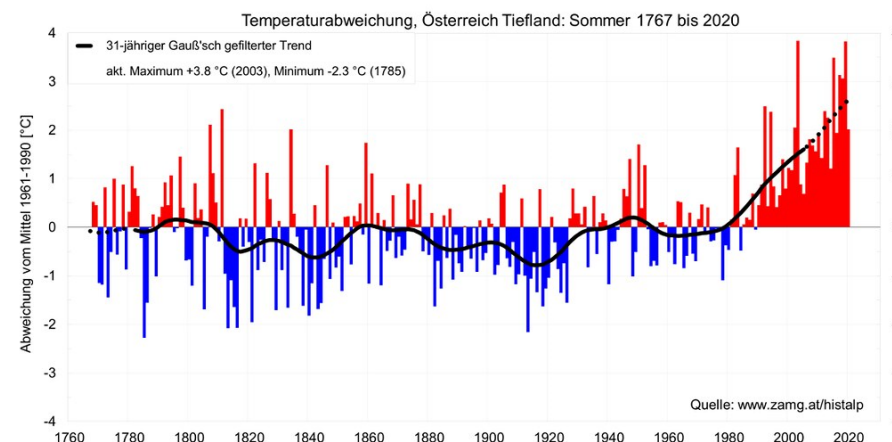
Ist Erwärmung lokaler/regionaler/europäischer Effekt ?

Änderungen des Jahresmittel der Lufttemperatur seit vorindustrieller Zeit (1850-1900)

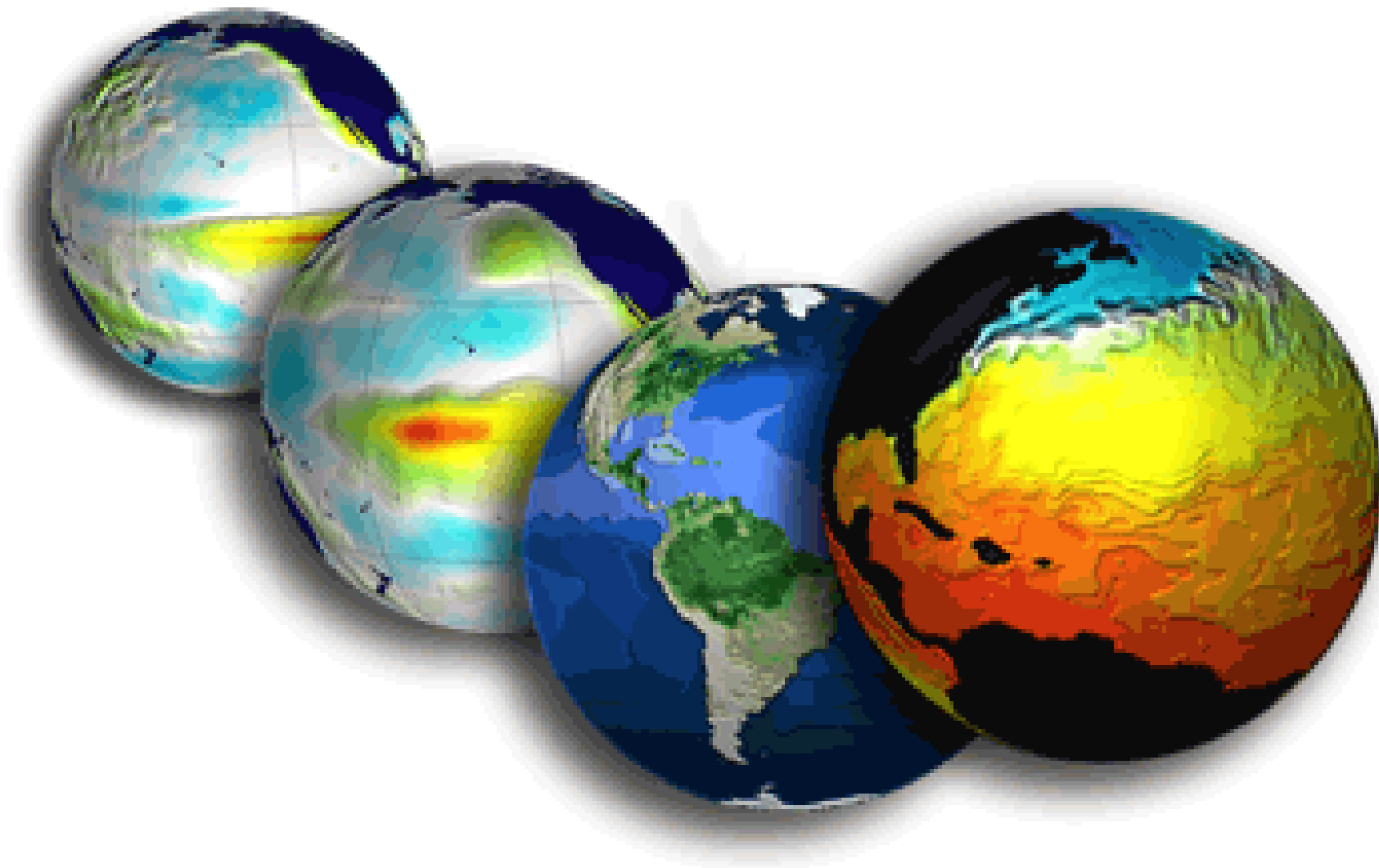
- Österreich: Erhöhung von $+3,1^{\circ}\text{C}$
- Im Vergleich zum globalen Mittel ($+1.3^{\circ}\text{C}$) ist das mehr als das doppelte.
- Europäische Landflächen haben sich um $+2.4^{\circ}\text{C}$ erwärmt.
- Europa ist die Region mit der stärksten weltweiten Erwärmung im Sommer seit den 1980er Jahren.
- Aktuelle Klimaszenarien **unterschätzen** die Erwärmung (Aerosole)

Ursache für die raschere Erwärmung in Österreich

- **Luftreinhaltemaßnahmen** seit den 1980er Jahren (weniger Aerosole)
- **Abnahme der Bewölkung** seit den 2000er Jahren, stärkerer Einfluss des Subtropenhochs in Europa (Zirkulationsänderung).
- Österreich befindet sich auf einer **Landmasse**



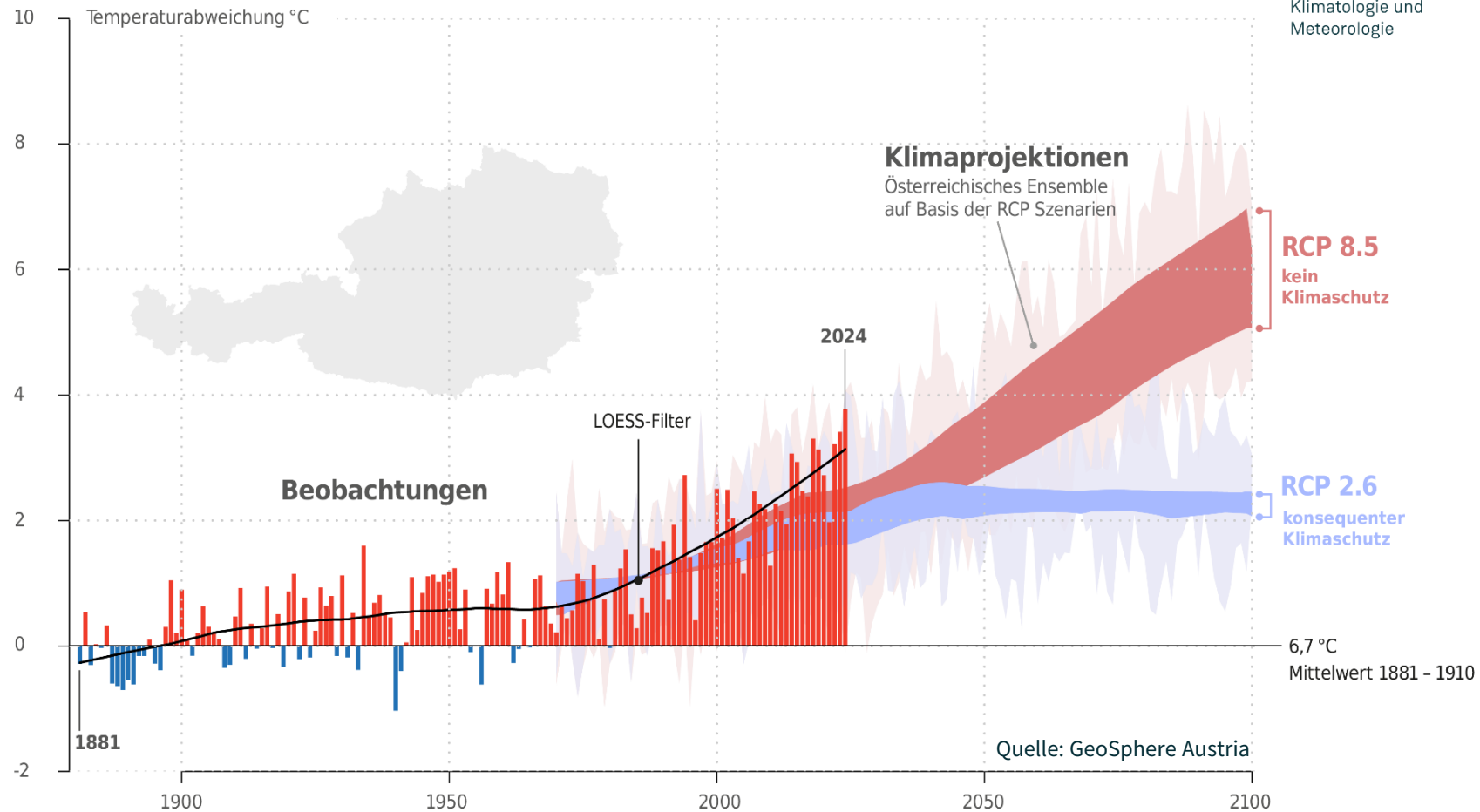
Wie wird sich unser Klima in Zukunft entwickeln?



Österreich und Europa HOT-SPOT des Klimawandels

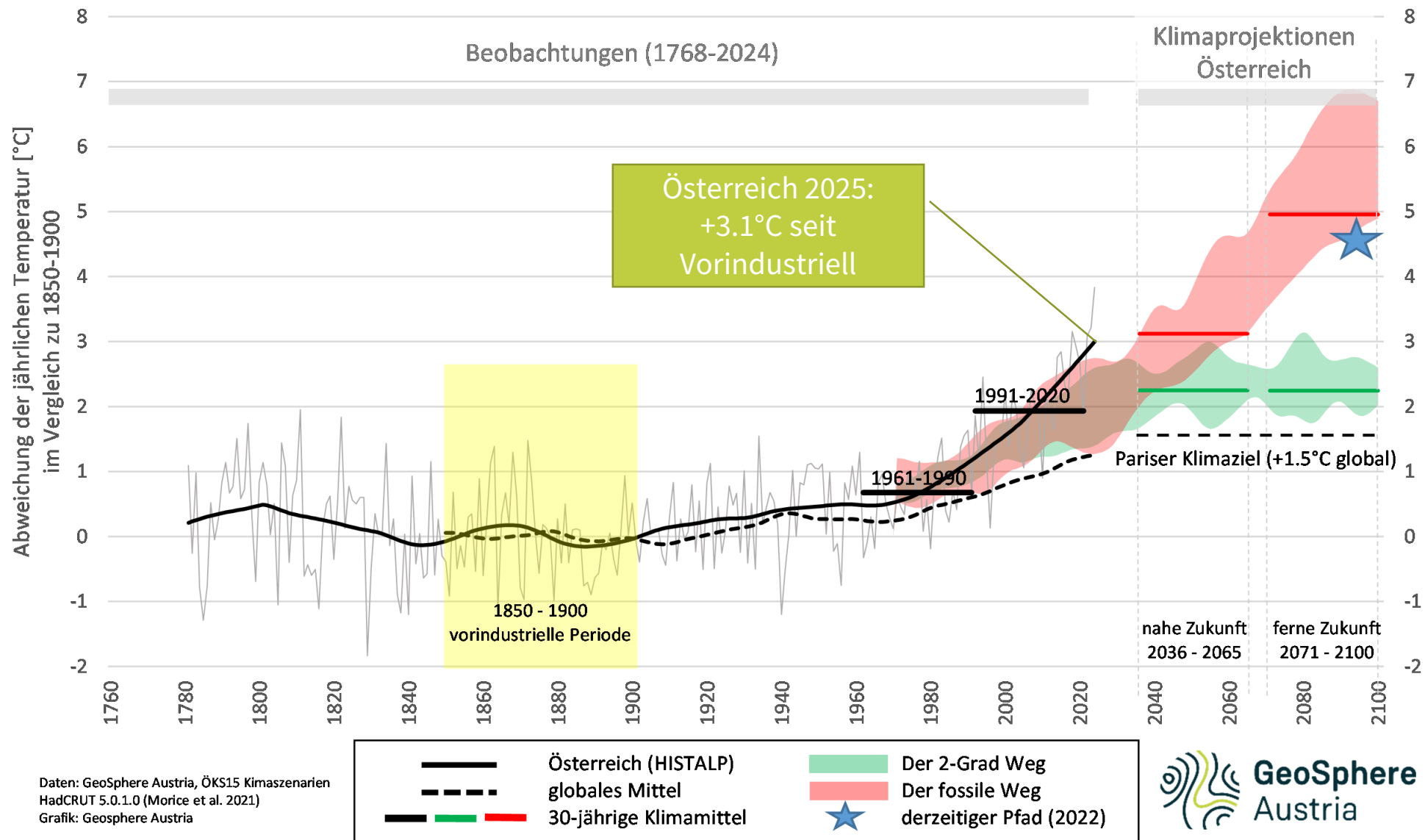


Bundesanstalt für
Geologie, Geophysik,
Klimatologie und
Meteorologie



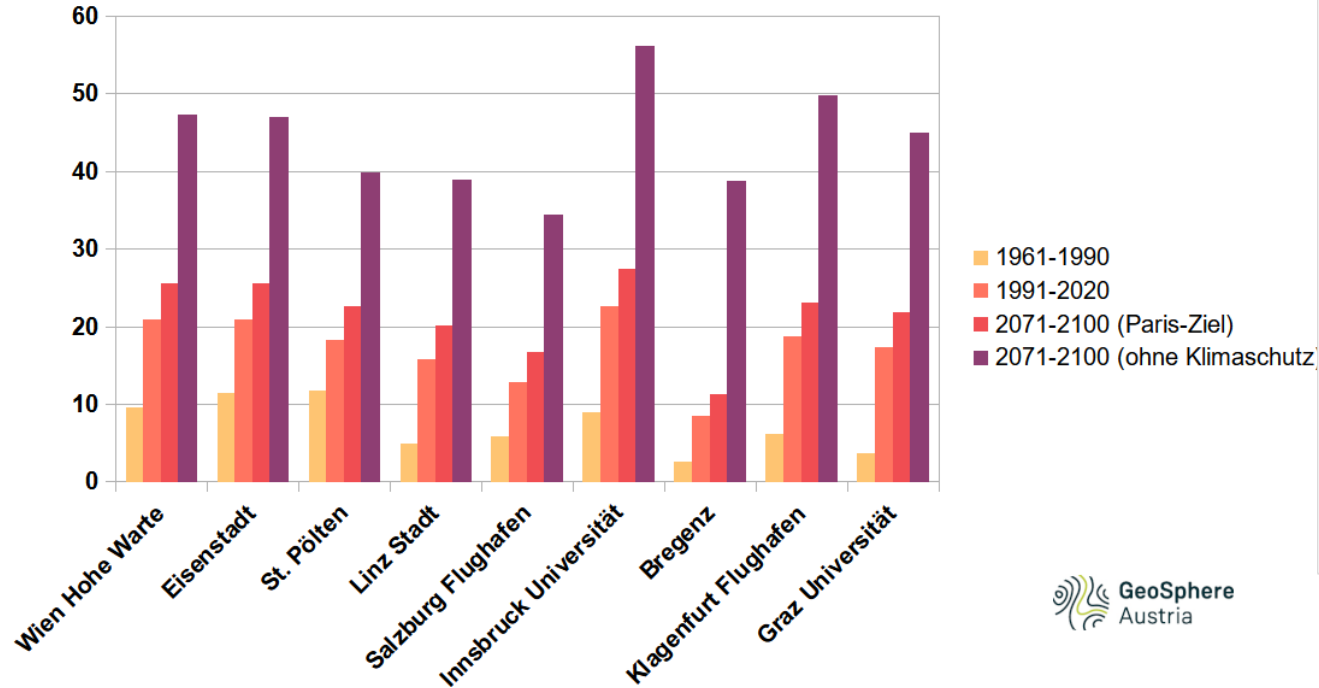
Österreich 2025: +3.1°C seit Vorindustriell

Österreich und Europa HOT-SPOT des Klimawandels

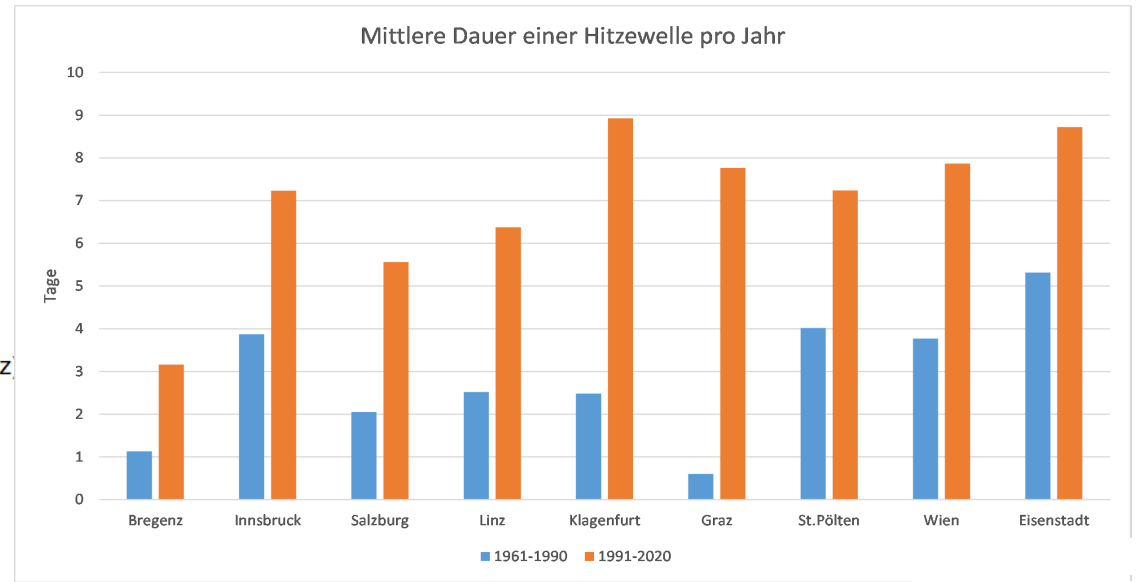


Hitze – Vergangenheit und Zukunft

Anzahl Hitzetage



Mittlere Dauer einer Hitzewelle pro Jahr



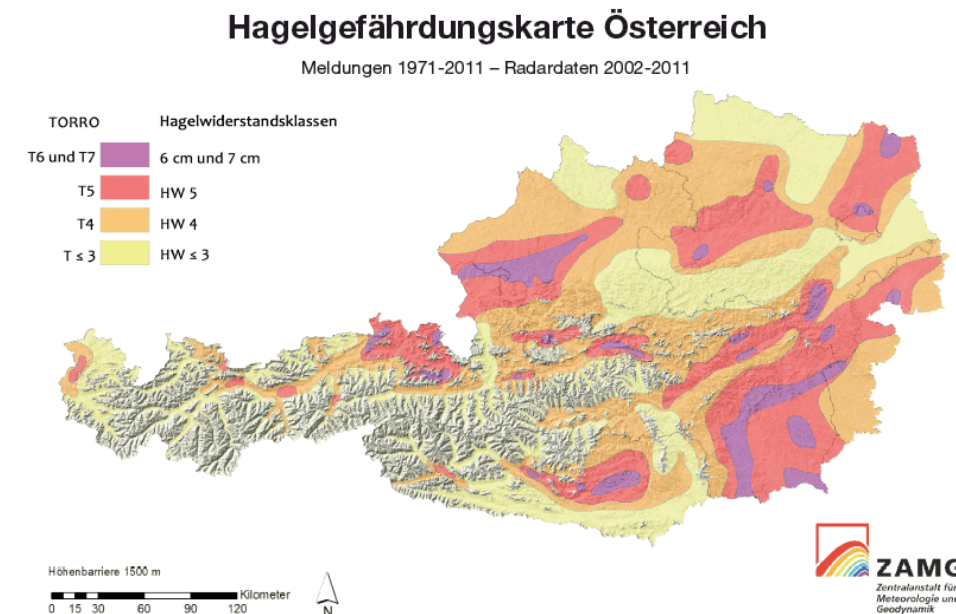
- Anzahl d. Hitzetage ($T_{MAX} \geq 30^{\circ}\text{C}$) hat sich seit 1960 in Österreich um den **Faktor 2-3 erhöht**.
- **Hitzewellen um 50% häufiger und 2 bis 7 Tage länger** geworden (Landeshauptstädte).
- Weitere Emissionen klimawirksamer Treibhausgase führen zu einem weiteren Anstieg, ohne globalen Klimaschutz werden **jetzige Extreme** (40-50 Hitzetage pro Jahr) am Ende des Jahrhunderts zum **neuen „Normal“**.
- Hitze ist in AT die **tödlichste Naturgefahr**, in 4 der letzten 10 Jahre gab es bereits mehr Hitze- als Verkehrstote.

Gewitter, Sturm, Hagel und Starkregen



Anzahl an **Tagen mit Unwetterpotenzial** durch konvektive Ereignisse (Gewitter, Hagel, Sturmböen) nimmt künftig mit hoher Wahrscheinlichkeit zu.

- **Zunahme** extremer Ereignisse ab 2000
Gewitter werden **intensiver**, auch Hagel größer und Sturmböen **intensiver**
- „**Stationäre**“ Wetterlage mit labiler Schichtung und schwacher Strömung
- Gewittertage **wiederholen** sich im gleichen Gebiet
- Starkregen in „**neuen Jahreszeiten**“



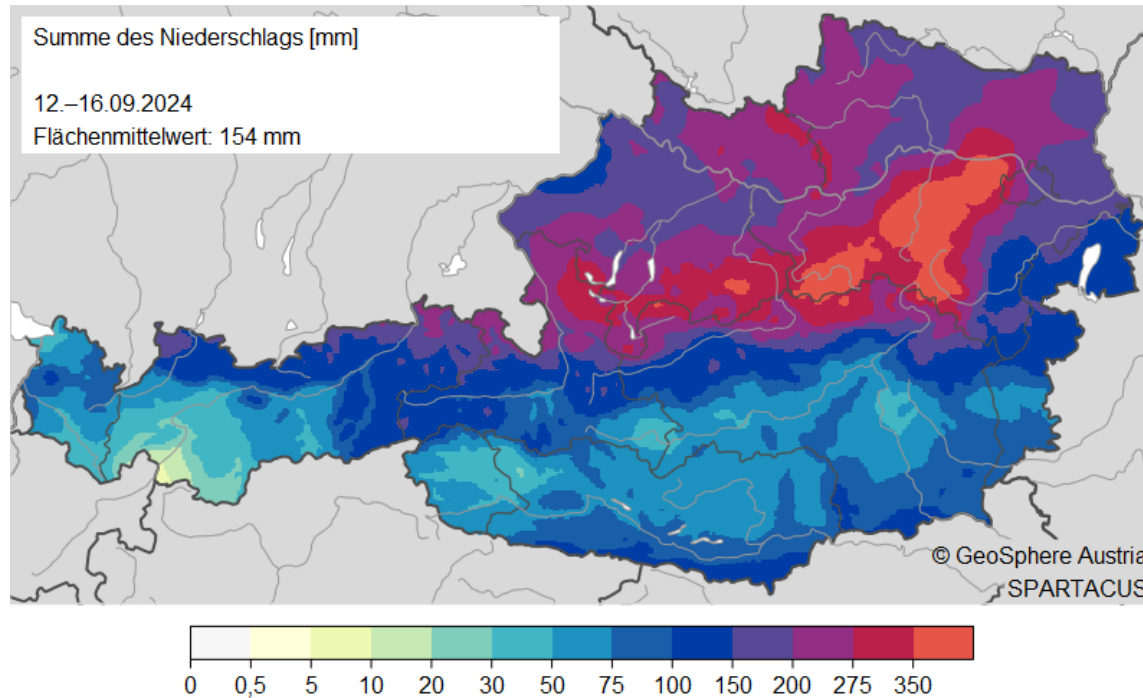
Gewitter, Sturm, Hagel und Starkregen



Diese Ereignisse kommen häufiger vor und werden intensiver

Tornados bleiben auch in Zukunft die große **Ausnahme**

Hochwasser Niederösterreich 12-16 September 2024



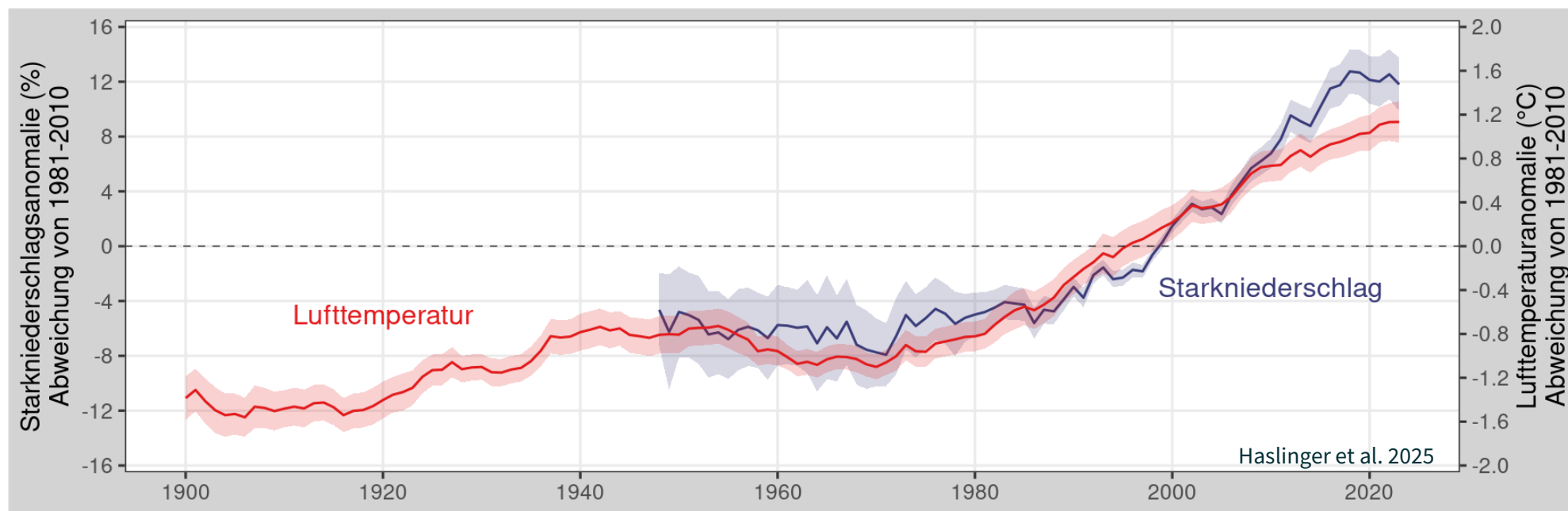
Einordnung: Deutlich über 100 Jährlichem Ereignis; Teilweise gab es solche Regenmengen (<300mm) bislang nicht im außeralpinen Raum.

In **Mitteleuropa zunehmender Trend zu mehrtägigen Starkregenereignissen**. Dies korrespondiert sehr gut mit der statistisch signifikanten Zunahme der größten in Österreich gemessenen fünftägigen Niederschlagssummen um **rund 20 Prozent** in den Bundesländern Niederösterreich und Wien seit 1961.

Erwärmung und Schneefallgrenze als steuernde „Klimawandel-Auswirkungs-Größen“

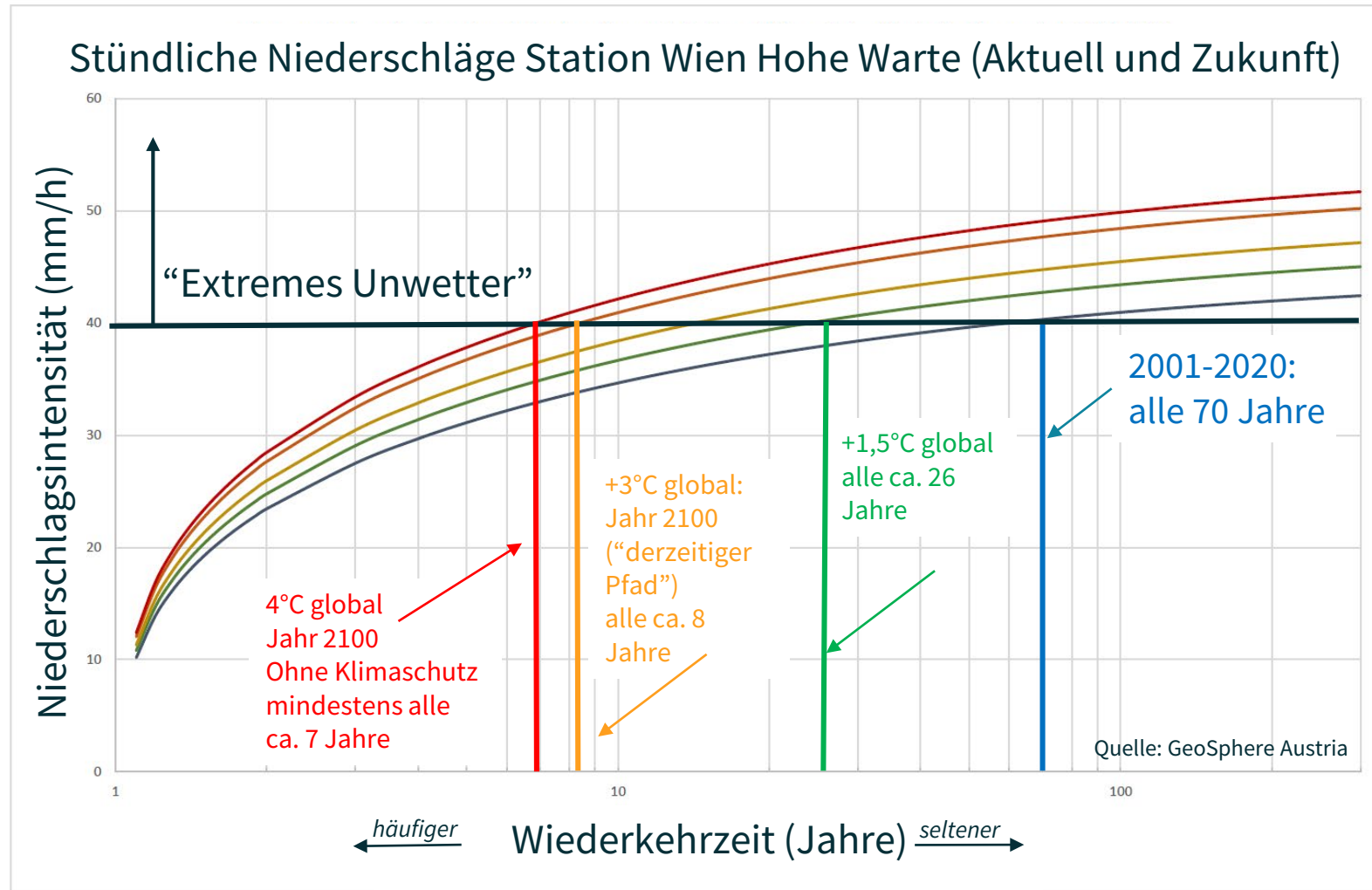
Änderung der Starkniederschläge (Stundenniederschläge)

1961-1990	1991-2020
8,9 mm	10,2 mm
+1,3 mm = +15 %(!)	



Zitat: Haslinger, K., Breinl, K., Pavlin, L. et al. Increasing hourly heavy rainfall in Austria reflected in flood changes. *Nature* **639**, 667–672 (2025).
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08647-2>

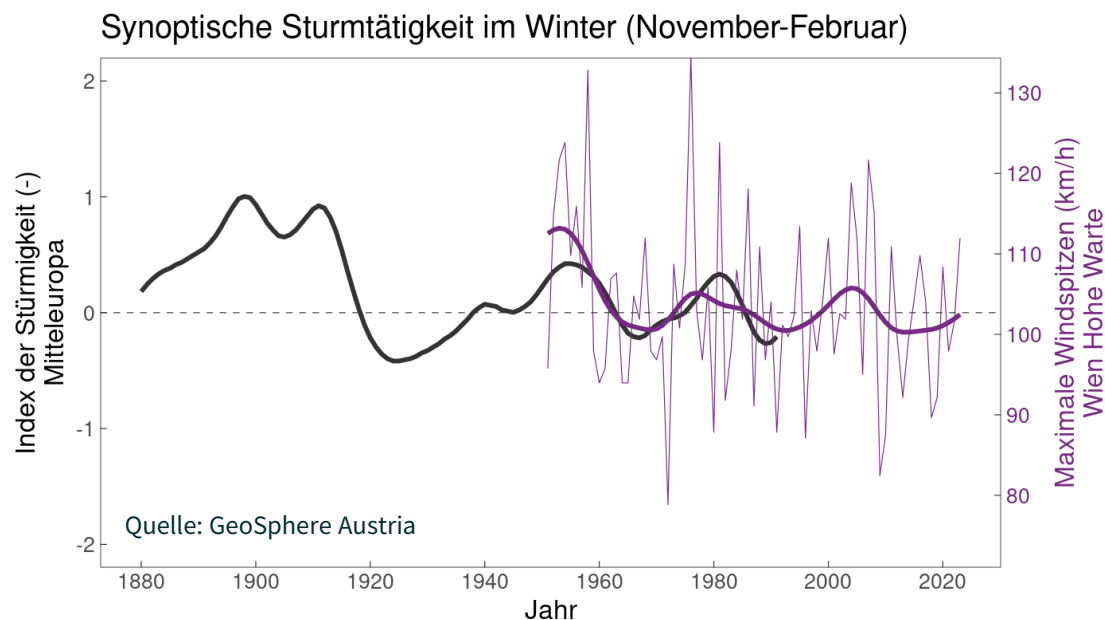
Gefährdung durch kleinräumigen Extremregen



18. August 2024 Wien Döbling: kleinräumiger Starkregen (100 Liter/m² in 2 Stunden)

Kleinräumiger Starkregen wird mit weiterer Erwärmung deutlich häufiger.
Zukünftige Klimaschutzmaßnahmen entscheiden wie stark die Gefährdung zunimmt.

Großflächige Stürme “ ... Kyrill, Emma, Paula, Lothar, ... Sabine



In der **Vergangenheit** ist **kein Trend** hinsichtlich extremer Winterstürme zu erkennen.

Die Jahr-zu-Jahr Variabilität dominiert und wird durch dekadische Schwankungen überlagert.

in Mitteleuropa eher **seltener oder gleichbleibend**



www.landwirt.com

Wird der Klimawandel intensivere Extremereignisse verursachen?

Ja !!

In einem sich ändernden Klima,
können Extremereignisse auftreten,
die bisher beispiellos sind.

„neue“ Kombinationen und Szenarien denken!



Extremere Ausprägung



Treten **häufiger** auf



Ungewöhnliche Regionen



Unterschiedliches Timing



Neue Kombinationen

Klimawandel – Auswirkungen und Risiken

- Der **menschengemachte Klimawandel** ist eine wissenschaftlich bestätigte Tatsache.
- Die menschliche Aktivität hat den größten Einfluss auf das Klima.
- Die Erhitzung der Erde und ihre langfristigen Auswirkungen sind **unumkehrbar**.
- Das Ausmaß der Klimafolgen ist **bereits heute deutlich sichtbar**.
- **Unternehmen** stehen vor **Risiken** wie Rohstoffknappheit, Unterbrechungen der Lieferkette, verminderter Produktivität und Veränderung der Absatzmärkte.
- Viele **Unternehmen** sind auf die neuen globalen Risiken **nicht vorbereitet**.
- Neue Regulierungen stellen Herausforderungen dar, bieten jedoch auch Chancen, die **Verwundbarkeit besser zu verstehen** und **resiliente Strukturen** aufzubauen.



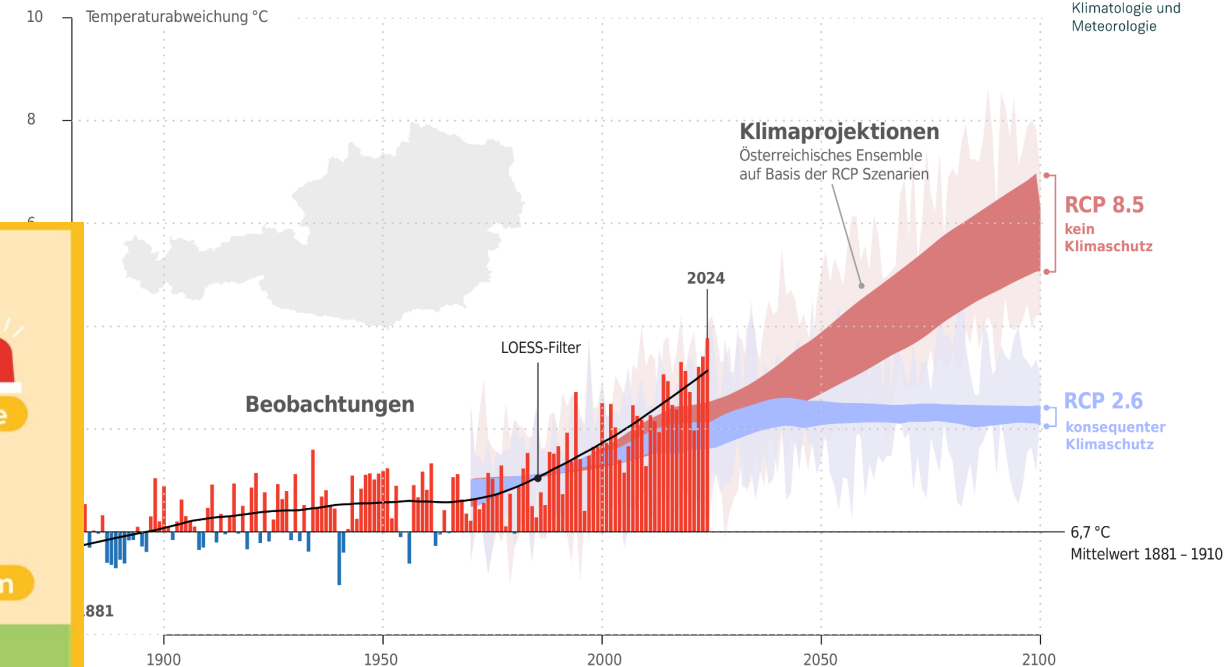
Risiken minimieren – Standortbeurteilung

Frage: Gibt es Extremwetter-Risiko für neue Objekte (oder Lieferketten)?

Frage: Ändert sich etwas durch den Klimawandel (Produktion, Lieferketten)?



Österreich im Klimawandel



Was ist die EU-Taxonomie?

Die EU-Taxonomie ist Klassifizierungssystem für '**ökologisch nachhaltige**' Wirtschaftstätigkeiten in der EU mit dem Ziel Finanzströme zu lenken.

Sie ist nach **6 Umweltzielen** geordnet:



1

Klimaschutz



2

Anpassung an den
Klimawandel



3

Nachhaltige Nutzung
und Schutz von Wasser-
und Meeresressourcen



4

Übergang zu einer
Kreislaufwirtschaft



5

Vermeidung und
Verminderung der
Umweltverschmutzung



6

Schutz und
Wiederherstellung der
Biodiversität und der
Ökosysteme

Quelle: GeoSphere Austria

In mindestens einem der Umweltziele ist ein **wesentlicher Beitrag** zu leisten, alle anderen dürfen **nicht erheblich beeinträchtigt** werden (Do no significant harm (DNSH) Kriterien).



Die **Klimarisikoanalyse** ist ein **DNSH Kriterium** des Umweltziels 2 (Anpassung an den Klimawandel) und **muss** damit **jedenfalls durchgeführt werden**

Klimarisikoanalyse Vorgangsweise

M1: Risikoidentifikation

M2: Wirkungsketten

M3: Risikoanalyse

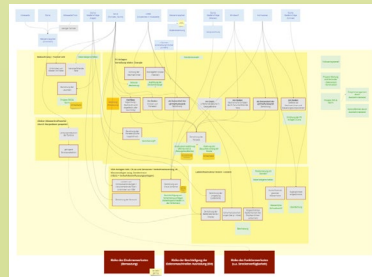
M4: Risikobewertung



Produkte

- Gemeinsames Verständnis erlangt
- Struktur der Wirkungskettenworkshops definiert

- Dokumentation der **Wirkungsketten**

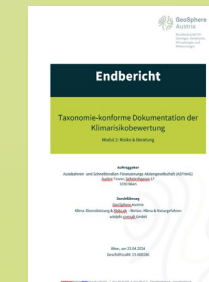


- Punktbezogenen Analysen und graphische Darstellung der **Klimaindikatoren**:
- Dokumentation der Ergebnisse

- **Bewertung** der Klimarisiken

Bewertete Gefährdungen	Signifikanz			Risiko		
	Niedrig	Mittel	Hoch	Niedrig	Mittel	Hoch
Wärme	+	+	+	+	+	+
Kälte	+	+	+	+	+	+
Stark, kalte, kalte Witterungsbedingungen & extreme Wetterereignisse (Sturm, Hagel, Starkregen, Schneelast, etc.)	+	+	+	+	+	+
Stark, kalte, kalte Witterungsbedingungen, Sturm, Hagel, Starkregen, Schneelast, etc.	+	+	+	+	+	+
Stark, kalte, kalte Witterungsbedingungen, Sturm, Hagel, Starkregen, Schneelast, etc.	+	+	+	+	+	+
Stark, kalte, kalte Witterungsbedingungen, Sturm, Hagel, Starkregen, Schneelast, etc.	+	+	+	+	+	+

- **Dokumentation der Ergebnisse**



Quelle: GeoSphere Austria

Klimagefährdungsanalyse – Beispiel Punktanalyse

Punktanalyse Hohe Warte: Kühlgradtagzahl – Klimaänderungssignal – Median

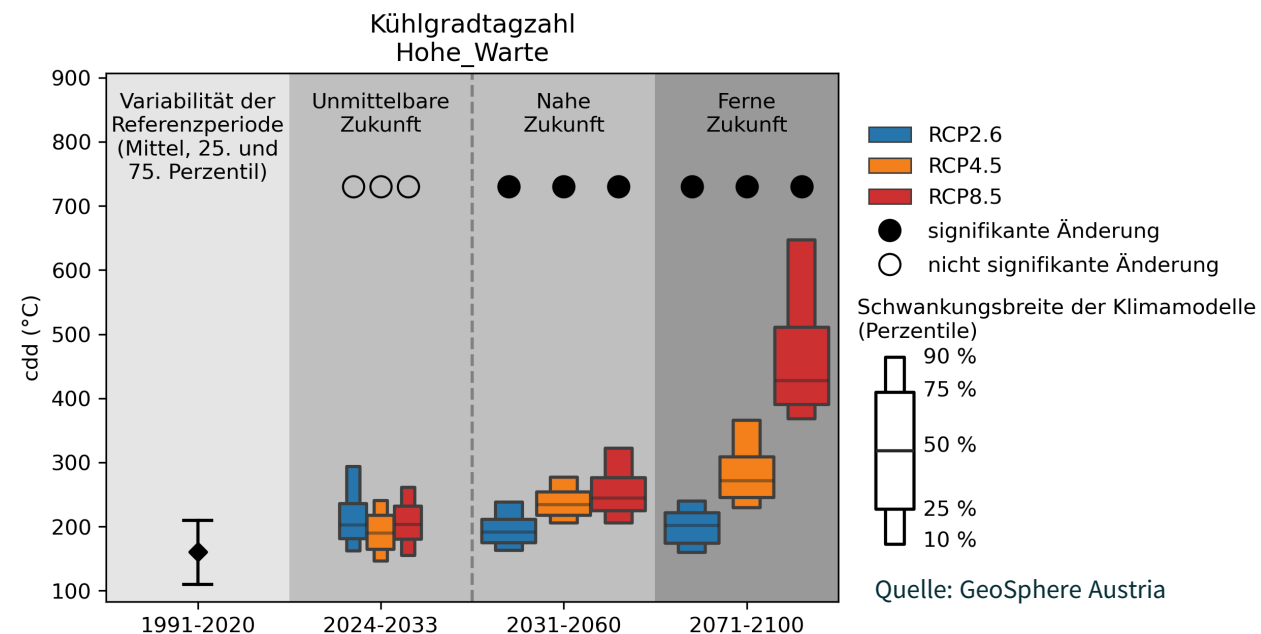
Klimaindikator	Jahreszeit	Gegenwärtiger Trend	nahe Zukunft	ferne Zukunft		
			RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
Kühlgradtagzahl Quelle: GeoSphere Austria	Frühling	↑	↑	↑	↑	↑
	Sommer	↑	↑	↑	↑	↑
	Herbst	↑	↑	↑	↑	↑
	Winter	-	-	-	-	-
	Ganzjährig	↑	↑	↑	↑	↑

Legende:

- kein deutlicher Trend erkennbar
- ↑ keine signifikante Veränderung aber erkennbarer Trend
- ↑ signifikante Veränderung
- ↓/↑ Die Veränderung des Indikators zeigt in bestimmten Zeiten eine Zunahme und in anderen eine Abnahme

Datengrundlage:

- RCP8.5: Daten/Hohe_Warte_RCP85.csv
- RCP4.5: Daten/Hohe_Warte_RCP45.csv
- RCP2.6: Daten/Hohe_Warte_RCP26.csv



Klimagefährdungsanalyse – Beispiel Punktanalyse

Punktanalyse Hohe Warte: Extreme Niederschläge – Klimaänderungssignal – Median

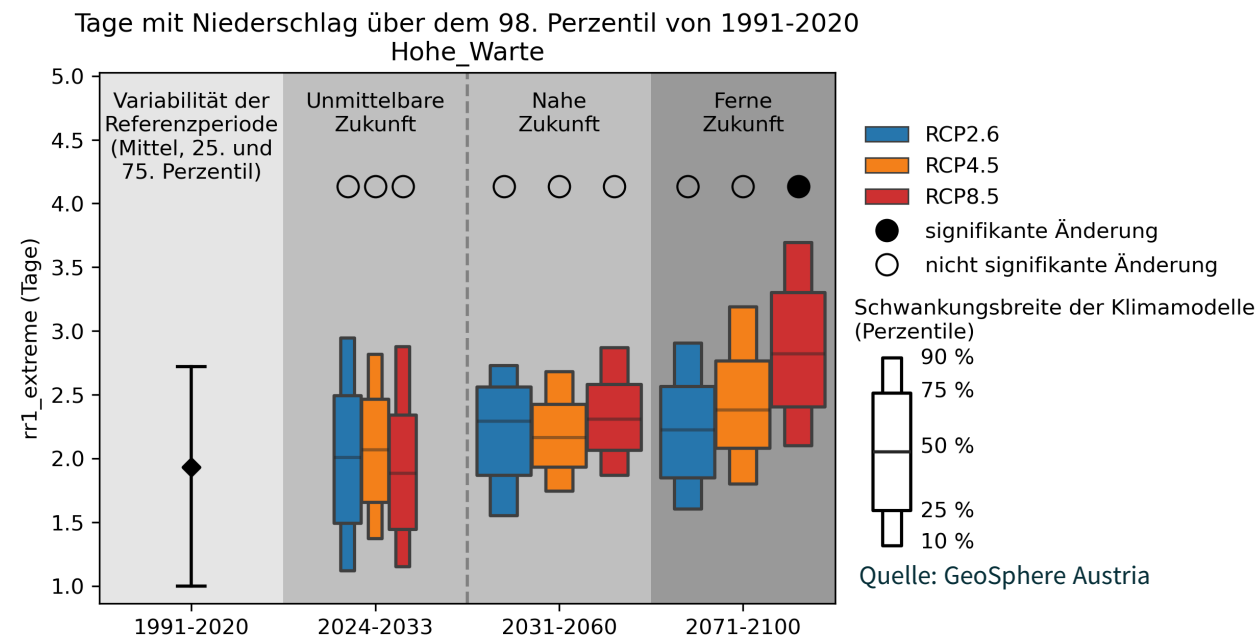
Klimaindikator	Jahreszeit	Gegenwärtiger Trend	nahe Zukunft	ferne Zukunft		
			RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
extreme Niederschlagstage (Perzentile>0.98) Quelle: GeoSphere Austria	Frühling	↑	↑	↑	↑	↑
	Sommer	↑	↑	↑	↑	↑
	Herbst	↑	↑	↑	↑	↑
	Winter	↑	↑	↑	↑	↑
	Ganzjährig	↑	↑	↑	↑	↑

Legende:

- kein deutlicher Trend erkennbar
- ↑ keine signifikante Veränderung aber erkennbarer Trend
- ↑ signifikante Veränderung
- ↓/↑ Die Veränderung des Indikators zeigt in bestimmten Zeiten eine Zunahme und in anderen eine Abnahme

Datengrundlage:

- RCP8.5: Daten/Hohe_Warte_RCP85.csv
- RCP4.5: Daten/Hohe_Warte_RCP45.csv
- RCP2.6: Daten/Hohe_Warte_RCP26.csv




Risikobewertung

Basierend auf dem Risikobericht erfolgt die **qualitative Risikobewertung der Impacts**.

Gefährdung, Vulnerabilität und ggf. die Exposition werden **einzel bewertet**¹ und bilden zusammen das Risiko.

Die Bewertung erfolgt sowohl für die **Gegenwart** als auch für **ausgewählte Emissionsszenarien** bis Mitte/ Ende des Jahrhunderts.

Beispiel:

 Wirtschaftsaktivität: Herstellung von elektronischem Equipment Quelle: GeoSphere Austria			Gegenwart				Nahe Zukunft (2031-2060)			
							RCP-8.5			
			Risiko	Gefährdung	Vulnerabilität	Exposition	Risiko	Gefährdung	Vulnerabilität	Exposition
Auswirkung	Risiko	Relevante Gefahr	3	2	4	4	3	2	4	4
Kosten durch Lagerüberschwemmung	Umsatzverlust	Hochwasser								

1: Die Bewertungskategorien werden im Voraus gemeinsam definiert

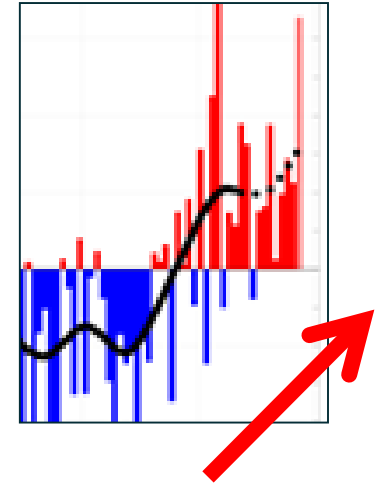
Fazit ... zum Mitnehmen

Wir sind **mittendrin** im **beschleunigenden Klimawandel**, **notwendig sind**

- **Klimaschutz:** Verringerung des Ausstoßes an Treibhausgasen (z.B. erneuerbare Energien)
- **Anpassung** an das bereits veränderte Klima, damit wir mit den extremeren klimatischen Bedingungen umgehen könnten.

Kommende Veränderungen und Herausforderungen:

- Beobachteter Trend zu **steigenden Temperaturen** wird sich fortsetzen
- **Häufigeres** Auftreten von **Hitzewellen** (länger und intensiver)
- Neigung zu **länger andauernden Wetterlagen**, vor allem im Sommer
- **Trockener** im **Sommer**, höheres Risiko für das **Ausbleiben von Regen**
- mehr **Gewitter, Hagel** und **Starkregen** im Sommer, **Intensität nimmt zu**



- **Längere Vegetationsperioden** in allen Höhenlagen
 - Hitzetage und Hitzeperioden als „**Wachstumsbremse**“ in tieferen Lagen (NO, SE)
 - **Weniger Oberflächenwasser** in den Sommermonaten verfügbar
 - **Spätfrostereignisse** verschieben sich im Jahresgang nach vor, da Blüte früher einsetzt
 - **Waldbrandrisiko** wird während Trockenperioden und fortschreitender Dürre höher
 - Zunahme der Trockenperioden führen zu **Dürre und Trockenstress**
 - Früher einsetzende Wärme begünstigt **Schädlingsaktivitäten**
-
- mehr **Niederschläge** im Winter
 - **Mehr Regen – weniger Schnee**. Regenanteil am Winterniederschlag wird **höher**
 - **Dauer der Schneedecke** nimmt ab (höhenabhängig)
 - Risiko für **Trockenperioden** in der kalten Jahreszeit nimmt ab

Prognosen für die nächsten Jahre

- Weitere Verschärfung in Abhängigkeit der weiteren Emissionen von Treibhausgasen.
- Weitere Erwärmung bis zur Mitte des Jahrhunderts in allen Klimaszenarien.
- Erwärmung in Österreich weiterhin stärker als im globalen Mittel.
- Aktuell geplante globale Klimaschutzmaßnahmen führen zu globaler Erwärmung von +3°C verglichen mit der vorindustriellen Zeit. Bedeutet für Österreich einen Temperaturanstieg von mindestens +4.6°C oder sogar mehr.

Sind die Pariser Klimaziele noch zu halten ?

- Bei einer Fortschreibung derzeitiger Emissionen wird das 1.5°C Ziel in ca. 9 Jahren dauerhaft erreicht.
- 2024 war das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen und das erste Jahr, in dem die globale Jahres-Durchschnittstemperatur 1,5 Grad Celsius über dem vorindustriellen Niveau lag.
- Technisch ist das 1.5°C Ziel noch erreichbar.
- In der Realität geht es aber darum möglichst weit unter +2°C Erwärmung zu bleiben.

Ist Carbon Storage eine Lösung?

- Ja, kann zur Lösung beitragen. Muss effizienter und billiger werden, Forschung ist daher wichtig.
- Derzeit globale jährliche Kapazität zur Entfernung von CO₂ aus Atmosphäre: 8.000 Tonnen versus 53 Gigatonnen anthropogene jährliche Emissionen klimawirksamer Treibhausgase.
- Ist keine Alternative zu drastischem Klimaschutz.

Ist der Klimawandel umkehrbar?

- Auf natürlichem Wege nicht. Eine Rückführung auf vorindustrielles Niveau dauert etwa 100.000 Jahre.
- Künstlich durch Geoengineering Maßnahmen möglich. Diese sind teils gefährlich oder noch zu wenig effizient und können daher drastischen Klimaschutz nicht ersetzen.
- Forschung dennoch notwendig als mögliche Notstopp-Maßnahme.

Kann die globale Temperaturerhöhung noch gestoppt werden?

- Ja. Durch globale Netto-Null Emissionen anthropogener klimawirksamer Treibhausgase.

DANKE

Andreas Schaffhauser
andreas.schaffhauser@geosphere.at