

# Vom Klimamonitoring zum Klimaschutz: Wie erreichen wir die Pariser Klimaziele?

WELCOME! Thema Klimawandelmonitoring & Klimaschutzmanagement

**Klimawandel ungebremst: Forscher prognostizieren globale Erwärmung von fast 1,5°C für 2025**

*Hot News!*  
*Uni Graz*  
*2025*  
...



&

**Mobil für Forschung und Klimaschutz**

*Hot News!*  
*Uni Graz*  
*2024*  
...



**Gottfried Kirchengast, Moritz Pichler & Stefanie Hölbling**

Forschungsgruppe ARSCLiSys – <https://wegcenter.uni-graz.at/arsclisys>

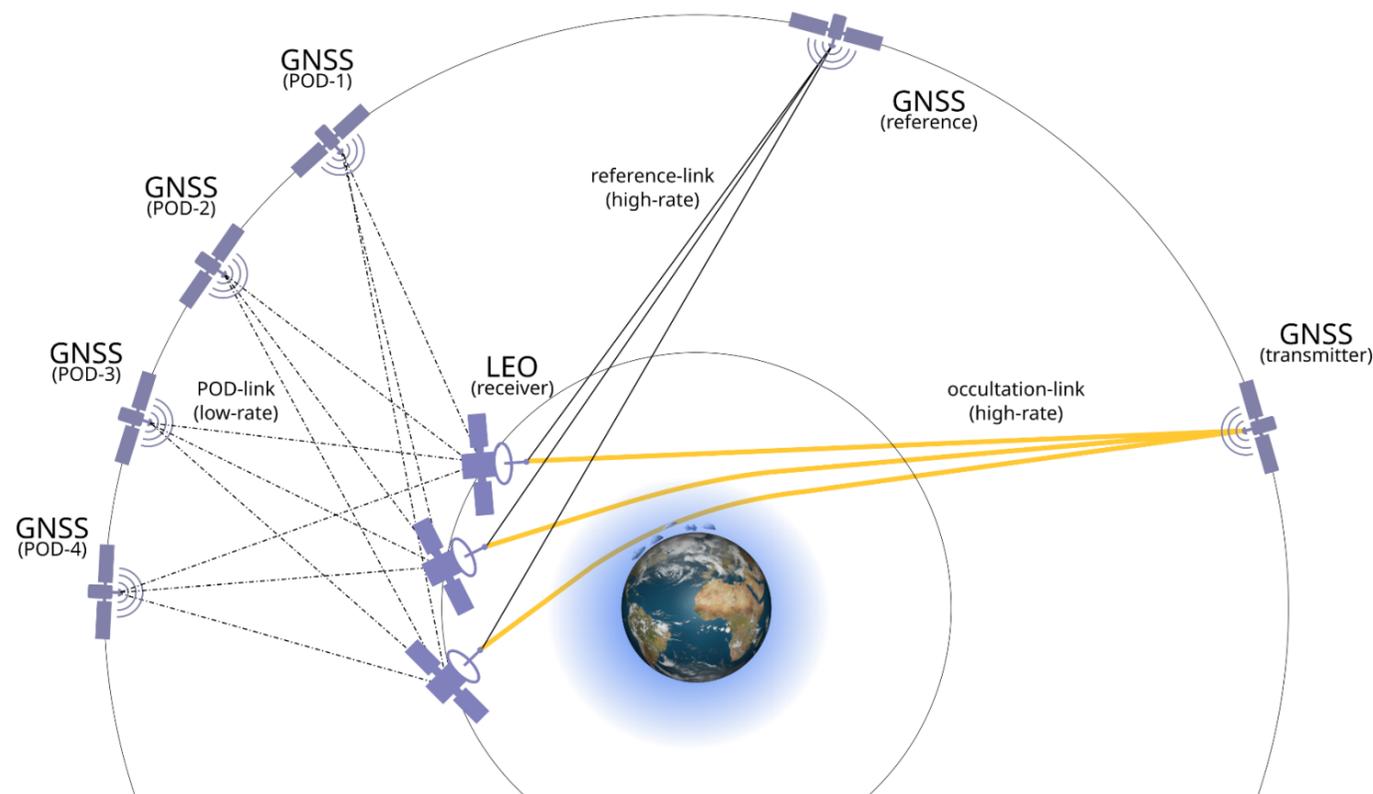
Bereich Klimawandel und Wege zur Klimaneutralität

Vom Klimamonitoring zum Klimaschutz: Wie erreichen wir die Pariser Klimaziele?

# Klimawandelmonitoring

# Klima(wandel)monitoring:

## Hochaufgelöst – Satellitengestützt: Radiokkultation (RO)



Per Radiokkultation kann man einen Querschnitt der Atmosphäre messen.

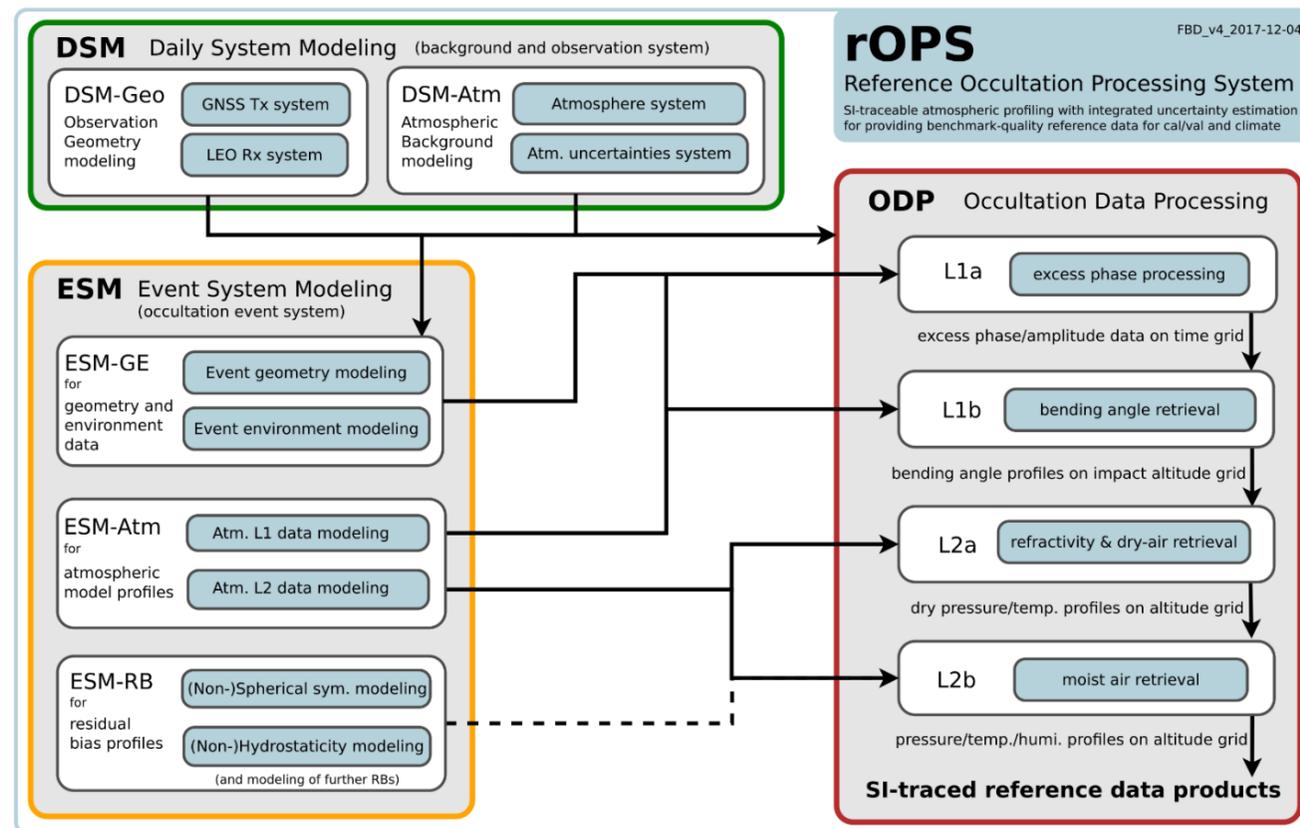
Das Signal eines GNSS (GPS) – Satelliten wird von einem anderen Satelliten gemessen, während er „hinter dem Horizont untergeht“.

Die Atmosphäre zwischen den beiden Satelliten verändert das Signal. Anhand dessen kann man Rückschlüsse über die Eigenschaften der Atmosphäre ziehen.

© Josef Innerkofler / ARSCLiSys / Wegener Center – Uni Graz

# Klima(wandel)monitoring:

## Hochaufgelöst – Satellitengestützt: Radiokkultation (RO)



**Prozessierung:** Die rohen Daten aus den Satellitenmessungen werden hier verarbeitet, um Informationen über den Zustand der Atmosphäre zu gewinnen.

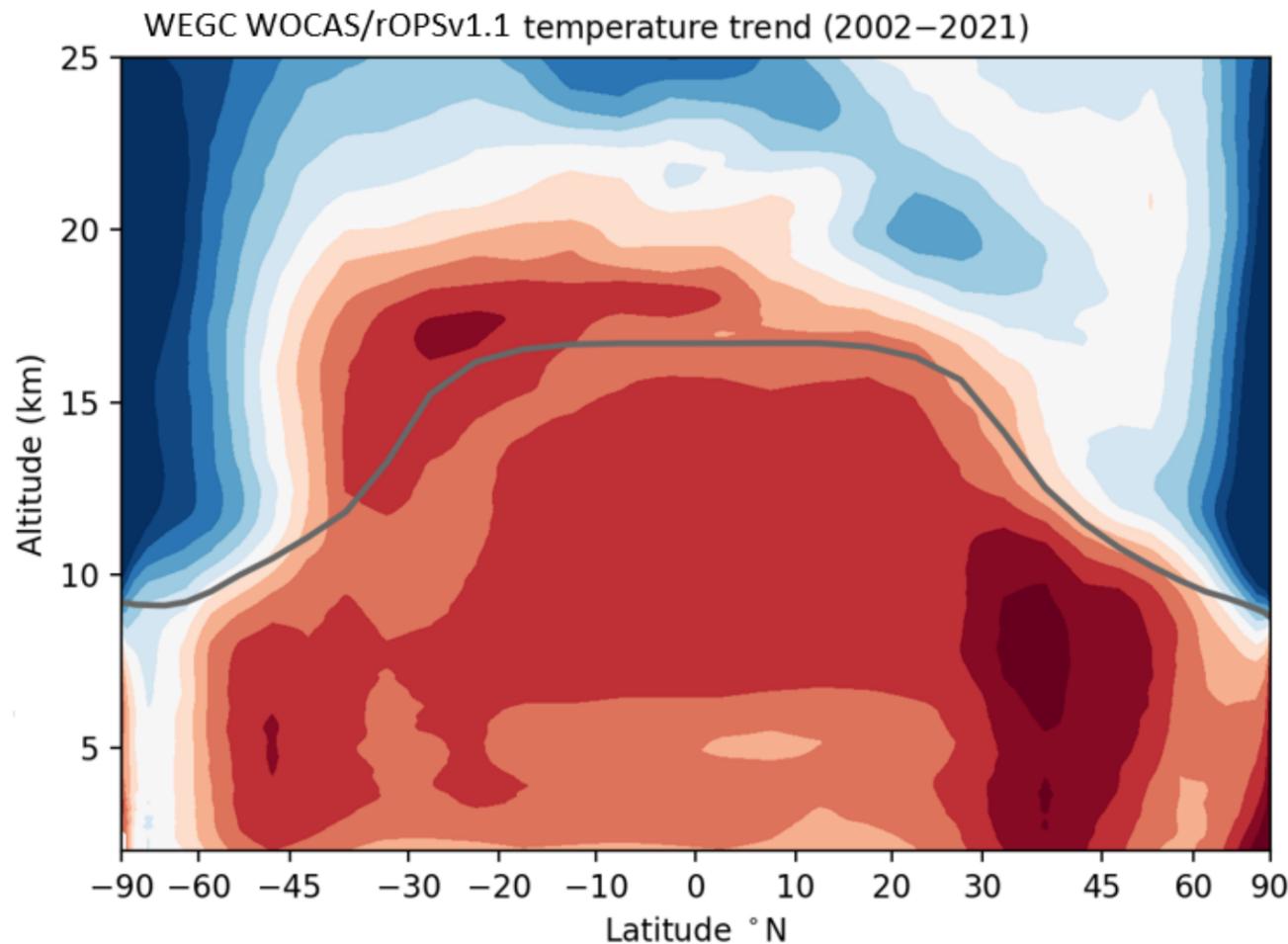
Über den Brechungswinkel des Signals in der Atmosphäre lassen sich Rückschlüsse über Druck, Temperatur, ... ziehen.

Am Ende ergibt sich ein hochaufgelöstes Bild der Atmosphäre, das man zum Klimamonitoring, zur Evaluierung von Modellen, oder zum Vergleich mit anderen Observationsdaten heranziehen kann.

ARSCliSys / Wegener Center – Uni Graz  
Kirchengast et al. (2018)

# Klima(wandel)monitoring:

## Hochaufgelöst – Satellitengestützt: Radiokkultation (RO)



Temperaturveränderungen in der oberen Troposphäre / unteren Stratosphäre.

Dargestellt ist, um wie viele °C (bzw. K) sich die Temperatur in unterschiedlichen Höhen und Breitengraden pro Jahrzehnt ändert.

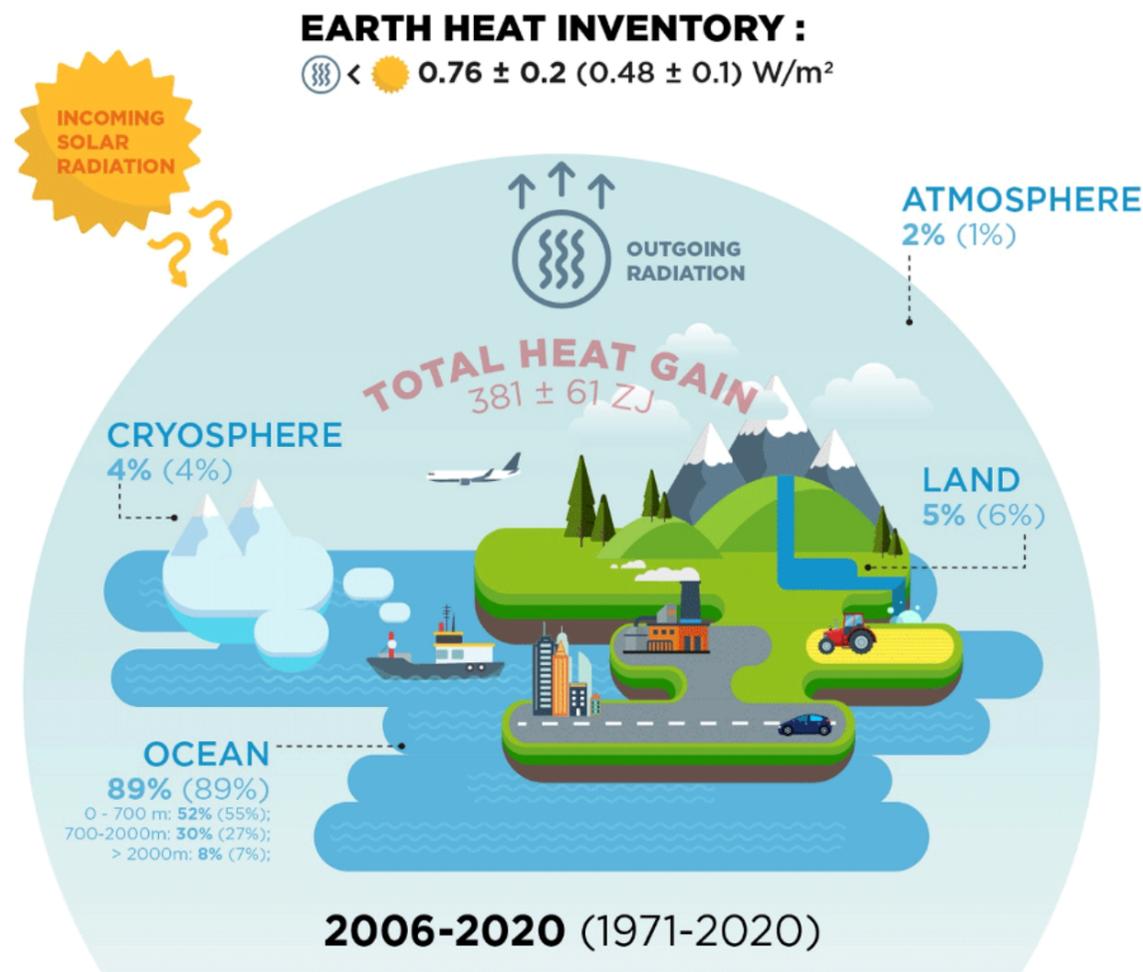
Schön zu sehen: Die Troposphäre (unter der grauen Linie) erwärmt sich (rot); die Stratosphäre (über der grauen Linie) kühlt ab (blau).

Diese Grafik wurde aus Radiokkultationsdaten erstellt, eine Vorgängerversion informierte den letzten Sachstandsbericht des Weltklimarats.

ARSCliSys – GCA / Wegener Center – Uni Graz  
Kirchengast et al. (2024)

# Klima(wandel)monitoring:

## Änderungen im Mittel – Graz Climate Change Indicators | ClimateTracer



Energieaufnahme der verschiedenen Bestandteile des Klimasystems, bezogen auf das langjährige Mittel 1960.

Die (aller-)meiste Energie wird von den Ozeanen aufgenommen (89%).

Landmassen und Eisschmelze (5%, 4%) nehmen einen weitaus kleineren Teil der Energie auf.

Die Atmosphäre (2%) nimmt den kleinsten Teil auf – das reicht aber schon aus, um die beobachtete Erhöhung der Oberflächentemperatur zu bewirken.

von Schuckman et al. (2023)

# Klima(wandel)monitoring:

## Änderungen im Mittel – Graz Climate Change Indicators | ClimateTracer

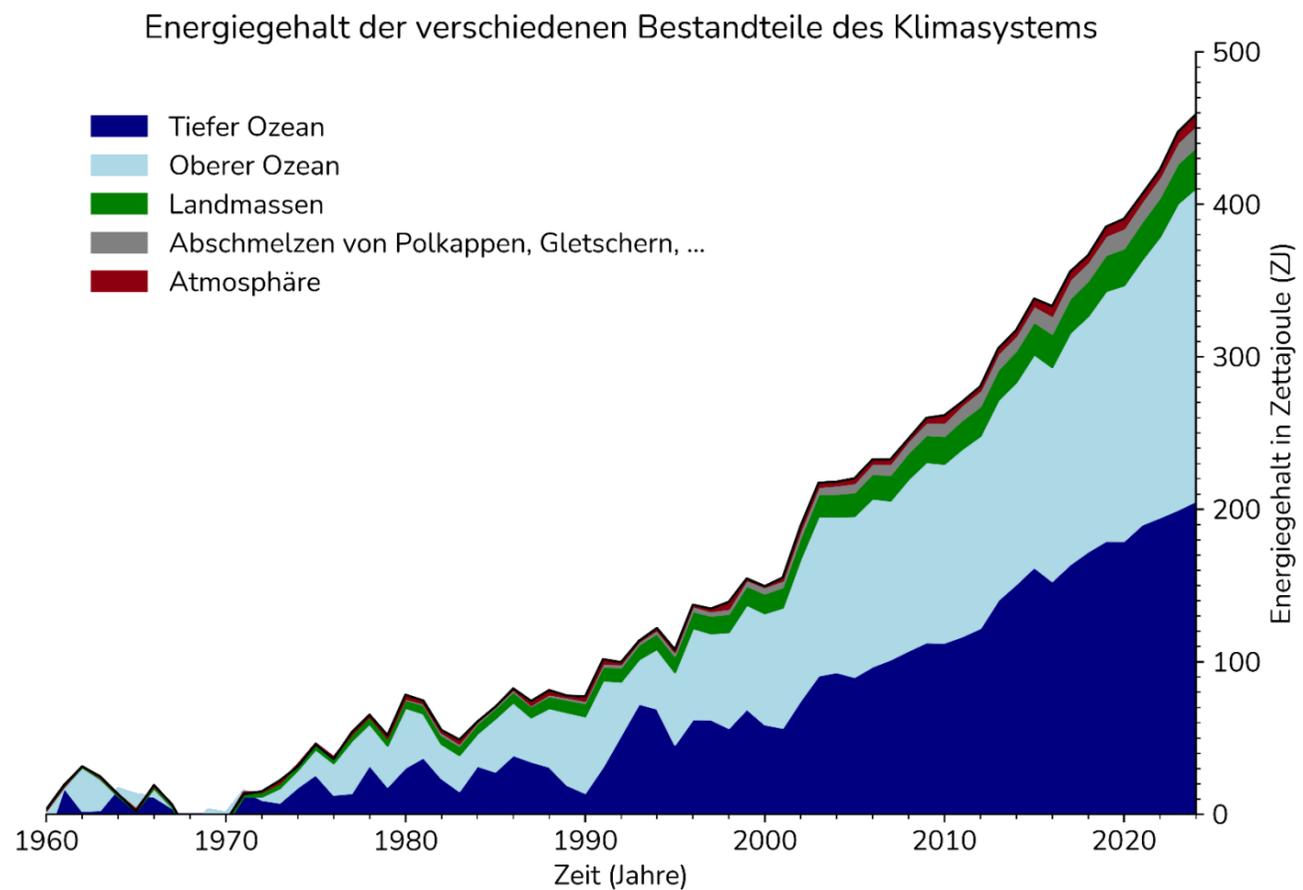
Energieaufnahme der verschiedenen Bestandteile des Klimasystems, bezogen auf das langjährige Mittel 1960.

Die (aller-)meiste Energie wird von den Ozeanen aufgenommen (blau, hellblau).

Landmassen und Eisschmelze (grün, grau) nehmen einen weitaus kleineren Teil der Energie auf.

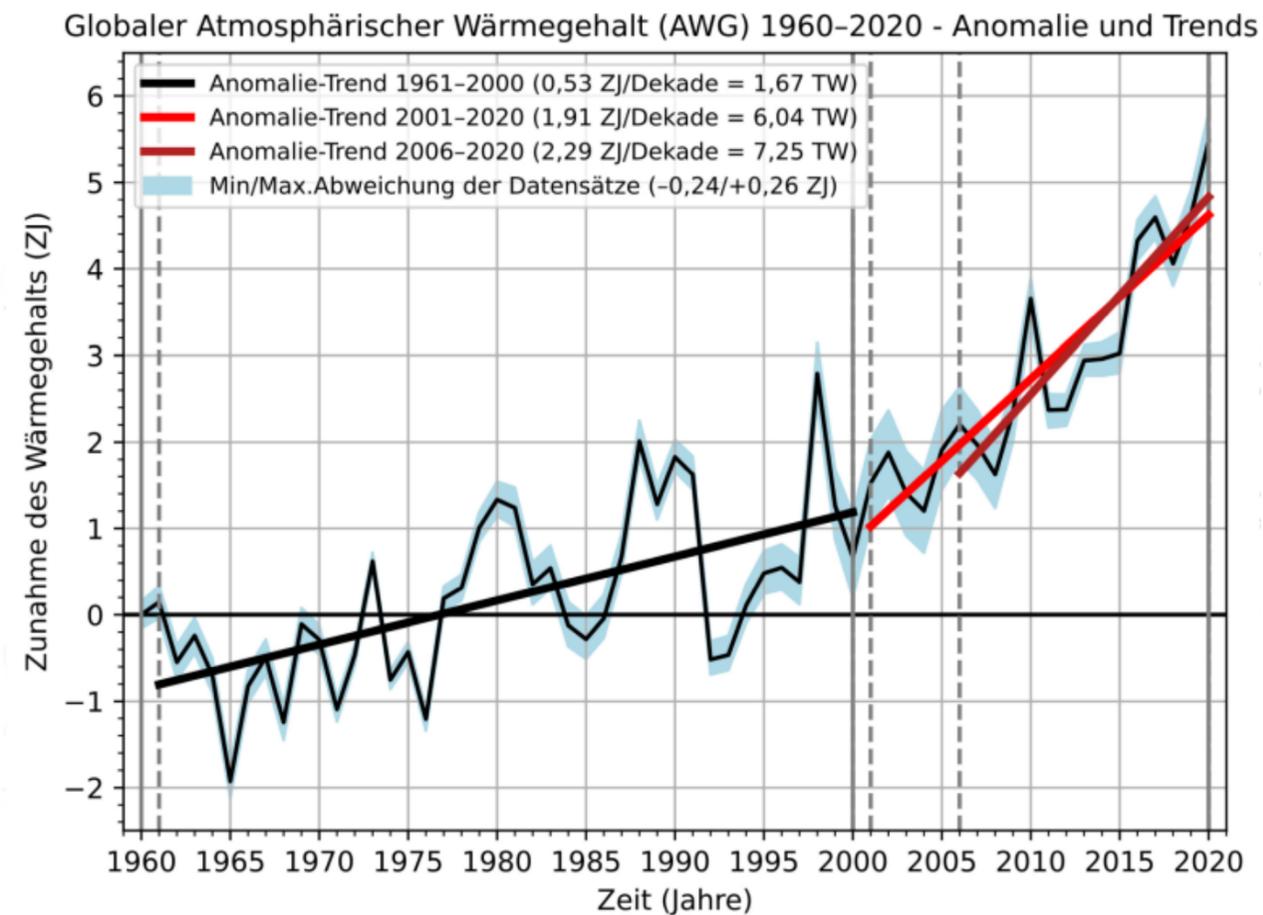
Die Atmosphäre (rot) nimmt den kleinsten Teil auf – das reicht aber schon aus, um die beobachtete Erhöhung der Oberflächentemperatur zu bewirken.

© Moritz Pichler / ARSCLiSys / Wegener Center – Uni Graz von Schuckmann et al. (2023), angepasst



# Klima(wandel)monitoring:

## Änderungen im Mittel – Graz Climate Change Indicators | ClimateTracer



Energieaufnahme der Atmosphäre der Atmosphäre, bezogen auf das Jahr 1960.

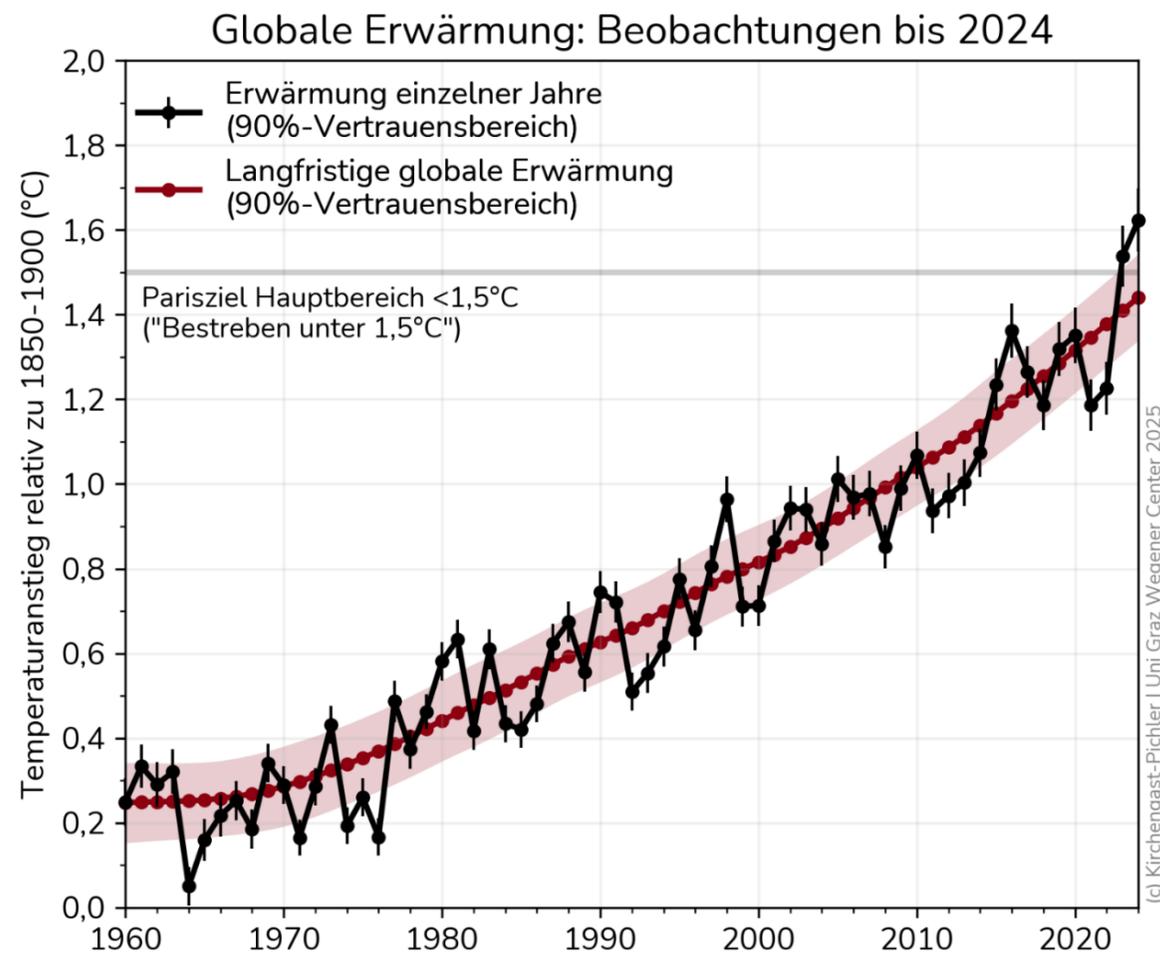
Der Wärmegehalt nimmt nicht einfach nur zu – es lässt sich auch erkennen, dass die Rate, mit der die Atmosphäre Energie aufnimmt, mit der Zeit zunimmt.

Das führt umgekehrt unter anderem zu einer Zunahme der Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche, über die man im Kontext der Klimaziele von Paris oft hört – siehe nächste Folie.

© Kirchengast-Gorfer / ARSCLiSys – Wegener Center – Uni Graz von Schuckmann et al. (2023), angepasst

# Klima(wandel)monitoring:

## Änderungen im Mittel – Graz Climate Change Indicators | ClimateTracer



Oberflächentemperatur als Abweichung vom vorindustriellen Mittelwert (1850-1900) seit 1960.

Wir kombinieren weltweit anerkannte Datensätze zu einer gemeinsamen Jahrestemperatur-Zeitreihe (schwarz) und haben eine Methode entwickelt, mithilfe derer wir 20-Jahres-Mittel (purpur) bis ins aktuelle Jahr schätzen können.

Die Jahrestemperatur in den letzten beiden Jahren überstieg bereits die 1,5°C-Marke, die im Pariser Abkommen festgelegt wurde.

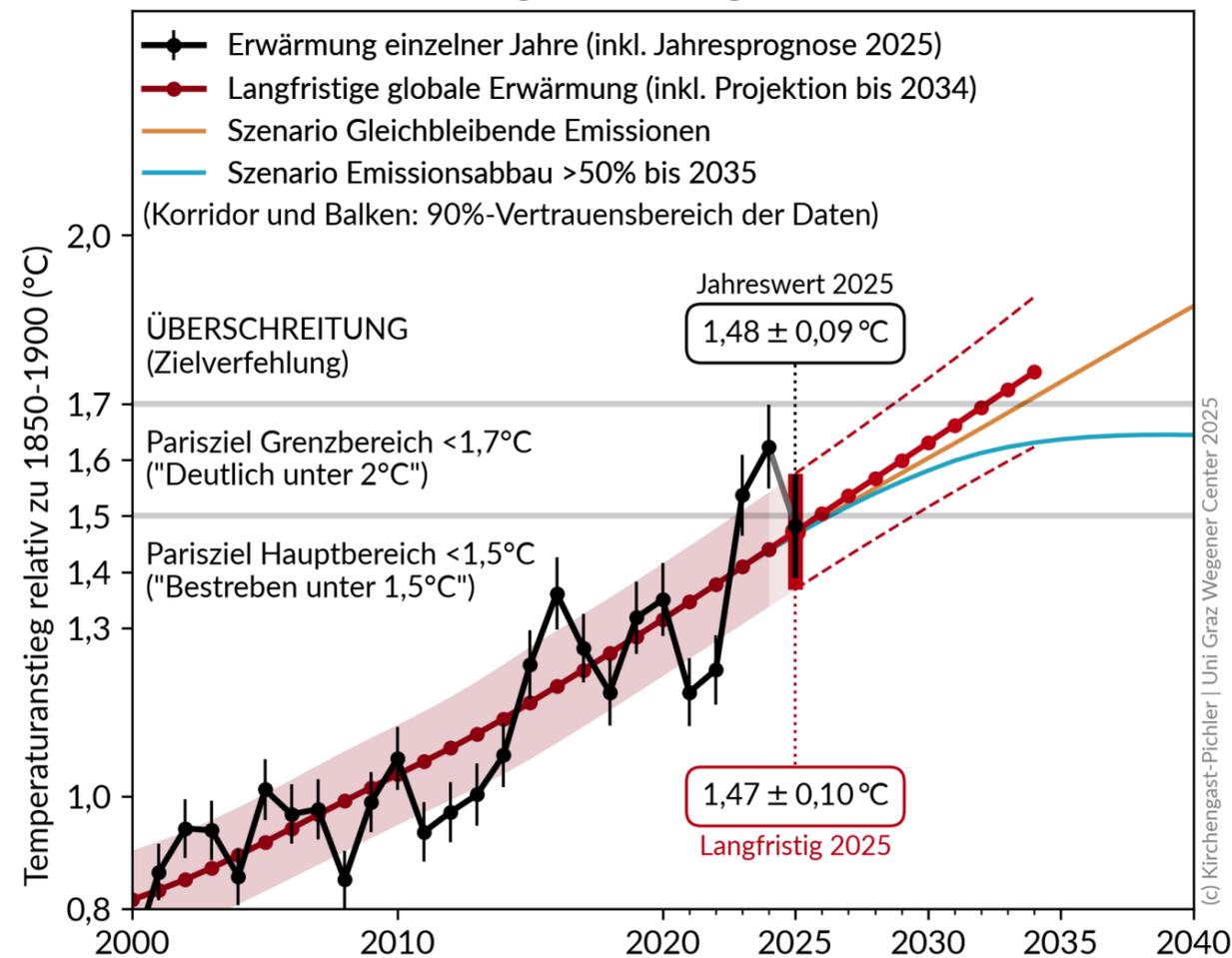
Das 20-Jahres-Mittel, das auch der Weltklimarat als dafür relevante Größe ansieht, ist kurz davor, diese Schwelle ebenfalls zu erreichen.

© Kirchengast-Pichler / ARSCLiSys – Wegener Center – Uni Graz Kirchengast & Pichler (2025), angepasst

# Klima(wandel)monitoring:

## Änderungen im Mittel – Graz Climate Change Indicators | ClimateTracer

Globale Erwärmung: Vorhersagen 2025 und bis 2034



Vorhersage der Jahresdurchschnittstemperatur bis zu 6 Monate vor Jahresabschluss.

Indem wir saisonale Vorhersagen nutzen, können wir die Jahresdurchschnittstemperatur (schwarz/grau) bereits ab August vorhersagen.

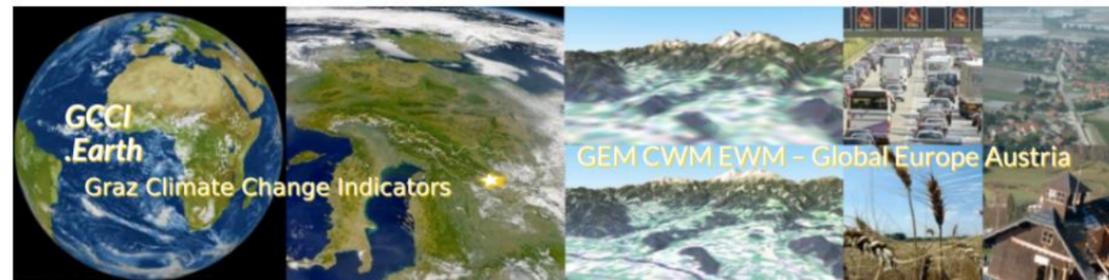
Ebenso können wir aus den Beobachtungsdaten eine Projektion der 20-Jahres-Mitteltemperatur (purpur/rot) für bis zu 10 Jahre in die Zukunft errechnen.

Ebenfalls gezeigt sind Szenarien für die Temperaturentwicklung im Fall des rapiden Emissionsrückgangs (hellblau) und im Fall von gleichbleibenden Emissionen (orange).

© Kirchengast-Pichler / ARSCLiSys – Wegener Center – Uni Graz

# Klima(wandel)monitoring:

## Änderungen im Mittel – Graz Climate Change Indicators | ClimateTracer



Willkommen auf GCCI.Earth|ClimateTracer.Earth!

Dieses Datenportal wird vom [Wegener Center](#) der [Uni Graz](#) im Rahmen ihres Profilbereichs [Climate Change Graz](#) betrieben. Die aktuelle Version ist GCCIV2.3. Weitere Inhalte und Features werden regelmäßig hinzugefügt.

GCCI.Earth|ClimateTracer.Earth bietet verlässliche **Monitoring-Informationen zur jüngsten Vergangenheit zusammen mit aktuellen Prognose-Informationen und Paris-konformen Zukunftsprojektionen**, über den kritischen Zeitraum von 1960 über die Gegenwart bis 2050. Dabei liegt der Fokus auf **Treibhausgas-Emissionen** ("Emissionen"), der **Globalen Erwärmung** ("Erwärmung") und den Auswirkungen des Klimawandels in Form von **Wetter- und Klimaextremen** ("Extreme"; Release im Sommer 2025).

Steigen Sie über das Menü oben oder gleich hier ein: [Emissionen - Global](#), [Emissionen - Europa](#), [Emissionen - Österreich](#), [Erwärmung - Global](#), [Extreme - Europa](#), [Extreme - Österreich](#). Die Charts sind weitgehend selbsterklärend dargestellt – für einen One-Stop-Überblick zum aktuellen Inhalt, einschließlich detaillierter Quellenangaben, siehe die [GCCI-Dokumentation](#).

Besuchen Sie auch [CarbManage.Earth](#), für das dieses Datenportal wesentliche Hintergrund- und Kontextinformationen bietet. Erfahren Sie dort über "Carbon Management - carbsmart2Paris", einen neuen Lösungsansatz für wirksamen Klimaschutz, der Akteure weltweit auf allen öffentlichen, institutionellen und persönlichen Ebenen befähigt, selber erfolgreich und fair zum Abbau von Treibhausgasemissionen im Einklang mit den Pariser Klimazielen beizutragen.

Das Portal wird wiederholt aktualisiert – bleiben Sie dran.

Emissionen von Treibhausgasen aus fossilen Quellen verursachen diese Veränderungen im Klimasystem.

Unser Datenportal liefert über Klimabeobachtungs-Daten hinaus auch Emissionsdaten auf globaler, europäischer und österreichischer Ebene, hinuntergebrochen bis in die einzelnen Bundesländer.

Anhand dieses Beispiels können wir uns nun das Datenportal live ansehen:

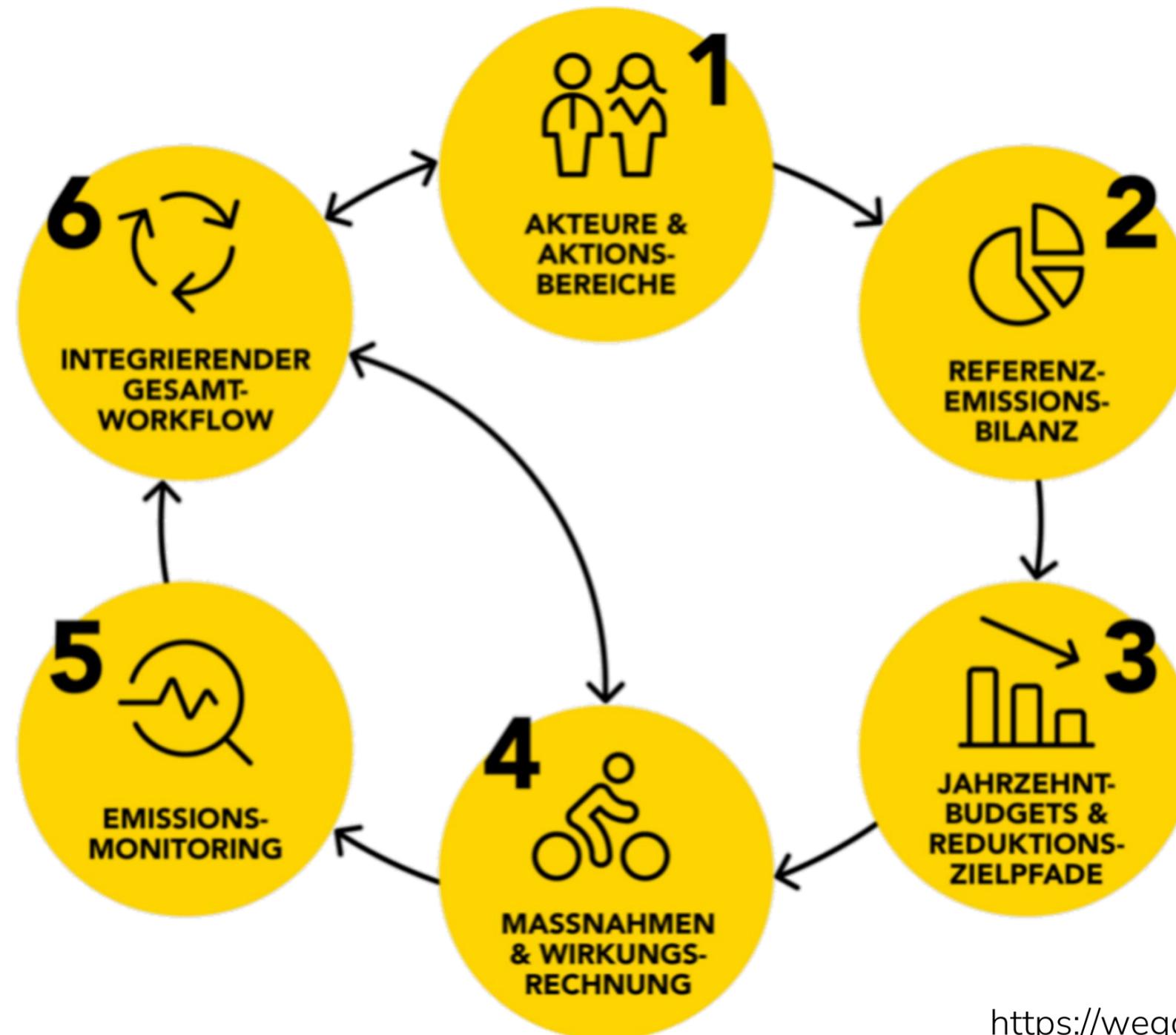
<https://climatetracer.earth/de/>



Vom Klimamonitoring zum Klimaschutz: Wie erreichen wir die Pariser Klimaziele?

# Klimaschutzmanagement

# Sechs Schritte zur Klimaneutralität



<https://wegcenter.uni-graz.at/carbon-management>

# Klimaschutzmanagement und die Rolle des Wegener Centers



Forschung



Anwendung



Weiterführende  
Informationen:

<https://wegcenter.uni-graz.at/carbon-management>

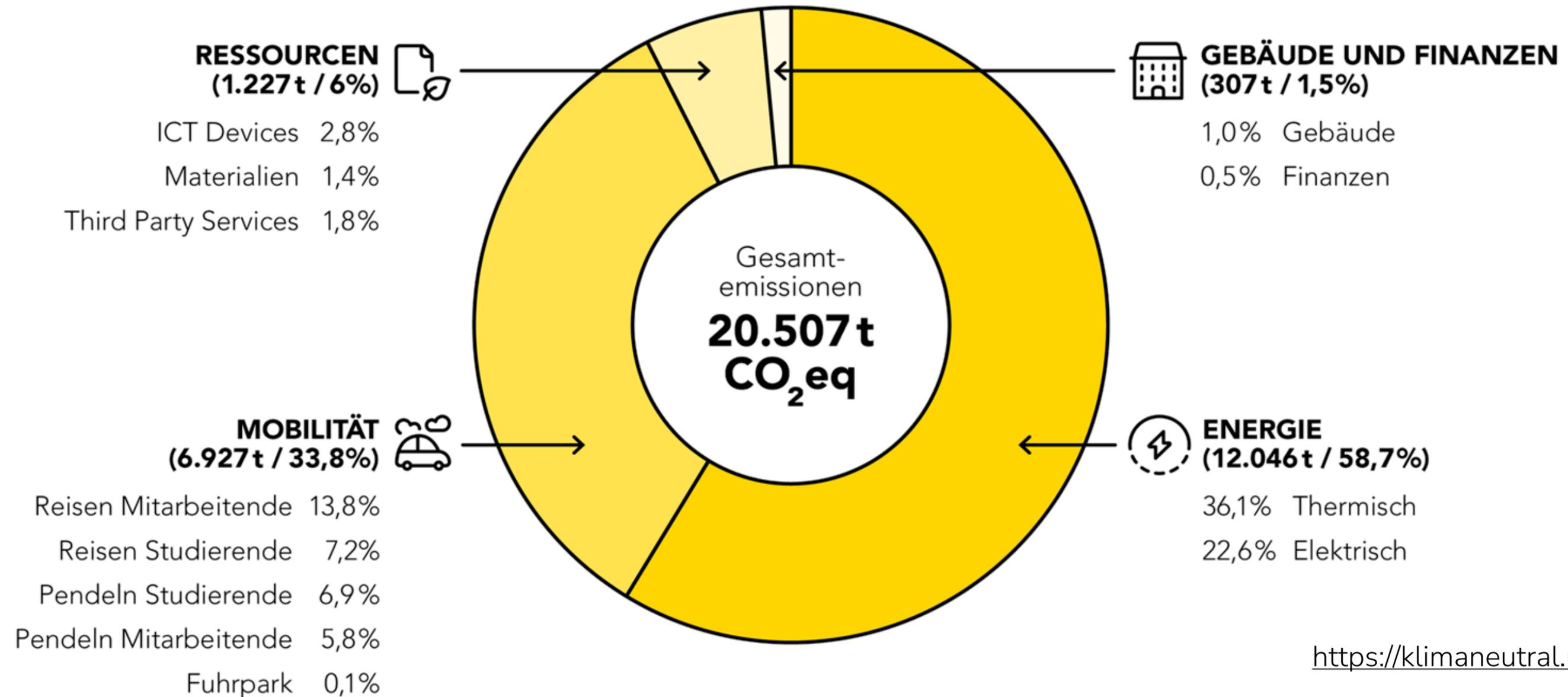
Weiterführende  
Informationen:

<https://klimaneutral.uni-graz.at>



# Die Anwendung an der Uni Graz

## Referenz-Emissionsbilanz



<https://klimaneutral.uni-graz.at>



# Die Forschung



Wer emittiert hauptsächlich? Gibt es Muster?

Hölbling, S., G. Kirchengast & J. Danzer (2023). <https://doi.org/10.1108/IJSHE-03-2023-0081>.

Wo gibt es wachsende Emissionsquellen? Wo stehen diese?

Hölbling, S., G. Kirchengast, C. Briese, H. Thümingen (2025), in press. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2025.100332>.

Wie kann ein fairer Emissionsabbau gelingen? Was heißt „fair“?

Danzer, J., G. Kirchengast (2025). (in review/in revision).

Gibt es emissionsärmere Alternativen zu bestehenden Praktiken?

Kremser, S., A. Charlton-Perez, J. H. Richter, J. Santos, J. Danzer, S. Hölbling (2024). <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-23-0160.1>.

In wie weit können Verhaltensänderungen zur Emissionsreduktion beitragen?

Gössler, V. (in Arbeit). Masterarbeit im CM Team.

<https://wegcenter.uni-graz.at/carbon-management>

# Die Forschung

Wer emittiert hauptsächlich? Gibt es Muster?

The current issue and full text archive of this journal is available on Emerald Insight at: <https://www.emerald.com/insight/1467-6370.htm>

## Unmasking mobility patterns: international travel behavior and emissions of scientists in a higher research institution

Unmasking mobility patterns

355

Stefanie Hölbling

Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz, Graz, Austria

Gottfried Kirchengast

Wegener Center for Climate and Global Change and Institute of Physics, University of Graz, Graz, Austria, and

Julia Danzer

Wegener Center for Climate and Global Change, University of Graz, Graz, Austria

### Abstract

**Purpose** – This study aims to investigate patterns in international travel behavior of scientific staff depending on the categories of gender, scientific field and scientific seniority level. The learning from salient differences possibly revealed may inform measures for reducing travel greenhouse gas (GHG) emissions, especially for high-emitting staff groups, and help strengthen the equality between scientists of different categories concerning their travel behavior.

**Design/methodology/approach** – The study collected and used novel empirical data on travel GHG emissions from University of Graz scientific staff for five consecutive years (2015–2019) and used statistical analysis and inference to test and answer three distinct research questions on patterns of travel behavior.

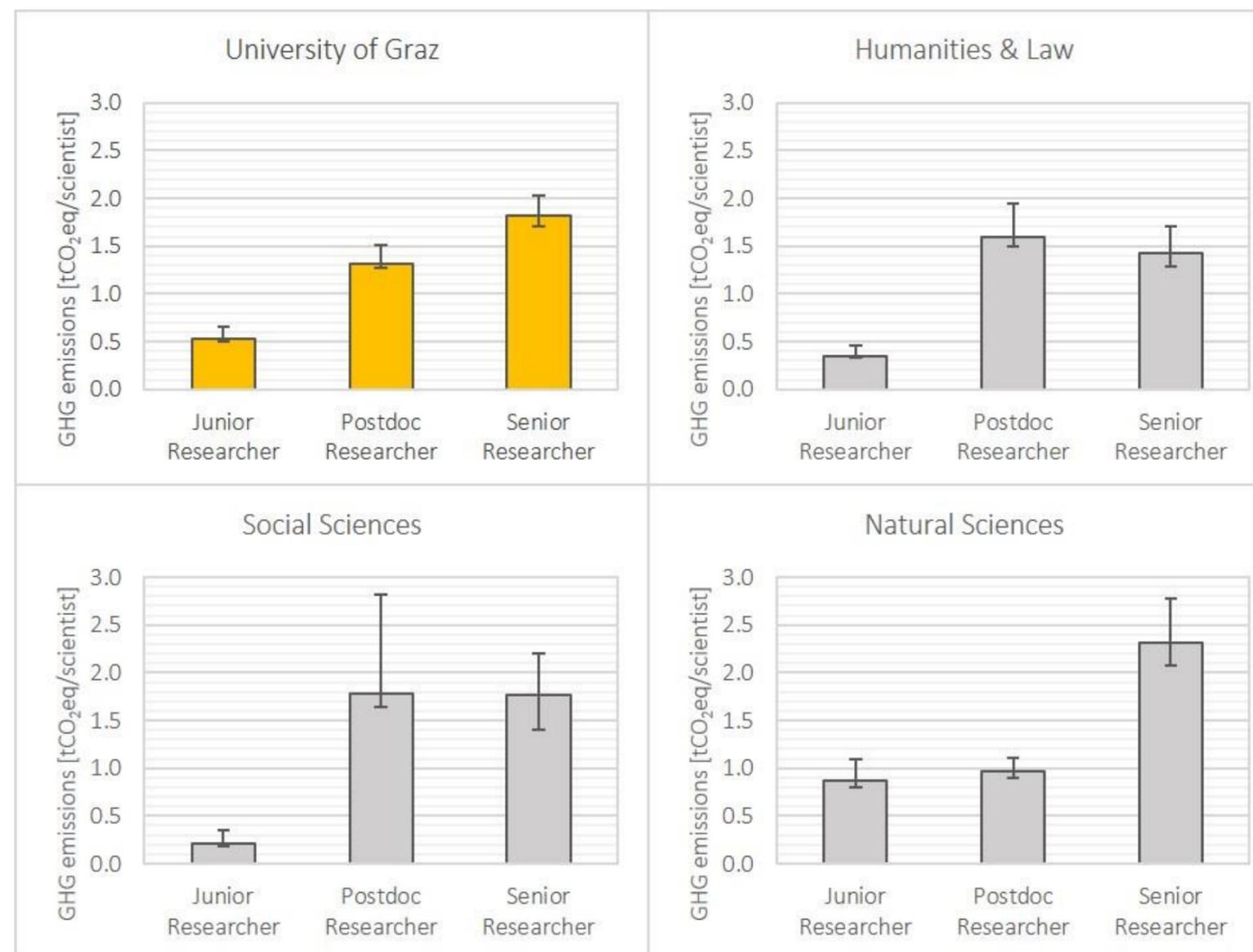
**Findings** – The travel footprint of scientific staff, in terms of annual GHG emissions per scientist, exhibits various highly significant differences across scientific fields, seniority and gender, such as male senior natural scientists showing ten times higher per-person emissions than female junior social scientists.

**Originality/value** – The five-year travel GHG emissions data set across all fields from natural sciences via social sciences to humanities at a large university (Uni Graz, Austria, about 2,000 scientific staff) and across seniority levels from predocs to professors, both for female and male scientists, enabled a robust empirical study revealing distinct differences in travel GHG footprints of academic staff. In this way, the study adds valuable insights for higher research institutions toward effective GHG reduction policies.

**Keywords** Greenhouse gas emissions, International scientific travel, Scientific field, Scientific seniority, Gender

**Paper type** Research paper

Received 10 March 2023  
Revised 15 May 2023  
31 August 2023  
Accepted 4 September 2023



Wissenschaftliche Arbeit dazu: Hölbling, S., G. Kirchengast & J. Danzer (2023). Unmasking mobility patterns: international travel behavior and emissions of scientists in a higher research institution. *Int J Sustain High Ed* 24, 355-371. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-03-2023-0081>



# Forschung & Anwendung

## Der CarbonTracer



- Service zur verlässlichen Berechnung von THG-Emissionen aus dem Bereich Mobilität:
  - Vergleich von Verkehrsmitteln
  - Reiserouten
- Verfügbar für alle Bediensteten zur Reiseplanung und darüber hinaus weltweit frei zugänglich
- Integration in den Reiseworkflow zur automatisierten Berechnung der THG-Emissionen der dienstlichen Reisen

<https://carbontracer.uni-graz.at>

### Emissionen Reiseroute

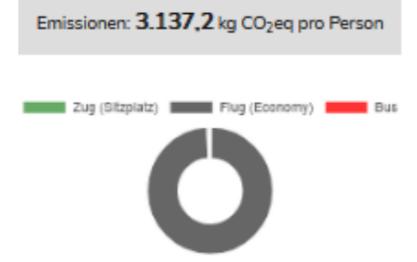
Diese **Anwendung** berechnet für eine angegebene Route die Distanz (in km) und die CO<sub>2</sub>eq-Emissionen pro Person (in kg) für die angegebenen Verkehrsmittel.

Bitte geben Sie Ihre Reiseroute an (je Feld z.B. Ort, PLZ Ort, Ort (Land), etc):

Startort/Zwischenort	Zielort/Zwischenort	Verkehrsmittel	Belegung
Graz	Wien	Zug (Sitzplatz)	Standard
Wien	Peking	Flug (Economy)	Standard
Peking (CN)	München	Flug (Economy)	Standard
München	Graz	Bus	Standard

Teilstrecke/Strecke hinzufügen oder Reiseroute berechnen

<b>Teilstrecke Zug (Sitzplatz)</b>	223,3 km	<b>3,4 kg</b>
8010 Graz, Steiermark (AT) - Vienna International Airport (AT)		<b>3,4 kg</b>
	AT	3,4 kg
<b>Teilstrecke Flug (Economy)</b>	16.386,7 km	<b>3.113,4 kg</b>
Vienna International Airport (AT) - Beijing Capital International Airport (CN)		<b>1.529,1 kg</b>
Beijing Capital International Airport (CN) - Munich International Airport (DE)		<b>1.584,3 kg</b>
<b>Teilstrecke Bus</b>	434,5 km	<b>20,4 kg</b>
Munich International Airport (DE) - 8010 Graz, Steiermark (AT)		<b>20,4 kg</b>



- ▲ Ergänzende Informationen zur Berechnung
- ▲ FAQs

# Vom Klimamonitoring zum Klimaschutz: Wie erreichen wir die Pariser Klimaziele?

WELCOME! Thema Klimawandelmonitoring & Klimaschutzmanagement

**Klimawandel ungebremst: Forscher prognostizieren globale Erwärmung von fast 1,5°C für 2025**

*Hot News!*  
*Uni Graz*  
*2025*  
...



&

**Mobil für Forschung und Klimaschutz**

*Hot News!*  
*Uni Graz*  
*2024*  
...



**Gottfried Kirchengast, Moritz Pichler & Stefanie Hölbling**

Forschungsgruppe ARSCLiSys – <https://wegcenter.uni-graz.at/arsclisys>

Bereich Klimawandel und Wege zur Klimaneutralität