Mit GLORIA wurde eine neue Generation von abbildenden Infrarotspektrometern entwickelt..

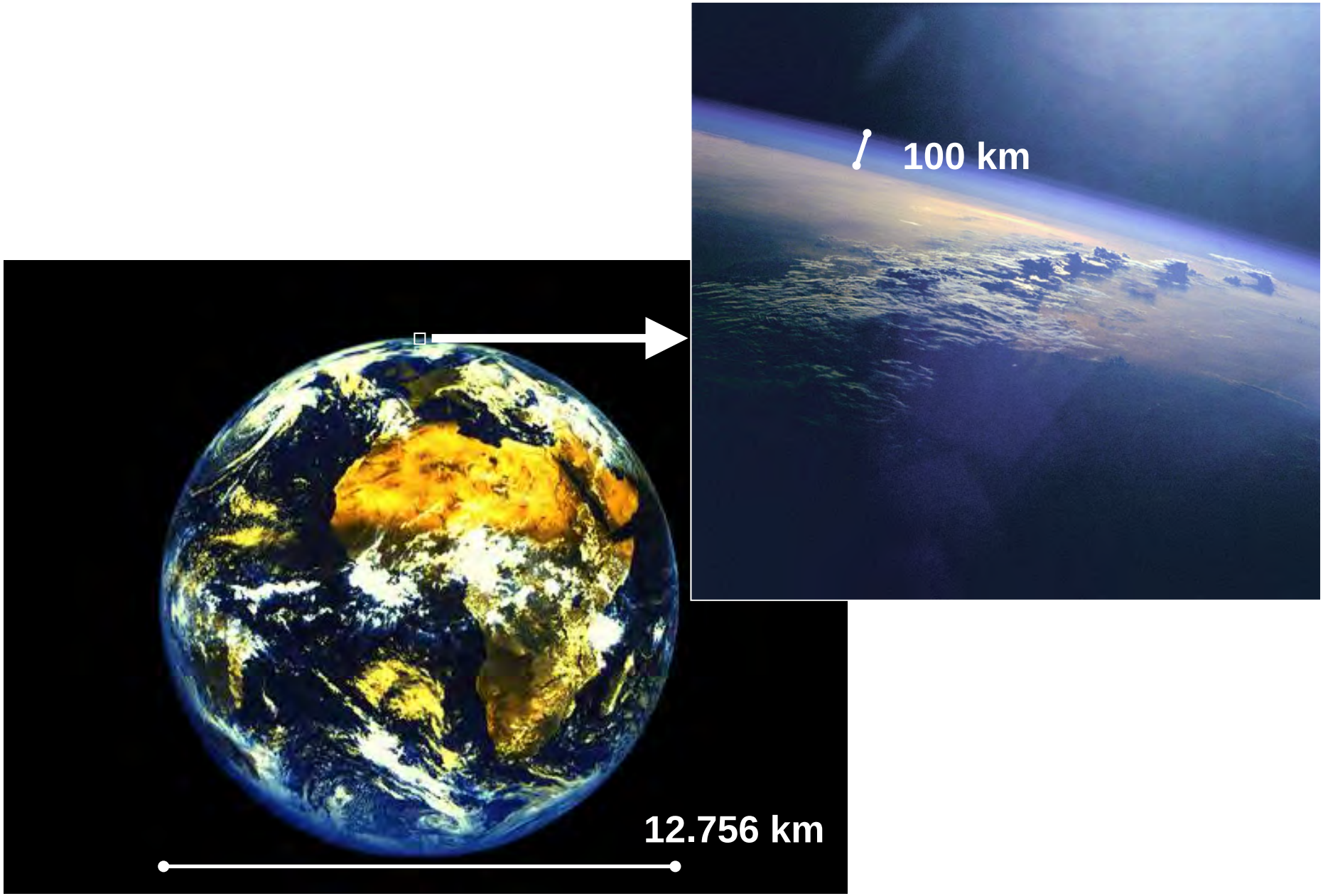
Von der planetarischen Grenzschicht bis zur Mesopause

Atmosphärenforschung in Wuppertal

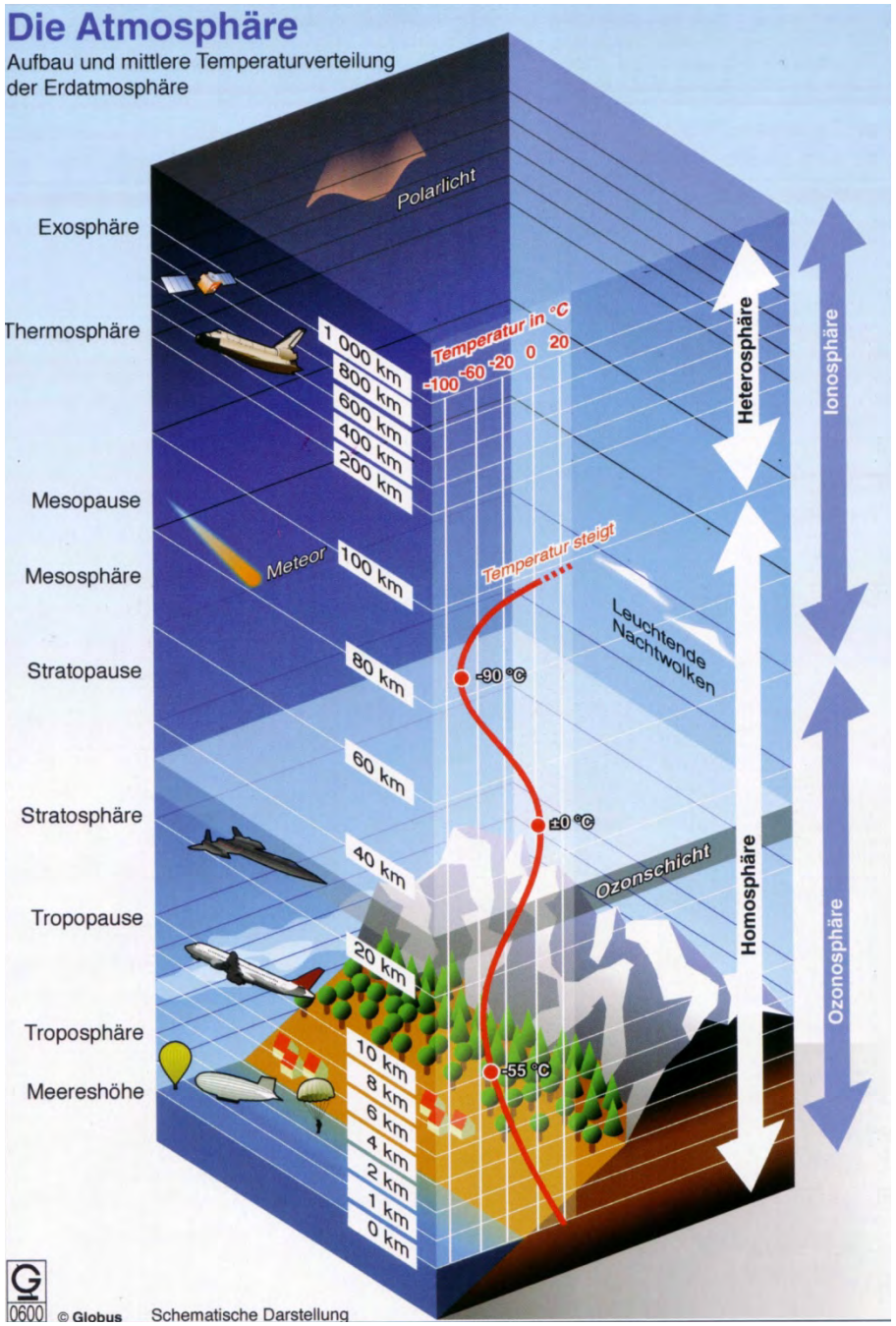
Ralf Koppmann
Bergische Universität Wuppertal
Fachbereich Mathematik und Naturwissenschaften
Atmosphärenphysik

Die Atmosphäre der Erde ist eine dünne Gashülle.

Die Atmosphäre der Erde ist nur etwa 100 km dick.



Die Erdatmosphäre wird nach dem Temperaturverlauf eingeteilt.



Zwei wichtige Themen:

- **Luftverschmutzung, Luftqualität**

  Spurengase

  Quellen, Abbau, Bildung schädlicher Produkte, Auswirkungen

  Aerosole

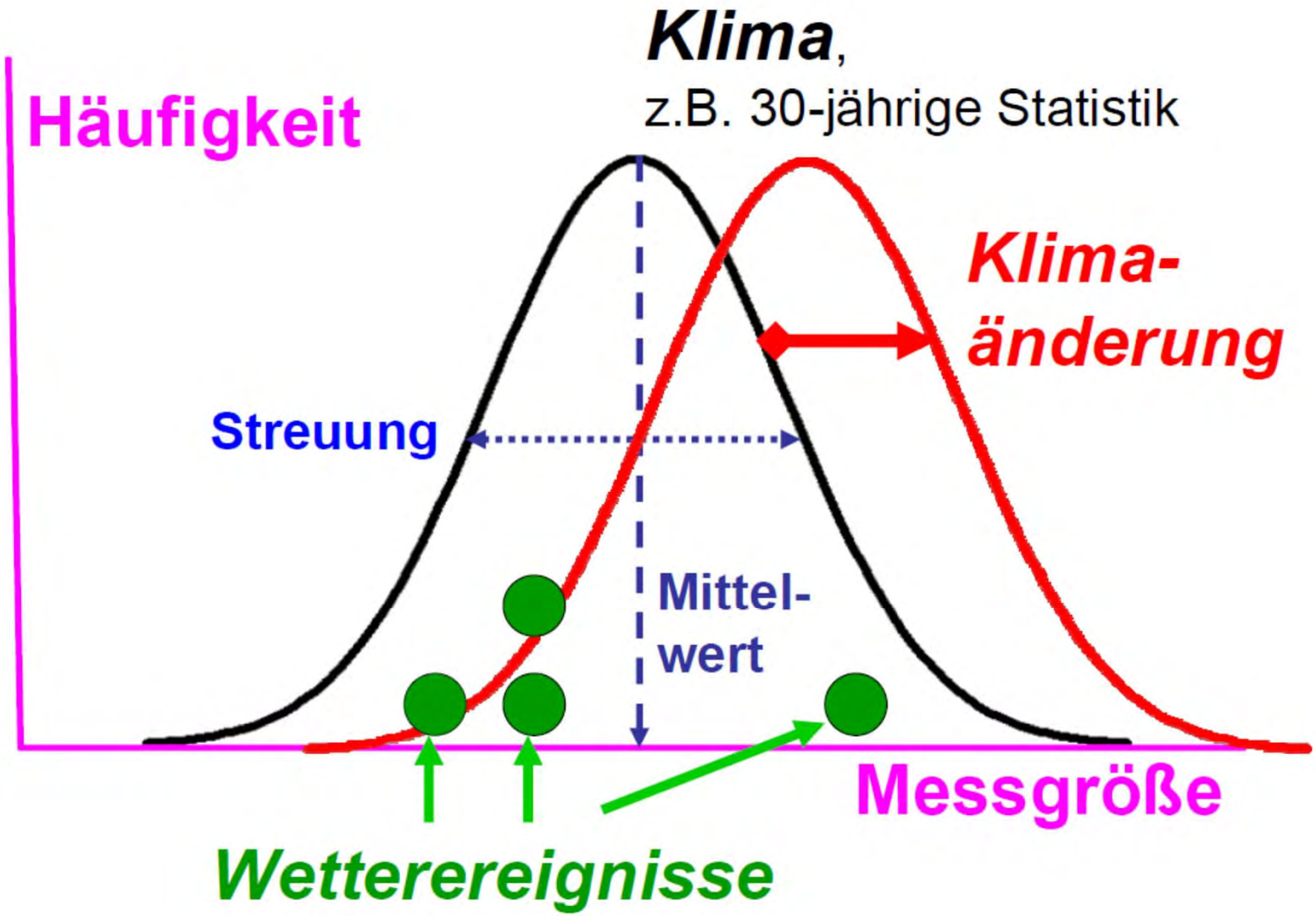
  Quellen, Entfernung aus der Atmosphäre, Auswirkungen

- **Klimawandel**

  Treibhausgase, Aerosole

  Auswirkungen, Maßnahmen

Klima ist über 30 Jahre gemitteltes Wetter.



Schönwiese, 1992

Zwei wichtige Themen:

- **Luftverschmutzung, Luftqualität**

  Spurengase

  Quellen, Abbau, Bildung schädlicher Produkte, Auswirkungen

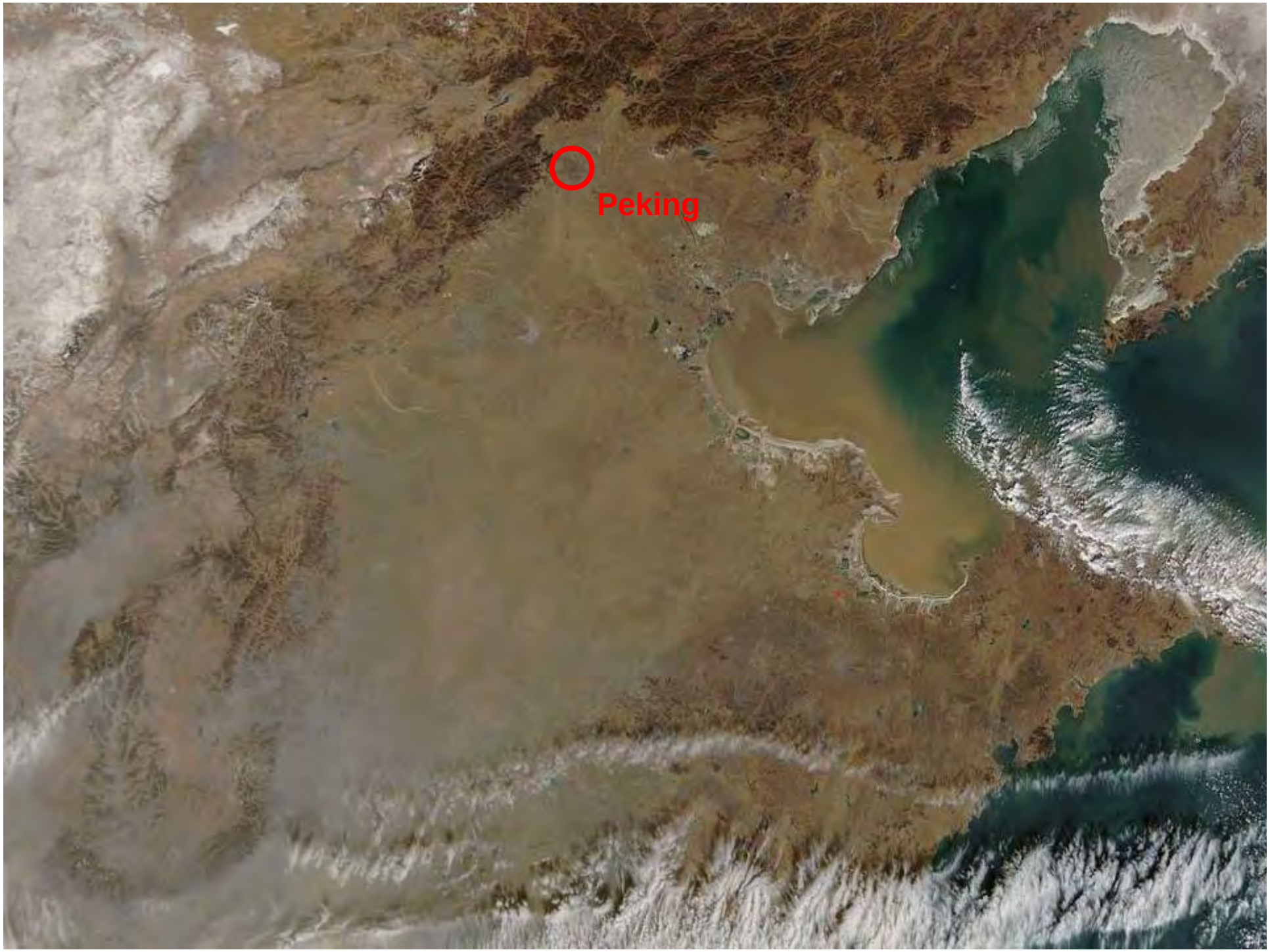
  Aerosole

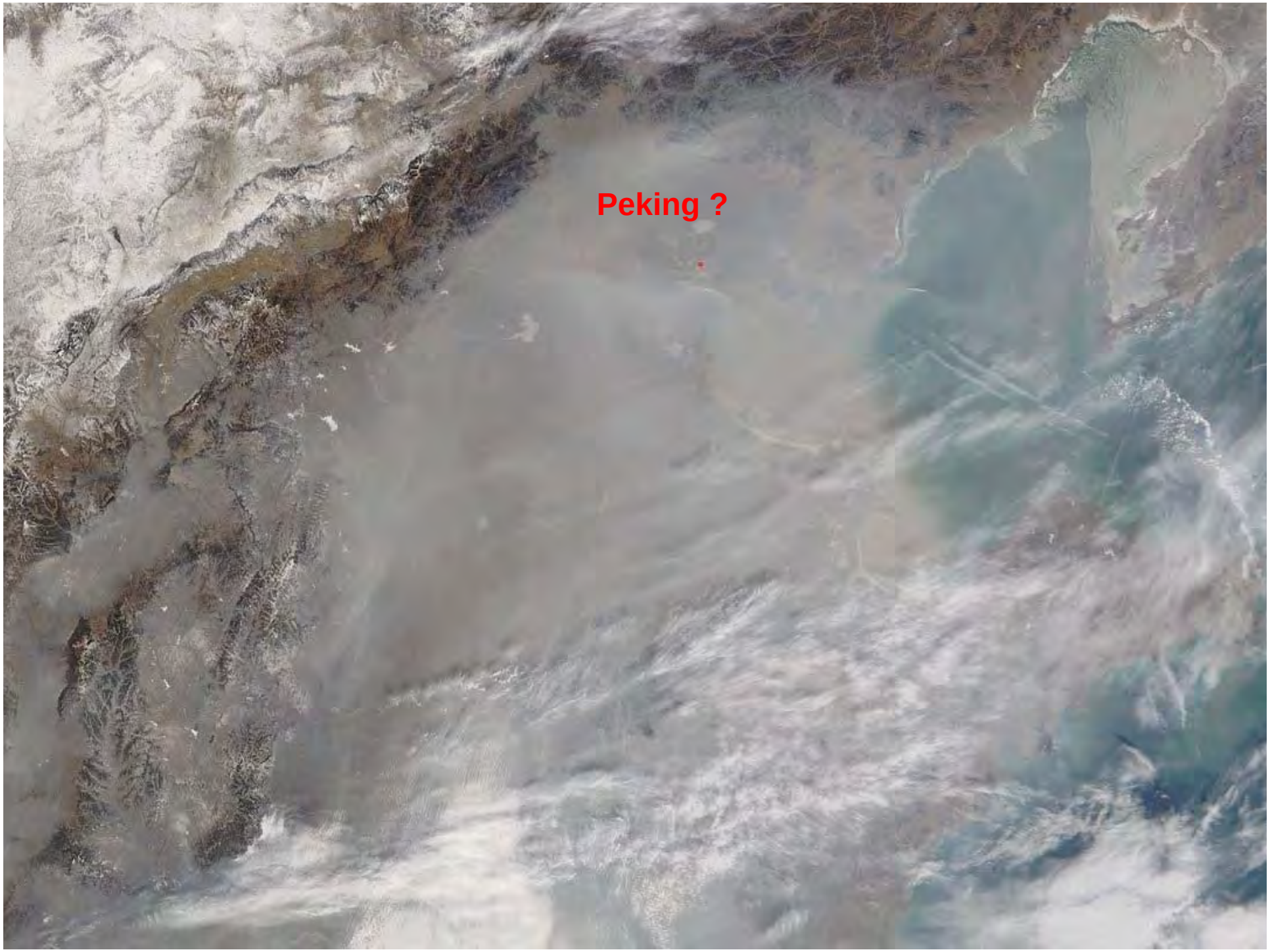
  Quellen, Entfernung aus der Atmosphäre, Auswirkungen

- **Klimawandel**

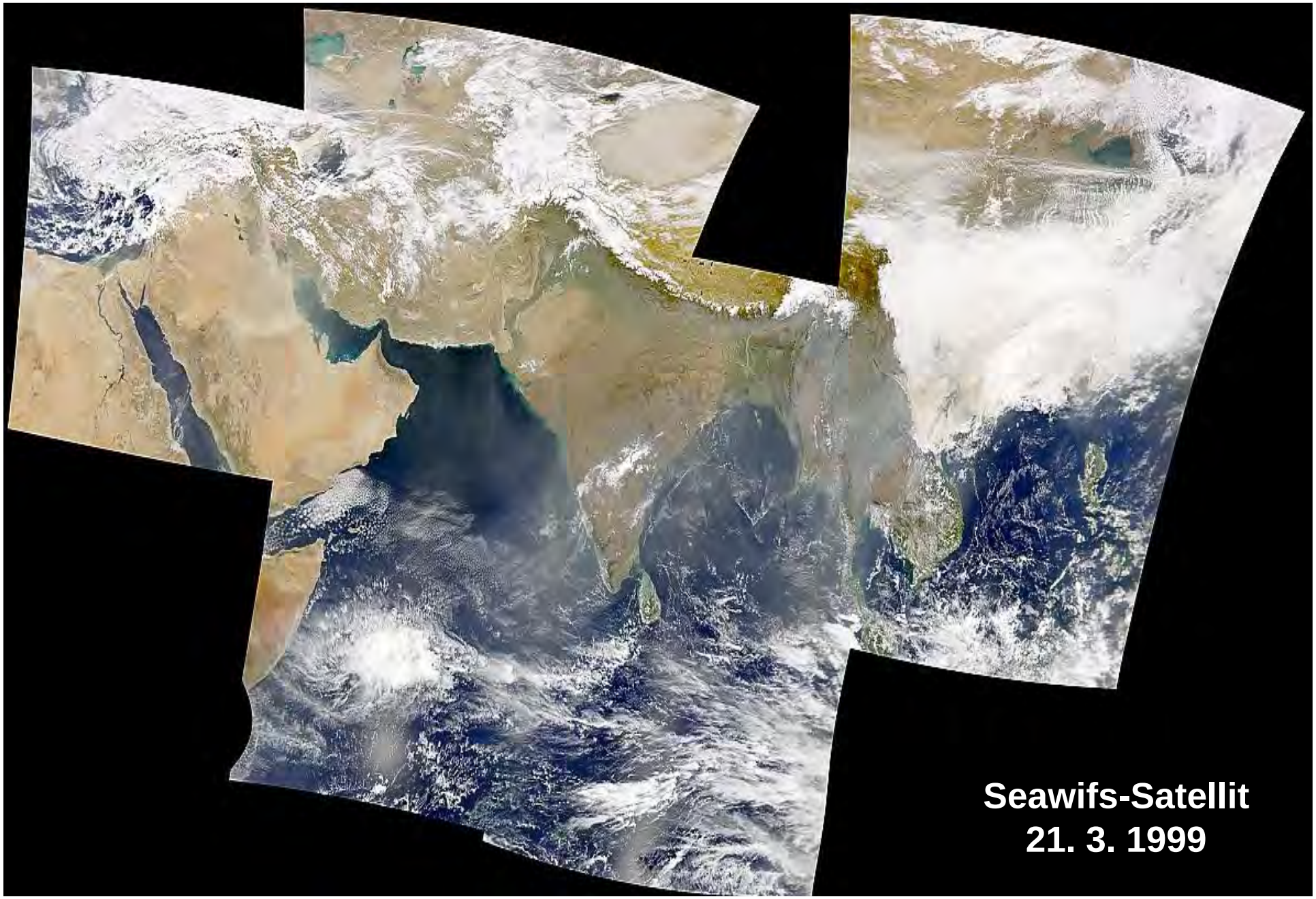
  Treibhausgase, Aerosole

  Auswirkungen, Maßnahmen


Peking


Peking ?

Luftverschmutzung hat eine globale Dimension.



Zwei wichtige Themen:

- **Luftverschmutzung, Luftqualität**

  Spurengase

  Quellen, Abbau, Bildung schädlicher Produkte, Auswirkungen

  Aerosole

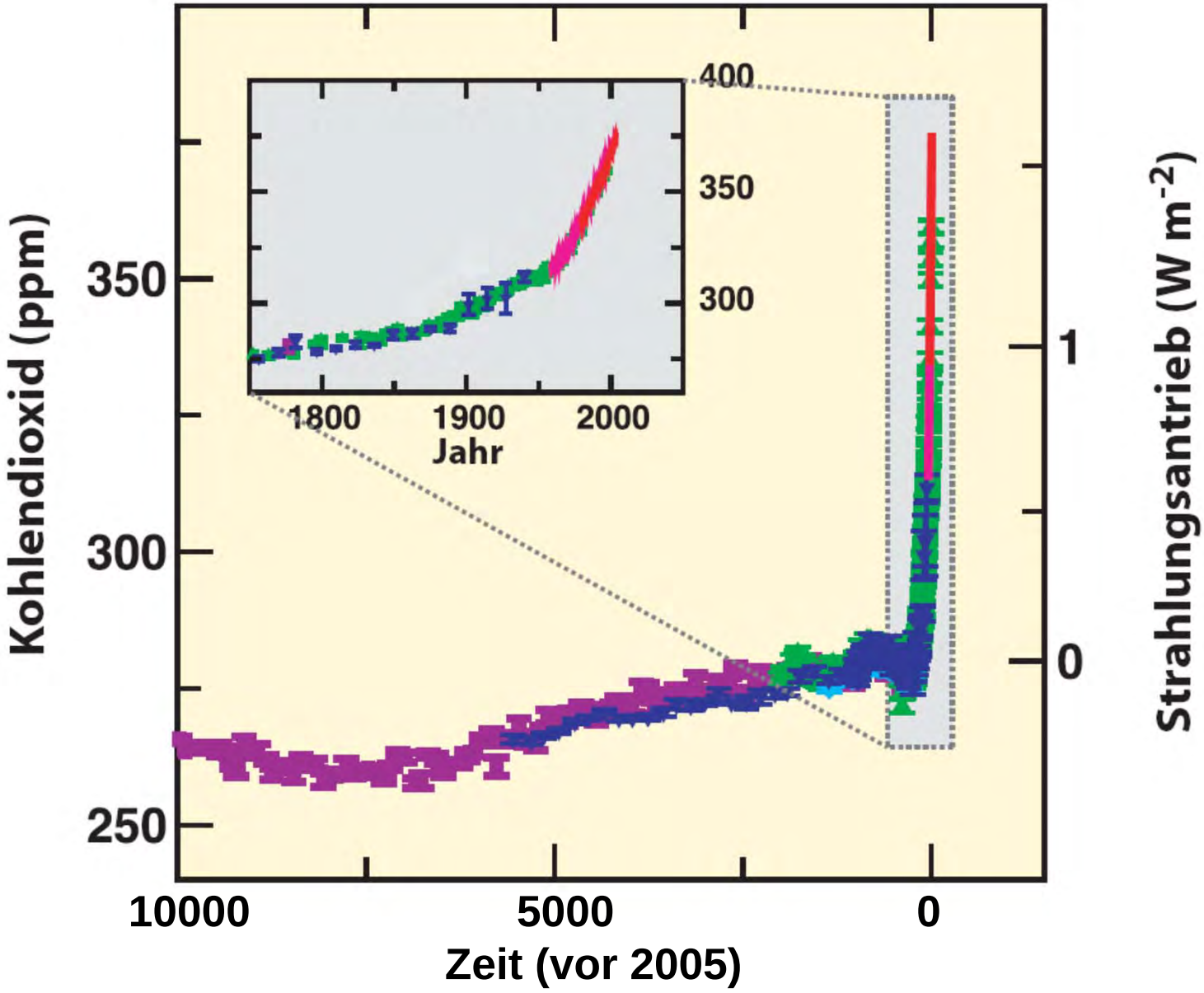
  Quellen, Entfernung aus der Atmosphäre, Auswirkungen

- **Klimawandel**

  Treibhausgase, Aerosole

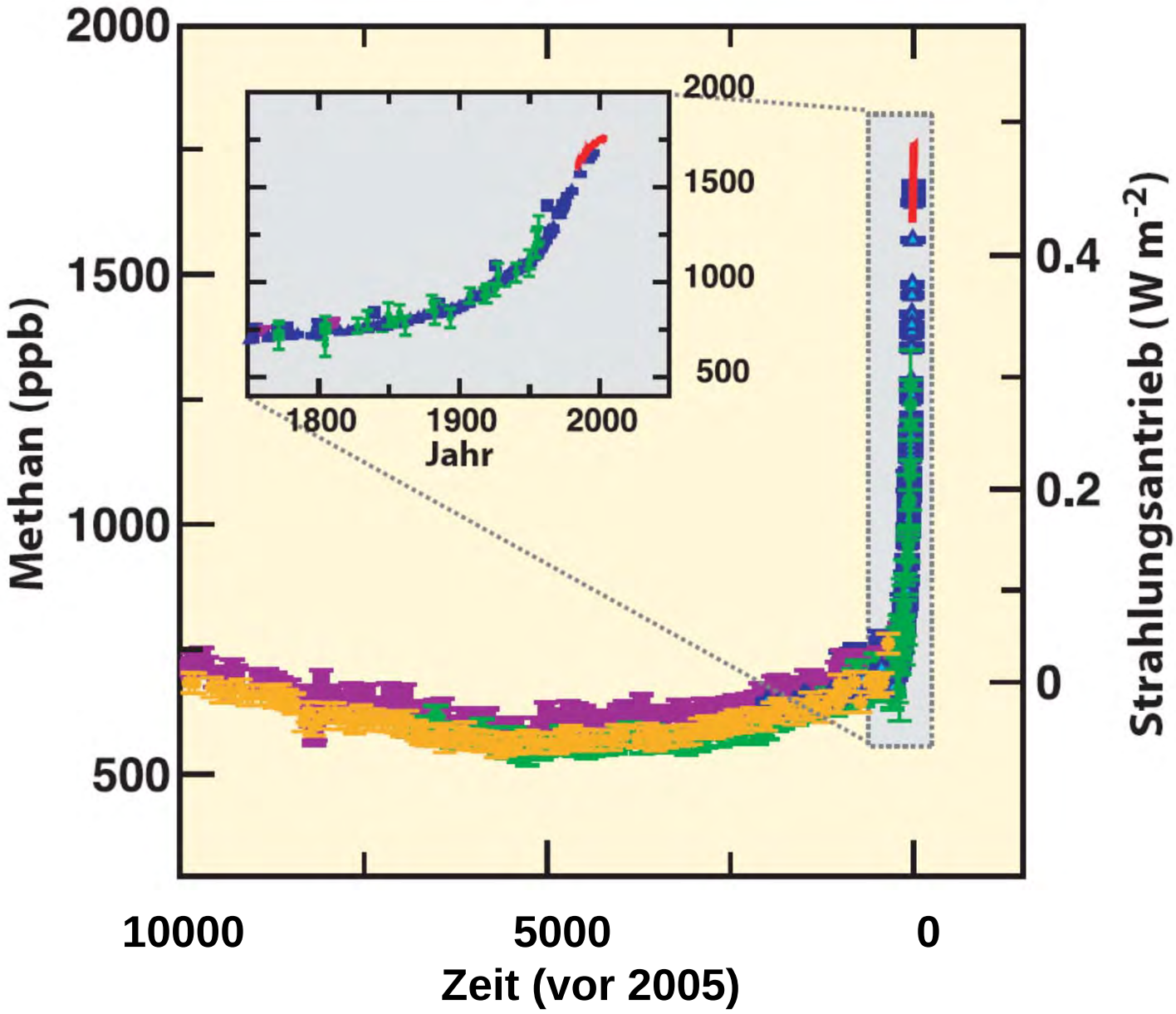
  Auswirkungen, Maßnahmen

Die Kohlendioxidkonzentration steigt seit 100 Jahren dramatisch an.



IPCC 2007 WG1-AR4

Die Methankonzentration steigt seit 100 Jahren dramatisch an.

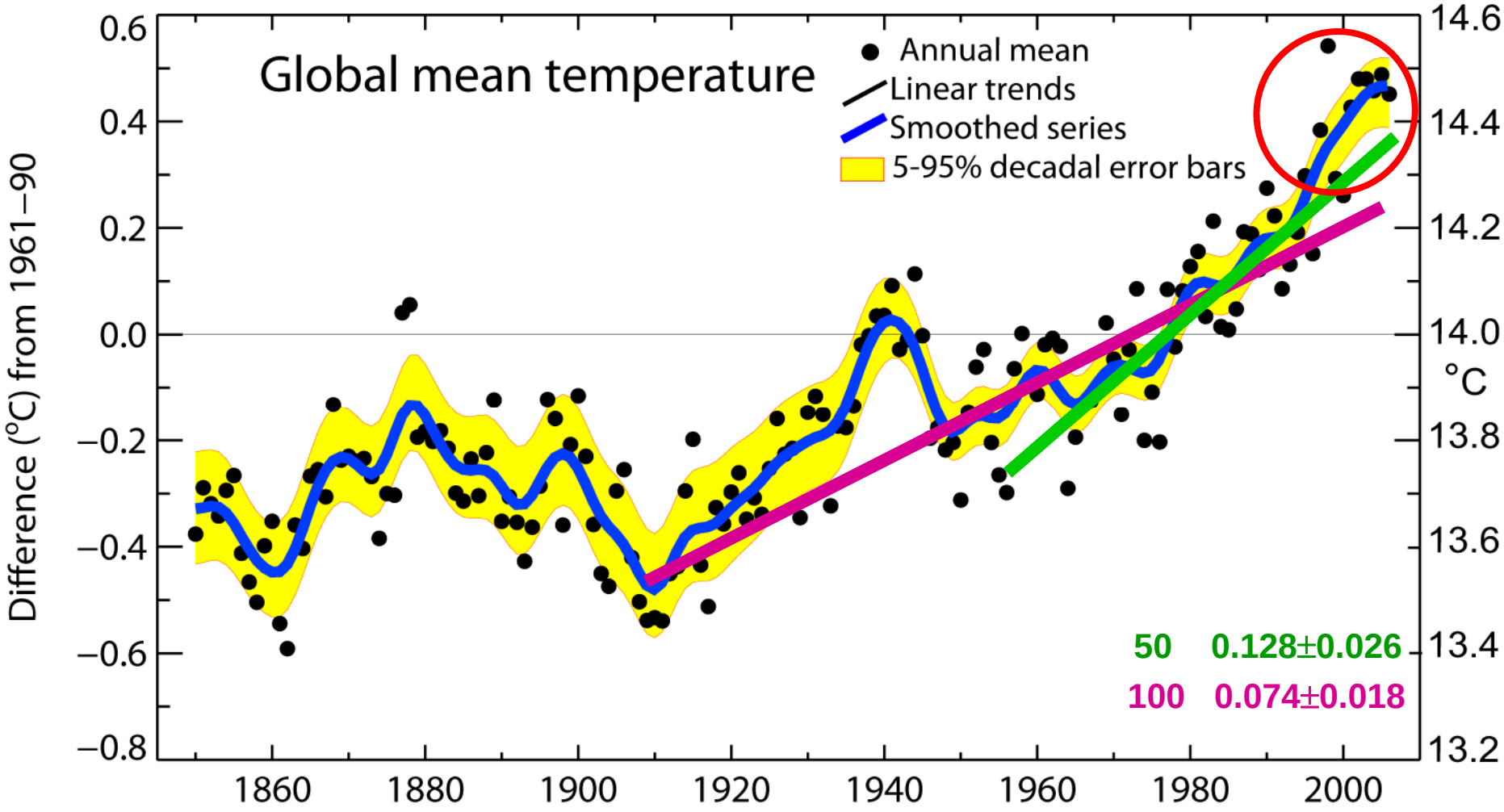


IPCC 2007 WG1-AR4

Als Folge steigt die Temperatur seit etwa 50 Jahren stetig an.

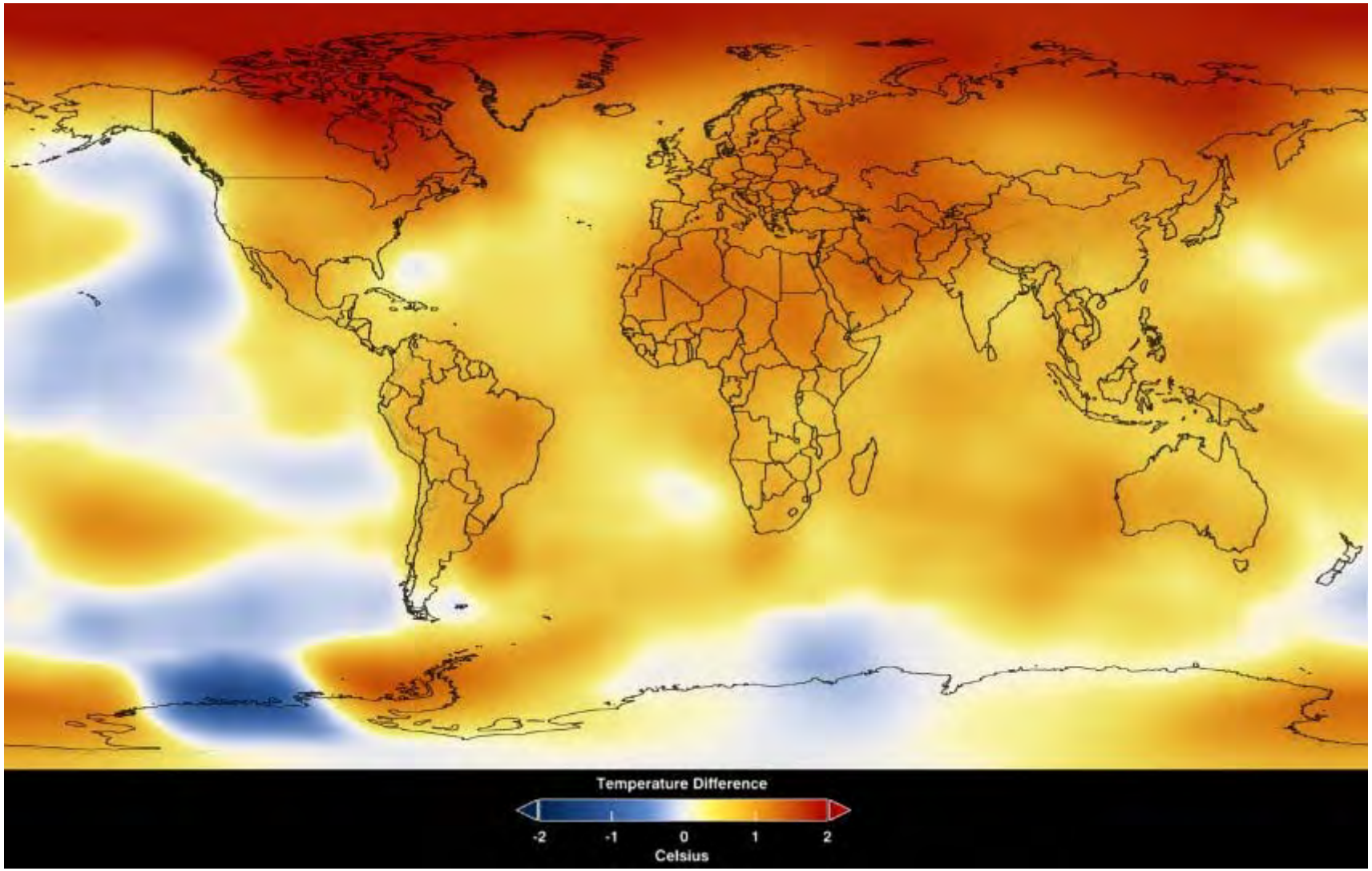
Die 10 wärmsten Jahre (1880-2012):

2010, 2005, 1998, 2003, 2002, 2006, 2009, 2007, 2004, 2012



IPCC 2007 WG1-AR4

An vielen Stellen der Erde war von 2008-2012 die Durchschnittstemperaturen höher als das langjährige Mittel.



NASA

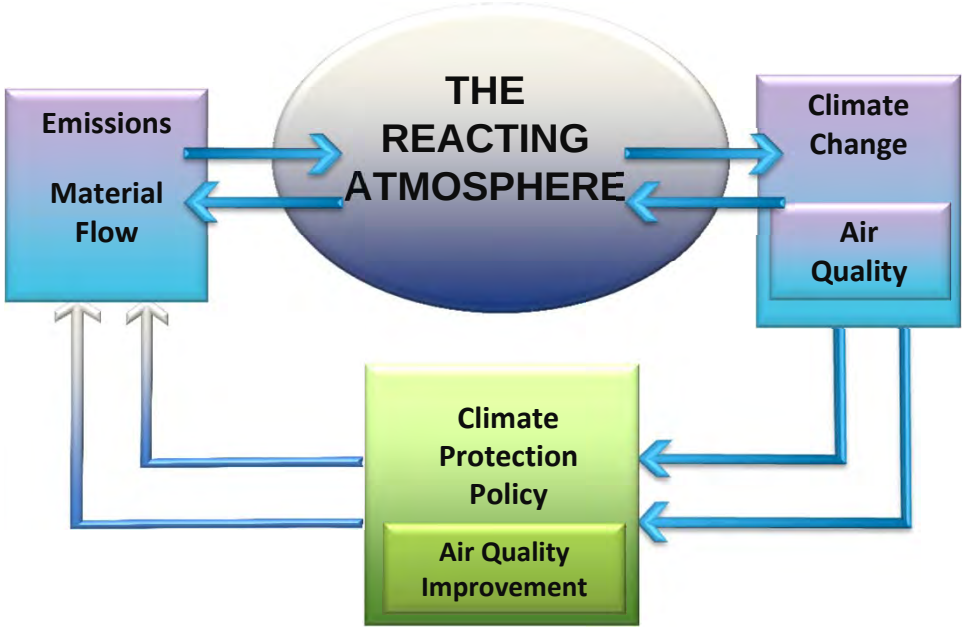
Der Klimawandel ist gleichzeitig ein

natürliches,
kulturelles,
politisches,
ökonomisches,
gesellschaftliches und
wissenschaftliches

Problem.

Hans von Storch, Werner Krauß, Die Klimafalle, 2013

Luftqualität und Klimawandel sind eng miteinander verbunden.



Research Network

The reacting **atmosphere**

Understanding and management **for future generations**

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

JÜLICH FORSCHUNGSZENTRUM

RIU

Atmosphärenforschung an der Bergischen Universität

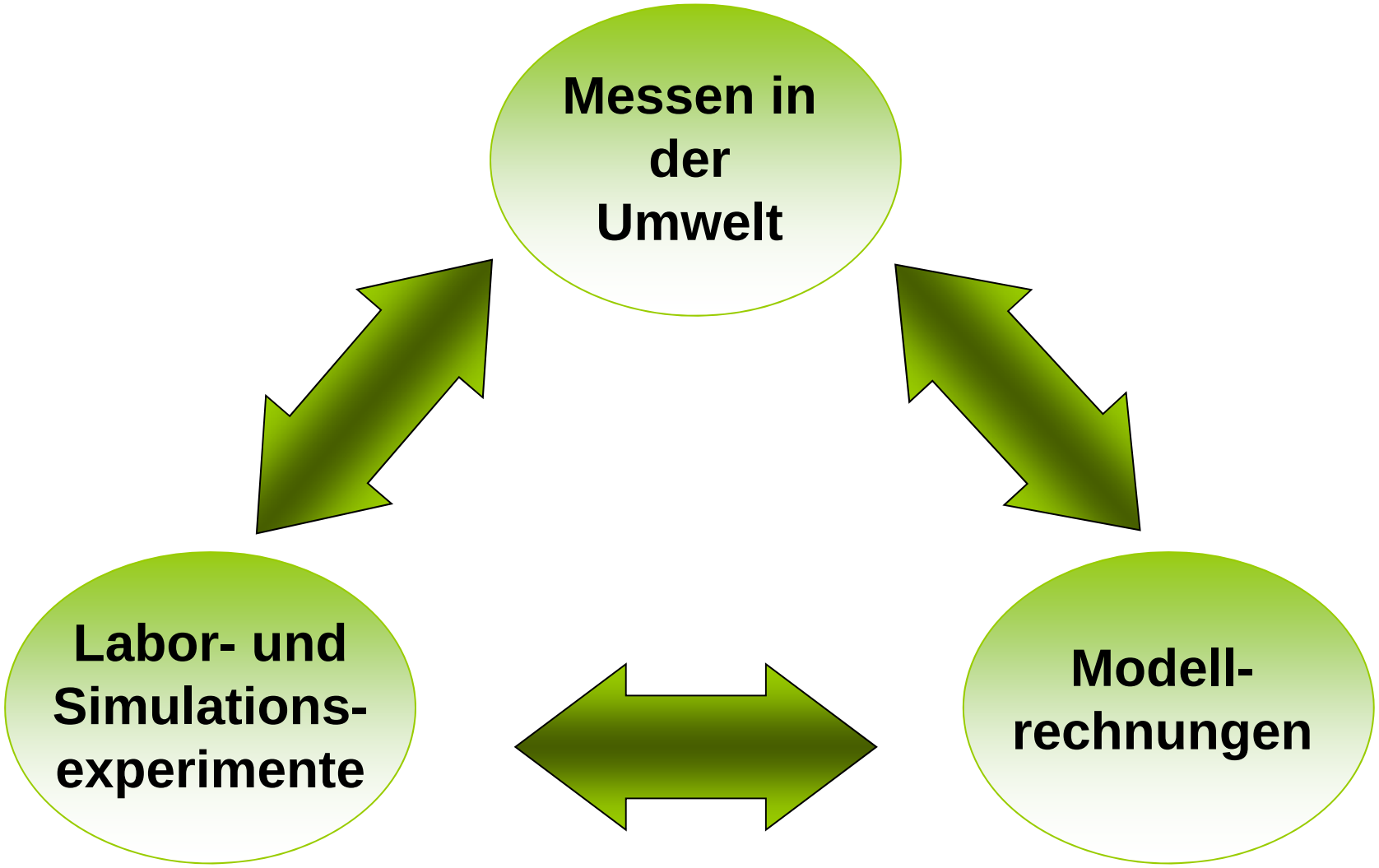
Die Arbeitsgruppe Atmosphärenphysik erforscht die physikalischen Prozesse in der Atmosphäre vom Erdboden bis zur Hochatmosphäre

- **Physikalische/chemische Vorgänge in der Atmosphäre (Transportprozesse, Austauschprozesse, Kopplungsmechanismen)**
- **Langzeitstudien (Temperatur der Hochatmosphäre)**
- **Entwicklung von Instrumenten für den Einsatz auf fliegenden Plattformen**

Die Arbeitsgruppe Atmosphärenchemie erforscht die chemischen Prozesse in der Atmosphäre.

- **Entwicklung hochempfindlicher Techniken zur Messung von Spurengasen**
- **Chemie der Spurengase in der Troposphäre (Sommersmog)**
- **Prozessstudien in Labor- und Simulationsexperimenten**

Die Atmosphärenforschung hat drei Schwerpunkte.

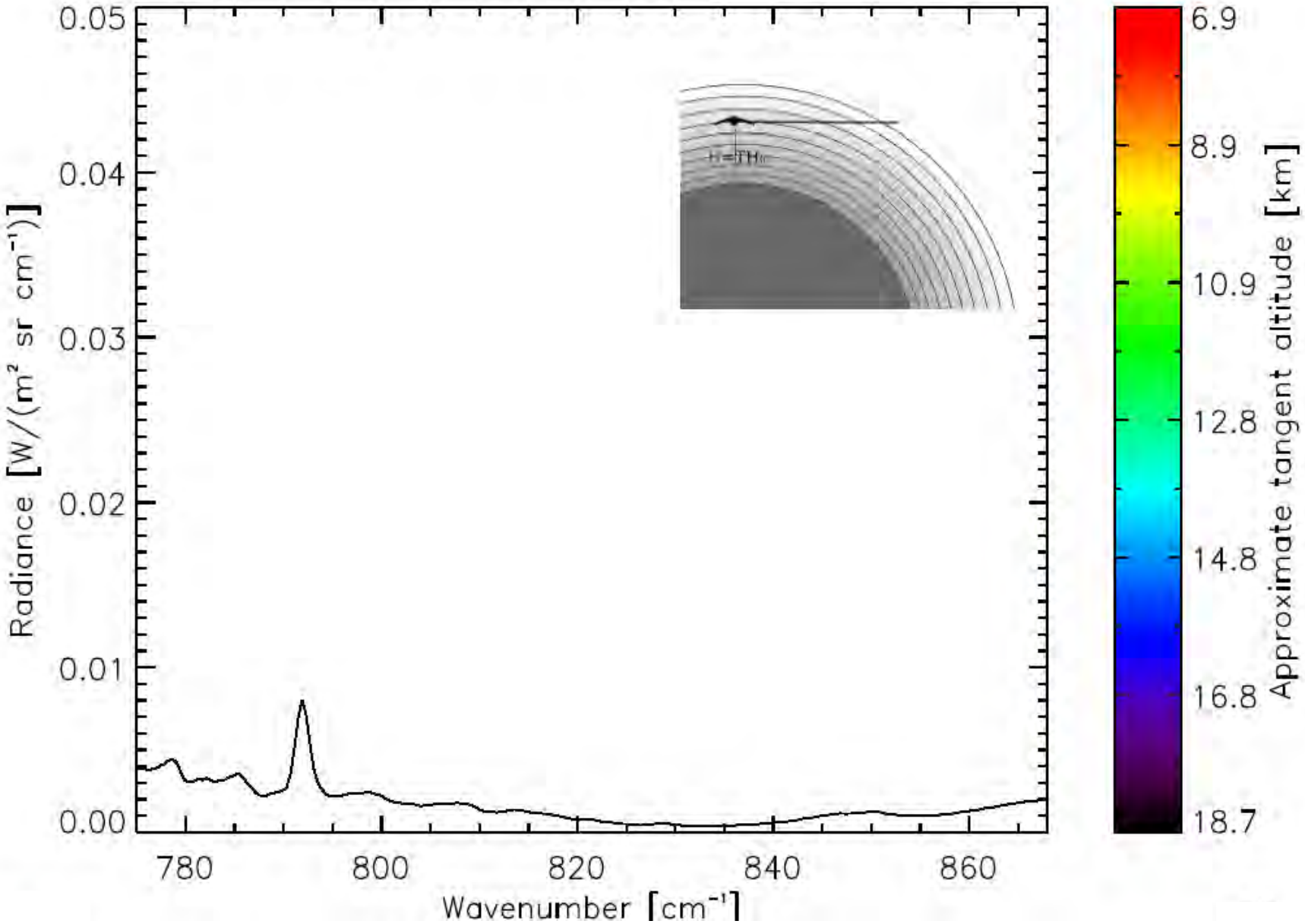


Fernerkundung auf einem „Spionageflugzeug“

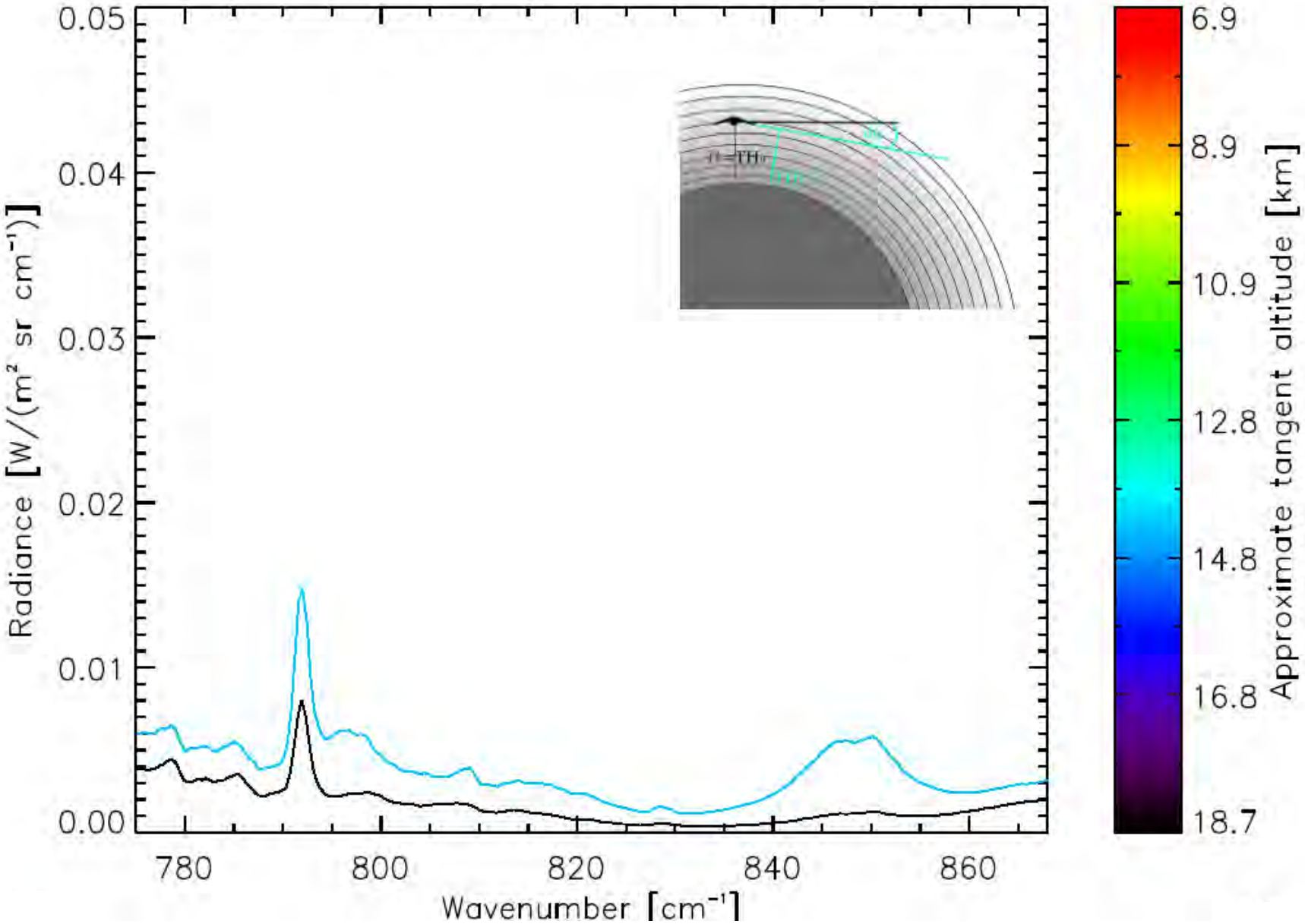
Die russiche Geophysica wird seit fünf Jahren genutzt.

Cryogenes Infrarot Spektrometer und Teleskop für die Atmosphäre – Neues Flugzeugexperiment CRISTA-NF

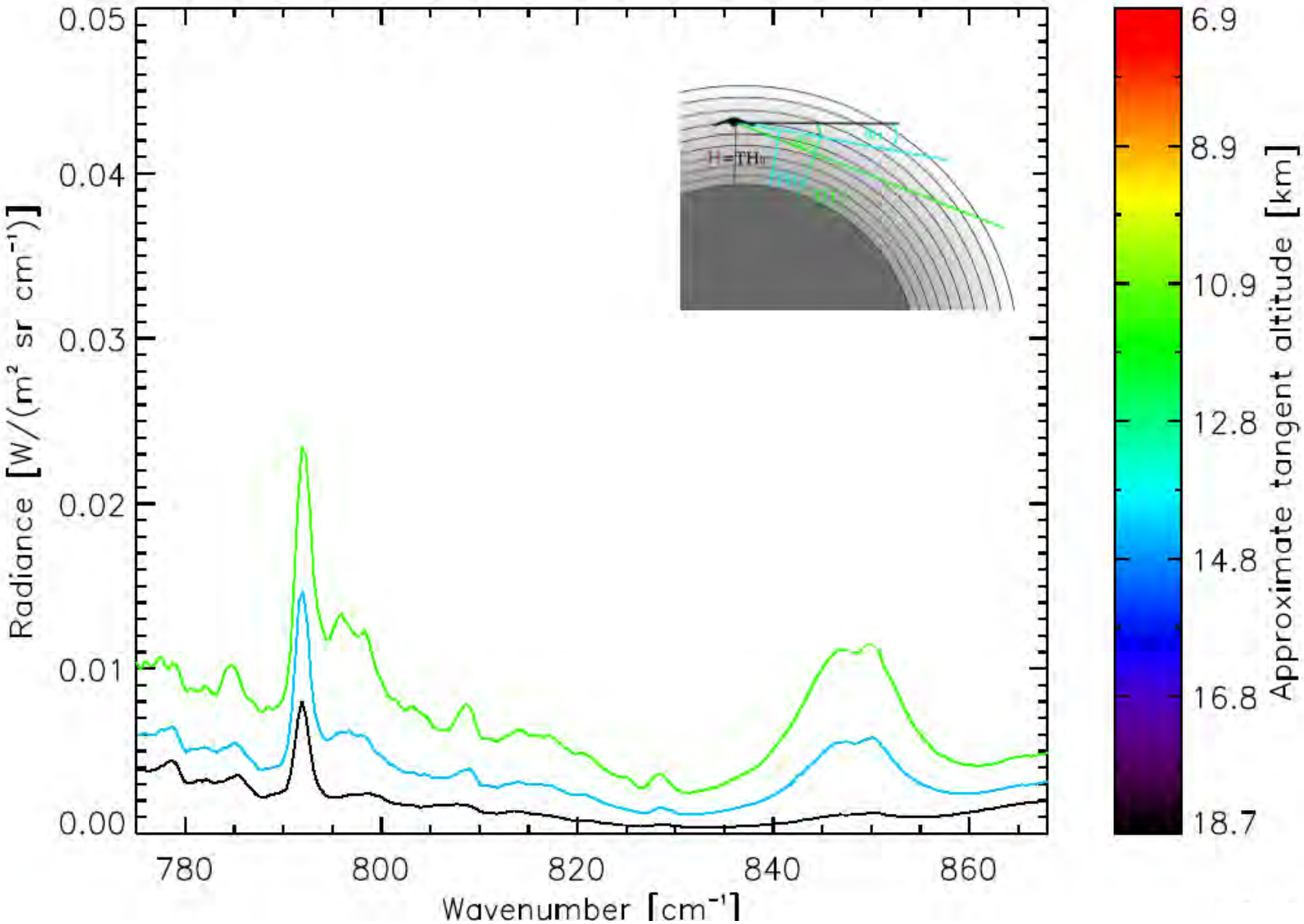
Je tiefer wir in die Atmosphäre schauen, desto mehr Spurengase sehen wir.



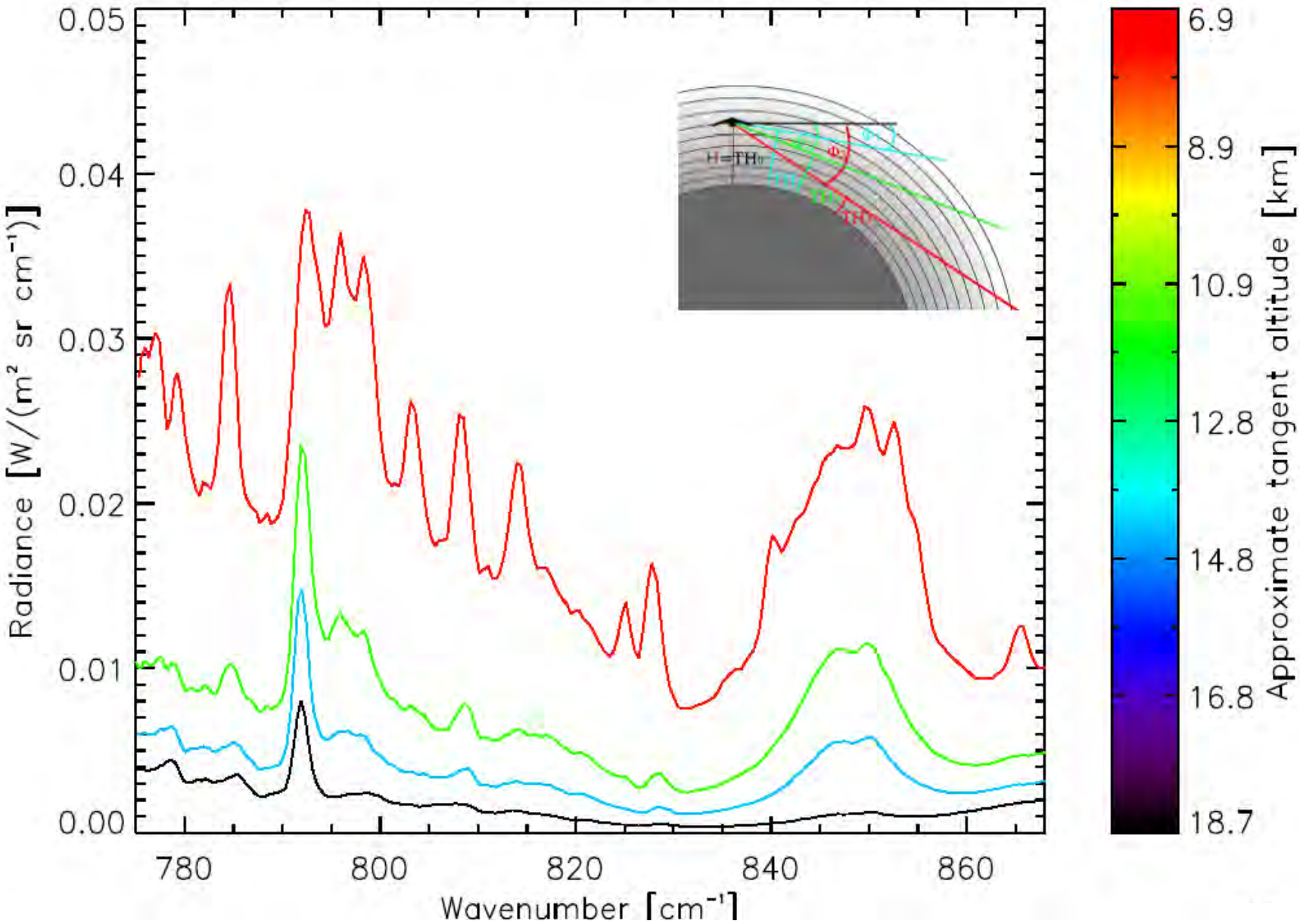
Je tiefer wir in die Atmosphäre schauen, desto mehr Spurengase sehen wir.



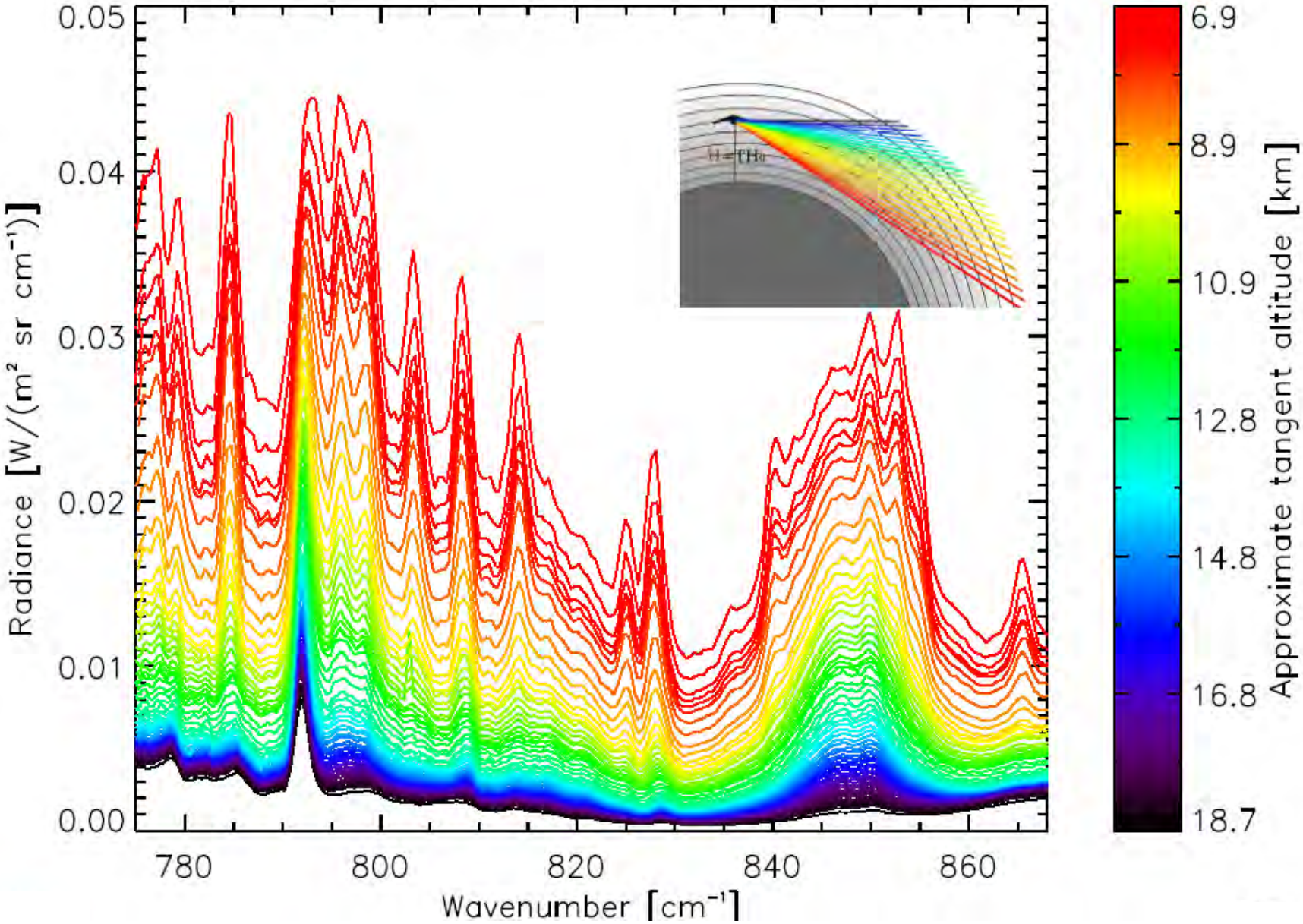
Je tiefer wir in die Atmosphäre schauen, desto mehr Spurengase sehen wir.



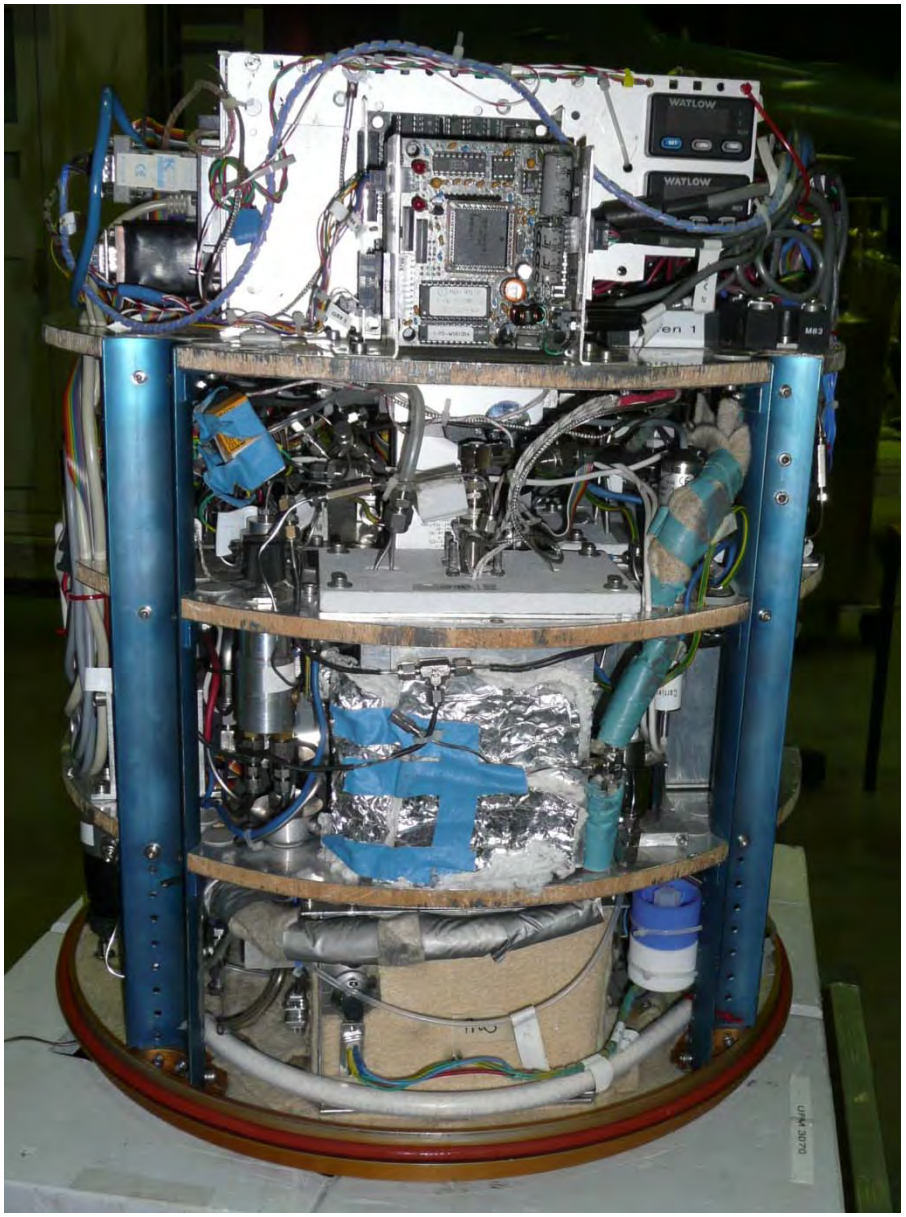
Je tiefer wir in die Atmosphäre schauen, desto mehr Spurengase sehen wir.



Je tiefer wir in die Atmosphäre schauen, desto mehr Spurengase sehen wir.

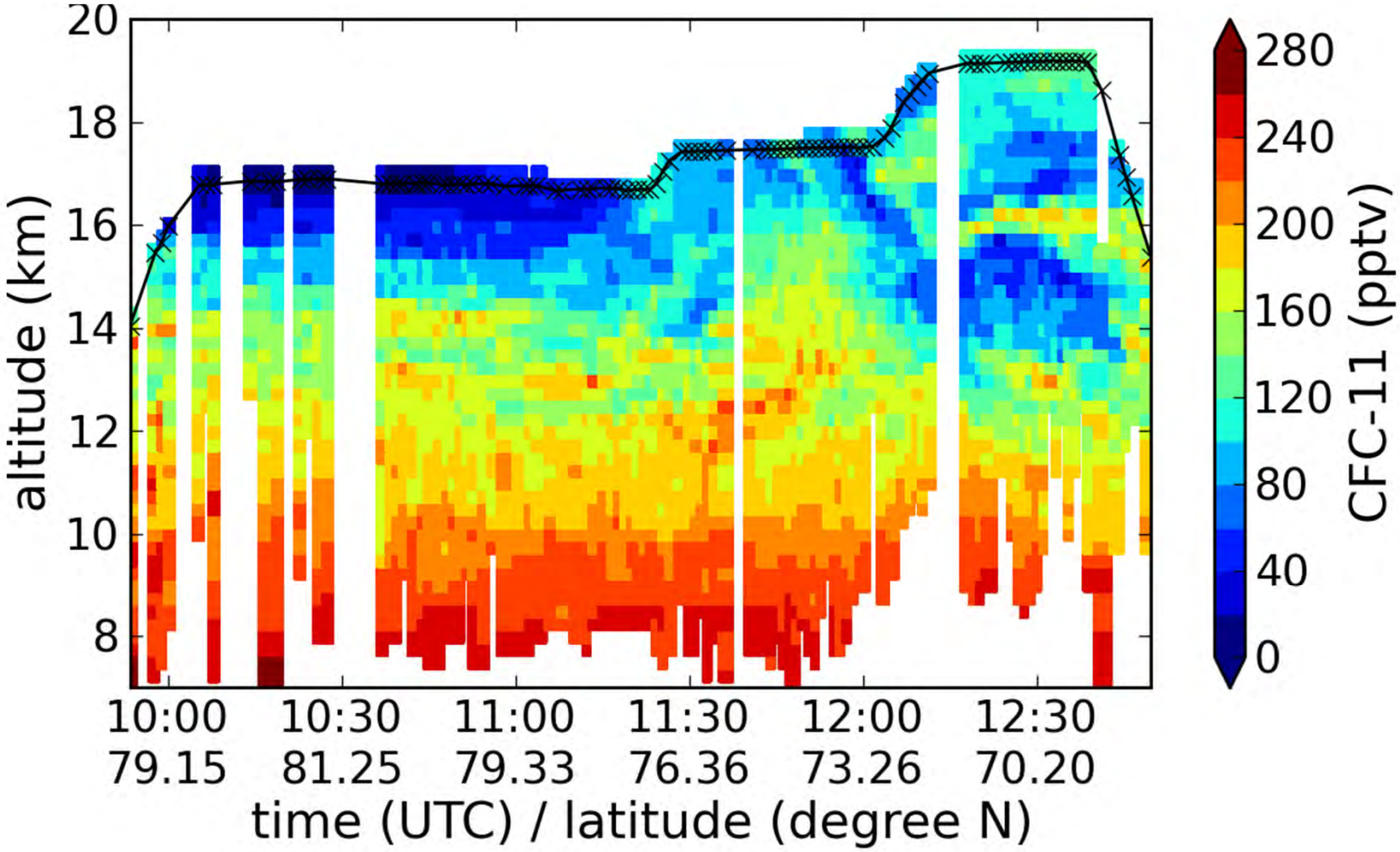


Mit HAGAR werden Spurengase direkt gemessen.



GEOPHYSICA

Mit den Messungen kann man den Luftmassentransport im Polarwirbel untersuchen.



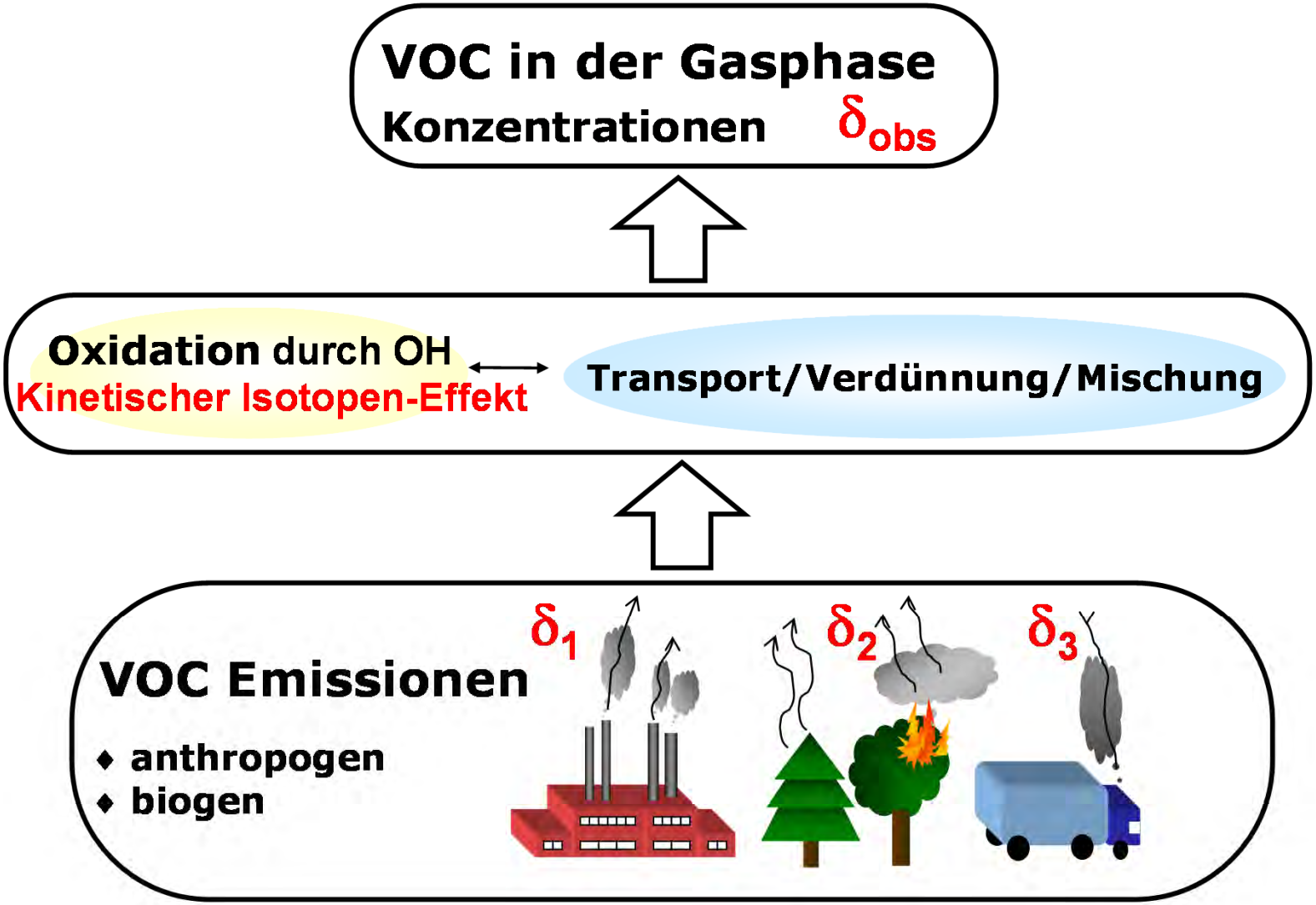
Die „Fingerabdrücke“ der Spurengase

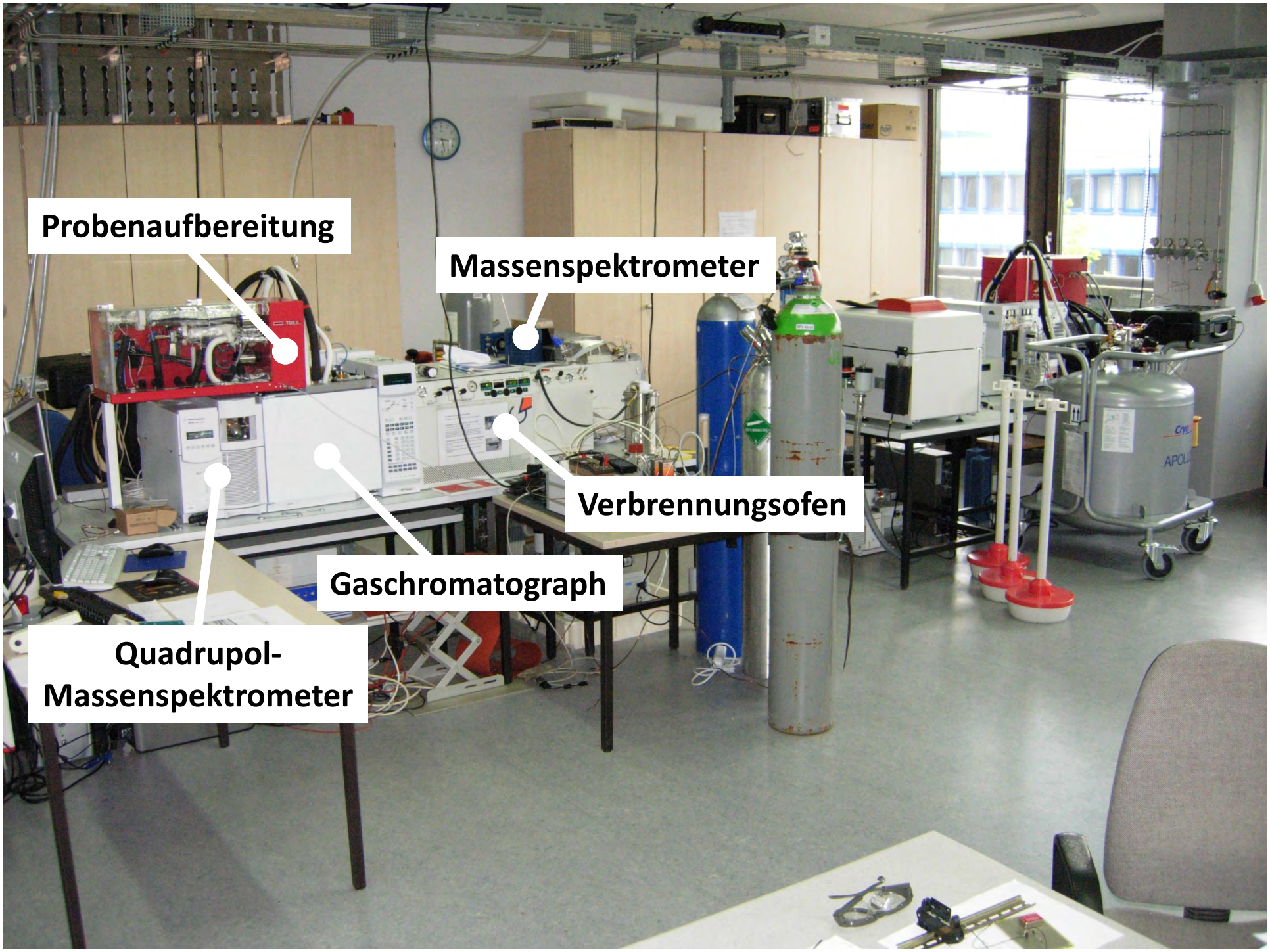
Seit 2010 steht das neue Forschungsflugzeug HALO zur Verfügung.

G 550 (Gulfstream)

Flughöhe:	**bis zu 15 km**
Reichweite:	**mehr als 8000 km**
maximale Flugdauer:	**mehr als 10 Stunden**
wissenschaftliche Nutzlast:	**maximal 3000 kg**

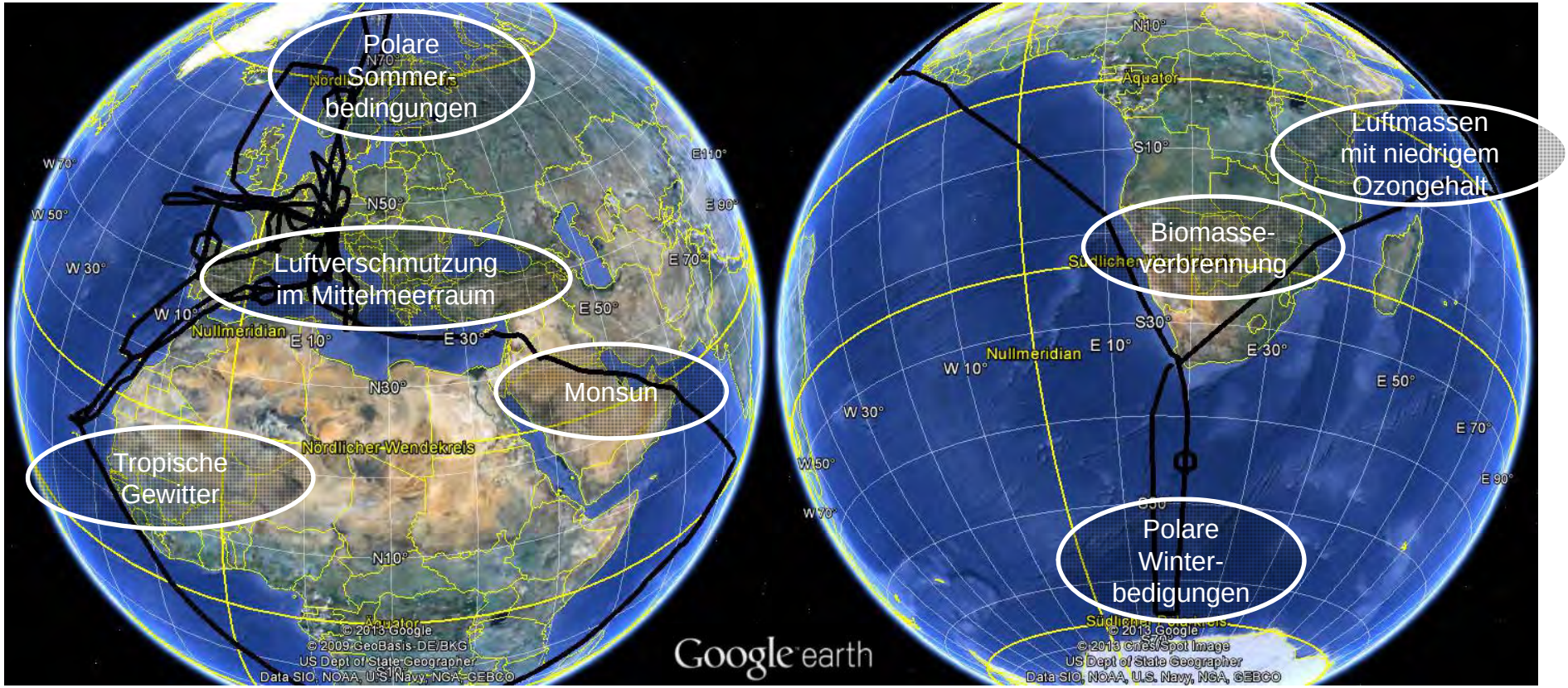
Wir untersuchen die “Fingerabdrücke” der Prozesse in der Atmosphäre (Isotopenverhältnisse).



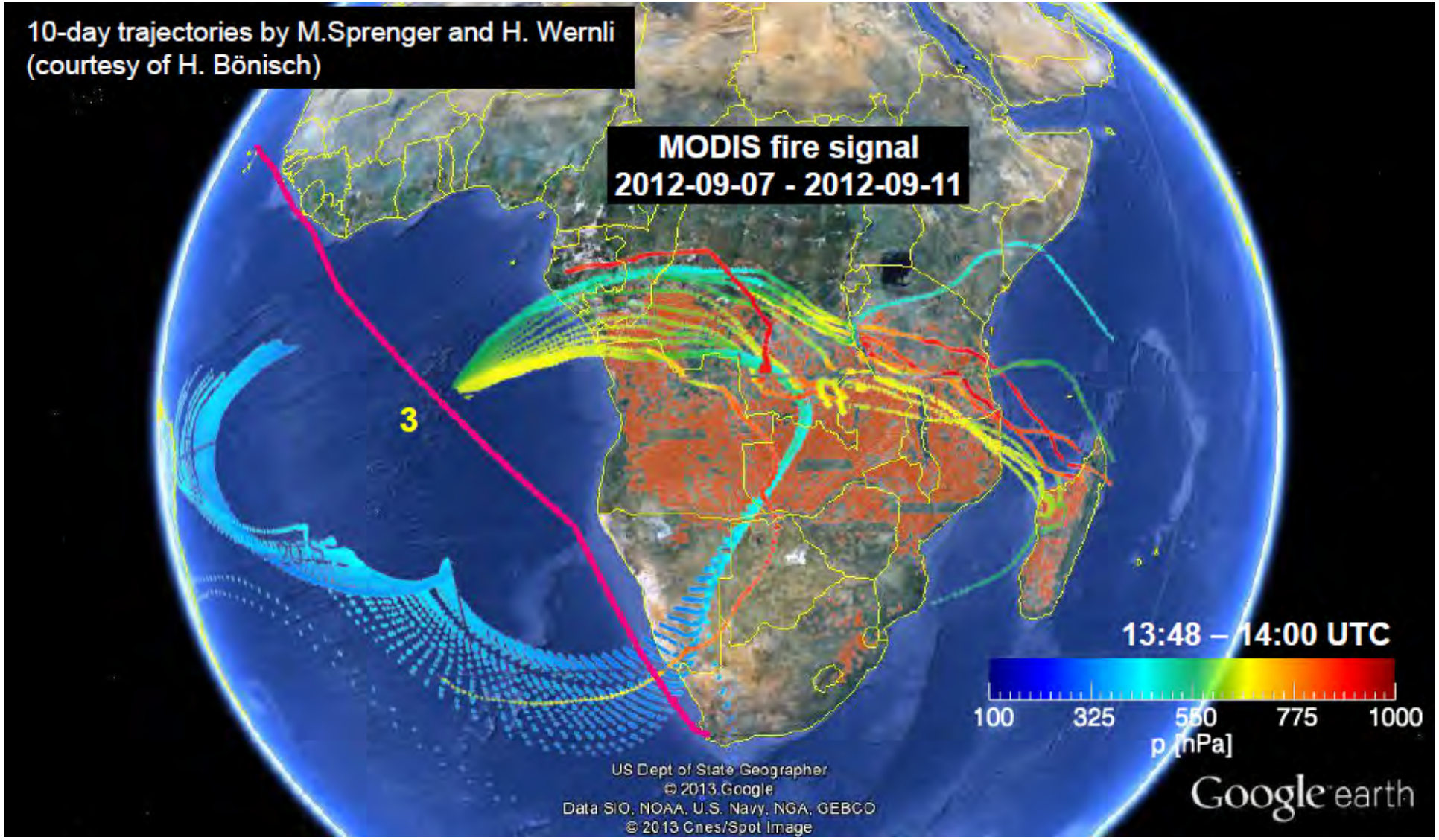

Probenaufbereitung
Massenspektrometer
Verbrennungsofen
Gaschromatograph
Quadrupol-
Massenspektrometer

Für HALO wurde ein spezieller Luftprobensammler gebaut.

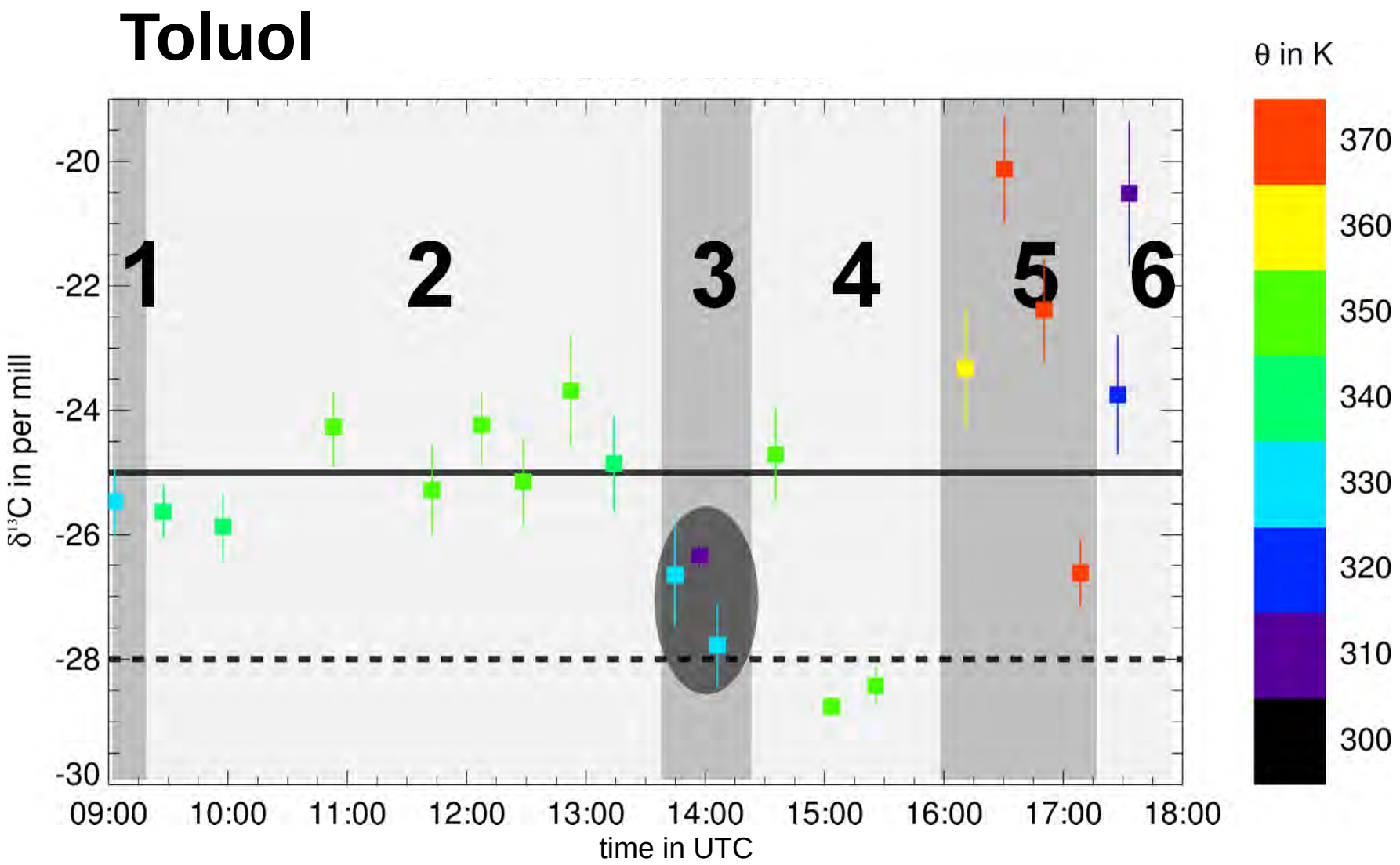
Im August und September 2012 wurden mit HALO im Rahmen der TACTS-Kampagne unterschiedliche Luftmassen untersucht.



Während der Kampagne gab es im südlichen Afrika zahlreiche Savannenbrände.

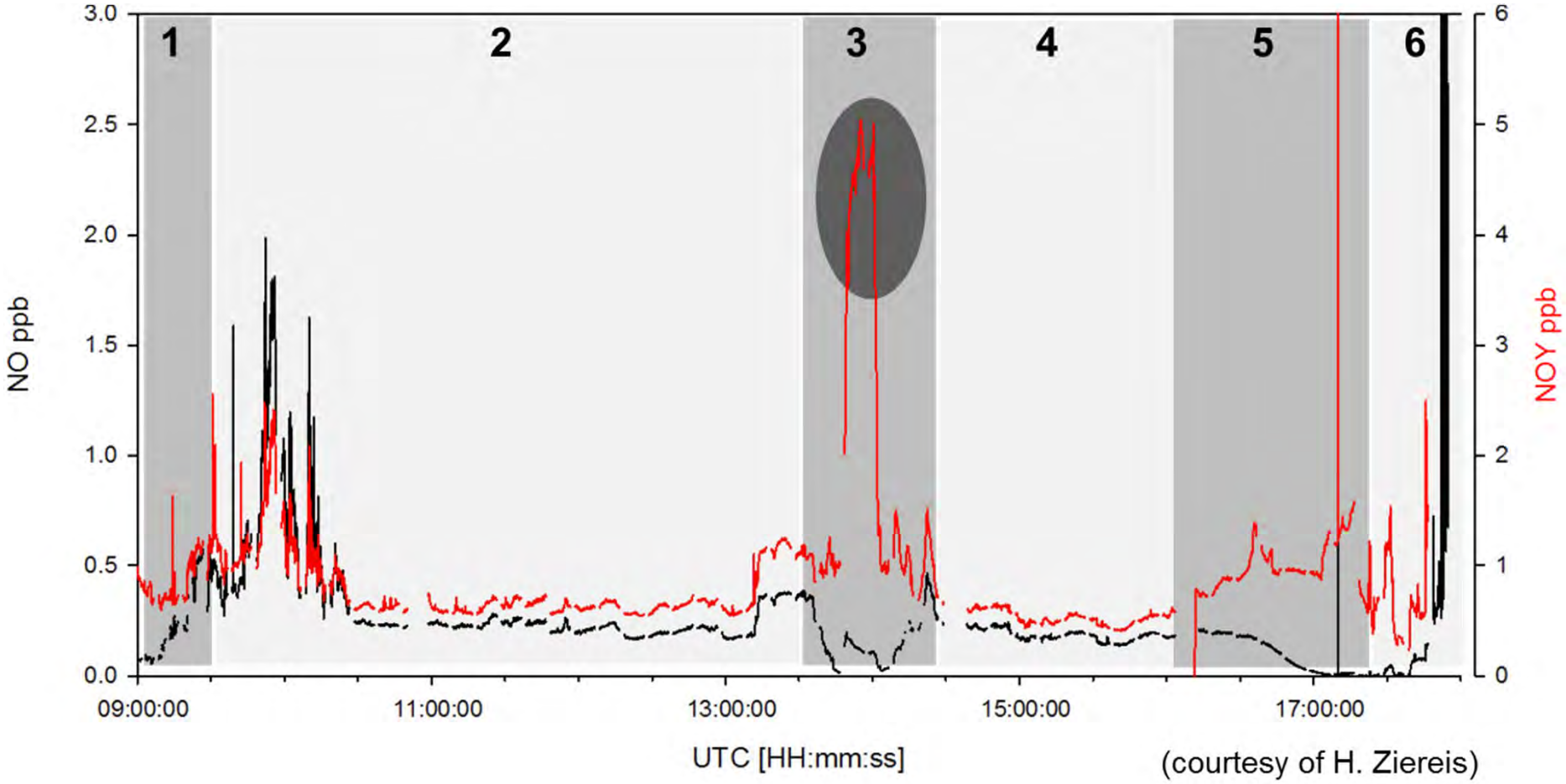


Westlich von Afrika konnte Belastung der Luft durch die Abgase von Savannenbränden beobachtet werden.



Westlich von Afrika konnte Belastung der Luft durch die Abgase von Savannenbränden beobachtet werden.

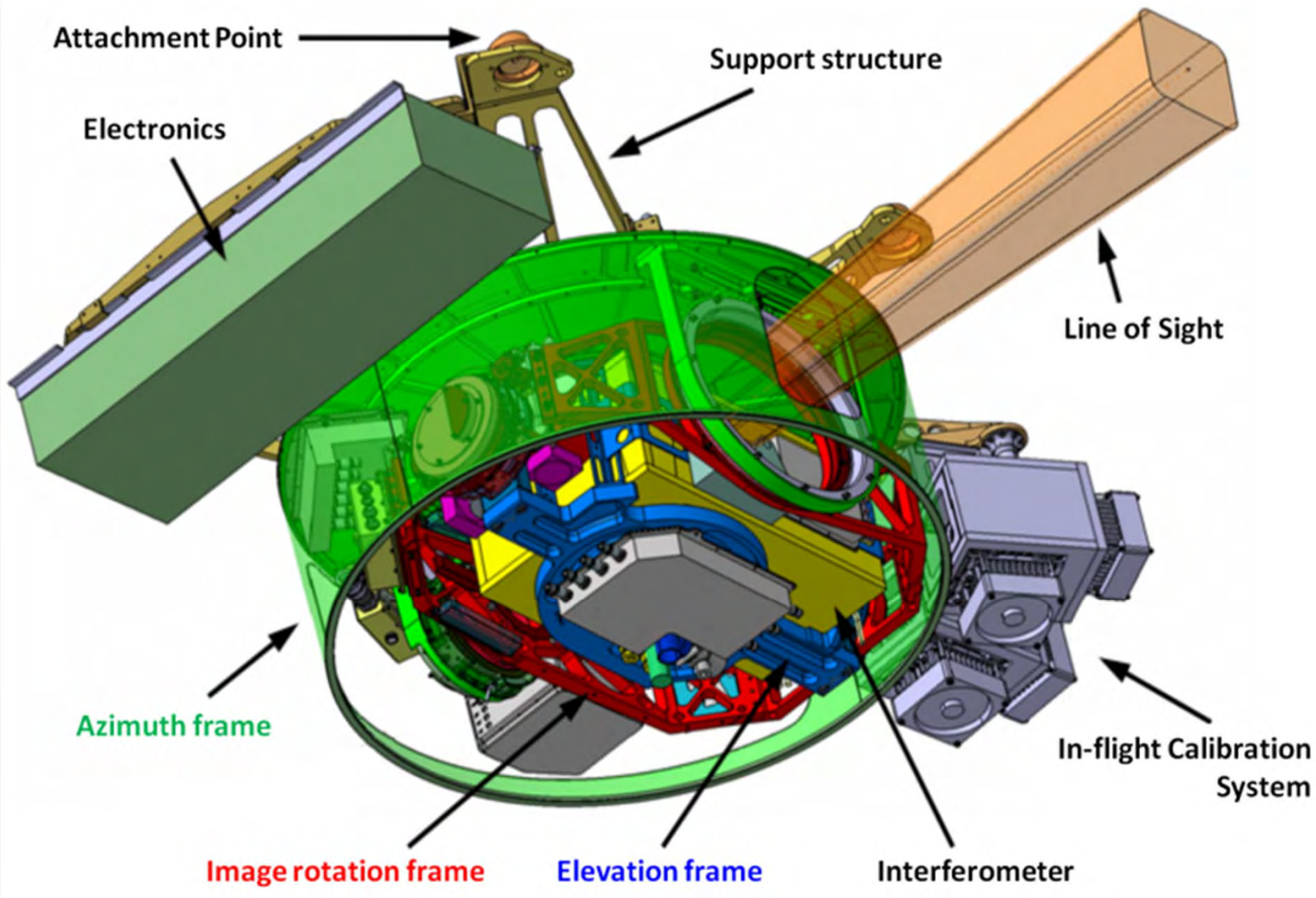
Stickstoffoxid



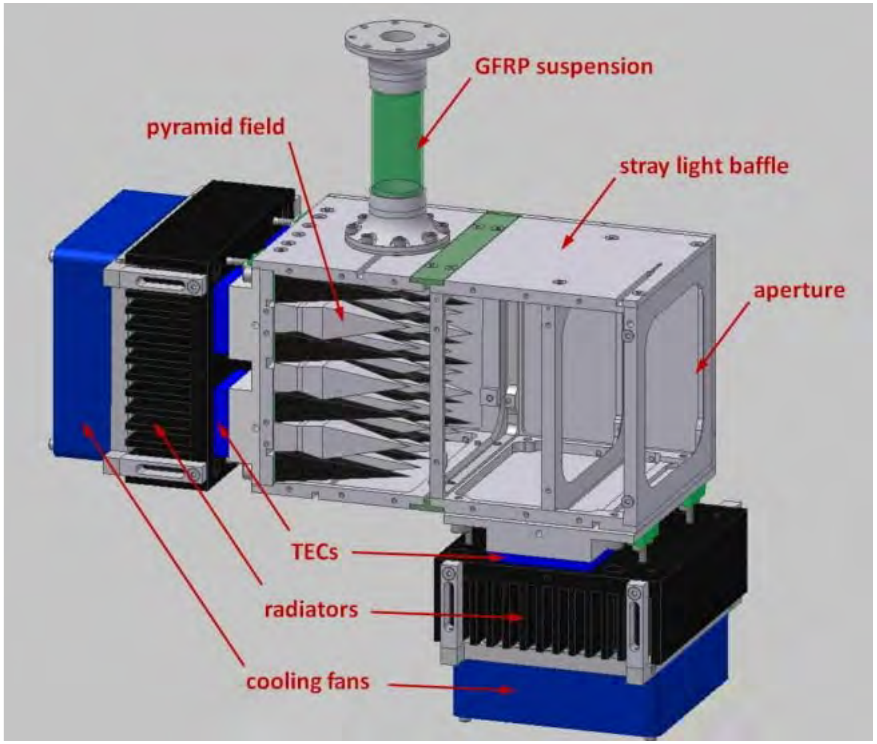
(courtesy of H. Ziereis)

Das „Handwerk“:
Entwicklung neuer Instrumente

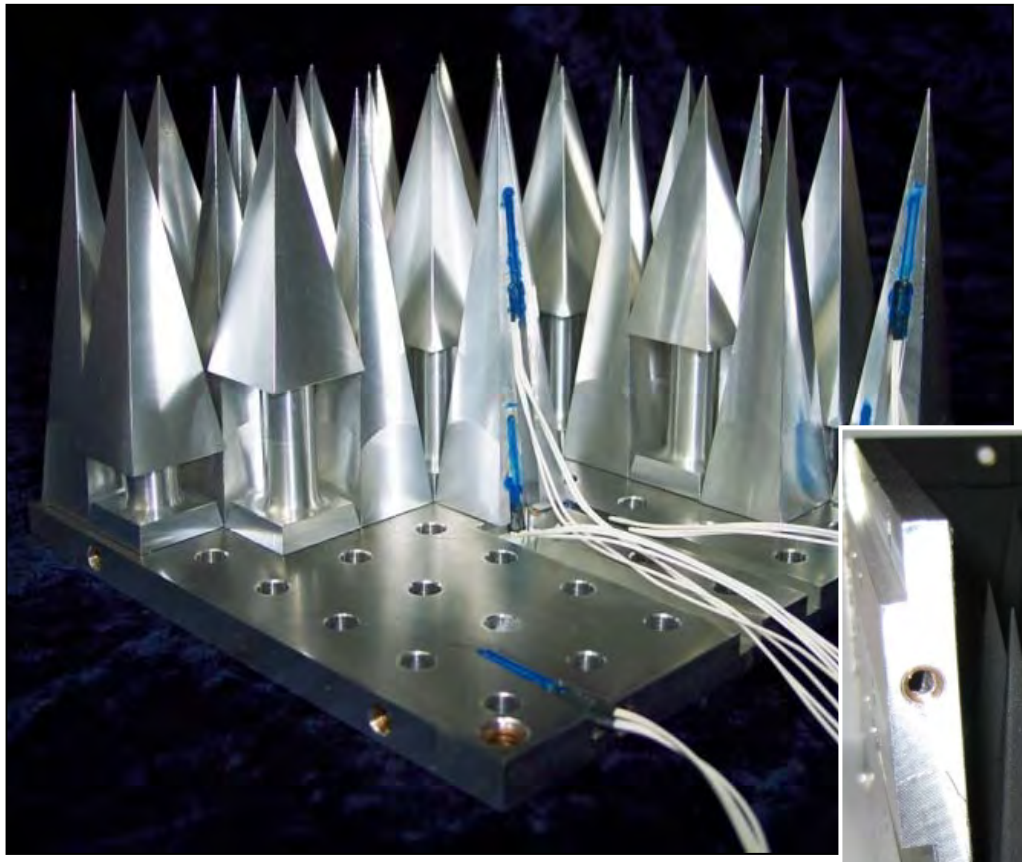
Mit GLORIA wurde eine neue Generation von abbildenden Infrarotspektrometern entwickelt.

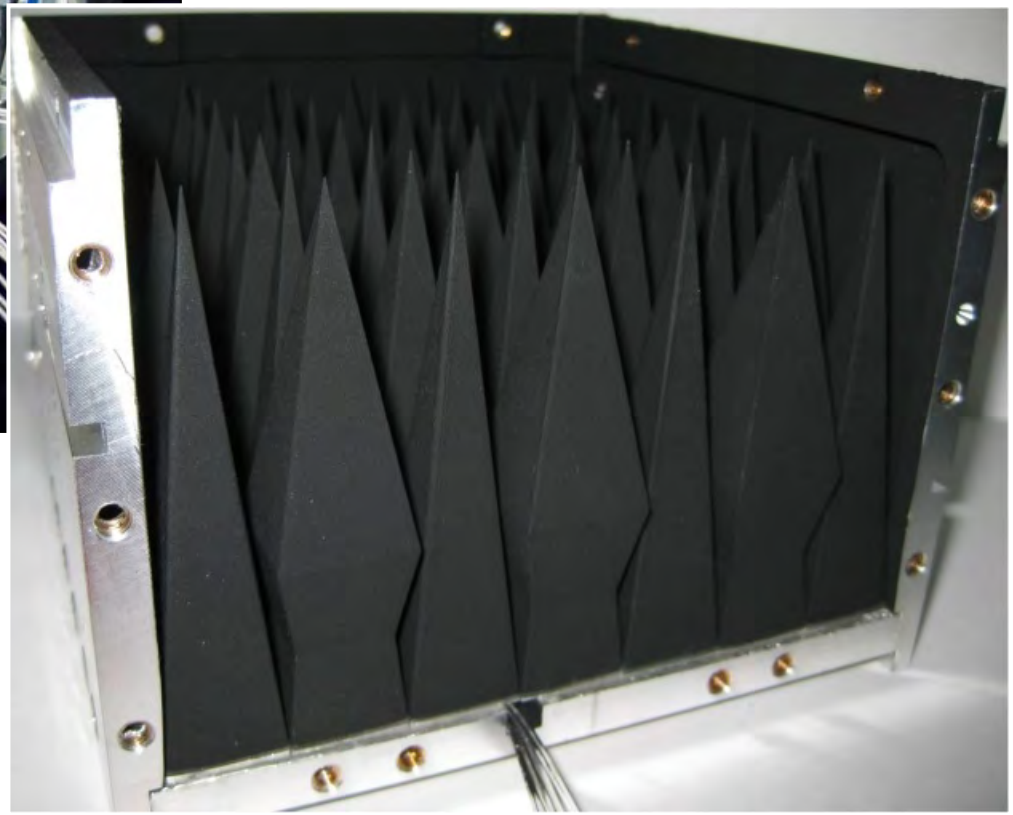


An der Bergischen Universität wurden die Schwarzkörper für die In-Flug-Kalibration gebaut.

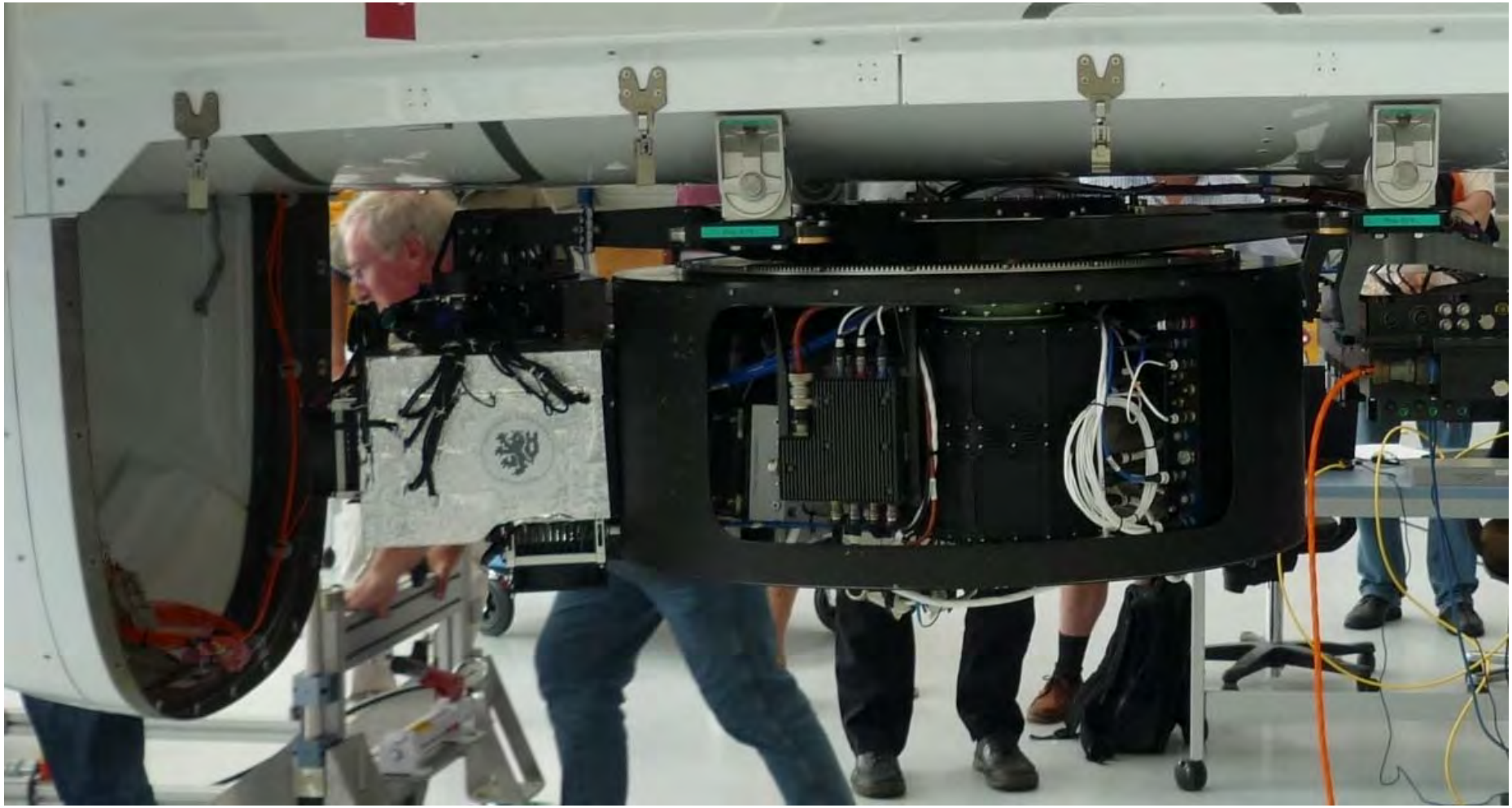


Herzstück ist ein Pyramidenfeld, das eine Temperatur-homogenität von 80 mK liefert.



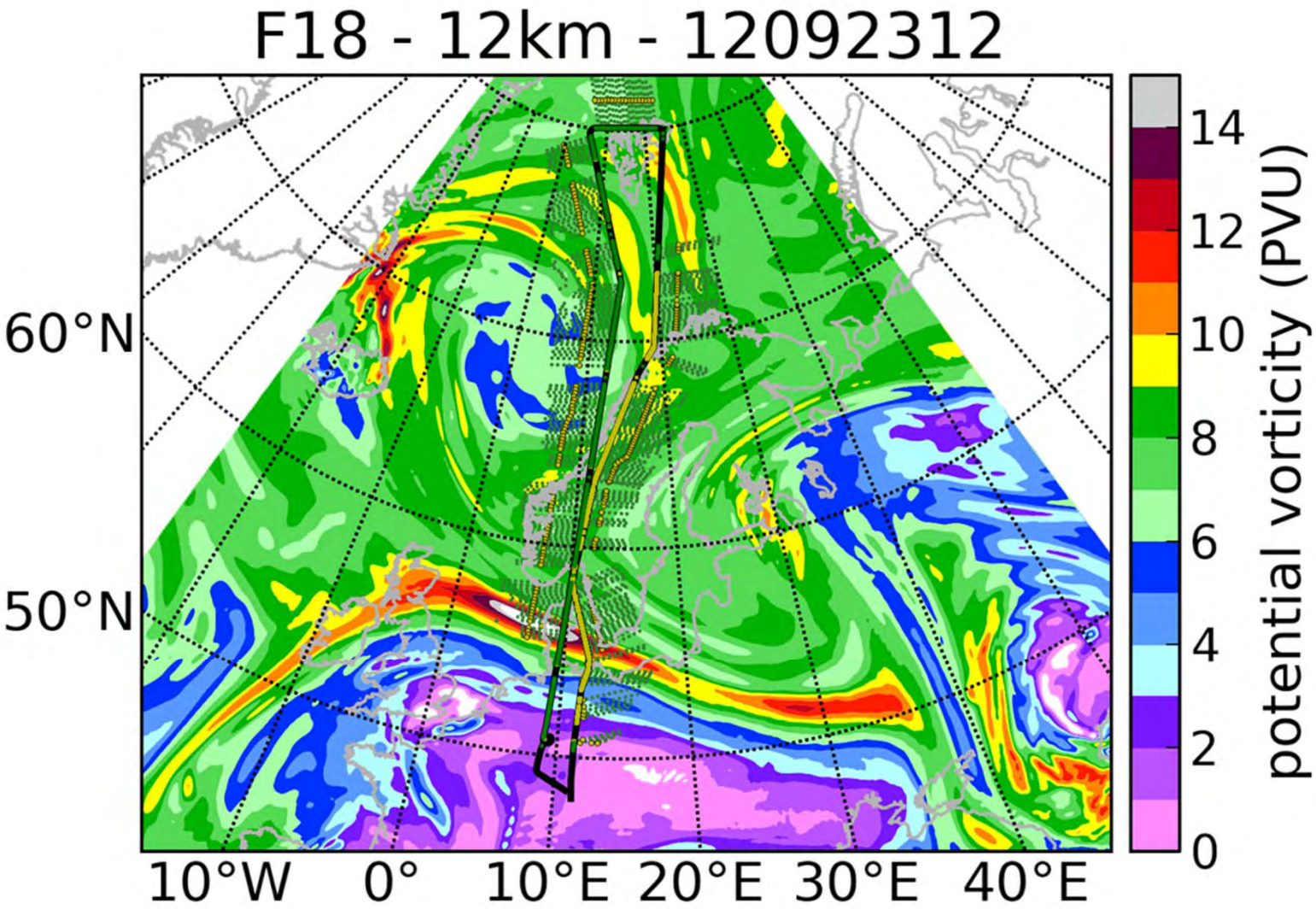


GLORIA ist inzwischen erfolgreich auf der Geophysica und HALO eingesetzt worden.



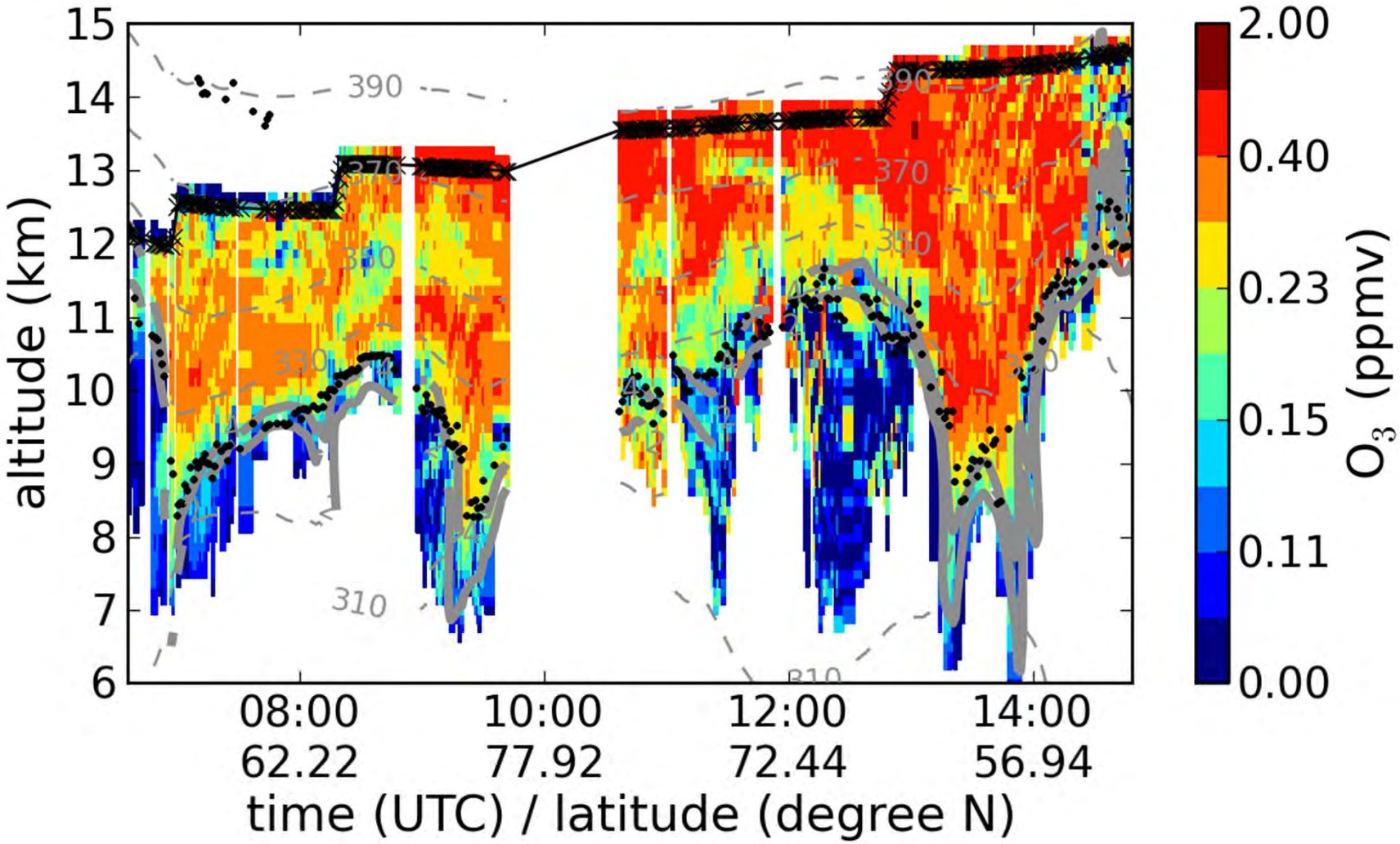
HALO landet nach der TACTS-Mission wieder in Oberpfaffenhofen.

Mit solchen Messungen kann man die Vermischung der Luft aus verschiedenen Luftschichten untersuchen.



Mit freundlicher Genehmigung: Jörn Ungermann, Forschungszentrum Jülich

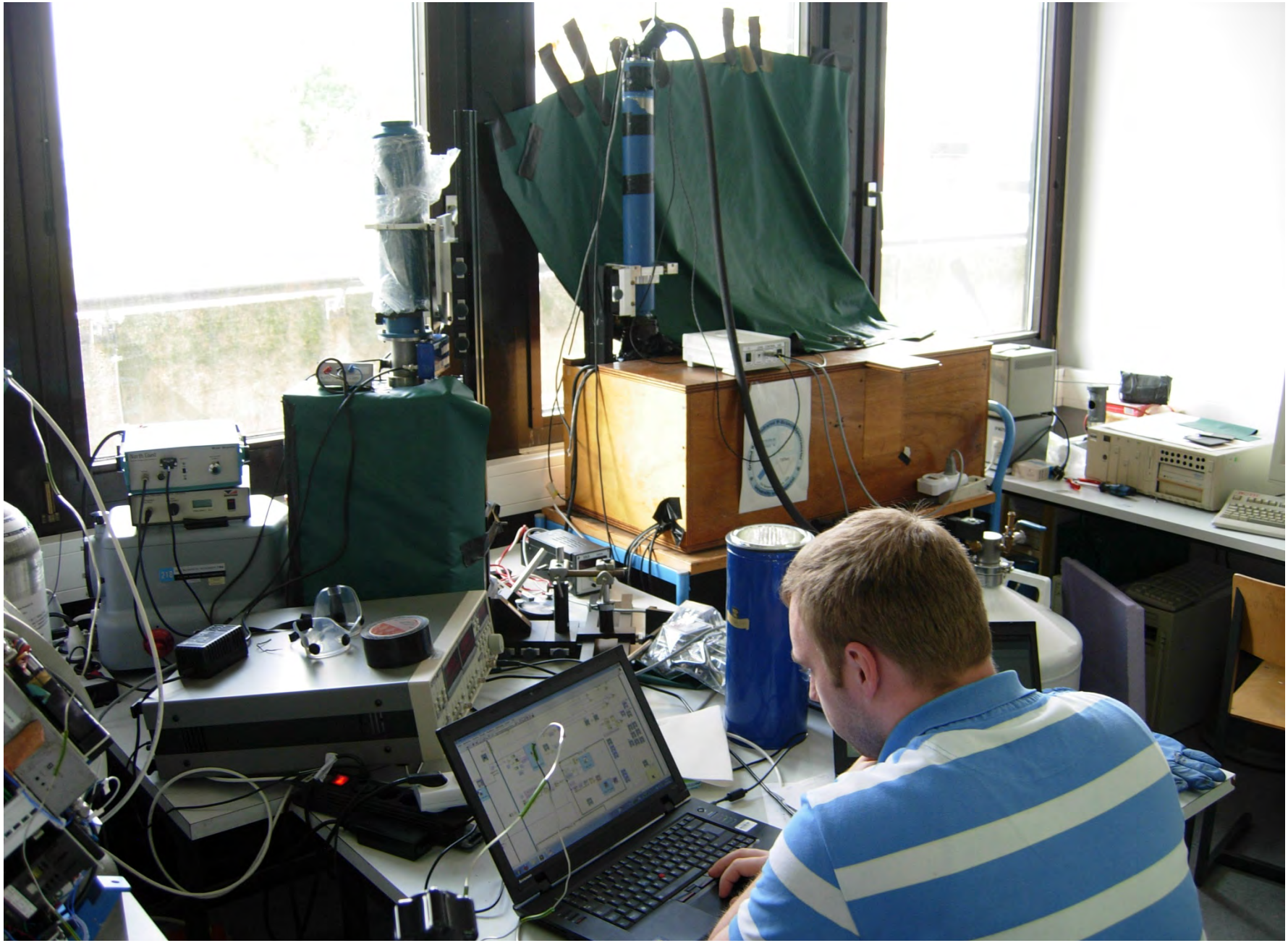
Aus der Stratosphäre wird Ozon in die untere Atmosphäre eingetragen.



Mit freundlicher Genehmigung: Jörn Ungermann, Forschungszentrum Jülich

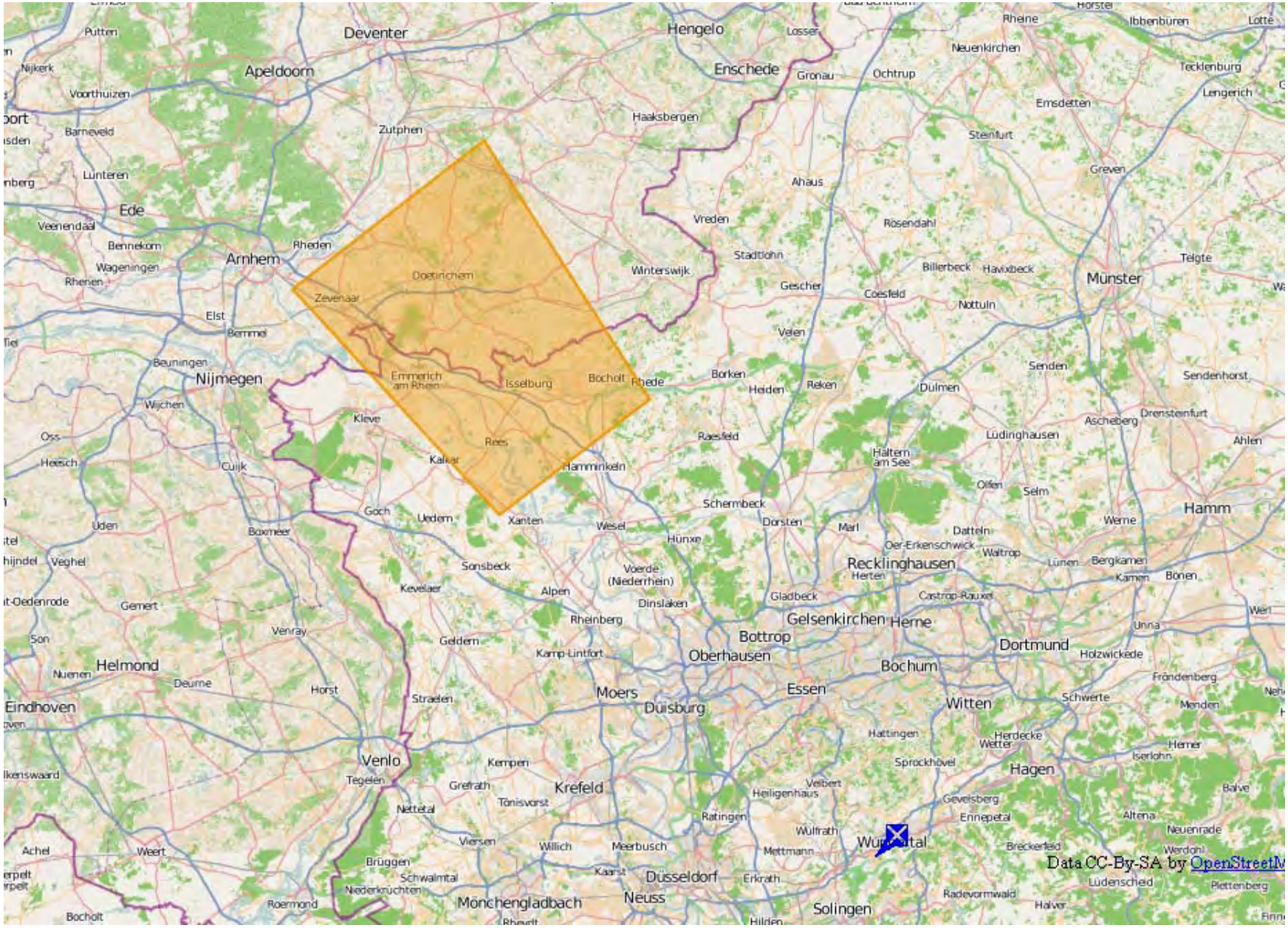
Messung der Mesopausentemperatur

Ground Based Infrared P-Band Spectrometer, GRIPS

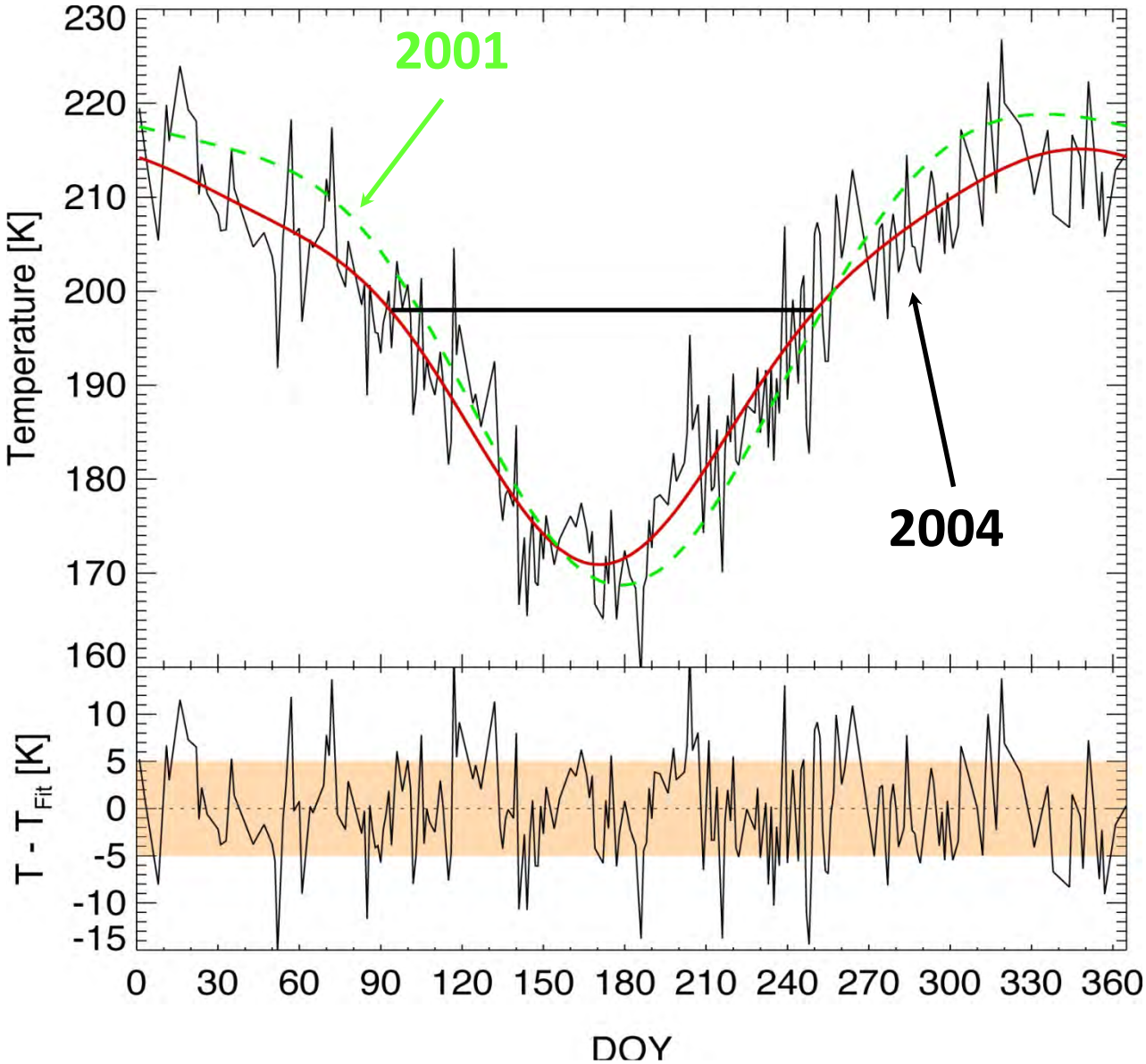


DIe Blickrichtung von GRIPS zeigt in nordwestliche Richtung.

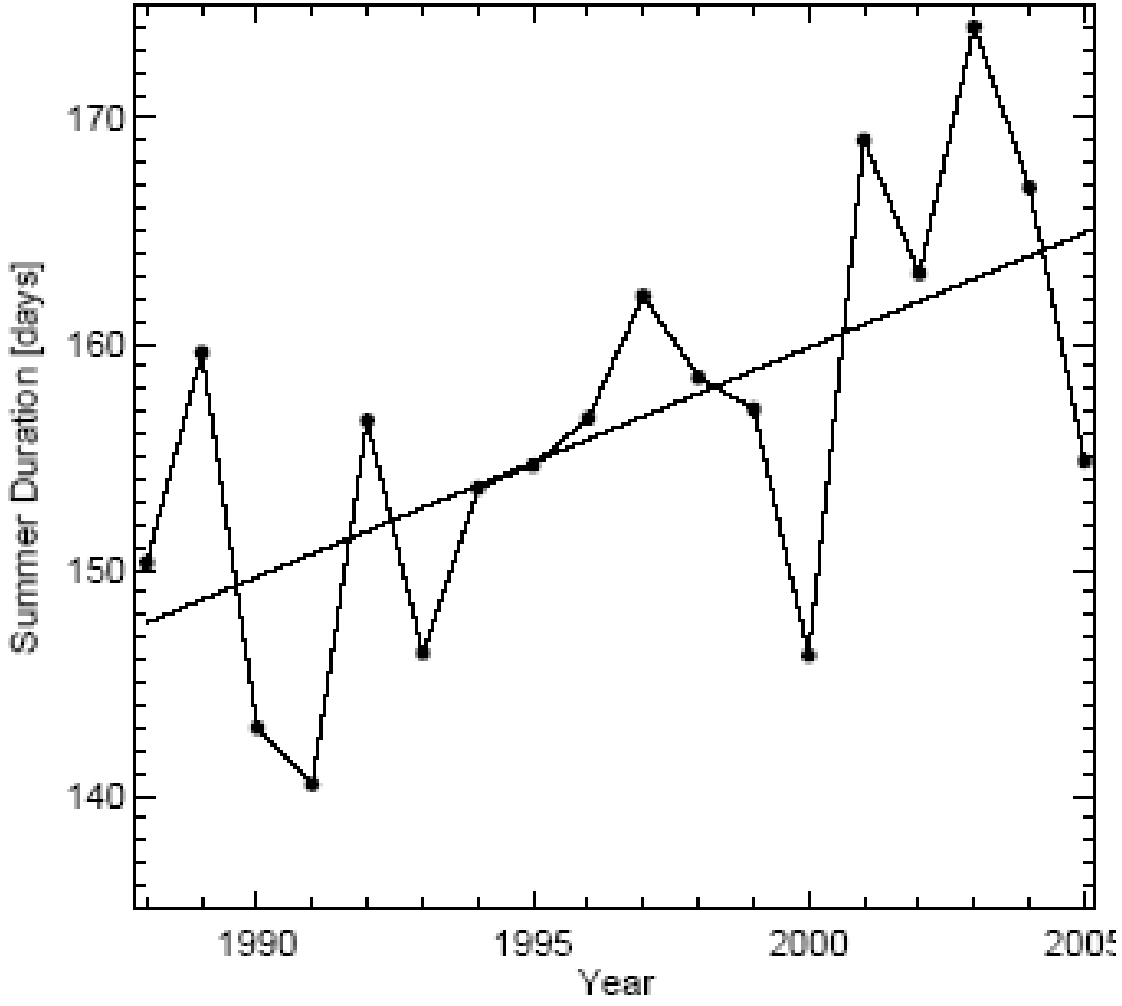
Das GRIPS-Gesichtsfeld liegt an der holländischen Grenze bei Emmerich.



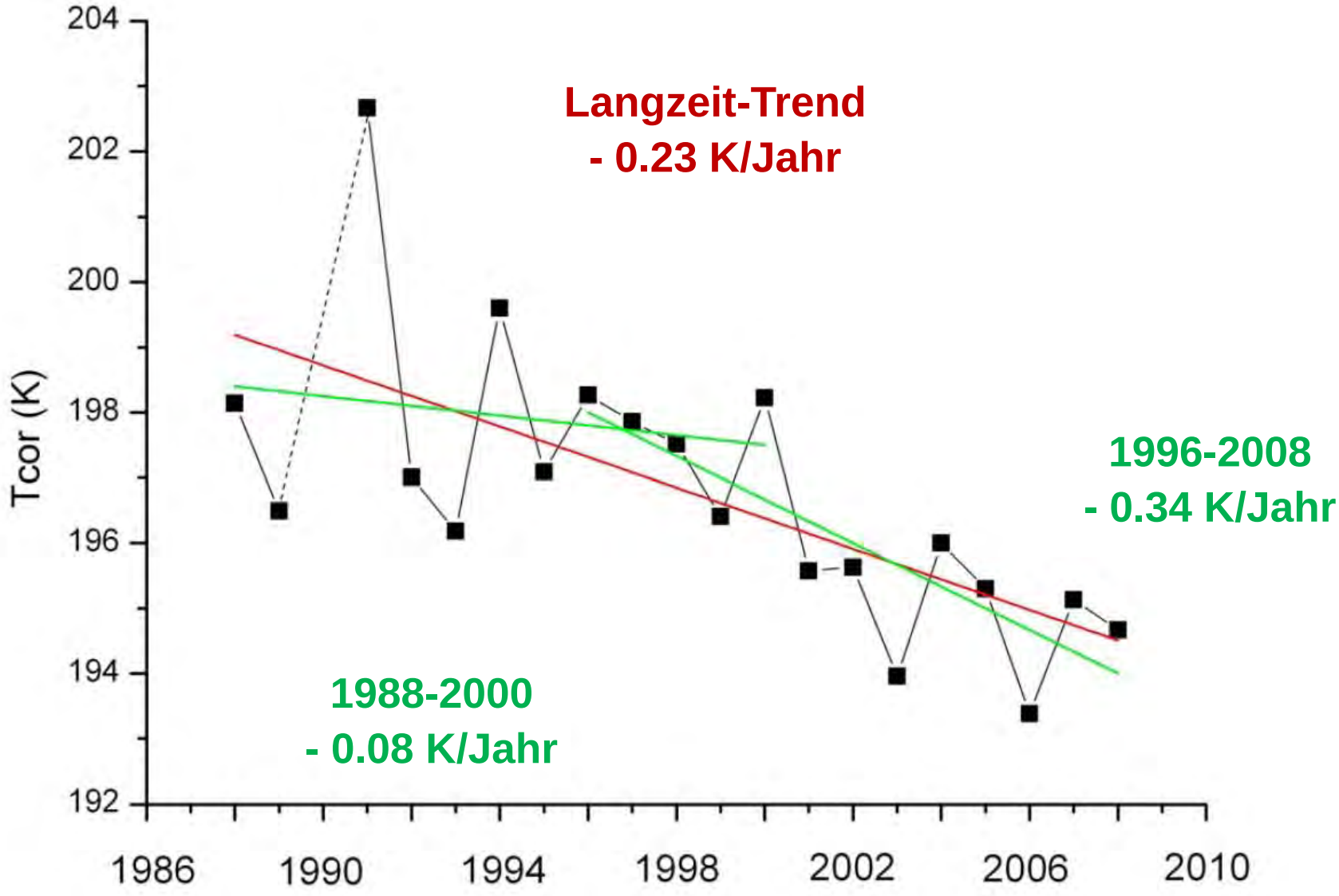
Die jährliche Variation der Nachttemperaturen in 87 km Höhe wird seit 30 Jahren gemessen.

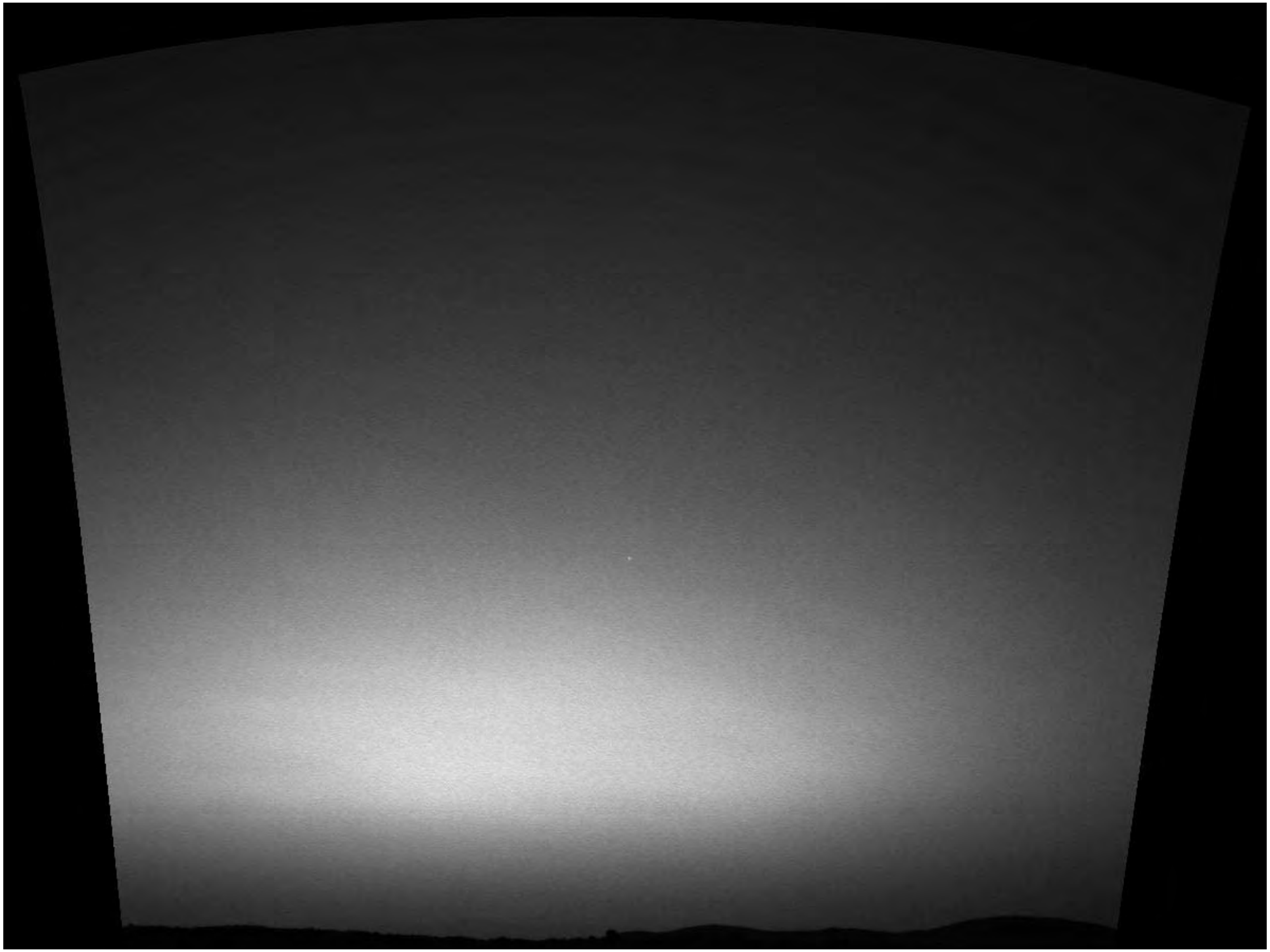


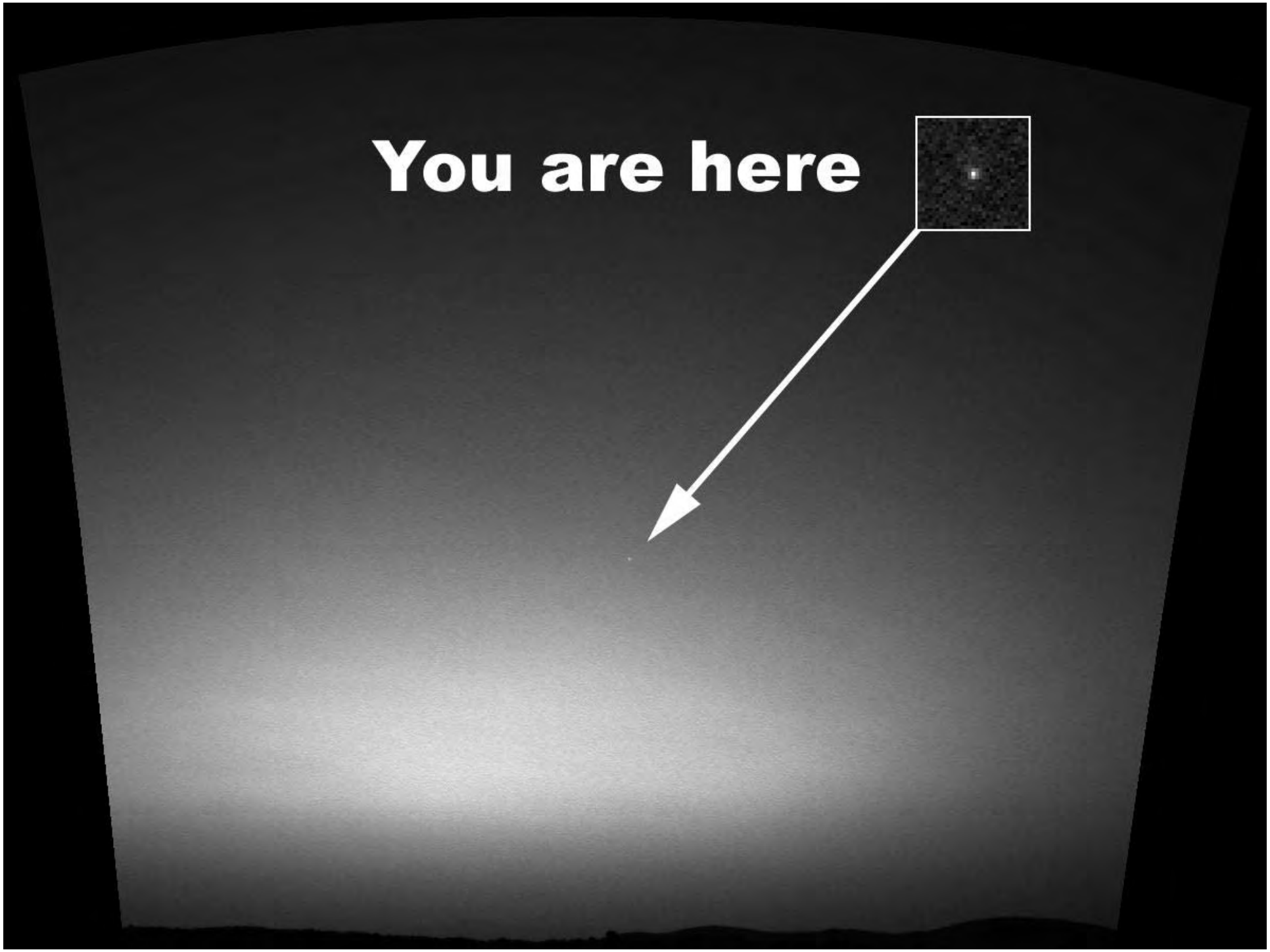
Die Länge des Sommers in der oberen Atmosphäre nimmt um einen Tag pro Jahr zu.



Gleichzeitig nimmt die Temperatur in der oberen Atmosphäre ab.






You are here