

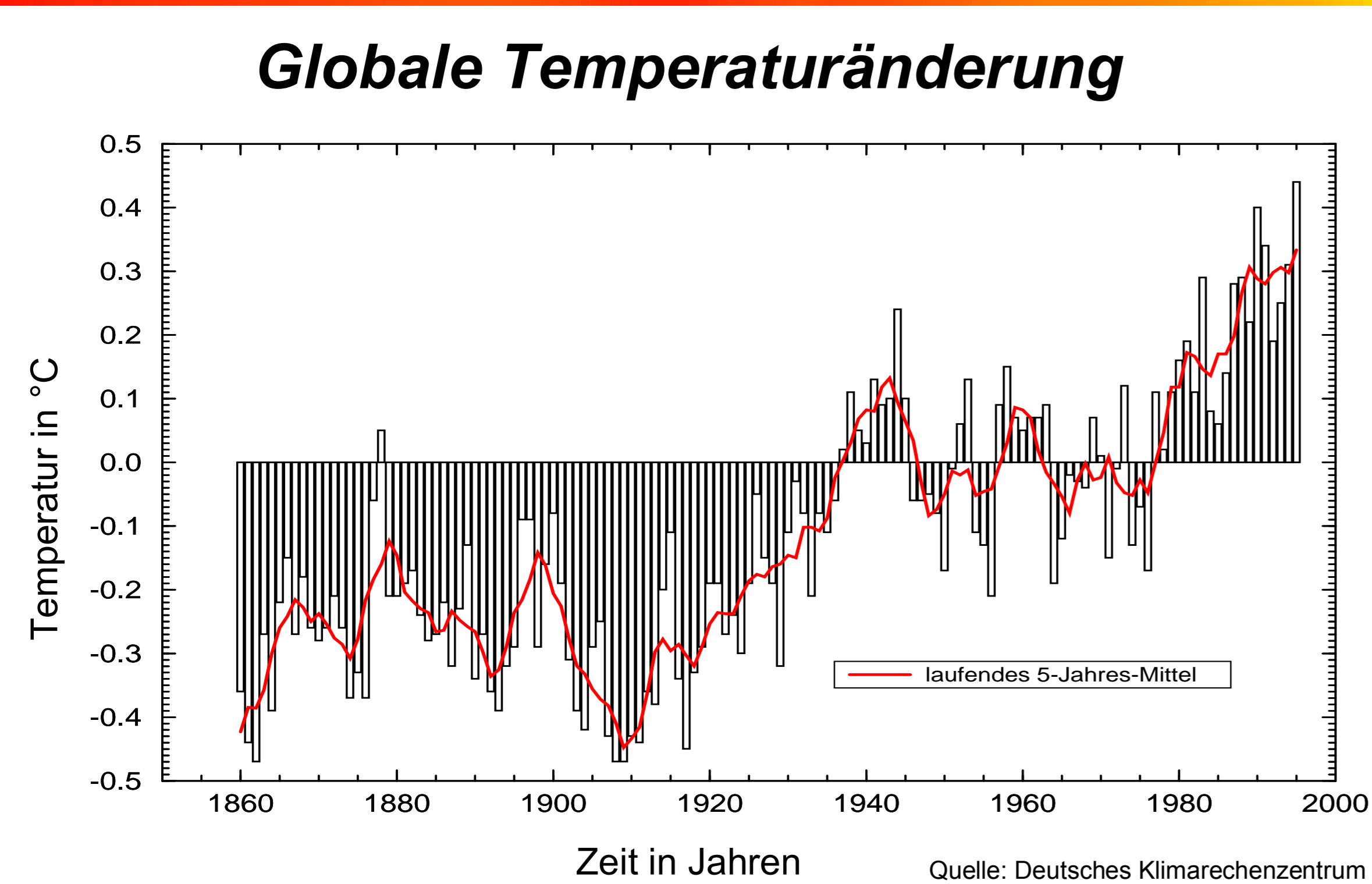
# AKTUELLER STAND DER KLIMAFORSCHUNG

Arbeitsgruppe Atmosphärenfernerkundung und Klimasystem  
 Institut für Geophysik, Astrophysik und Meteorologie  
 Karl-Franzens-Universität Graz

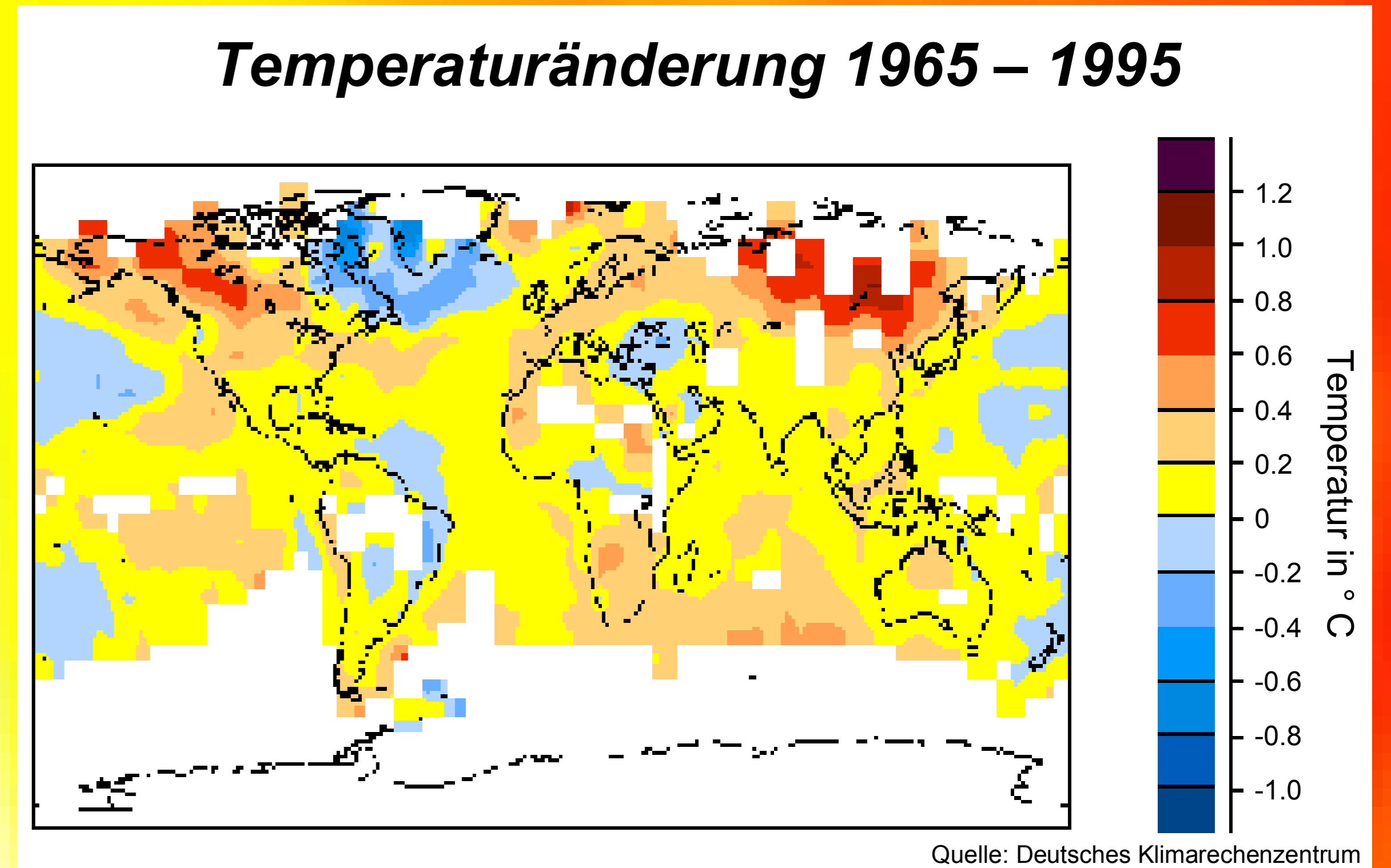


## Beobachtete Klimaentwicklung im 20. Jahrhundert

Seit Beginn der instrumentellen Messungen (seit etwa 1860 global) war die bodennahe globale Mitteltemperatur nie so hoch wie derzeit. Vom Ende des 19. Jahrhunderts bis heute ist die globale Mitteltemperatur um etwa  $0.6^{\circ}\text{C}$  gestiegen. Die Grafik links unten zeigt die Entwicklung der mittleren globalen bodennahen Lufttemperatur seit 1860 bis 1995 in Form von Abweichungen vom Mittelwert der Jahre 1961–1990. Bis Ende der 1930er Jahre war das globale Klima um bis zu etwa  $0.4^{\circ}\text{C}$  kühler als im Vergleichszeitraum. Seit 1910 ist ein Anstieg der Lufttemperatur erkennbar. Die Erwärmung erreichte in den 1940er Jahren einen ersten Höhepunkt. Seit Ende der 1970er Jahre bis heute stieg die Temperatur kontinuierlich an, wobei das Jahr 1995 mehr als  $0.4^{\circ}\text{C}$  über dem Mittel lag. In den letzten 1000 Jahren war kein Jahrhundert so warm wie das 20. Jahrhundert und in keinem gab es einen so rapiden Temperaturanstieg.

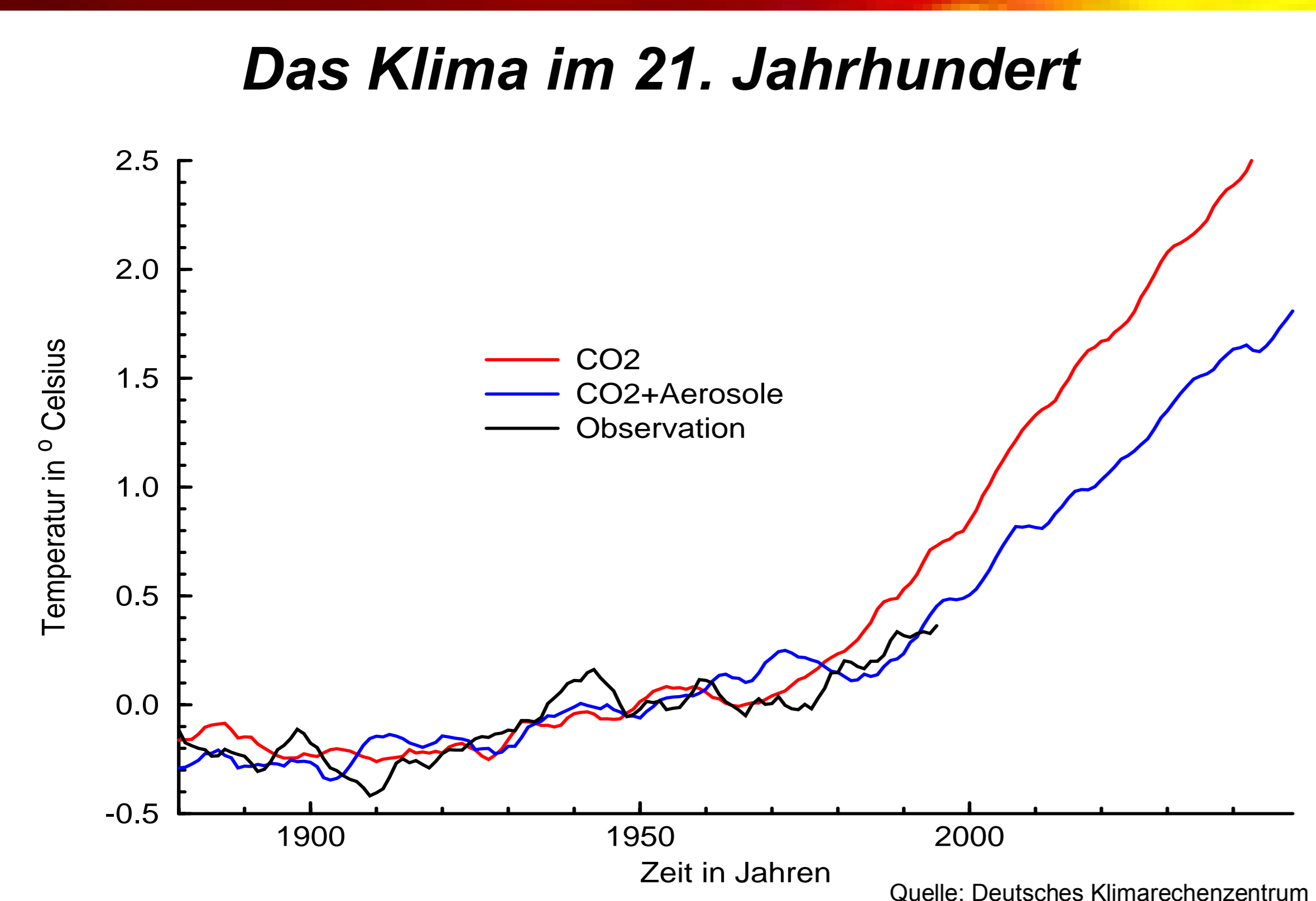
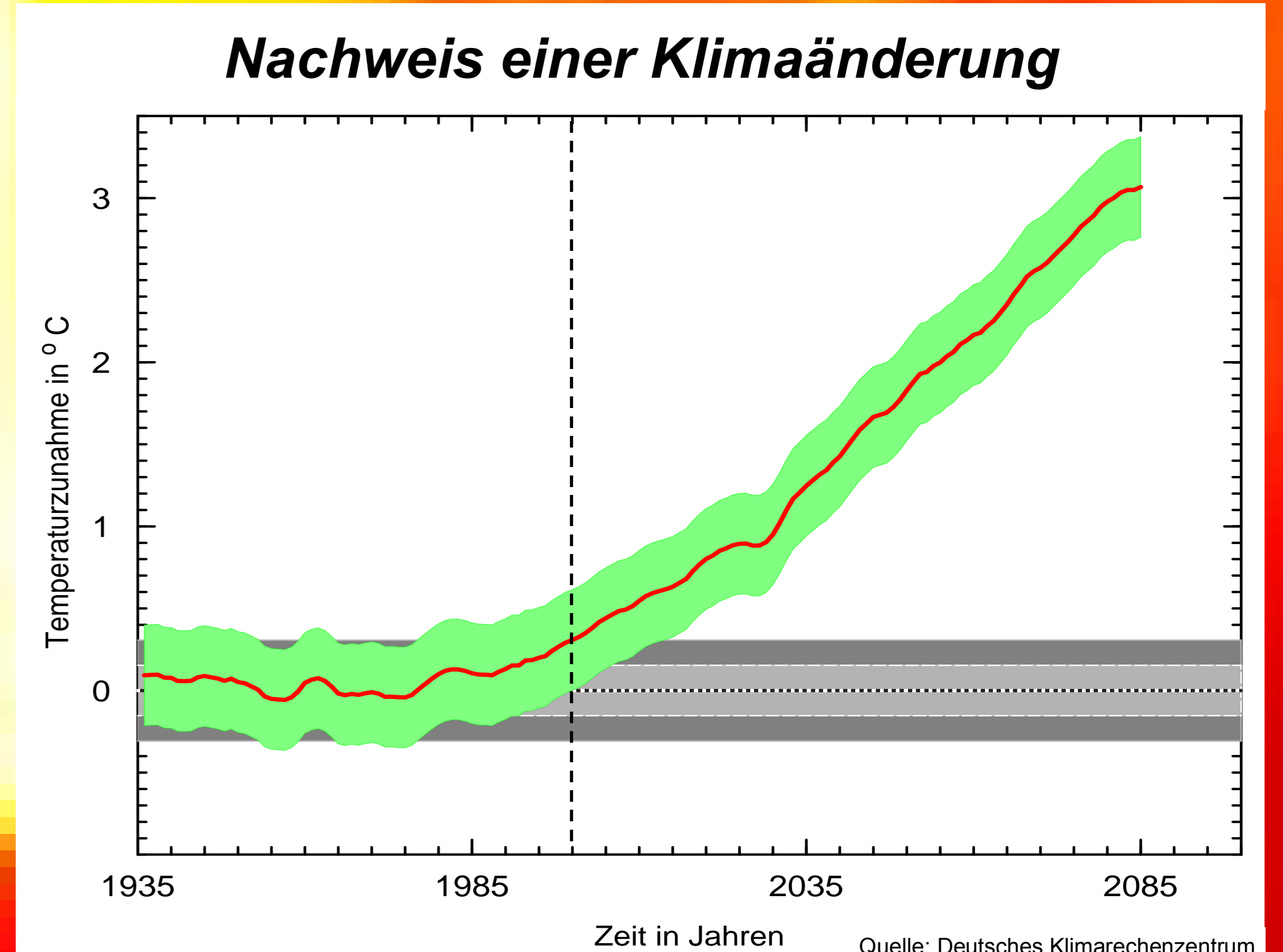


Die beobachtete Klimaänderung für den Zeitraum 1965–1995 auf einer Weltkarte (rechts) zeigt, dass sich die Temperaturänderungen nicht überall auf der Erde gleich vollziehen. Die höchsten Erwärmungsbeiträge werden in Breiten zw.  $40^{\circ}$ – $70^{\circ}\text{N}$  über den Kontinenten im Winter und Frühjahr beobachtet. Dem stehen Abkühlungsgebiete im nordwestlichen Atlantik und in den mittleren Breiten des Nordpazifik gegenüber.



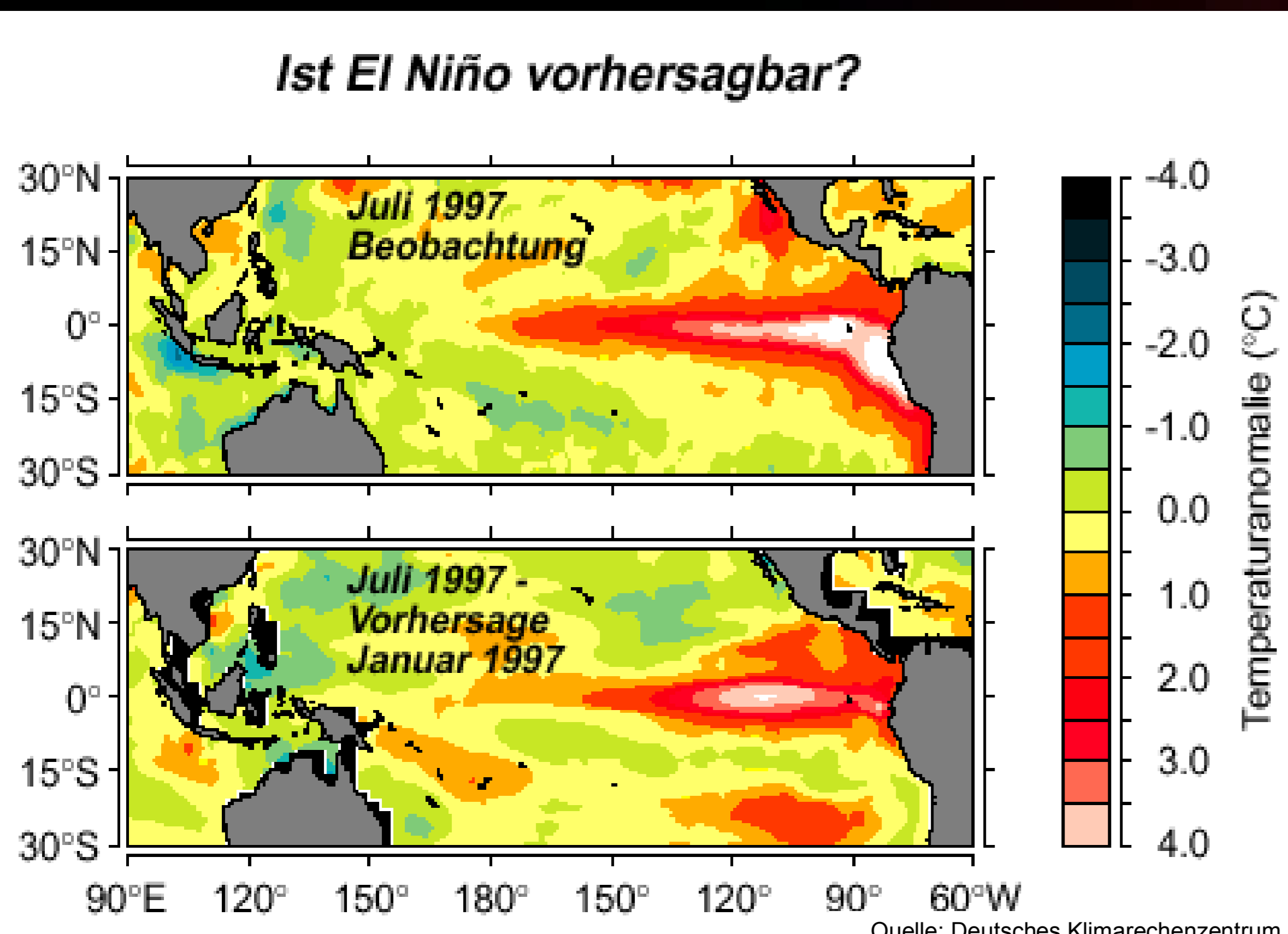
## Nachweis einer Klimaänderung

Modellrechnungen zufolge führt die erhöhte Emission von Treibhausgasen seit Beginn der industriellen Revolution bereits zu einer globalen Erwärmung von  $0.5^{\circ}\text{C}$ – $1.0^{\circ}\text{C}$ , was im Einklang mit dem beobachteten globalen Temperaturanstieg steht. Bisher ließ sich diese Erwärmung nicht eindeutig auf den Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen zurückführen, da sie noch in der gleichen Größenordnung wie Schätzungen der natürlichen Klimavariabilität liegt. Aktuelle Modellrechnungen und Methoden des Signalnachweises haben aber eine quantitative Schätzung der Wahrscheinlichkeit geliefert, dass die beobachtete Temperaturzunahme natürlichen Ursprungs ist: sie lag unter 5%. Demzufolge wäre die globale Erwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% auf erhöhte Treibhausgasemissionen zurückzuführen. In der schematischen Grafik rechts geben die breiten Bänder die Unsicherheit an, die durch die internen Schwankungen des Klimasystems (Klimarauschen) bestehen. Da sich das Band um die Klimaänderungskurve (ansteigende Kurve) zunehmend vom Rauschband trennt, welches das heutige Klimarauschen darstellt (horizontales Band), ist der Nachweis einer Klimaänderung immer zuverlässiger zu führen.



## Das Klima im 21. Jahrhundert

Wesentlich schneller als im 20. Jahrhundert wird die Temperatur im 21. Jahrhundert steigen, wenn der Anstieg der anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen (wie  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , FCKW) weiter anhält. Dann ist mit einer Erhöhung der globalen Mitteltemperatur von etwa  $0.2^{\circ}\text{C}$  pro Jahrzehnt zu rechnen, die gegen Ende des 21. Jahrhunderts um etwa  $2^{\circ}\text{C}$  höher als heute liegen wird. Das ist die Prognose von Klimamodellrechnungen, die neben den Treibhausgasen auch die regional abkühlende Wirkung von anthropogenen Schwefelaerosolen berücksichtigen, welche durch die Verbrennung fossiler Energierohstoffe entstehen und Sonnenstrahlung reflektieren. Die Grafik links zeigt, dass sich bis etwa 1970 die berechneten Temperaturänderungen mit (blaue Kurve) und ohne (rote Kurve) Aerosole kaum voneinander unterscheiden und nah bei den beobachteten Werten (grüne Kurve) liegen. Ab etwa 1980 liegt die Aerosol-Kurve enger bei der des beobachteten Temperaturanstiegs und wird deshalb auch Prognosen für das 21. Jahrhundert zugrunde gelegt.



## Ist El Niño vorhersagbar?

Das El Niño Phänomen ist mittlerweile vorhersagbar. Das Bild links verdeutlicht das am Beispiel des letzten El Niño von 1997/98. Das obere Teilbild zeigt die beobachtete Abweichung der Meerestemperatur vom langjährigen Mittel während des letzten El Niño Ereignisses für Juli 1997. Diese Veränderung konnte mit einem gekoppelten Ozean - Atmosphäre Modell bereits im Jänner 1997 vorhergesagt werden (unten).



## Extreme Klimaereignisse

Es gibt (noch unsichere) Hinweise, dass extreme Klimaereignisse durch den Einfluss des Menschen auf das Klima zunehmend häufiger auftreten und auch in ihrer Stärke zunehmen.