

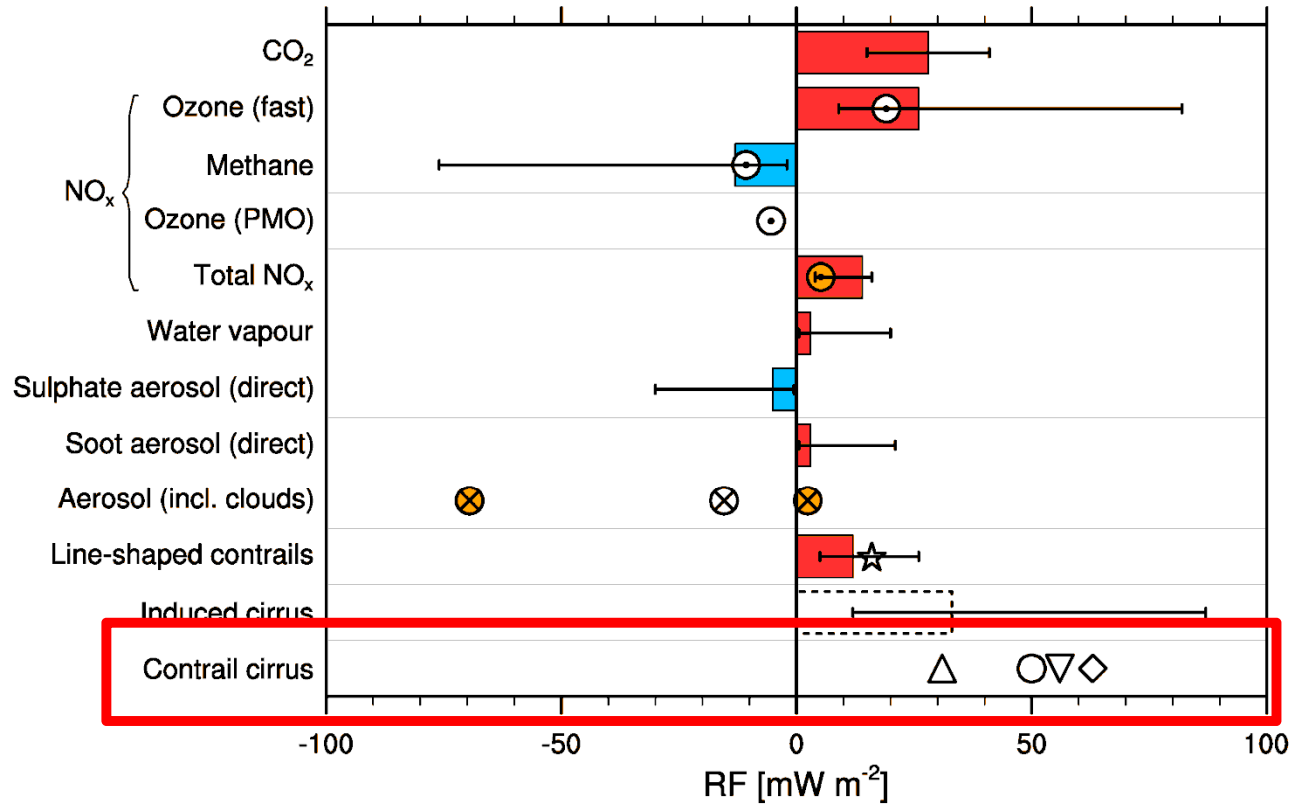
DACH Tagung 2019

# Effektiver Strahlungsantrieb und schnelle Rückkopplungen von Kondensstreifen-Zirren

Marius Bickel



# Klimawirkung des Luftverkehrs

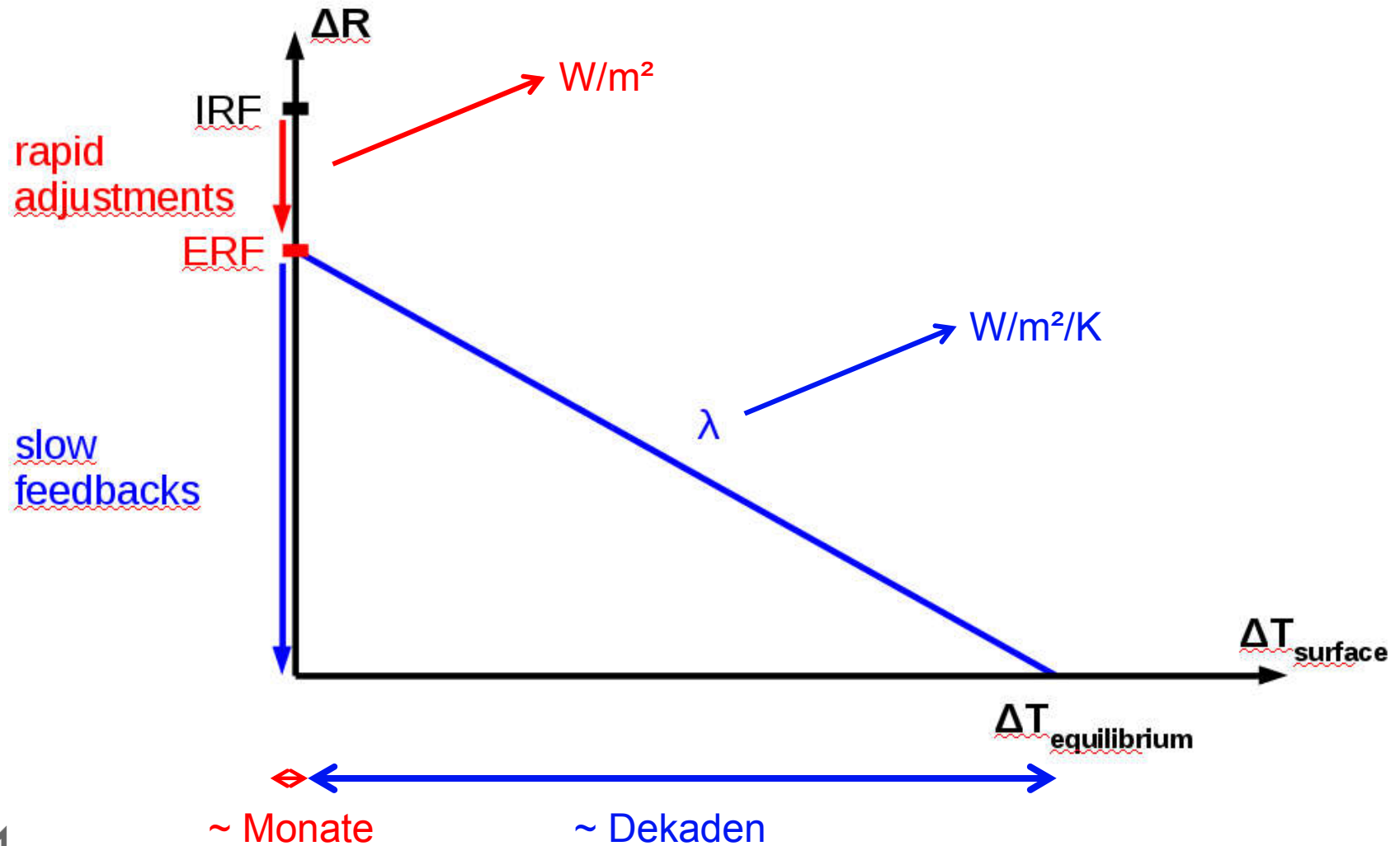


- ⊙ Søvde et al. (2014): EMAC, multi-model mean
- ⊗ Righi et al. (2013): reference case, parameter span
- ☆ Voigt et al. (2011)
- △ Burkhardt and Kärcher (2011)
- Schumann and Graf (2013)
- ◇ Schumann et al. (2015)
- ▽ Bock and Burkhardt (2016)

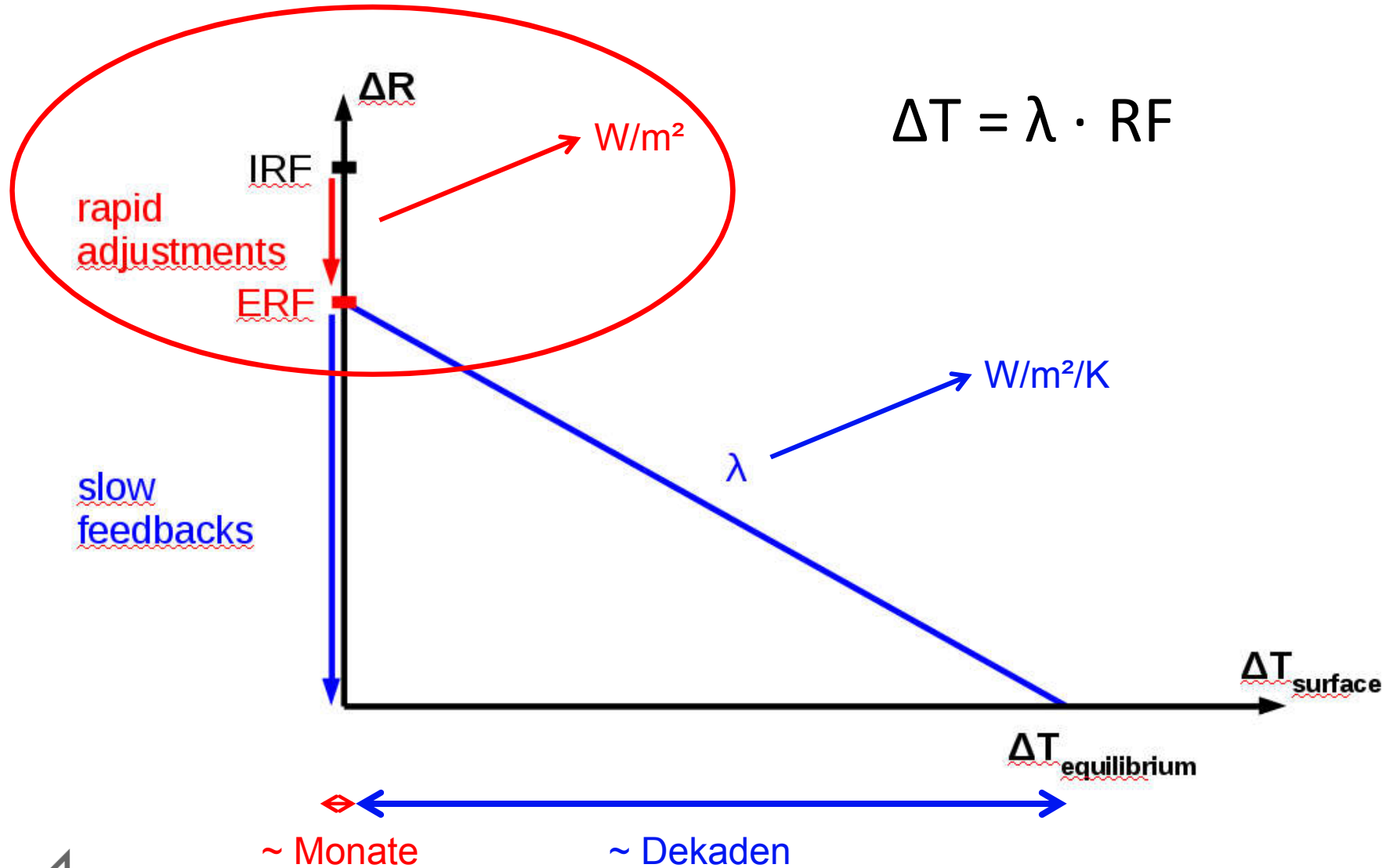
Grewe et al., 2017



# Radiative Forcings, Rapid Adjustments und Slow Feedbacks



# Radiative Forcings, Rapid Adjustments und Slow Feedbacks



## Modell Setup

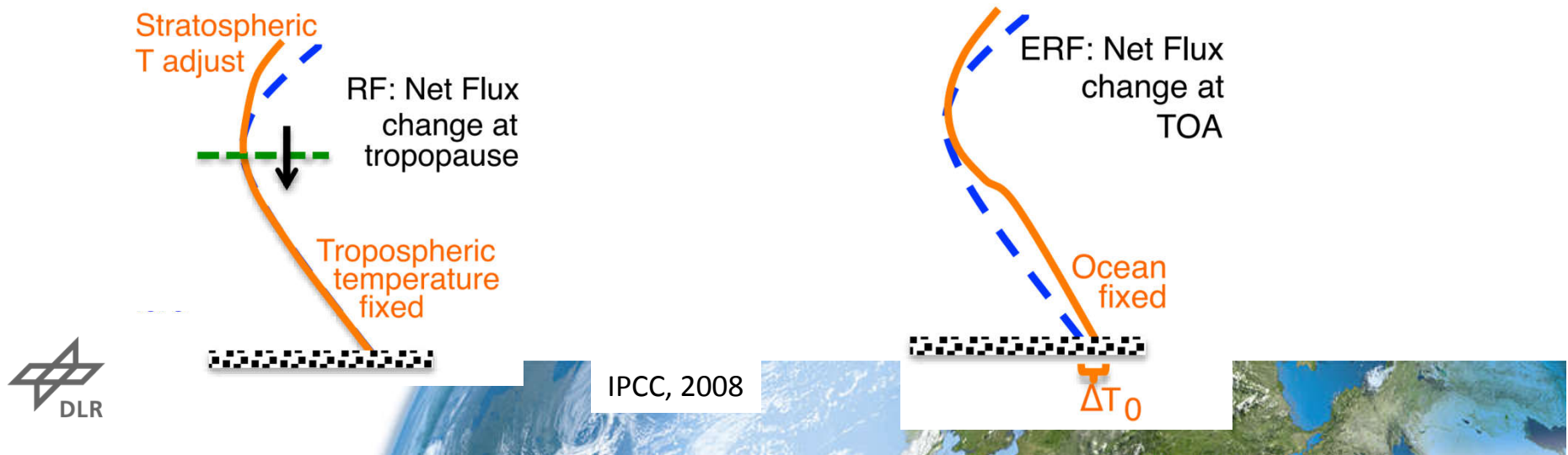
- ECHAM5 Klimamodell, Auflösung 2.8° bzw. 600m (vertikal)
- Kondensstreifen-Parametrisierung von Bock und Burkhardt (2016)
  - ↳ „Zwei-Momenten-Schema“ (Eiswassergehalt und Eisteilchenanzahl)
- AEDT 2050 Flugverkehrsdatensatz (Emissionen und geflogene Strecken)

### Konventionelle RF Simulationen:

- Berechnung des RF in einer Simulation (mit und ohne Kondensstreifen-Zirren)
- ~5 Jahre / Simulation

### ERF Simulationen:

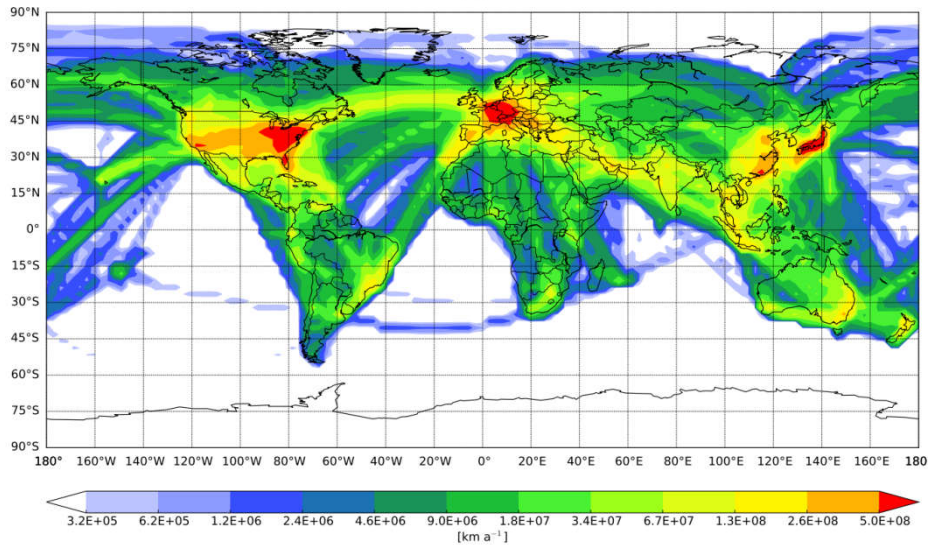
- Ozeantemperatur konstant
- 2 Simulationen: Referenz und Experiment
- ~30 Jahre / Simulation





# Luftverkehr und Strahlungsantrieb

AEDT 2050 air traffic dataset | global mean:  $15.58 \cdot 10^{10} \text{ km a}^{-1}$



## Luftverkehr:

**2006:**  $38.2 \cdot 10^9 \text{ km / Jahr}$  (AEDT 2006)

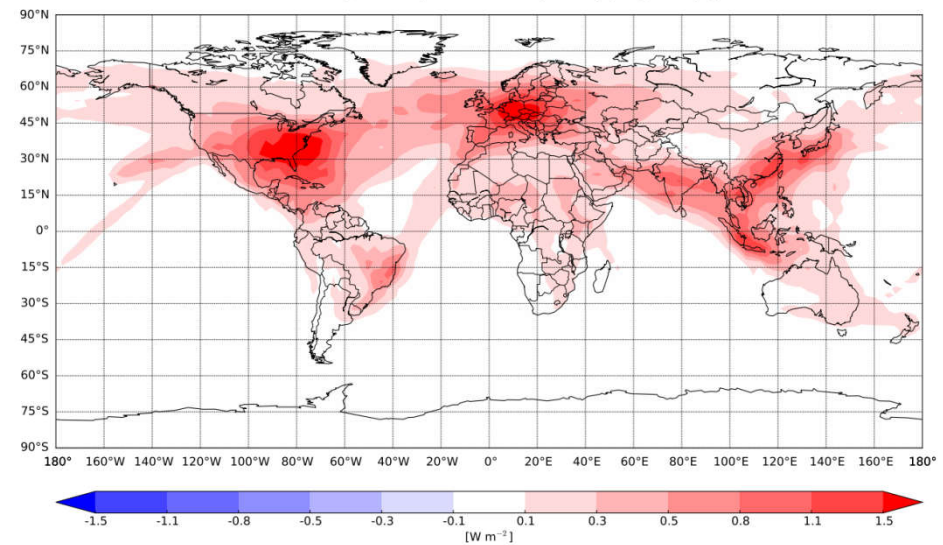
**2050:**  $155.8 \cdot 10^9 \text{ km / Jahr}$  (AEDT 2050)

## Forcing:

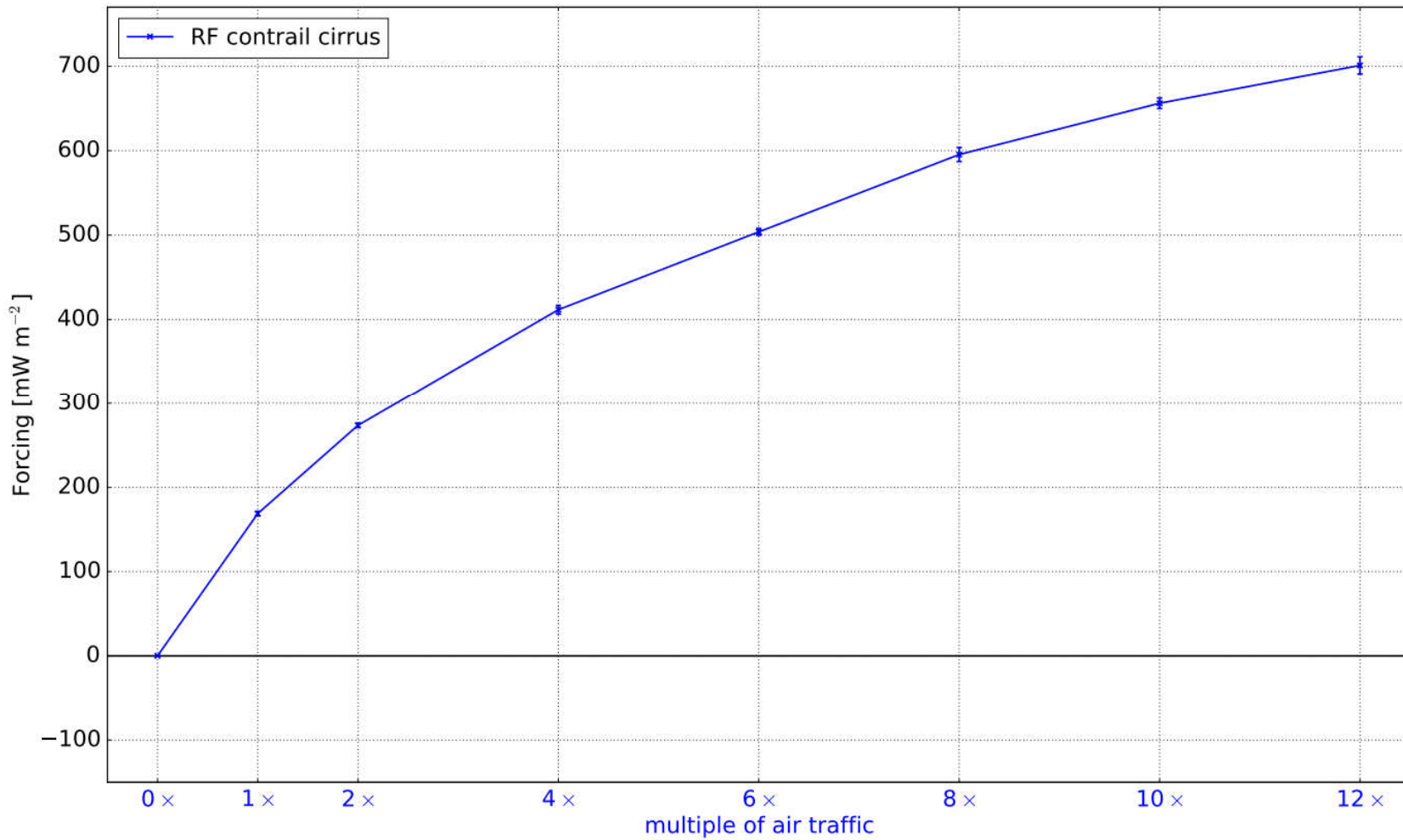
**2006:**  $56 \text{ mW m}^{-2}$  (Bock und Burkhardt, 2016)

**2050:**  $169 \text{ mW m}^{-2}$

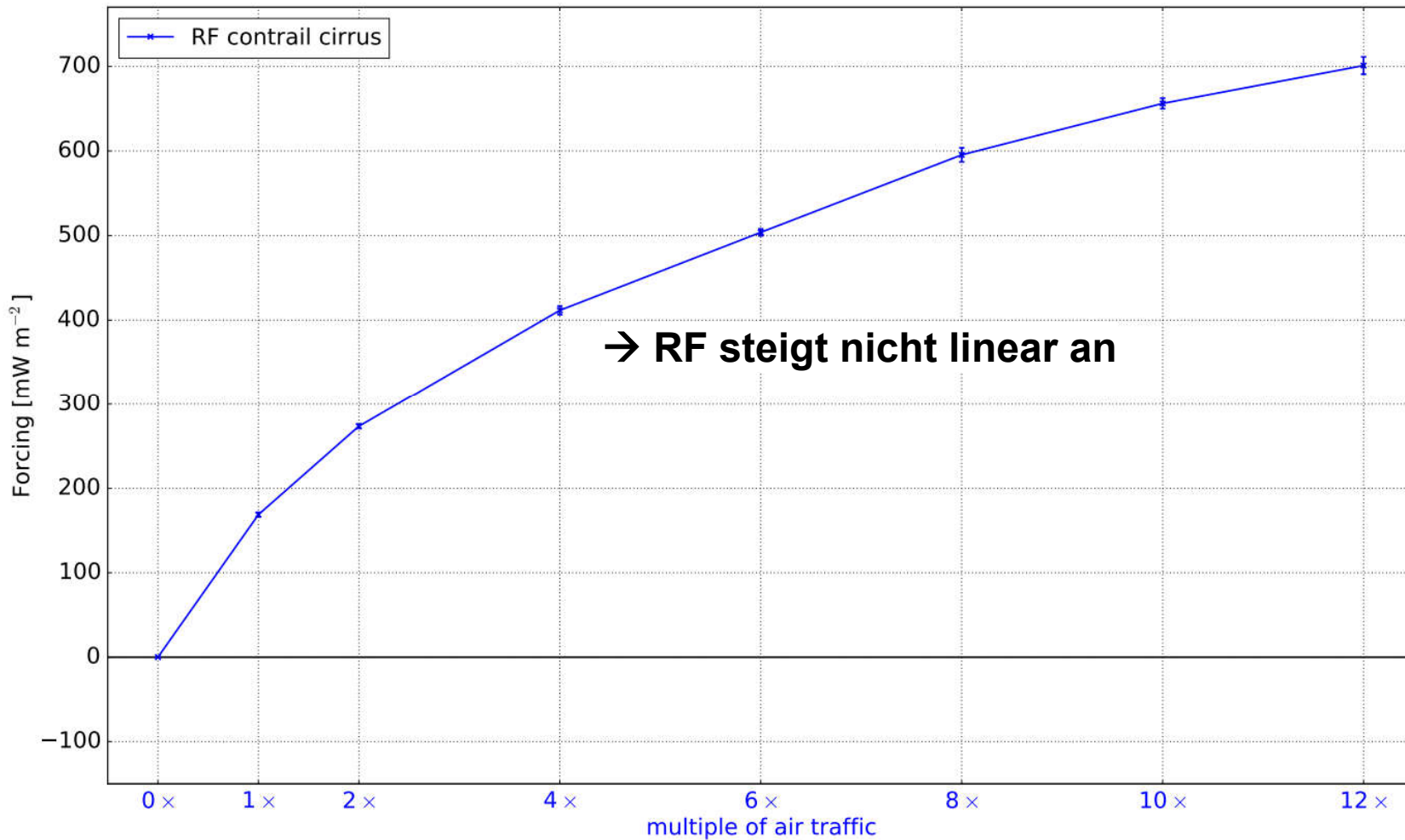
Global distribution of Radiative Forcing at TOA |  $1 \times$  air traffic (RF run) | 5 years | global mean:  $+0.169 \text{ W m}^{-2}$



# RF-Simulationen mit skaliertem Luftverkehr

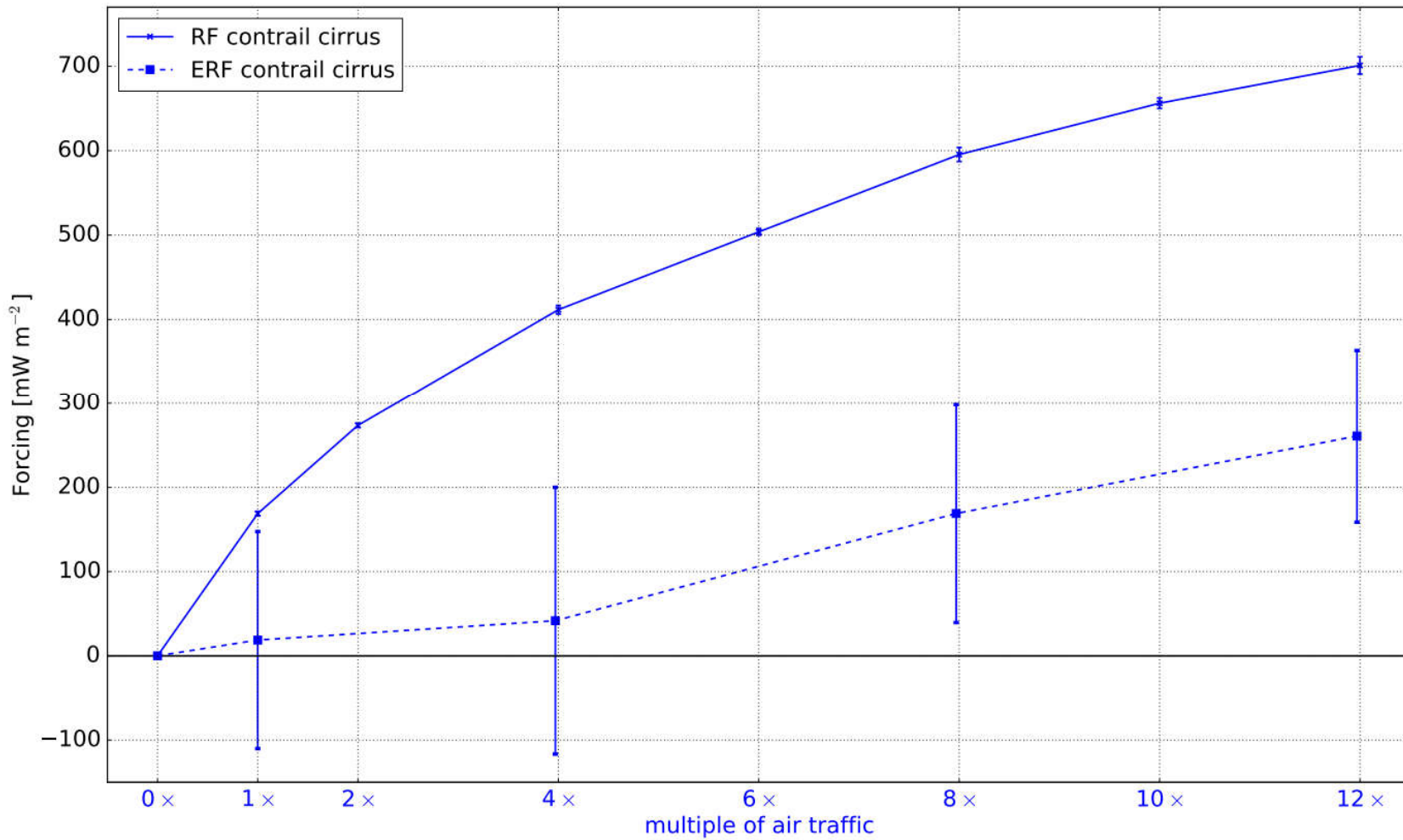


# RF-Simulationen mit skaliertem Luftverkehr

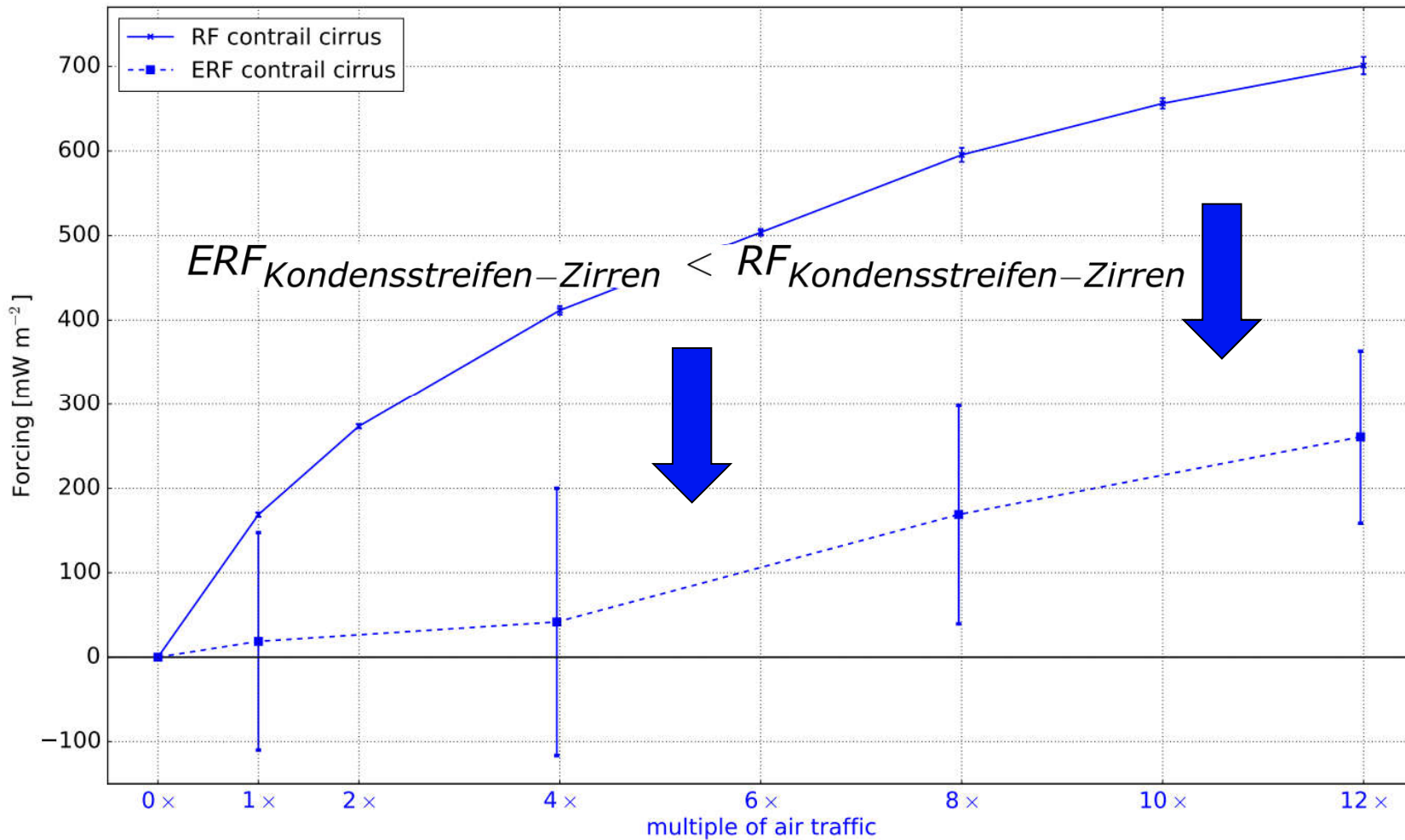




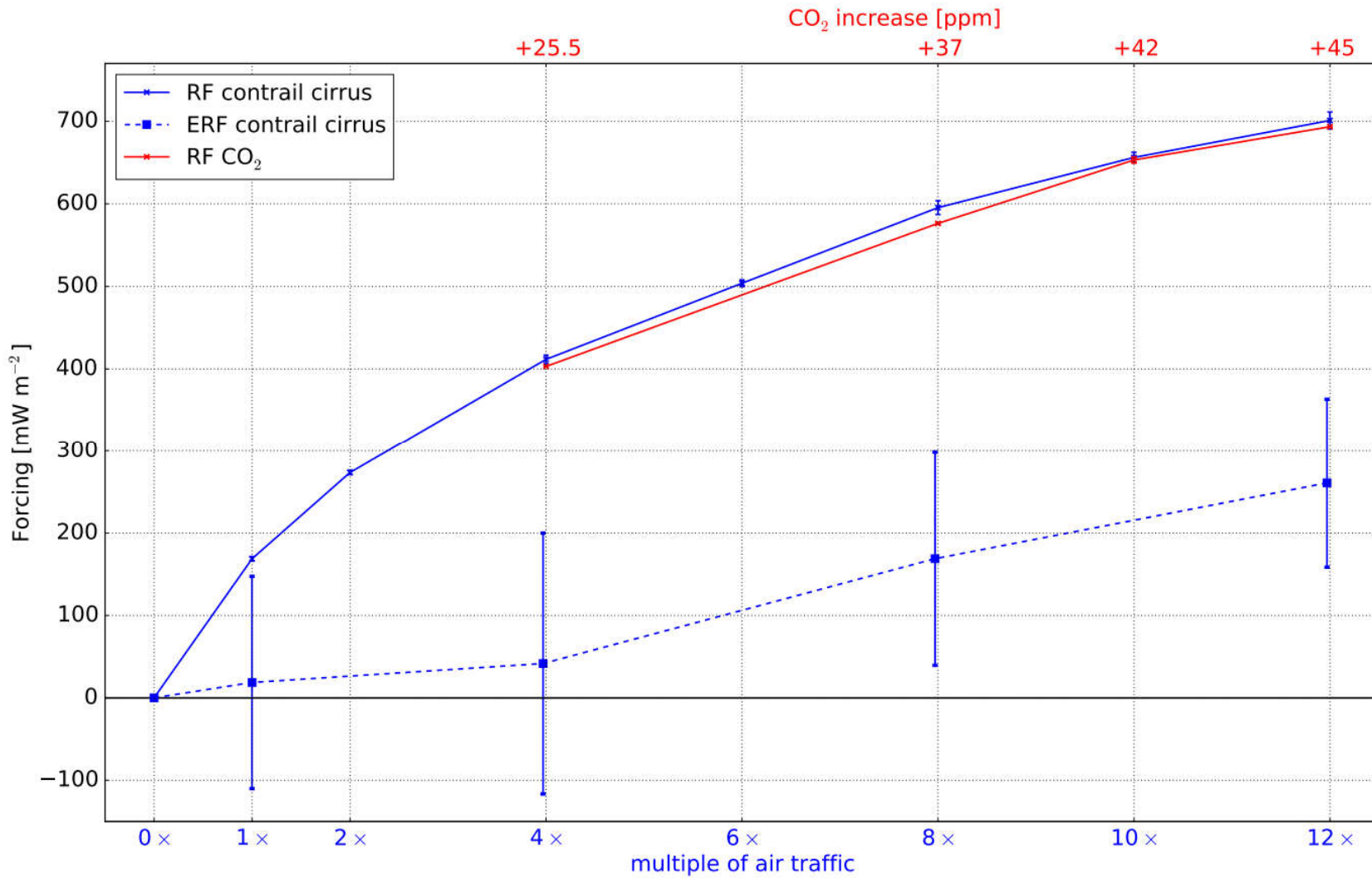
# RF-Simulationen mit skaliertem Luftverkehr



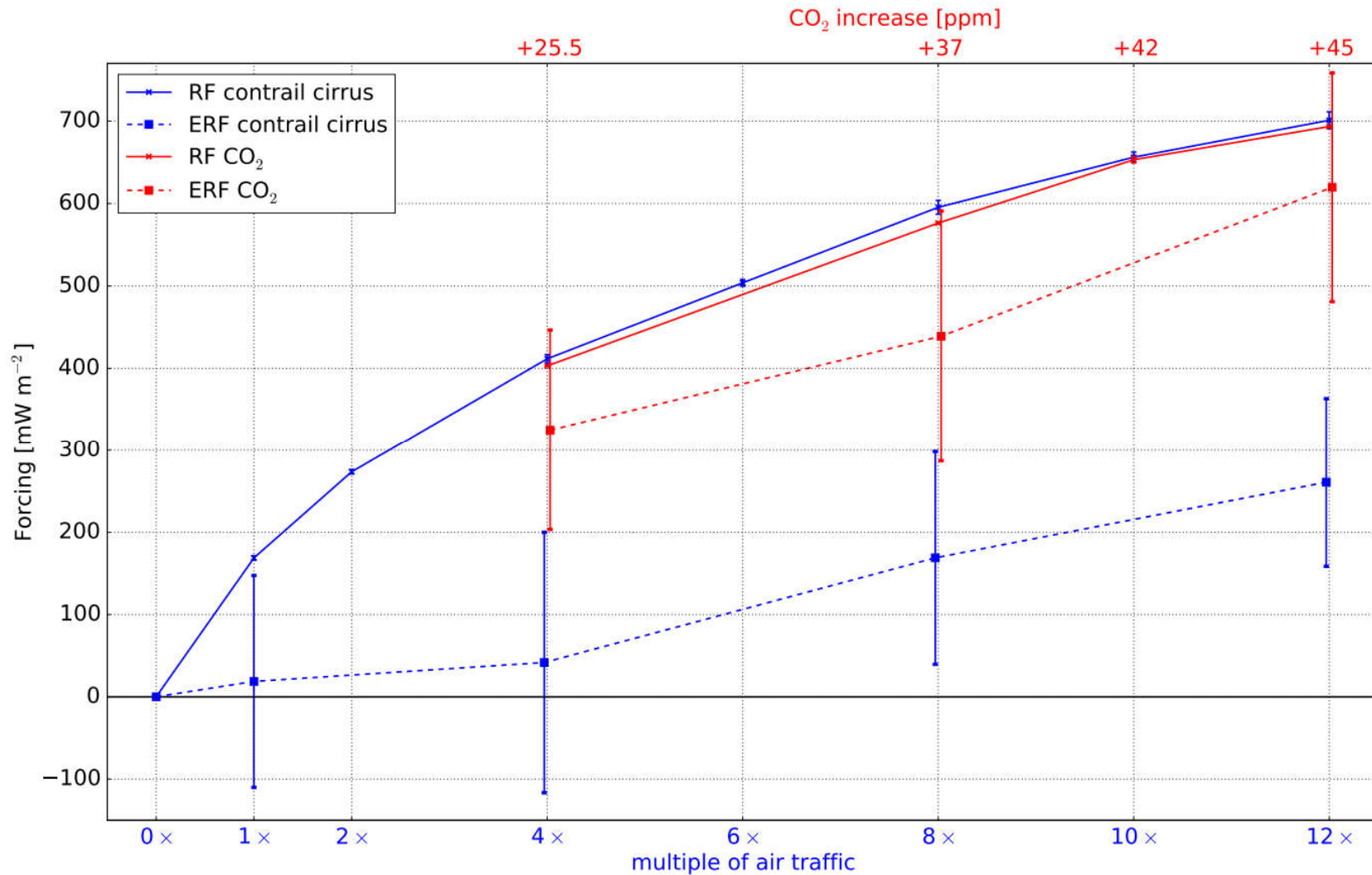
# RF-Simulationen mit skaliertem Luftverkehr



# RF-Simulationen mit skaliertem Luftverkehr

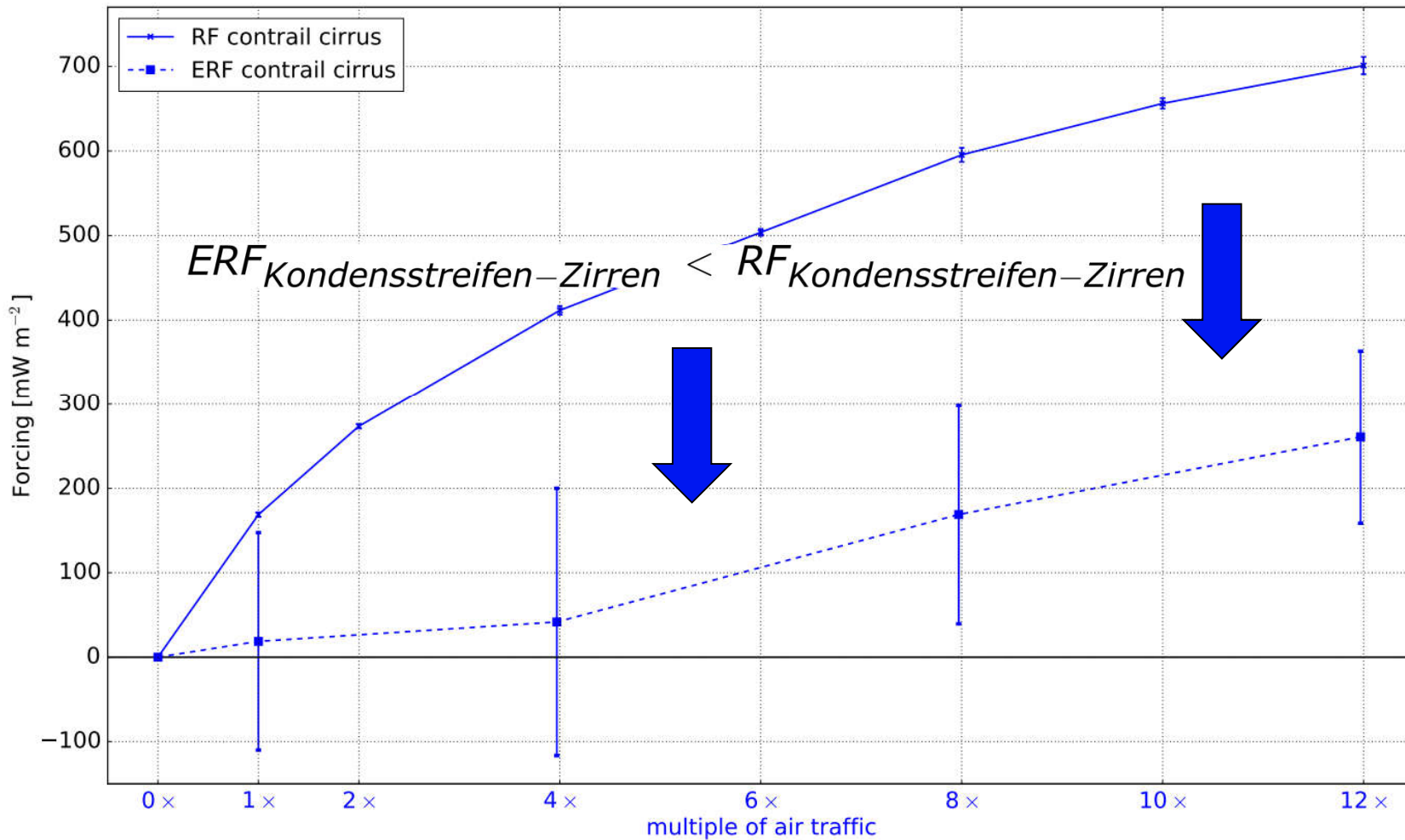


# RF-Simulationen mit skaliertem Luftverkehr



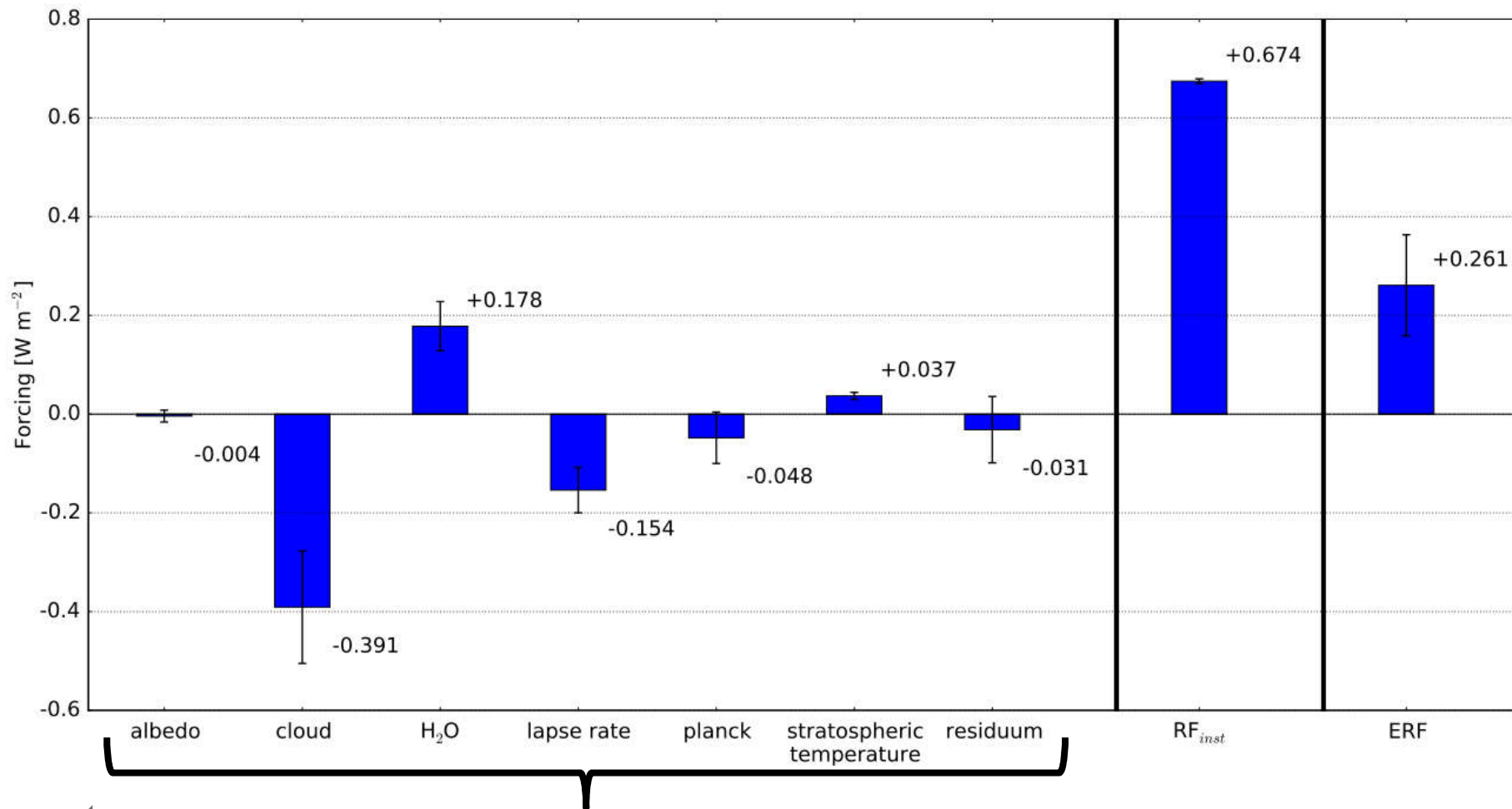


# RF-Simulationen mit skaliertem Luftverkehr





# Rückkopplungsanalyse zur Ermittlung physikalischer Ursachen einer reduzierten Klimawirkungseffizienz



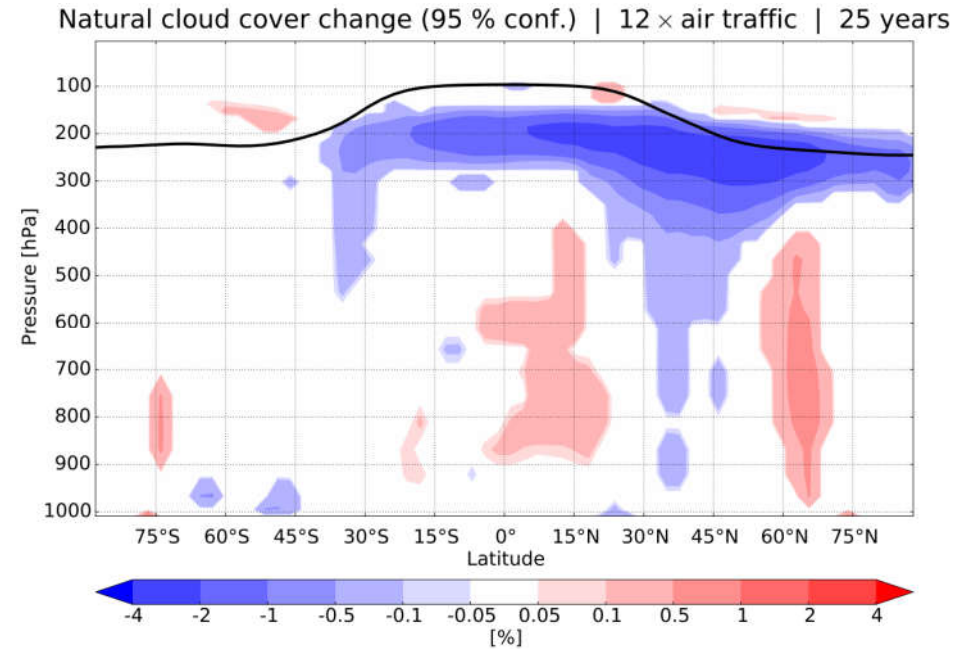
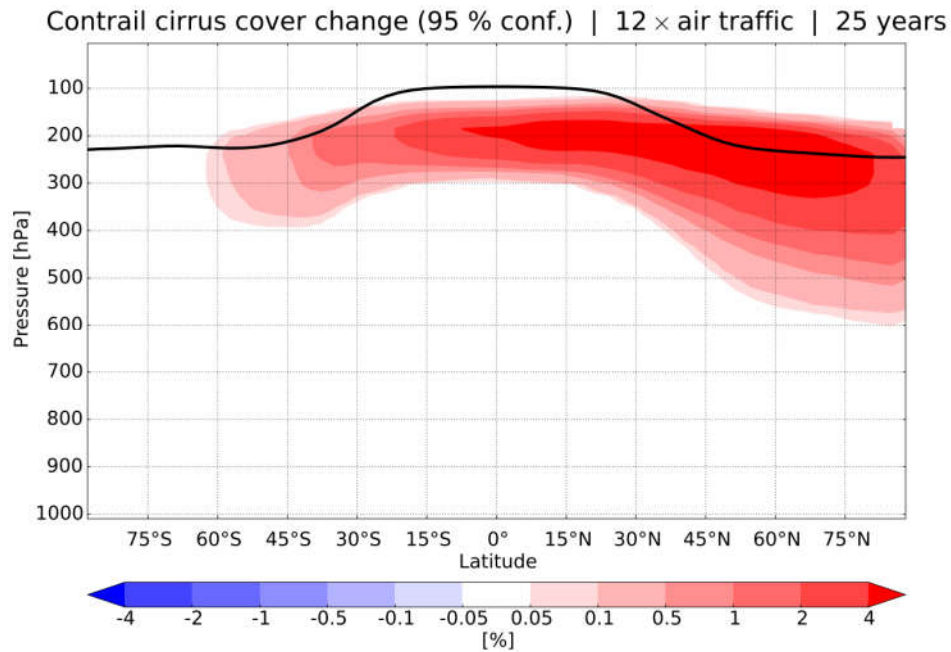
**rapid adjustments**



# Rückkopplungsanalyse zur Ermittlung physikalischer Ursachen einer reduzierten Klimawirkungseffizienz

Änderung in 200 hPa: **+3.6 %**

**-1.3 %**

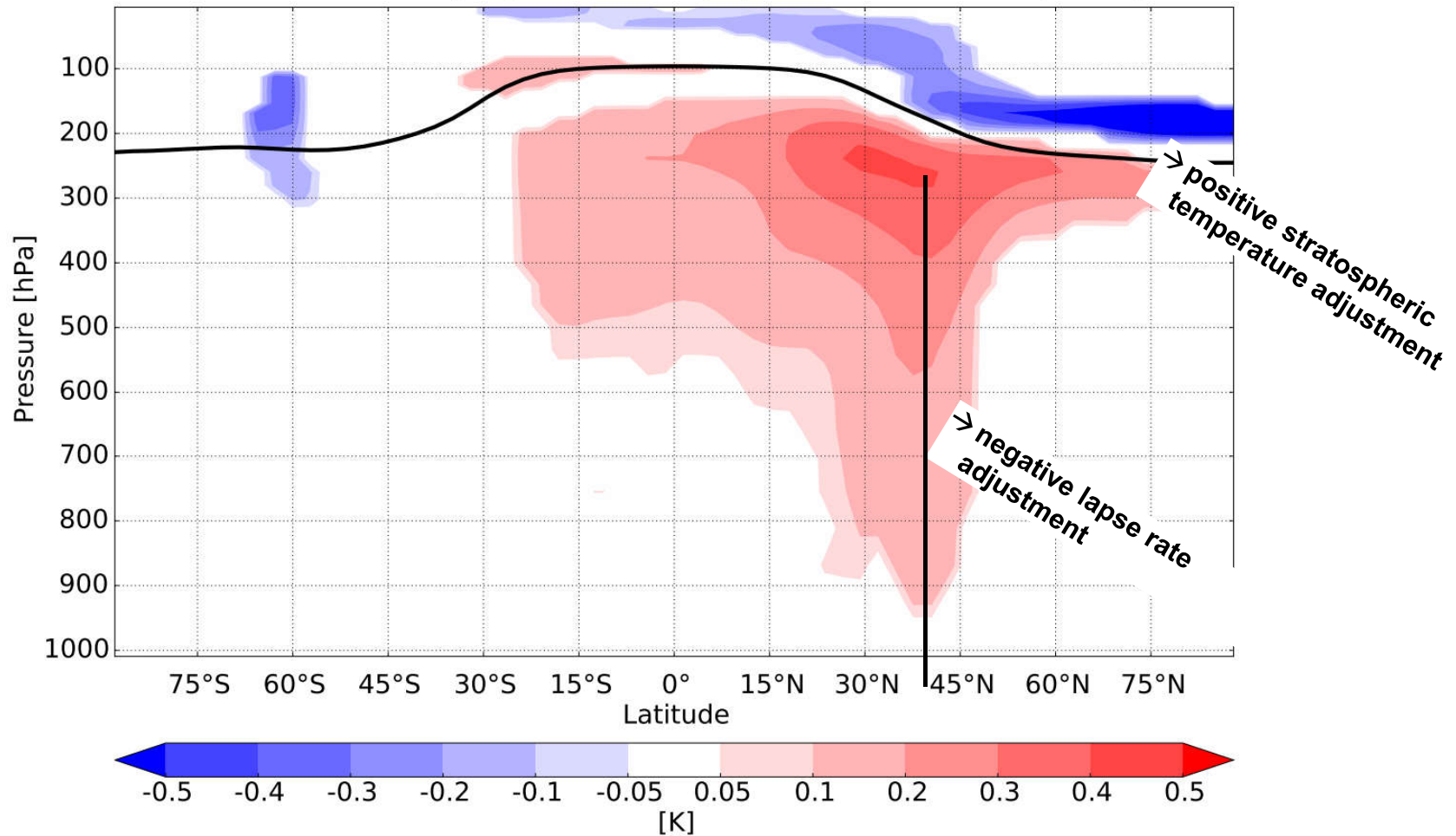


→ Kondensstreifen-Zirren wachsen auf Kosten von natürlicher Zirrus Bewölkung

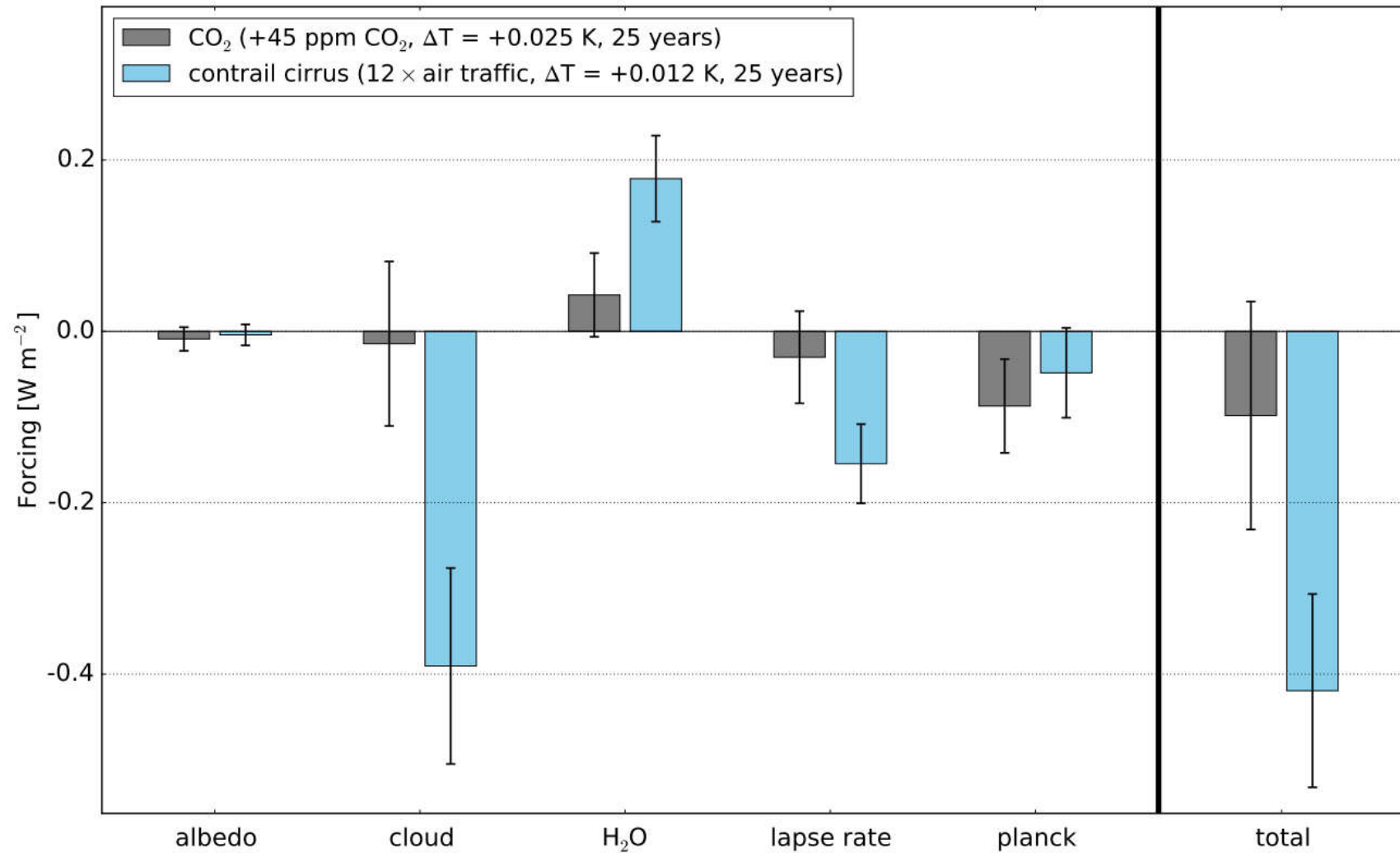


# Rückkopplungsanalyse zur Ermittlung physikalischer Ursachen einer reduzierten Klimawirkungseffizienz

Temperature change (99 % conf.) | 12 × air traffic | 25 years



# Vergleich mit CO<sub>2</sub> Experiment



## Zusammenfassung

- Sättigung in Regionen mit hohem Luftverkehr
- $ERF_{\text{Kondensstreifen-Zirren}} < RF_{\text{Kondensstreifen-Zirren}}$   
→ Hinweis auf eine reduzierte Wirkung von Kondensstreifen-Zirren auf die Bodentemperatur
- Rückkopplungsanalyse ist geeignet zur Ermittlung der physikalischen Ursachen eines reduzierten ERF
- Reduziertes ERF auch bei  $CO_2$ , aber deutlich schwächer
- Reduktion von  $ERF_{\text{Kondensstreifen-Zirren}}$  vor allem durch Abnahme natürlicher Zirrus-Bewölkung (weniger Eisübersättigung)





# The End

