

Langfristige Veränderungen der stratosphärischen Wasserdampfkonzentration zwischen 1960 und 2020 - Einfluss auf die Ozonchemie

A. Stenke, V. Grewe, M. Dameris, M. Ponater
DLR - Institut für Physik der Atmosphäre

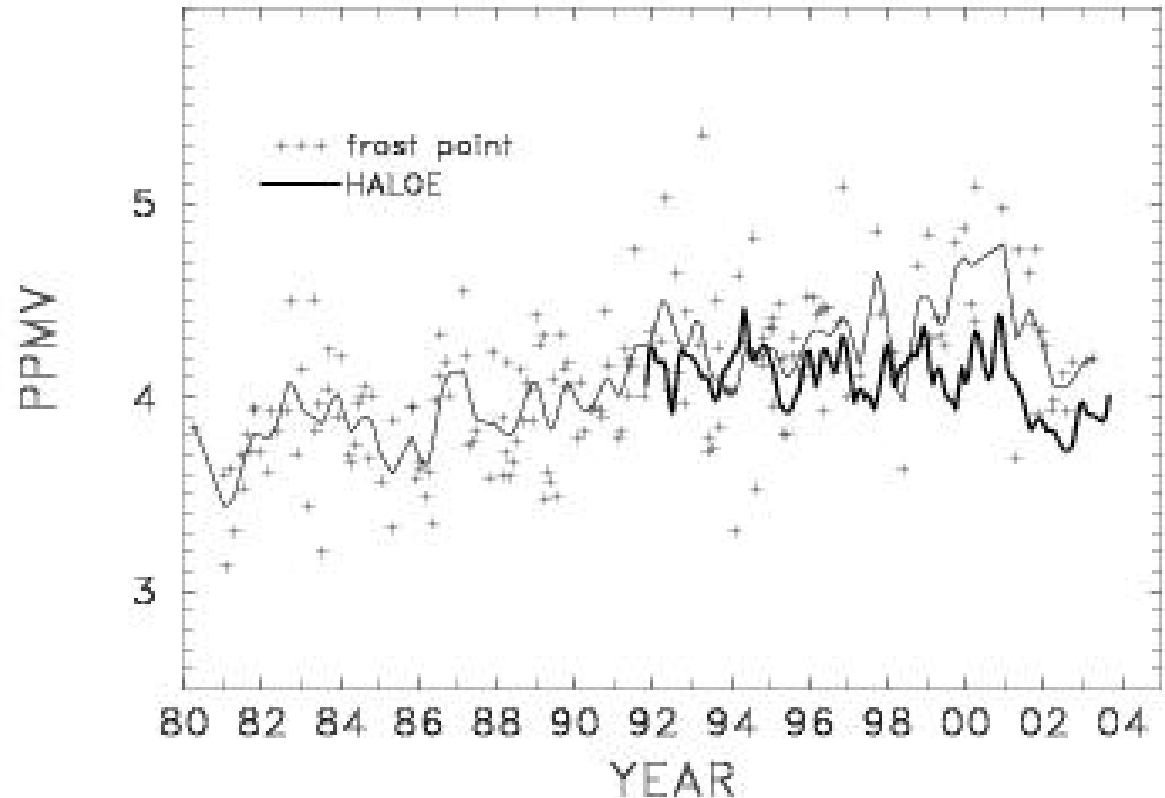


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Wasserdampf in der unteren Stratosphäre (LS)

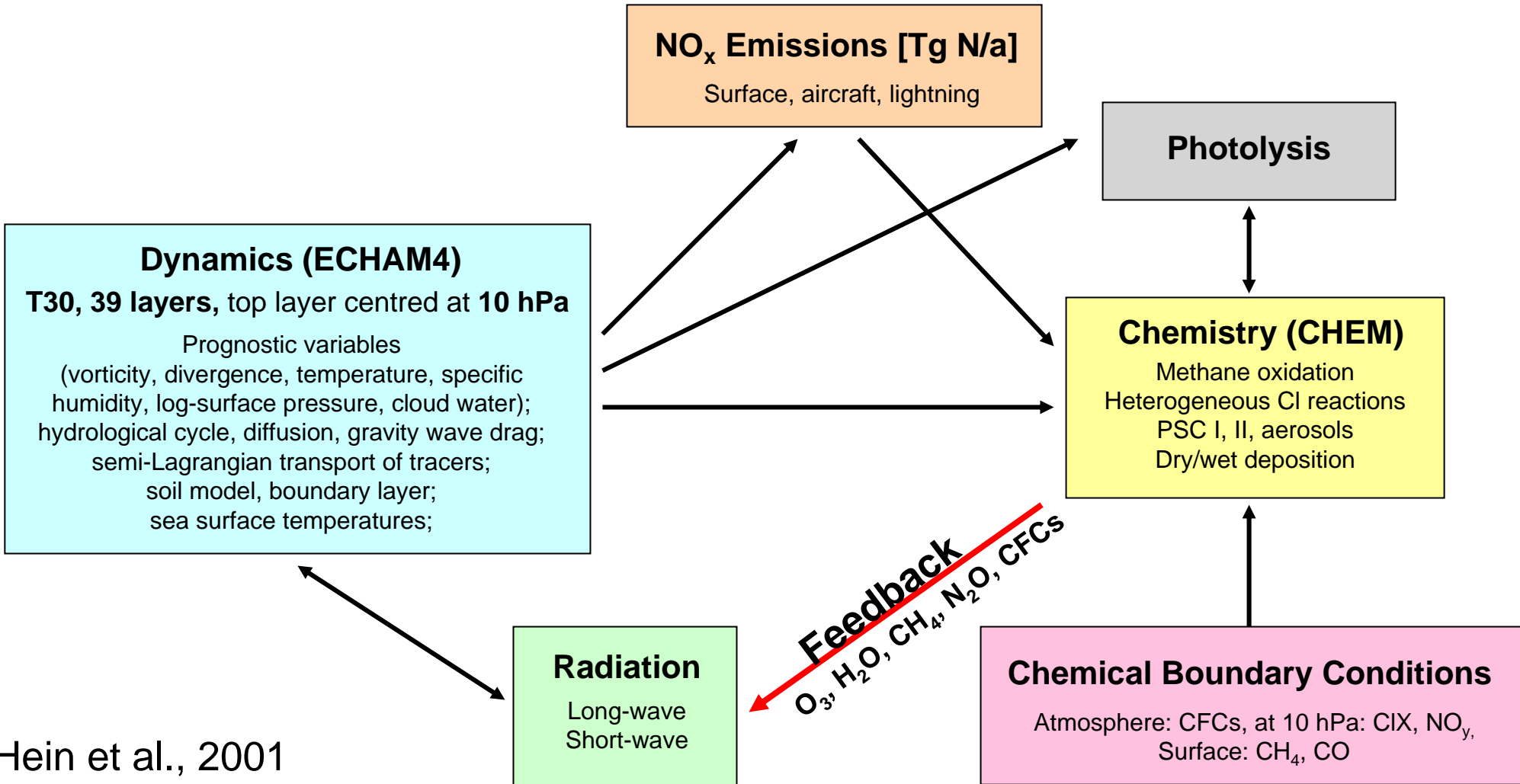
Boulder H₂O, 17-22 km average

- Können gekoppelte Klima-Chemie-Modelle die beobachtete Variabilität des stratosphärischen Wasserdampfs wiedergeben?



(Randel et al., 2004)

Klima-Chemie-Modell E39/C



Hein et al., 2001
Dameris et al., 2005

Zu jedem Zeitschritt interaktiv gekoppelt !

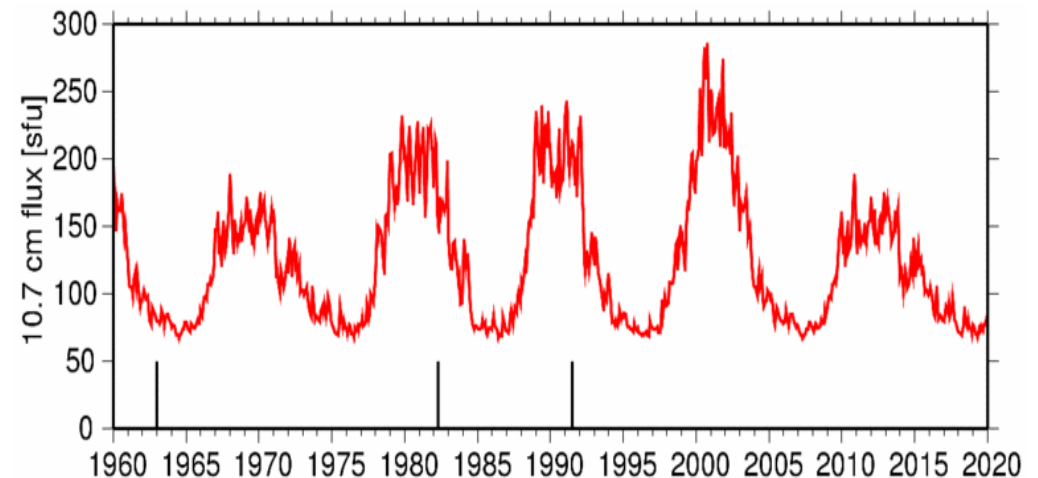
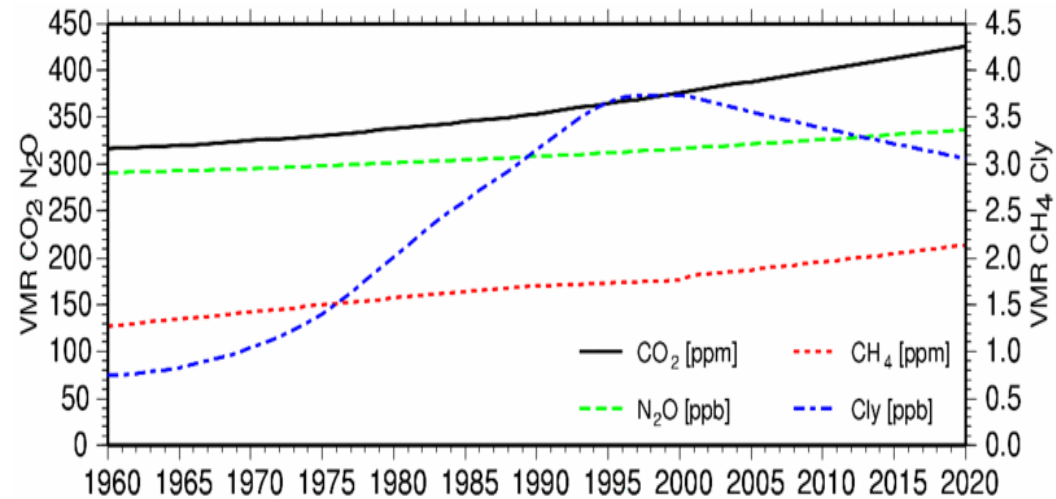
Transiente Simulation der Jahre 1960 bis 2020

Ensemble von Klimasimulationen: 3 x 1960-2000, 4 x 2000-2020

CCM E39/C + externe Klimaantriebe:

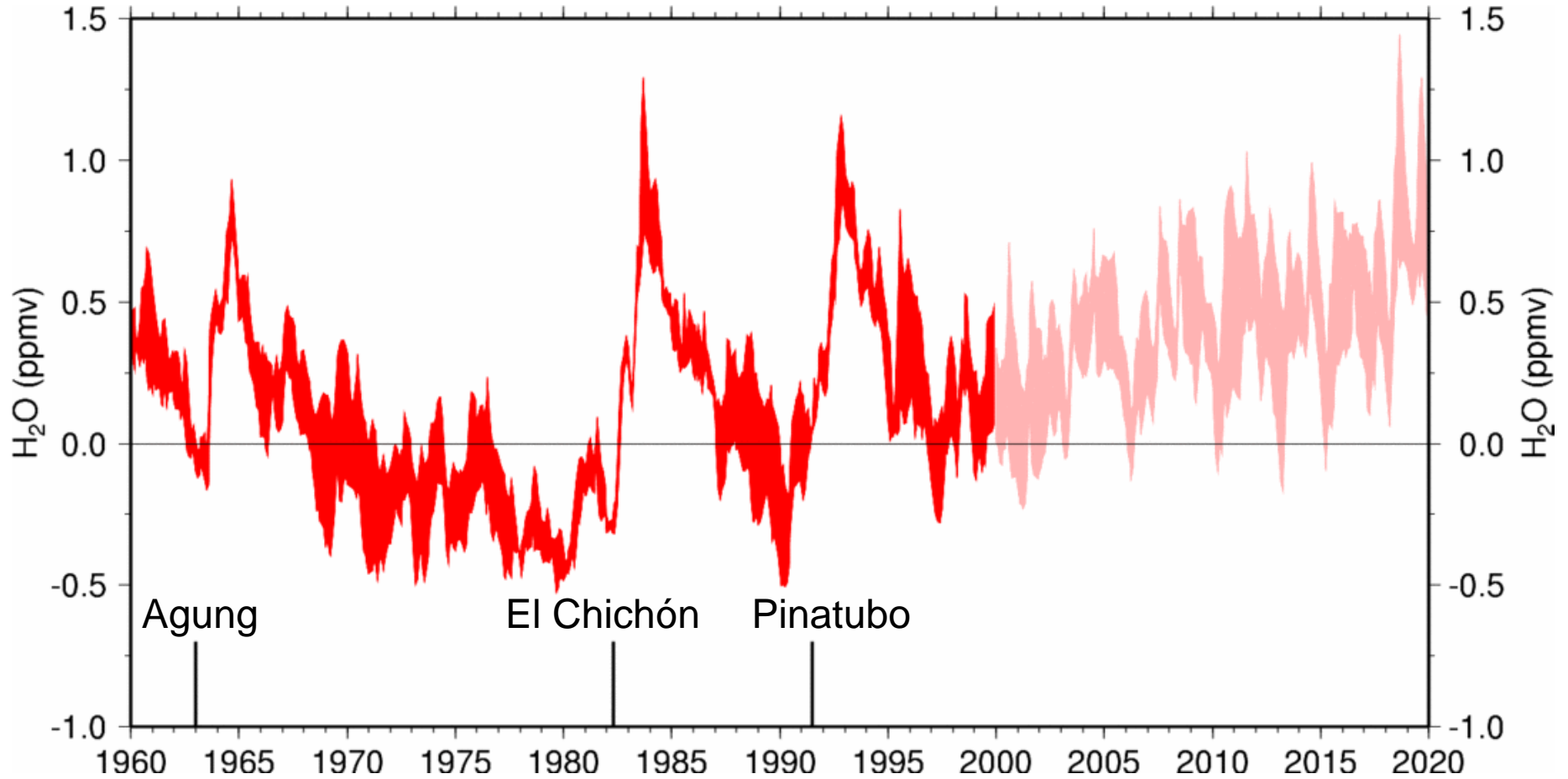
- natürliche und anthropogene NO_x -Emissionen
- Cl_y , CO_2 , N_2O , CH_4 und FCKWs gemäß IPCC
- QBO "genudged"
- beobachtete/simulierte SSTs: UKMO Hadley Centre
- 3 große Vulkanausbrüche: Agung, El Chichón, Pinatubo
- 11-jähriger Sonnenfleckenzyklus

(Dameris et al., ACP, 2005)



E39/C Wasserdampf anomalien in der LS – 50 hPa, 40°N

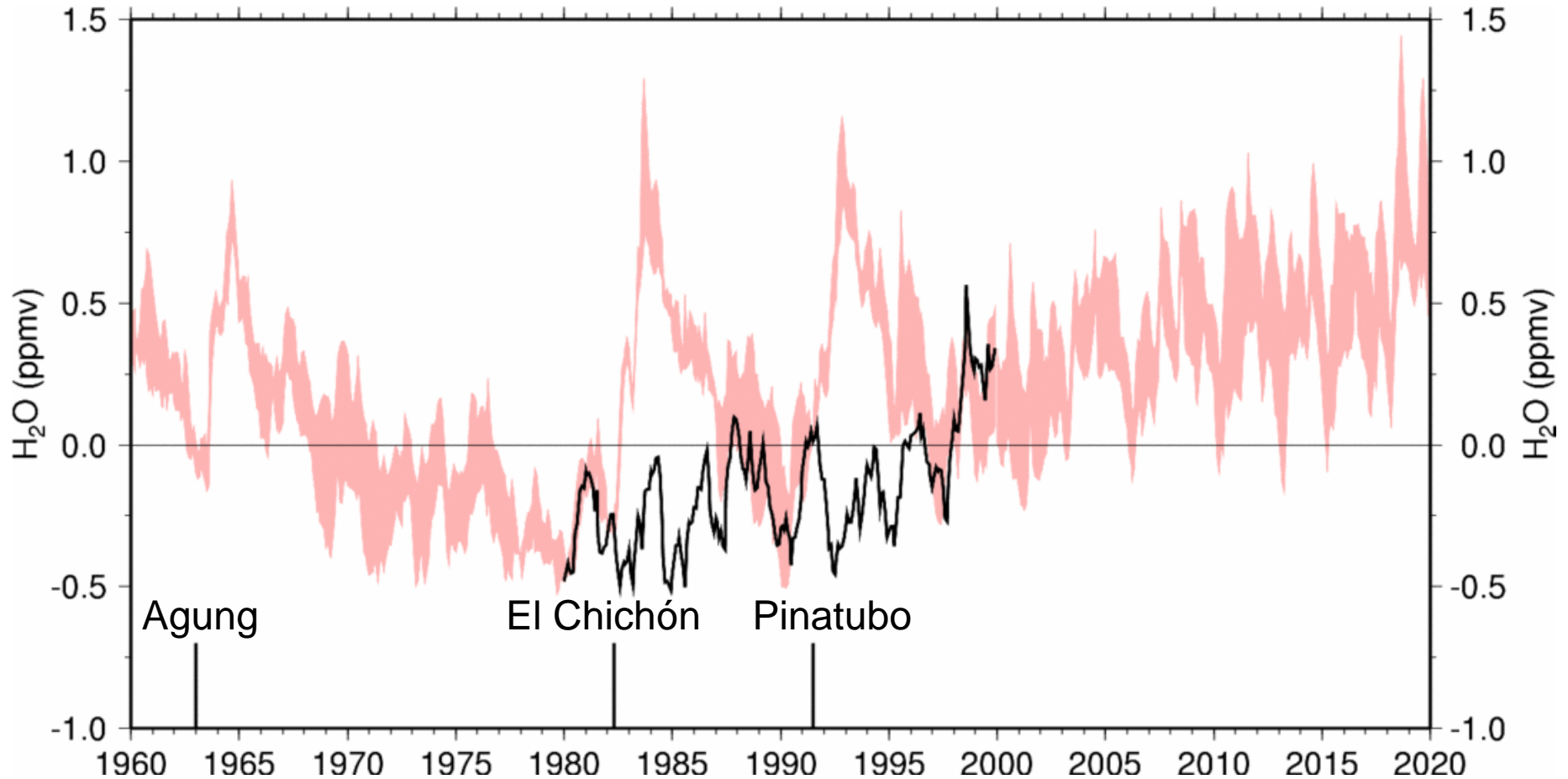
min/max range of ensemble runs



E39/C Wasserdampfanomalien in der LS – 50 hPa, 40°N

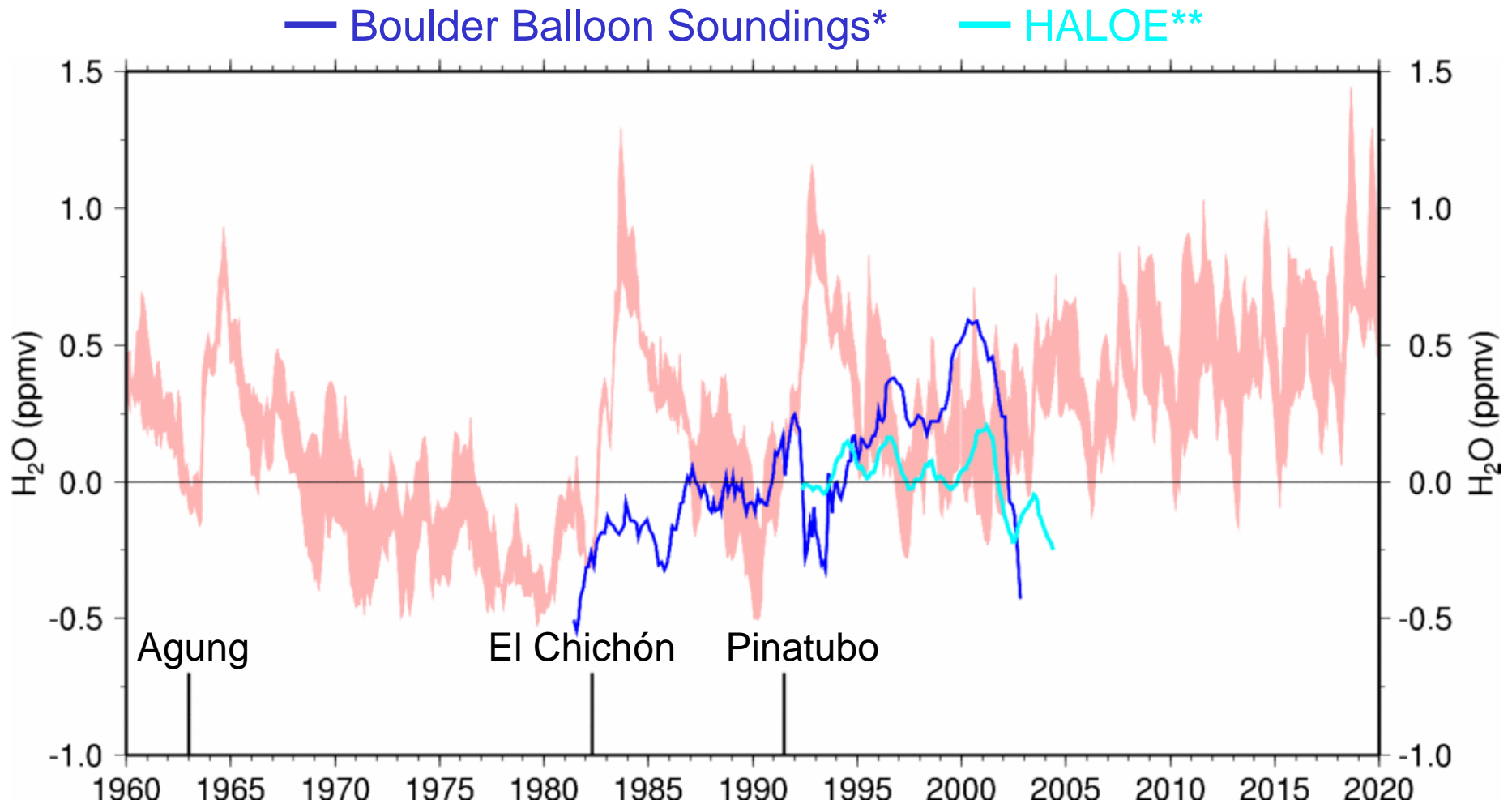
Einfluss der Vulkanausbrüche

— transiente Simulation (1980-2000) ohne El Chichón und Pinatubo



E39/C Wasserdampfananomalien in der LS – 50 hPa, 40°N

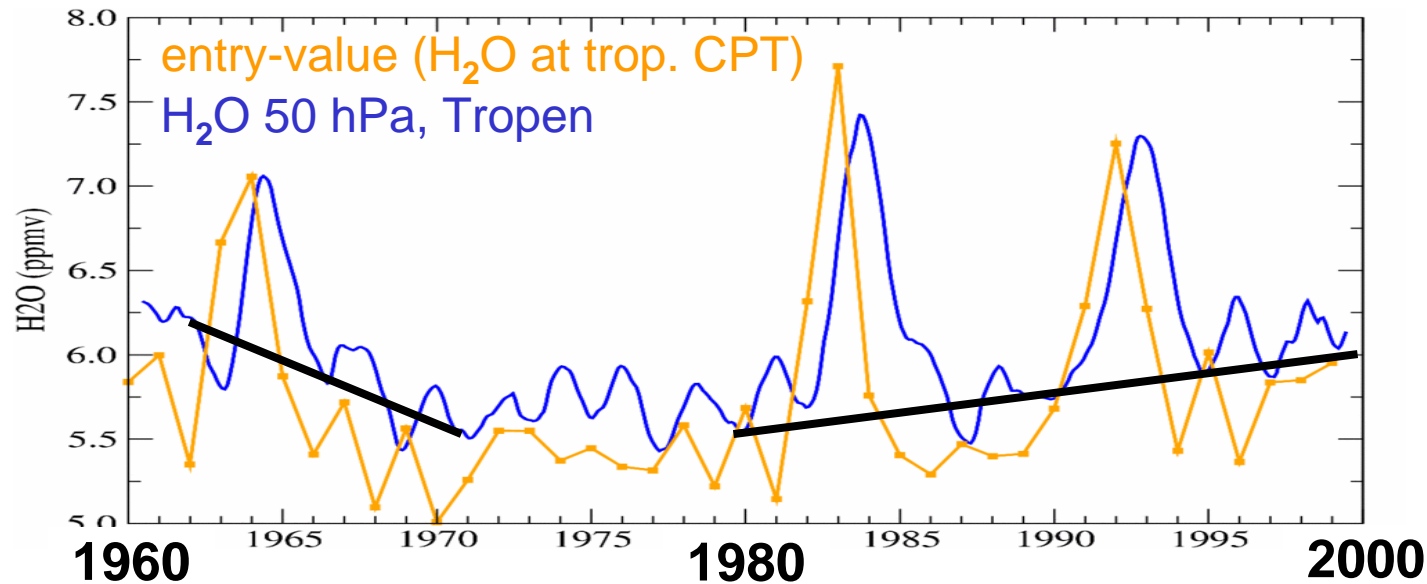
Vergleich mit Beobachtungen



*courtesy of Holger Vömel; **courtesy of Bill Randel



Variabilität und Trends in der LS: Wasserdampf & Cold Point



Enger Zusammenhang zwischen “entry-value” (\Rightarrow tropische CPT) und H_2O in LS.

1960-1970:
Abkühlung der tropischen Tropopause

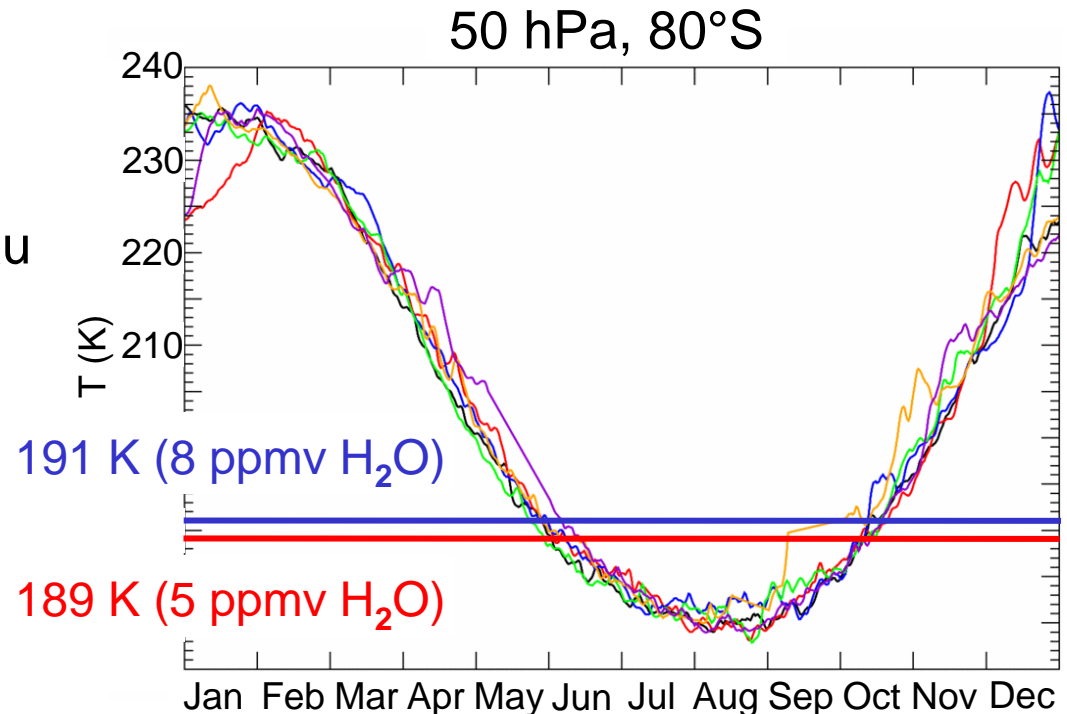
1980-2000: Erwärmung

- H_2O -Zunahme seit 1980 durch
- Zunahme des “entry-value”: ≈ 0.02 ppmv/yr
 - Anstieg der CH_4 -Oxidation: ≈ 0.01 ppmv/yr

H₂O-Anstieg: Einfluss auf die Ozonchemie?

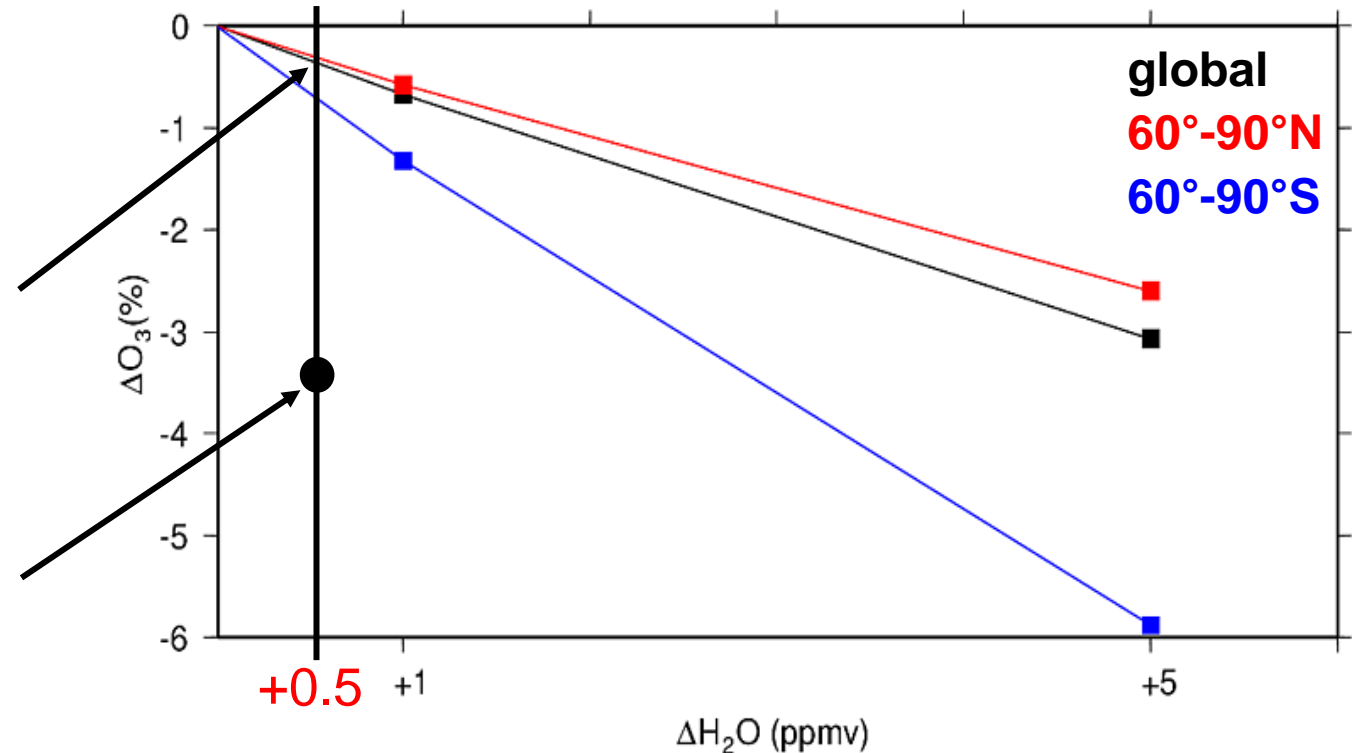
H₂O-Anstieg beeinflusst chemische Zusammensetzung der Atmosphäre:

- HO_x Anstieg
⇒ Kopplungsprozesse zwischen HO_x und NO_x / ClO_x
⇒ verstärkter katalytischer Ozonabbau
- Anstieg der Sättigungstemperatur
⇒ PSC Fläche / Zeitraum
- Quantifizierung des H₂O-Effekts auf Ozonchemie
⇒ Sensitivitätsexperimente mit stratosphärischen H₂O-Störungen
+1 ppmv / +5 ppmv



Sensitivitätsexperimente - H₂O-Anstieg

- Simulierter H₂O-Anstieg
1980-2000: ≈ 0.5 ppmv
- Linearer O₃-Respons
 \Rightarrow O₃-Verlust: $\approx 0.4\%$
“only H₂O”
- Simulierter O₃-Verlust
1980-2000: $\approx 3.4\%$
“climate change”



\Rightarrow **10-15% des simulierten O₃-Verlust durch H₂O-Anstieg**

(Stenke und Grewe, ACP, 2005)



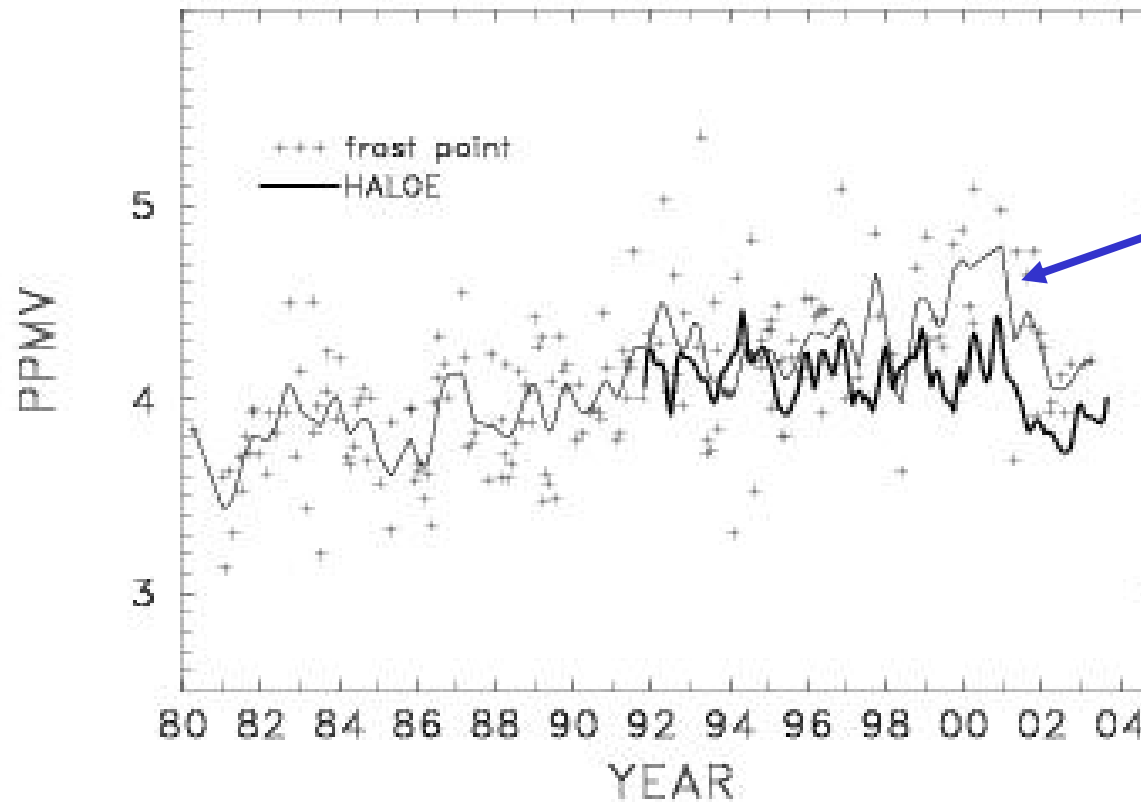
Zusammenfassung

- CCM E39/C & externe Klimaantriebe ⇒ langfristige Veränderungen und Variabilität der Atmosphäre werden realistisch wiedergegeben (Dameris et al., 2005).
- Modell reproduziert beobachtete Jahr-zu-Jahr-Variabilität des Wasserdampfs - ENSO (UT) und QBO (LS).
- Umkehr des H₂O-Trends zwischen 1960 und 2000.
- Anstieg des stratosphärischen Wasserdampfs von 1980 bis 2000, Fortsetzung bis 2020.
- H₂O-Variabilität verbunden mit Temperatur an der tropischen Tropopause.
- Methanoxidation verantwortlich für ≈30% des Wasserdampfanstiegs.
- H₂O-Zunahme beeinflusst katalytischen Ozonabbau und PSC-Bildung.
- H₂O-Anstieg verantwortlich für 10-15% des globalen Ozonverlusts.

Ausblick

- Transiente Modellsimulation mit E39/C der Jahre 1960 bis 2004

Boulder H₂O, 17-22 km average



2001 ???

