

# **Interpretation of Recent Southern Hemisphere Climate Change**

David W. J. Thompson and Susan Solomon  
Science, Vol. 296, 2002

---

# **Simulation of Recent Southern Southern Hemisphere Climate Change**

Nathan P. Gillet and David W. J. Thompson  
Science, Vol. 302, 2003

# Gliederung

---

## 1. Interpretation von Klimaänderungen der Südhemisphäre

- Motivation
- Verwendete Daten
- Beobachtete Klimatrends

## 1. Simulation von Klimaänderungen der Südhemisphäre

- Verwendetes Modell
- Ergebnisse der Simulation und Vergleich mit den Beobachtungen

## 3. Zusammenfassung

# Interpretation of Recent Southern Hemisphere Climate Change

David W. J. Thompson and Susan Solomon  
Science, Vol. 296, 2002

# Motivation

---

- Mehr als 50% Verlust der Totalozonsäule im Oktober der 1990er Jahre
- Maximale Ausdehnung des Antarktischen Ozonlochs im Frühjahr 2000
- Abkühlung der unteren polaren Stratosphäre um ca. 10 K seit 1985
- Zeitliche Verschiebung des Zusammenbruchs des Polarwirbel von Anfang November (1970er Jahre) auf Ende Dezember (1990er Jahre)
- Antarktische Halbinsel: → Erwärmung um mehrere K  
→ Rückgang von Schelf- und Meereis
- Ostantarktis und Rossmeer: → Schwache Abkühlung  
→ Schwache Zunahme von Meereis und Verlängerung der Meereissaison

→ **Untersuchung der Klimatrends in den hohen Breiten der Südhemisphäre**

# Verwendete Daten

- Monatsmittel von Radiosondendaten von 7 Stationen in der Antarktis (1969-1998)

Station	Location
SANAE	70°S; 2°W
Halley	76°S; 27°W
Syowa	69°S; 40°E
Molodeznaja	68°S; 46°E
Davis	69°S; 78°E
Mirnyj	67°S; 93°E
Casey	66°S; 111°E

- Beobachtungsdaten monatlicher Oberflächentemperaturen (1969-2000)
- Messungen der Totalozonsäule an der Station Halley (1969-1998)
- NCEP/NCAR Reanalysen (1979-2000)

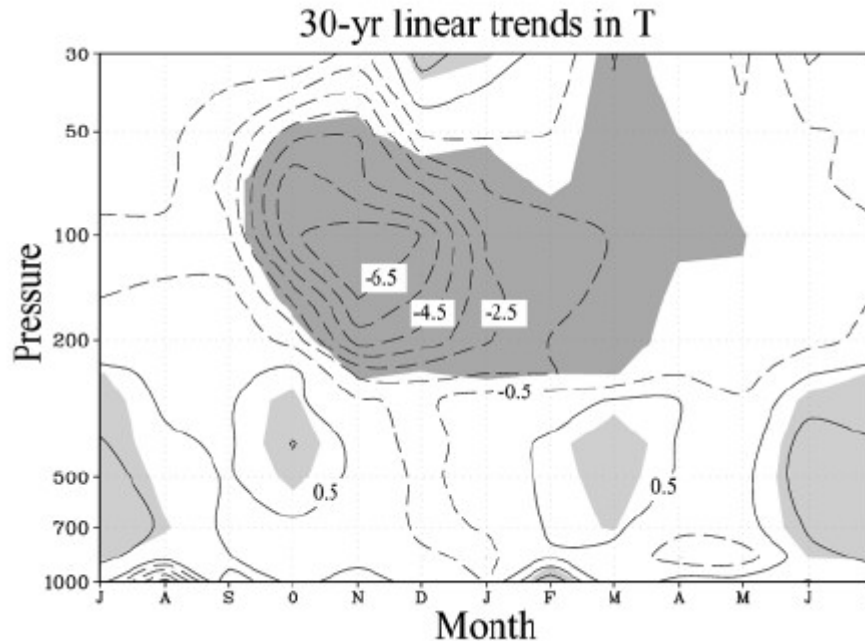
# Atmosphärische Zirkulation der SH

---

- In den mittleren bis hohen Breiten wird die atmosphärische Zirkulation von einem westlichen Polarwirbel dominiert, der vom Boden bis in die Stratosphäre reicht.
- Der Wirbel ist im Winter am stärksten und im Sommer am schwächsten ausgeprägt.
- Der Wirbel ist stark variabel, sowohl auf der monatlichen als auch auf der jährlichen Zeitskala.



# Trends in der Südhemisphäre - Temperatur



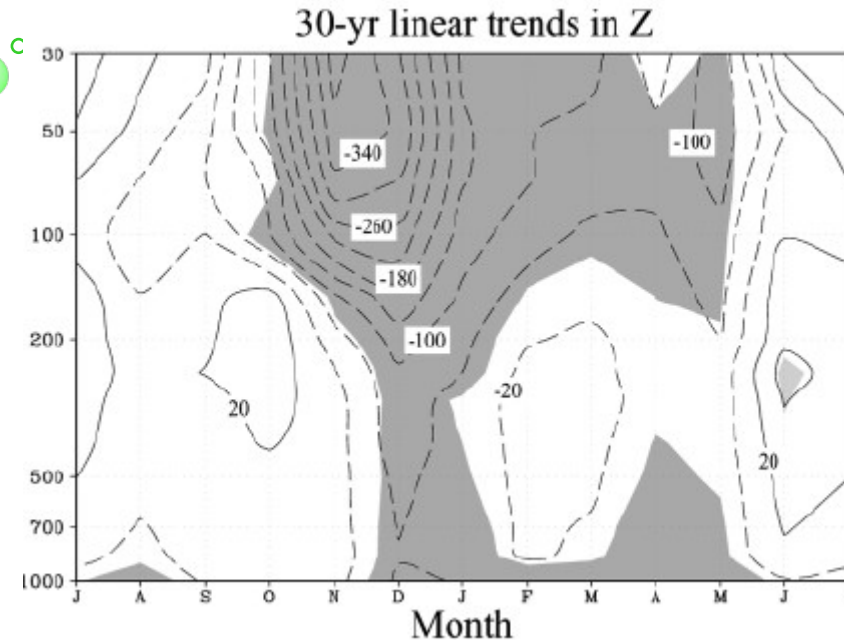
## Dominantes Muster

- Abkühlung in der unteren Stratosphäre mit Maximum im Frühjahr (um ca. 6 K pro 30 Jahre in 100 hPa von Oktober bis Dezember)

- im Sommer schwächere Abkühlung als im Frühjahr

	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June
$T_{100}$	-0.8	-0.8	-1.3	-6.4	-7.1	-6.5	-2.3	-2.1	-1.4	-0.9	-1.4	-1.1

# Trends in der Südhemisphäre – Geopotentielle Höhe



## Dominantes Muster

- Abnahme der geopotentiellen Höhe in der Stratosphäre mit Maximum im Frühjahr (um mehr als 300 m pro 30 Jahre in Höhen über 30 hPa im November und Dezember) und einem zweiten Maximum im Mai

- Troposphärische Trends zeigen maximale Abnahmen im Sommer und Herbst

	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June
Z <sub>30</sub>	+83	+30	-7	-178	-401	-304	-133	-108	-114	-40	-127	+60
Z <sub>500</sub>	+20	-7	+5	+3	-3	-70	-40	-11	-16	-43	-46	+37

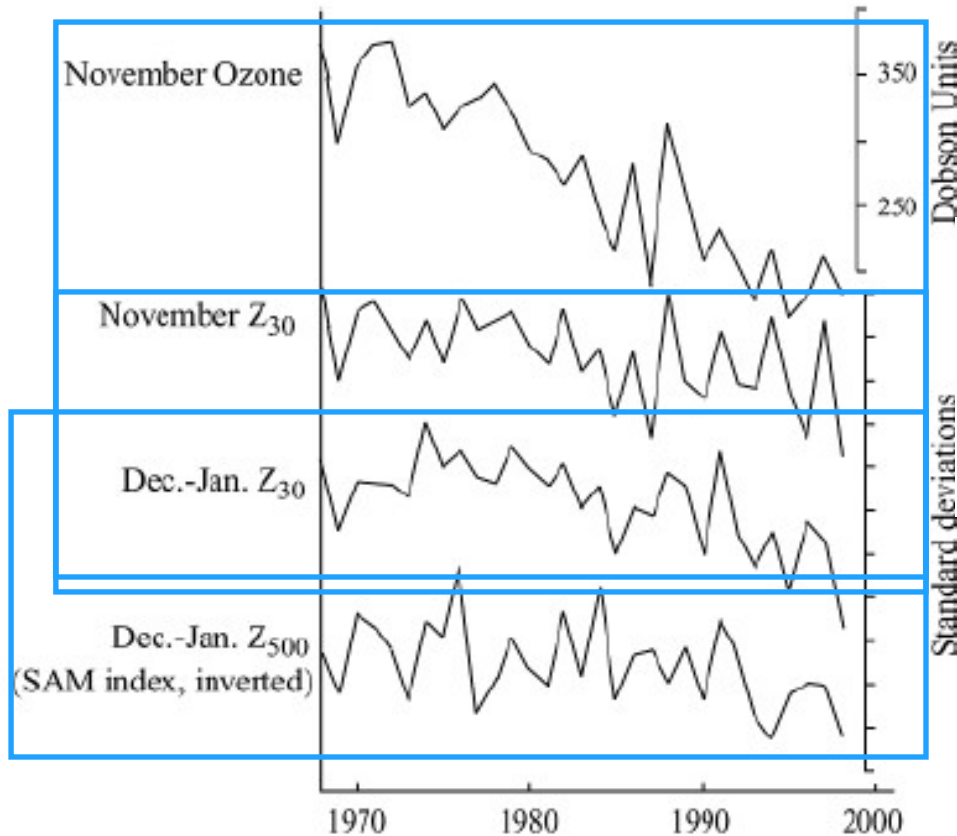


# Der Southern Hemisphere Annular Mode (SAM)

---

- Der SAM ist ein großskaliges Muster, das die Variabilität der extratropischen Zirkulation der Südhemisphäre auf Zeitskalen von Wochen bis Monaten beeinflusst.
- Ein hoher SAM-Index ist dabei charakterisiert durch niedrige Temperaturen und geopotentielle Höhen in den Polarregionen, sowie einem starken Fluss entlang  $60^{\circ}\text{S}$ .
- Ganzjährig in der Troposphäre
- Kopplung an die Stratosphäre, wenn der Polarwirbel durch aus der Troposphäre dissipierte Wellen gestört wird.  
→ Spätfrühling/Frühsummer und Herbst

# Trends in der Südhemisphäre



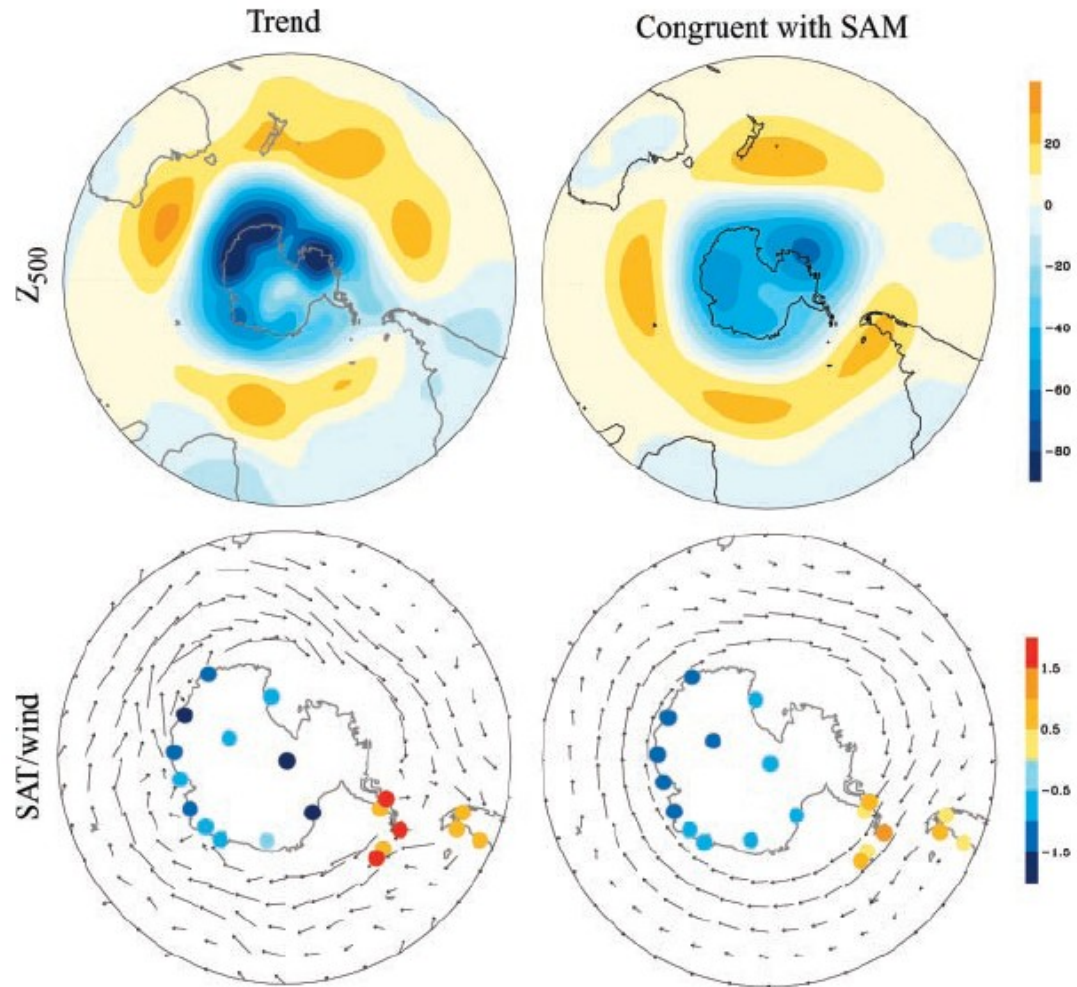
	Nov. ozone	Nov. Z <sub>30</sub>	DJ Z <sub>30</sub>
Nov. Z <sub>30</sub>	0.73		
DJ Z <sub>30</sub>	0.74	0.71	
DJ Z <sub>500</sub>	0.42	0.46	0.70

# Trends in der Südhemisphäre

---

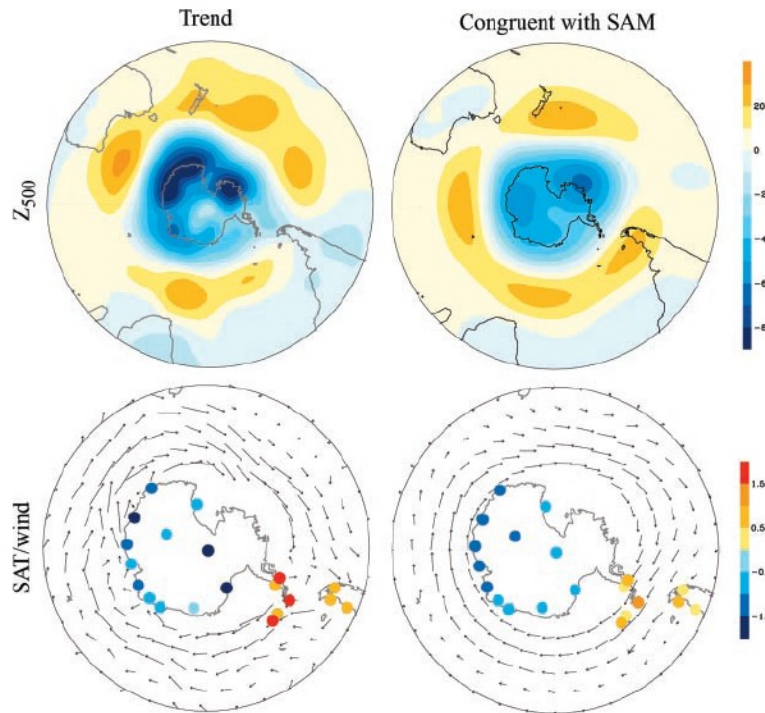
- Der Einfluss der Ozonverluste im Frühling hält in der Stratosphäre bis zum Sommer an und reicht, wenn auch in abgeschwächter Form bis in die Troposphäre.
- Stratosphärische Anomalien im Frühling können auf monatlicher Basis für die Vorhersage troposphärischer Verhältnisse genutzt werden.
- Die Stärke des stratosphärischen Polarwirbels im November lässt auf die Einflüsse des SAM 1-2 Monate später schließen.

# Trends in der Südhemisphäre





# Trends in der Südhemisphäre



- SAM hat einen starken Einfluss auf die Muster und Amplitude der troposphärischen Sommer- und Herbsttrends

- Höhere Werte des SAM-Index bevorzugen

- a) Abnahme der geopotentiellen Höhe im Polbereich

- b) Starke Westwinde im südlichen Ozean

- c) Abkühlung des Antarktischen Kontinents

- Eine Ausnahme bildet die Antarktische Halbinsel, wo starke Westwinde für eine verstärkte Warmluftadvektion vom Ozean sorgen.

# Simulation of Recent Southern Hemisphere Climate Change

Nathan P. Gillet and David W. J. Thompson  
Science, Vol. 302, 2003

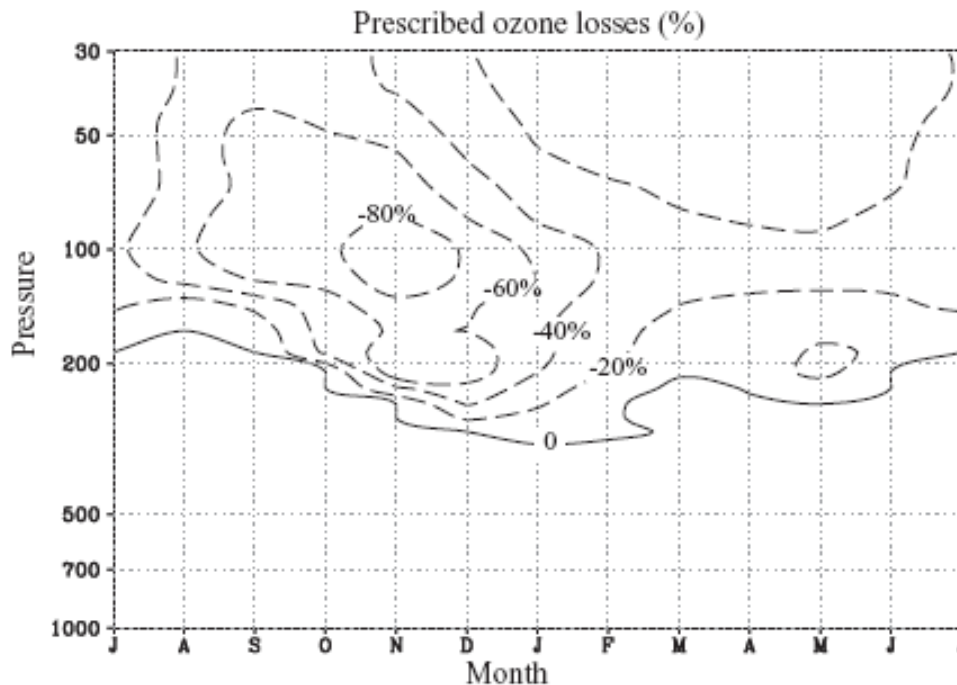


# Verwendetes Modell

---

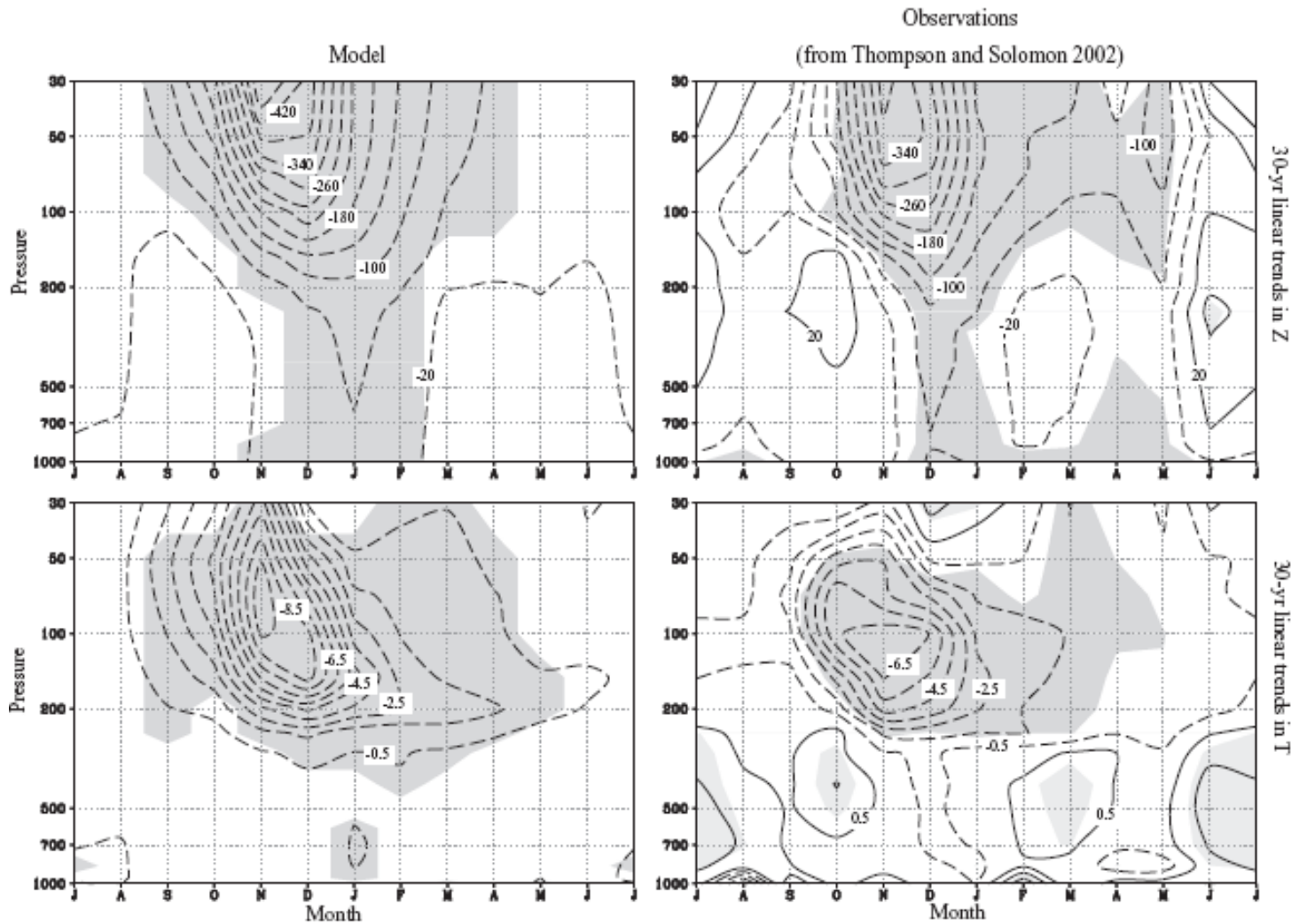
- 64-Level-Version des 3. Hadley Centre slab model (=HadSM3-L64)
  - horizontale Auflösung: 2,5° geografische Breite  
3,75° geografische Länge
  - durchmischter Ozean (Tiefe=50 m)
  - dynamisches und thermodynamisches See-Eis-Modell
  - 64 Level für die Atmosphäre (bis 0,01 hPa)

# Verwendetes Modell – Simulation von Ozonverlusten

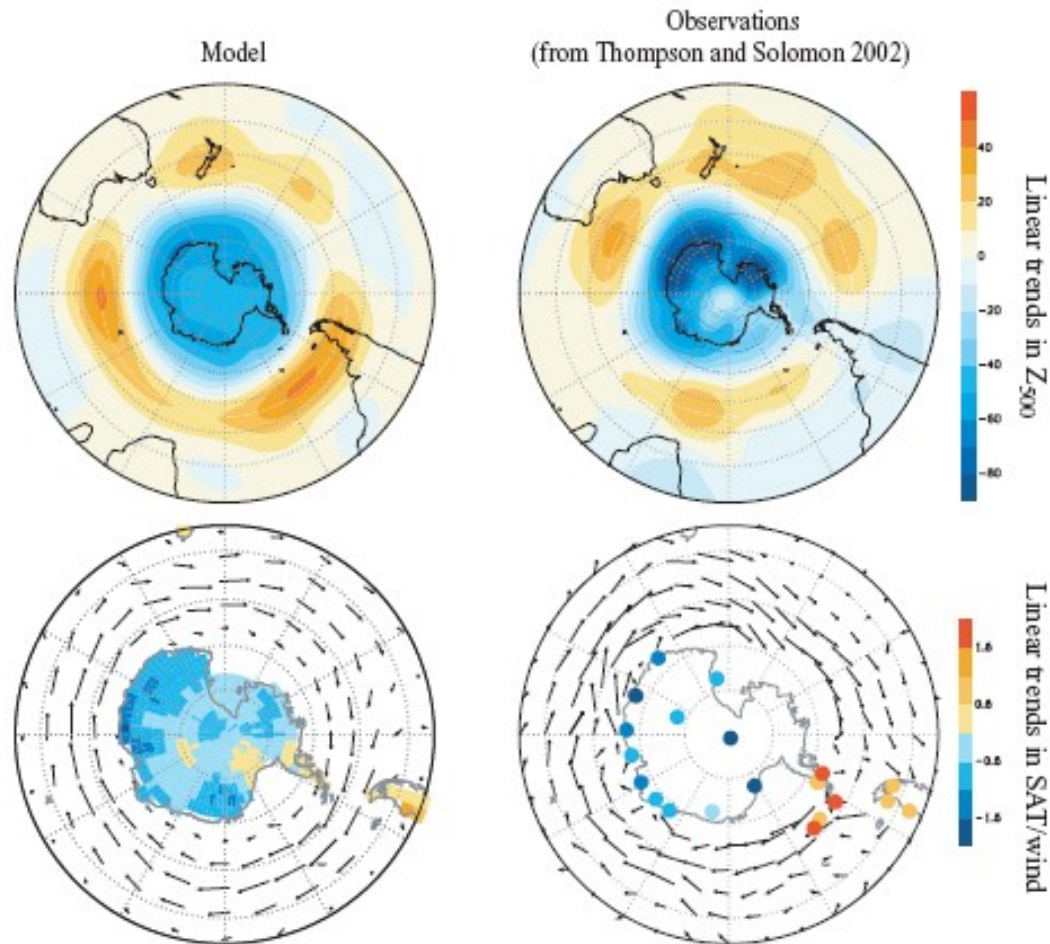


- Ozonverluste in 70°S

# Ergebnisse der Simulation und Vergleich mit Beobachtungen



# Ergebnisse der Simulation und Vergleich mit Beobachtungen





# Zusammenfassung

---

- Klimatrends in der Stratosphäre und in der Troposphäre der SH werden stark durch den SAM beeinflusst.
- Die Verstärkung des Polarwirbels in den Frühlingsmonaten wird verursacht durch eine Verstärkung des antarktischen Ozonlochs.
- Stratosphärische Anomalien im Frühling breiten sich mit einer Zeitverzögerung von 1-2 Monaten bis in die Troposphäre aus.
- Dass beobachtete Trends in den Monaten April-Mai nicht simuliert werden, führt zu der Annahme, dass nicht sie auf Änderungen des Ozongehalts zurückzuführen sind.

→ **Der Ausstoß ozonzerstörender Substanzen hat einen starken Einfluss auf die Klimatrends der vergangenen Dekaden.**

**Danke für die  
Aufmerksamkeit!**