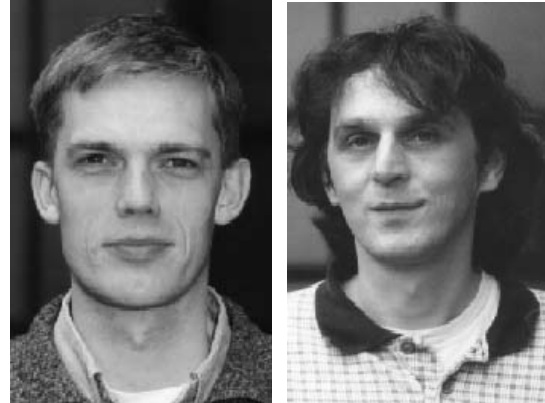


# Das Wetter in 140 km Höhe

**CRISTA hat zum ersten Mal Informationen aus der sogenannten Thermosphäre in 100 bis 500 km Höhe geliefert**

**Von Martin Kaufmann und Erwin Gerstner**

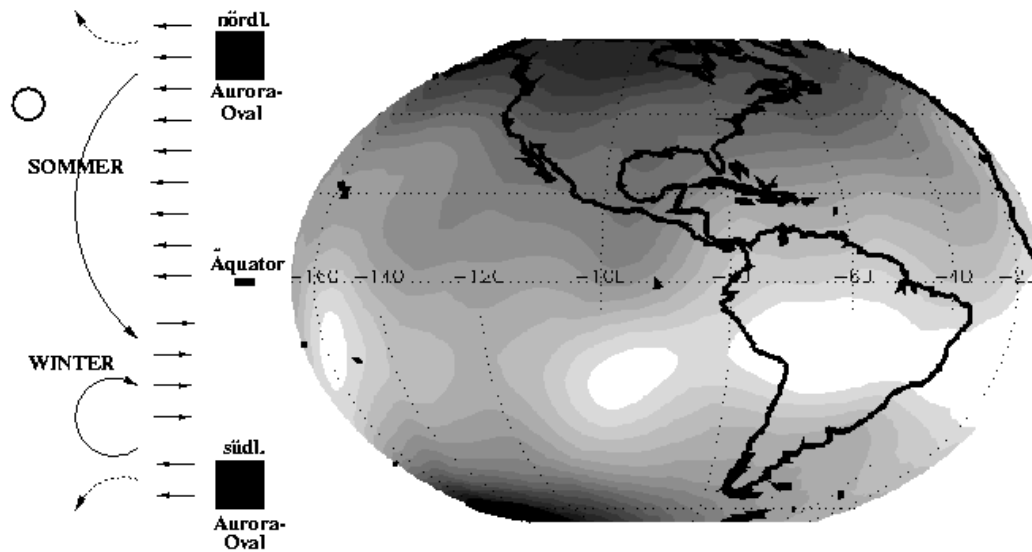
Eine Datenmenge, für die sage und schreibe 10000 herkömmliche PC-Disketten gerade einmal ausreichen würden, hatte das Wuppertaler Weltraumforschungsgerät CRISTA von seinem zweiten Flug im Sommer 1997 mitgebracht. Seither läuft die Auswertung der Daten auf Hochtouren, nicht nur an der Bergischen Universität - weltweit arbeiten kooperierende Wissenschaftlergruppen daran mit. Internationale Datennetze leisten dabei wertvolle Hilfe. In loser Folge veröffentlichen wir ab heute Erkenntnisse, die CRISTA II geliefert hat. Dabei haben wir - neben den beiden Projektleitern Professor Dr. Dirk Offermann und Professor Dr. Klaus-Ulrich Großmann - auch junge Mitarbeiter aus der Forschergruppe als Autoren gewinnen können, für diese Ausgabe die Diplom-Physiker Martin Kaufmann (30) und Erwin Gerstner (33).



Die Thermosphäre ist das Gebiet zwischen 100 und 500 km Höhe. Sie ist dem direkten Einfluß der Sonne ausgesetzt. Energiereiche UV-Strahlung und die geladenen Teilchen des Sonnenwindes erzeugen ein extremes »Wetter«. CRISTA konnte mit der ersten weltweiten Messung von atomarem Sauerstoff diesen wenig bekannten Teil der Atmosphäre näher erkunden.

Die Thermosphäre, in der Temperaturen bis zu 2000° Celsius und typische Windgeschwindigkeiten von 1000 km/h herrschen, besteht hauptsächlich aus Stickstoff und Sauerstoff. Hochenergetische UV-Strahlung von der Sonne spaltet molekularen Sauerstoff in atomaren. Die entstehende Energie wird in Wärme umgewandelt. Außer Licht erreicht die Ausläufer der oberen Atmosphäre auch ein steter Strom geladener Teilchen: der Sonnenwind. Diese Teilchen werden von dem Magnetfeld der Erde beeinflusst und treten bevorzugt in den Polarregionen in die Erdatmosphäre ein. Die Abbremsung dieser bis zu einer Million km/h schnellen Teilchen führt u.a. zu den Polarlichtern (Aurora), eindrucksvollen Naturschauspielen, die vor allem in hohen nördlichen und hohen südlichen Breiten zu beobachten sind.

Die Diplom-Physiker Martin Kaufmann (l.) und Erwin Gerstner, beide Wissenschaftliche Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe von Professor Dr. Dirk Offermann im Fachbereich Physik.



Globale Verteilung der atomaren Sauerstoffdichte in 140 km Höhe, gemessen mit CRISTA

Der Energieumsatz dieser beiden Prozesse beeinflusst das »Wetter« in der Thermo-sphäre. Im Sommer erreicht die Atmosphäre mehr UV-Strahlung als im Winter - die Luft steigt auf. Auf der Winterseite beobachtet man den umgekehrten Vorgang. Eine großräumige Zirkulation zwischen Sommer- und Winterhemisphäre ist die Folge. Zusätzlich werden die Polarregionen durch den Eintritt der geladenen Partikel erwärmt. Dies bewirkt zwei kleinräumige Zirkulationen.

CRISTA ist erstmals in der Lage, in dem Höhenbereich zwischen 120 und 180 km Höhe die globale Verteilung von atomarem Sauerstoff, die Rückschlüsse auf Luftbewegungen erlaubt, zu messen. Da der Anteil des atomaren Sauerstoffs mit der Höhe zunimmt, ist niedriger Sauerstoff ein Indikator für Aufwärtstransport, hoher für Abwärtstransport.

Das Bild zeigt die von CRISTA gemessene Verteilung des atomaren Sauerstoffs in 140 km Höhe. Dunkle Gebiete zeigen niedrige, helle hohe Sauerstoffwerte. Zunächst beobachtet man wenig atomaren Sauerstoff um die Pole, d.h. dort steigt die Luft auf. Da die Messung während des Sommers (August) auf der Nordhalbkugel stattgefunden hat, sind Aufwärtstransporte bei hohen nördlichen Breiten deutlich stärker ausgeprägt als um den Südpol. Die aufquellende Luft wandert über den Äquator auf die Südhalbkugel und trifft bei etwa 20° südlicher Breite auf eine entgegengesetzte Zirkulation, die nur durch die Absorption der Teilchen des Sonnenwindes um den Südpol angetrieben wird und entsprechend schwächer ist. Dort, wo CRISTA erhöhte Sauerstoffdichten mißt (z.B. helles Gebiet über Brasilien), treffen beide Zirkulationen zusammen und transportieren die Luft nach unten.

Bisher existierten globale Messungen von atomarem Sauerstoff nur oberhalb 200 km. Aussagen über den dazwischenliegenden Höhenbereich konnten nur durch Atmosphärenmodelle gemacht werden. Diese Modelle sagen den Treffpunkt der beiden Flüsse etwa 20° weiter südlich voraus und können nun mit den Messungen von CRISTA korrigiert werden.

Neben seiner Funktion als Indikator für globale Transporte ist der atomare Sauerstoff auch in der Energiebilanz der oberen Atmosphäre und als Reaktionspartner in zahlreichen chemischen Reaktionen wie z.B. der Ozonproduktion, die auch in der oberen Atmosphäre wichtig ist, von entscheidender Bedeutung.

In der Thermosphäre wird ein Teil der Energie, die in den Luftteilchen enthalten ist, ins Weltall abgestrahlt. Hierbei spielt der atomare Sauerstoff die zentrale Rolle. Er verliert Energie durch Infrarotstrahlung und Stoß mit anderen Gasen, die ihrerseits Wärmestrahlung ins All abgeben. Die Atmosphäre wird hierdurch abgekühlt.

Ein herausragendes Ergebnis der CRISTA-Messungen ist, daß die absoluten Sauerstoffdichten im Vergleich zu den erwähnten Modellen etwa 40 % niedriger sind und zusätzlich deutlich mehr kleinräumige Strukturen zeigen.