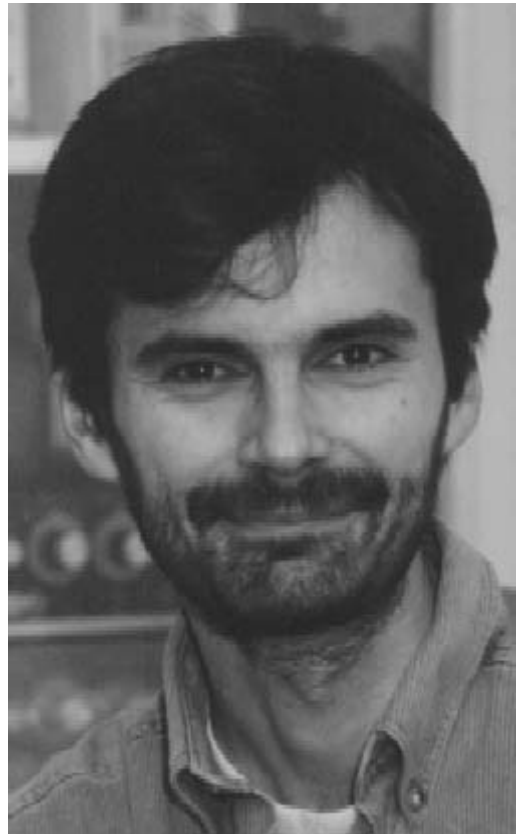


Die „unsichtbaren“ Wolken...

...und ihre große Bedeutung in der mittleren Erdatmosphäre, zum Beispiel:

**Ihr Einfluß auf den Strahlungshaushalt der Erde
/ Von Reinhold Spang**

Jedem Menschen sind Wolken geläufig, da sie leicht zu beobachten und eng mit dem viel diskutierten Begriff „Wetter“ verbunden sind. Regen-, Gewitter- oder auch Schönwetterwolken sind häufig genannte Begriffe. Sie stehen alle für ganz bestimmte Wolkentypen, die in der Meteorologie klassifiziert wurden und sich meist im Höhenbereich 0 bis 8 km, in den Tropen in Gewittertürmen gelegentlich bis in Höhen von 16 km bilden können. Dieser Höhenbereich wird mit Troposphäre bzw. untere Atmosphäre bezeichnet. Daran schließt sich bis in ca. 80 bis 90 km Höhe die mittlere Atmosphäre an, bestehend aus Stratosphäre und Mesosphäre. Dort sind Wolken schwer und vergleichsweise selten zu beobachten sowie deren Entstehung und Einfluß auf chemische und dynamische Vorgänge in der Atmosphäre noch nicht vollständig verstanden.



Dr. Reinhold Spang, Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe von Professor Dr. Dirk Offermann im Fachbereich Physik.

Wolken beeinflussen den Strahlungshaushalt der Erde und sind somit klimarelevant. Vereinfacht dargestellt, wird dabei die von der Sonne eingestrahlte Energie mit der von der Erde abgestrahlten Energie in Relation gesetzt. Aus einem Ungleichgewicht der beiden

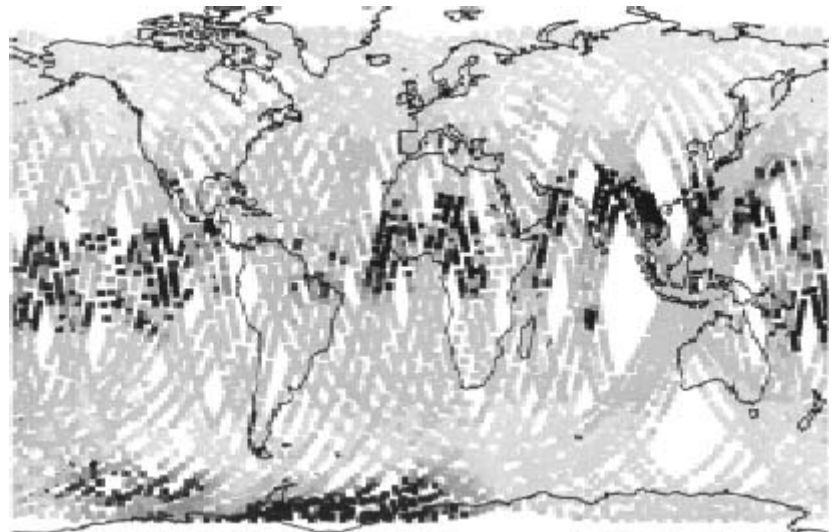
Größen folgt unmittelbar eine Erwärmung bzw. Abkühlung der Erdatmosphäre. Um den Strahlungshaushalt der Erde möglichst exakt zu beschreiben und somit Klimamodelle und Klimaprognosen zu verbessern, rückten in den letzten beiden Jahrzehnten zwei Wolkentypen, die deutlich über dem allgemeinen Wettergeschehen und somit oberhalb der Troposphäre liegen, immer stärker ins Zentrum des Interesses. Das sind zum einen die polaren stratosphärischen Wolken (abgekürzt mit PSC, mit einem C für engl. Cloud), die, wie ihr Name bereits erkennen läßt, sich in der Stratosphäre bei polaren Breiten bilden, und zum anderen die sogenannten subvisuellen Cirrus Wolken (SVC). Diese bilden sich in den Tropen genau in der Grenzregion zwischen Troposphäre und Stratosphäre an der Oberkante von hochreichenden Gewittertürmen. Mit dem Begriff ‚subvisuell‘ wird auf die schwierige Beobachtung dieser Wolken verwiesen, da die Wolken vom Erdboden aus kaum und auch für die meisten Erderkundungssatelliten nicht nachweisbar sind.

Das CRISTA-Experiment kann aufgrund seiner besonderen Meßmethode beide Wolkentypen nachweisen. Die räumlich sehr gute, gegenüber bisherige Satelliten

vielfach höhere horizontale Auflösung wie auch die große Empfindlichkeit des Instrumentes sind dabei ausschlaggebend.

Die Abbildung zeigt zur Illustration der Möglichkeiten von CRISTA die Meßdaten eines Tages während der zweiten CRISTA-Mission im August 1997 in einer Höhe von 16 km. Dargestellt ist die abgeleitete Größe eines Wolken-Indexes, der bei niedrigen Werten auf Klarluftgebiete (graue Symbole) _ von Wolken unbeeinflusste Luftmassen _ bei hohen Werten (schwarz) auf bewölkte Gebiete hinweist. Augenscheinlich sind sowohl die tropischen Wolken als auch in der Südhemisphäre die polaren Stratosphärenwolken als Bänder von schwarzen Symbolen zu erkennen.

Die polaren Wolken lassen sich von CRISTA bis in eine Höhe von ca. 24 km nachweisen und können sich vertikal über 4 bis 6 km erstrecken. Die horizontale Ausdehnung kann, und das ist neu an den Beobachtungen, als eine quasi kontinuierliche Wolkendecke bis zu 3000 km betragen. PSCs können sich nur bei sehr kalten Temperaturen bilden, den tiefsten überhaupt nachgewiesenen Stratosphärentemperaturen ($< -85^{\circ}\text{C}$). Solche Atmosphärenbedingungen



Die Abbildung zeigt die Meßdaten eines Tages während der zweiten CRISTA-Mission in einer Höhe von 16 km. Dargestellt ist die abgeleitete Größe des Wolken-Indexes.

treten nur in Wintermonaten der Polaregionen _ der Polarnacht _ auf. In diesem Zeitraum steht die Sonne für ein Vierteljahr unter bzw. nur geringfügig über dem Horizont, und die Stratosphäre kühlt so stark aus, daß an in der Luft immer vorhandenen Schwefelsäuretröpfchen Wasserdampf und gasförmige Salpetersäure auskondensiert und Wolkentröpfchen als ungewöhnliches Gemisch der drei Substanzen entstehen.

Bei untergehender Sonne lassen sich PSCs auch vom Erdboden beobachten und sind als Atmosphärenbeobachtung schon seit Jahrzehnten bekannt. Doch erst die Entdeckung des antarktischen Ozonlochs Anfang der 80er Jahre und die damit verbundenen verstärkten wissenschaftlichen Aktivitäten haben die fundamentale Bedeutung der PSCs für den Ozonabbau ergeben. Denn an den Wolkenpartikeln laufen bis dahin unbekannt chemische Reaktionen ab, die ozonzerstörendes Chlor freisetzen. Neben den Ozondichten mißt CRISTA noch andere sogenannte Spurengase, die alle zusammen betrachtet Aussagen über die Entstehung und Auswirkungen der PSCs ermöglichen.

Neuere Modellrechnungen zeigen, daß auch an den aus Eispartikeln bestehenden tropischen Wolken ähnliche chemische Reaktionen wie an den PSC-Partikeln ablaufen und somit deren ozonzerstörendes Potential bisher unterschätzt wurde. Zur Beantwortung der nun aufkommenden Fragen, beispielsweise wie oft und welche Ausdehnung die Wolken besitzen oder unter welchen Atmosphärenbedingungen sie

entstehen, sind die CRISTA-Daten aufgrund der Fülle von gemessenen Atmosphärenparametern und der einzigartigen hohen räumlichen Auflösung besonders gut geeignet.