

Die für die Veröffentlichung als Vorwort zur Meteorologischen Tagung 1989 eingesetzten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Deutschen Wetterdienstes sind für ihren Inhalt und die Vollständigkeit der Zusammenfassungen oder Zusammenfassungen der Beiträge der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Tagung verantwortlich. Die Verantwortlichkeit für die Vollständigkeit der Zusammenfassungen nimmt eine spätere zusätzliche Darstellung der Beiträge und ihre Veröffentlichung durch die Autoren an anderer Stelle nicht wahr.

Vorwort ..... 1

Herausgeber **Annalen der Meteorologie**

G. SIEDLER, IM Kiel  
1.6. Zeitschriften-Verlag — c/o Fernstudienzentrum der W.L.B. Universität  
2000  
**26**

Beachtenswert: A. Atmosphärische und ozeanische Fronten

G. KRÄUSEL und G. BLOEUS, ZWI Bremerhaven  
Ozeanische Fronten in der Nordsee und im Nordost  
Übersichtsstudie ..... 3

R. UNKEN und B. KLEIN, IM Kiel  
Skalen der Westwindstiche in der Kapverden-Region ..... 5

H. LEACH, IM Kiel  
Synoptikalage Dynamik in der Nordatlantik-Region ..... 7

R. K. SMITH, Universität Münster  
An quasi-steady state model of large-scale atmospheric circulation ..... 11

**Deutsche Meteorologen-Tagung 1989  
vom 16. bis 19. Mai 1989 in Kiel**

K. P. HOINKA, DLR Oberpfaffenhofen  
Die Deutsche Fernstudien-Tagung 1989 ..... 15

M. KÜRZ, Deutscher Wetterdienst, Offenbach  
Beziehungen zwischen Zyklogenese und Frontogenese während einer typischen  
Zyklonalentwicklung ..... 17

**Atmosphäre, Ozeane, Kontinente**

T. B. PRENDEL, Universität Hamburg  
Zur Entwicklung der Atmosphäre ..... 19

H. MALBERG and K. NIKETTA, Fern Universität, Pella  
Minimale biologische Energieflüsse von Kalifornien im westpazifischen Breitenband ..... 20

A. KHODIN and M. DUNST, Universität Hamburg  
Die Umgestaltung von Hochdruckzentren durch reibungsbedingte Grenzschichteffekte ..... 23

J. KERSMANN and K. KHULBE, Universität Bonn  
Simulation der Ekman-Schicht atmosphärisch beeinflusster Fronten mit einem Prognostik-Modell ..... 25

L. BISCHOPF-GAUSS and F. WITTMANN, T.H. Darmstadt  
Der Hochkopf im Mittelmeer und die Dichtegradienten — ein experimenteller Vergleich ..... 26

R. G. PETERSON, IM Kiel  
Fronten im oberen Ozean und Wasserhaare der Tropen im westlichen Mittelatlantik ..... 28

J. WEFERS, Ch. BEHN and R. BEHN, Universität zu Köln  
Diagnostik der Vertikalwindprofile im Kalifronten — ein Experiment zur Fernstudie ..... 32

G. MÜLLER, Universität Hamburg  
Zur Entwicklung der Atmosphäre ..... 33

**Offenbach am Main 1989  
Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes  
ISSN 0072-4122**

Die für die Veröffentlichung als Vorabdruck zur Meteorologentagung 1989 eingereichten Manuskripte stellen erweiterte Zusammenfassungen oder Kurzfassungen der Vorträge dar. Für ihren Inhalt sind die Verfasser verantwortlich. Die Wiedergabe der Zusammenfassungen nimmt eine spätere ausführliche Darstellung der Vorträge und ihre Veröffentlichung durch die Autoren an anderer Stelle nicht vorweg.

ISSN 0072-4122

ISBN 3-88148-247-4

---

Herausgeber und Verlag:

Deutscher Wetterdienst, Zentralamt  
Frankfurter Straße 135  
D-6050 Offenbach a. M.

---

Redaktionsschluß: 7. März 1989

# BILDUNG UND TRANSPORT STRATOSPHERISCHER AEROSOLTEILCHEN UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DEN STRALUNGSHAUSHALT

Ingrid Schult

Max-Planck-Institut für Meteorologie  
2000 Hamburg 13

## 1 EINLEITUNG

Die Existenz einer stratosphärischen Aerosolschicht, die sich von ungefähr 10 km oberhalb der Tropopause bis etwa 25 bis 30 km Höhe erstreckt, ist seit langem bekannt. Schwefel in der Form von Sulfat und konzentrierter Schwefelsäure ist der Hauptbestandteil dieser stratosphärischen Aerosolteilchen, deren Radien im Bereich 0.1 bis 1  $\mu\text{m}$  liegen. (WHITTEN 1982). Die Teilchenkonzentrationen innerhalb dieser Schicht unterliegen großen jahreszeitlichen und längerfristigen Schwankungen (HOFMANN 1981), wobei die höchsten Werte zusätzlichen stratosphärischen Teilcheninjektionen durch Vulkanausbrüche zugeordnet werden konnten. In den Zeiten ohne größere Vulkanaktivität ist die anthropogene Teilchenerzeugung in der Troposphäre und der Gesamtschwefelfluß der aus industriellen und biogenen Quellen stammenden gasförmigen Komponenten in die Stratosphäre für die Aufrechterhaltung der Aerosolschicht von Bedeutung. Die durch Vulkaneruptionen erhöhte Teilchenzahldichte in der Stratosphäre bewirkt gegenüber der ungestörten Atmosphäre eine Veränderung der Strahlungsflüsse. Um den möglichen Einfluß vulkanischer Teilchen auf die Temperatur zu untersuchen, werden Erwärmungsraten berechnet.

## 2 MODELLSTRUKTUR

Mit einem zonal gemittelten, zweidimensionalen Gitterpunktmodell wird die globale Ausbreitung natürlicher und anthropogener Sulfataerosole in drei Größenklassen und der gasförmigen Schwefelkomponenten Schwefeldioxid, Carbonylsulfid und Schwefelsäure in der Stratosphäre zwischen 10 und 40 km Höhe in Zeiten geringer und stärkerer Vulkanaktivität beschrieben. Die zur Lösung der Transportgleichung für Aerosol benötigten jahreszeitlich gemittelten meteorologischen Daten entstammen langjährigen Be-

obachtungen und Modelluntersuchungen (CRUTZEN 1985). Das Schema in Abb.1 zeigt die in dem Transportmodell berücksichtigten Prozesse.

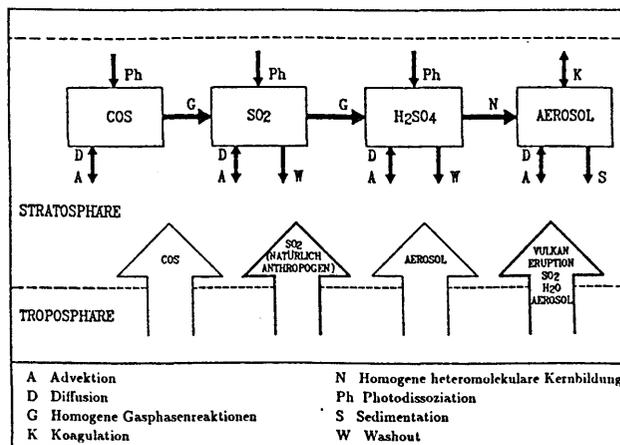


Abb.1: Komponenten und Prozesse im Transportmodell.

Während in Zeiten geringer Vulkanaktivität im Modell der Teilchentransport aus der Troposphäre erfolgt, werden unter gestörten Bedingungen Teilchen als Folge von Vulkaneruptionen in die Stratosphäre eingebracht. Neben den direkt emittierten Teilchen wird die Gas-Teilchen-Umwandlung berücksichtigt, die eine sekundäre Teilchenquelle in der Stratosphäre bildet. Außerdem sind Teilchenanzahl und Größenverteilung der Aerosolteilchen von der Koagulation und Sedimentation abhängig. Die Konzentration der Spurengase wird durch die Photodissoziation und die Reaktionen mit OH-Radikalen und Sauerstoff beeinflusst.

Die Bilanz der Absorptions- und Emissionsprozesse der Strahlungsenergie wird durch die Strahlungsübertragungsgleichung beschrieben, die unter der Annahme einer planparallelen Atmosphäre in der  $\delta$ -Eddington-Approximation gelöst wird. Das Strahlungstransportmodell berücksichtigt die Wasserdampf-, Ozon- und CO<sub>2</sub>-Absorption und die Streu-

ung und Absorption durch Aerosolteilchen. Die Berechnungen werden im Höhenbereich zwischen 60 km und der Erdoberfläche für Wellenlängen zwischen 0.3 und 150  $\mu\text{m}$  durchgeführt. Die für die Rechnungen notwendigen Bodenalbeden wurden breitenabhängig und zonal gemittelt vorgegeben. Der Tagesgang der solaren Einstrahlung wird als Funktion der geographischen Breite berücksichtigt.

### 3 ERGEBNISSE

Ein Ergebnis der numerischen Simulation der stratosphärischen Teilchenkonzentration gibt die Abb. 2. In Zeiten geringer Vulkanaktivität liegt das Maximum der Teilchenzahldichte ( $0.01 \mu\text{m} \leq r \leq 0.1 \mu\text{m}$ ) im Januar zwischen 18 bis 22 km Höhe über hohen und gemäßigten Breiten mit höheren Werten in der Südhemisphäre (Abb. 2a). Abb. 2b stellt die Teilchenzahldichte 5 Wochen nach der Eruption des Vulkans *El Chichon* dar. Die vulkanischen Aerosolteilchen werden aus der Stratosphäre hauptsächlich durch Sedimentation entfernt, deren Geschwindigkeit stark höhenabhängig ist.

Für die mit dem Strahlungstransportmodell berechneten Erwärmungsraten gibt die Abb. 3 ein Beispiel der vulkanisch gestörten Stratosphäre. Es wurde angenommen, daß die Aerosolteilchen aus Schwefelsäure bestehen. Die langwellige Abstrahlung in den Weltraum führt zu einer Nettoabkühlung oberhalb von 25 km. Darunter bewirken die Absorption solarer Strahlung und der langwellige Strahlungsaustausch mit der wärmeren Troposphäre und dem Erdboden Erwärmungsraten bis über 3 K/d.

### 4 LITERATUR

- CRUTZEN, P.J.: Persönliche Mitteilung (1985).  
 HOFMANN, D.J.; ROSEN, J.M.: On the background stratospheric aerosol layer. *J.Atm.Sci.* 38 (1981) S. 168-181.  
 WHITTEN, R.C. (Ed.): The stratospheric aerosol layer. Springer-Verlag (1982) 152 S.

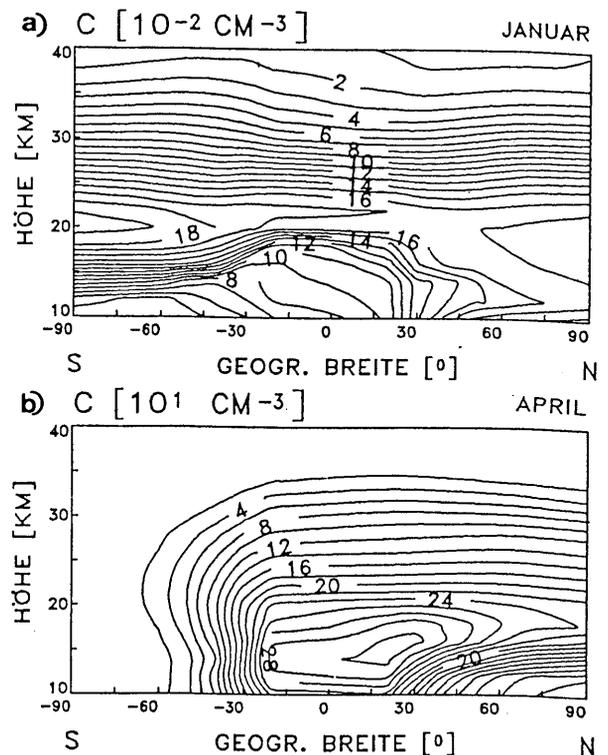


Abb. 2: Teilchenzahldichten C a) unter normalen und b) unter gestörten stratosphärischen Bedingungen.

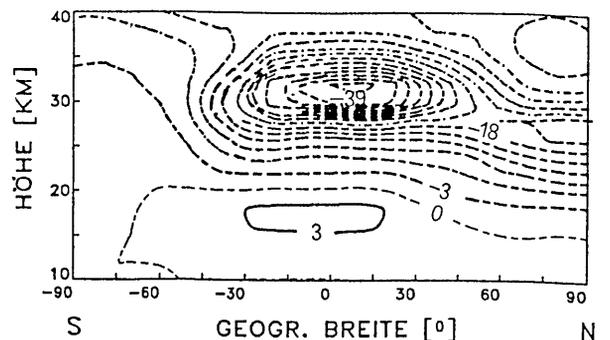


Abb. 3: Gesamterwärmungsraten 4 Wochen nach einer Ende März stattfindenden Vulkaneruption (K/d)