

Aerosols, Cloud Microphysics, and Fractional Cloudiness

Bruce A. Albrecht

Science, New Series, Vol. 245, No. 4923 (Sep. 15, 1989), 1227-1230

Thomas Kuster

5. Semester, UMNW, ETH Zürich
<http://fam-kuster.ch>

Seminar Atmosphäre, 24.11.2005

Zusammenhang

Konzentration von Wolkenkondensationskeimen (engl.: cloud condensation nuclei, CCN) und Bewölkungsgrad verursacht durch marine Strato- und Schönwetter-Cumuluswolken

Mechanismus

Verbindung von Bewölkungsgrad und Aerosol Ausfällung durch Niesel.

Erkenntnisse

- ▶ CCN Konzentration ist über dem Ozean tief
- ▶ Erhöhung führt zu kleineren Tröpfchen
- ▶ Weniger Niesel:
 - ▶ Erhöhung des Flüssigwassergehalts der Wolke
 - ▶ Bewölkungsgrad nimmt zu
- ▶ Hohe CCN Konzentration \Rightarrow längere Wolkenlebensdauer

Bekanntes

- ▶ Mehr Aerosole \Rightarrow Albedo der Wolken wird grösser
- ▶ Höherer Bewölkungsgrad \Rightarrow globale Albedo nimmt zu
 - ▶ Tiefe Wolken: geringer Einfluss auf IR-Abstrahlung
 - ▶ Hohe Wolken: evtl. Kompensation via IR-Rückreflektion
- ▶ Interaktion zwischen Wolkenreflektion und Dimethylsulfid \Rightarrow Einfluss auf das Klima?
- ▶ 4% mehr marine Stratocumuluswolken kompensieren eine Verdoppelung der CO_2 -Konzentration

Bekanntes

- ▶ Mehr Aerosole \Rightarrow Albedo der Wolken wird grösser
- ▶ Höherer Bewölkungsgrad \Rightarrow globale Albedo nimmt zu
 - ▶ Tiefe Wolken: geringer Einfluss auf IR-Abstrahlung
 - ▶ Hohe Wolken: evtl. Kompensation via IR-Rückreflektion
- ▶ Interaktion zwischen Wolkenreflektion und Dimethylsulfid \Rightarrow Einfluss auf das Klima?
- ▶ 4% mehr marine Stratocumuluswolken kompensieren eine Verdoppelung der CO_2 -Konzentration

\Rightarrow Wärmehaushalt reagiert empfindlich auf den Bedeckungsgrad

Marine Wolken

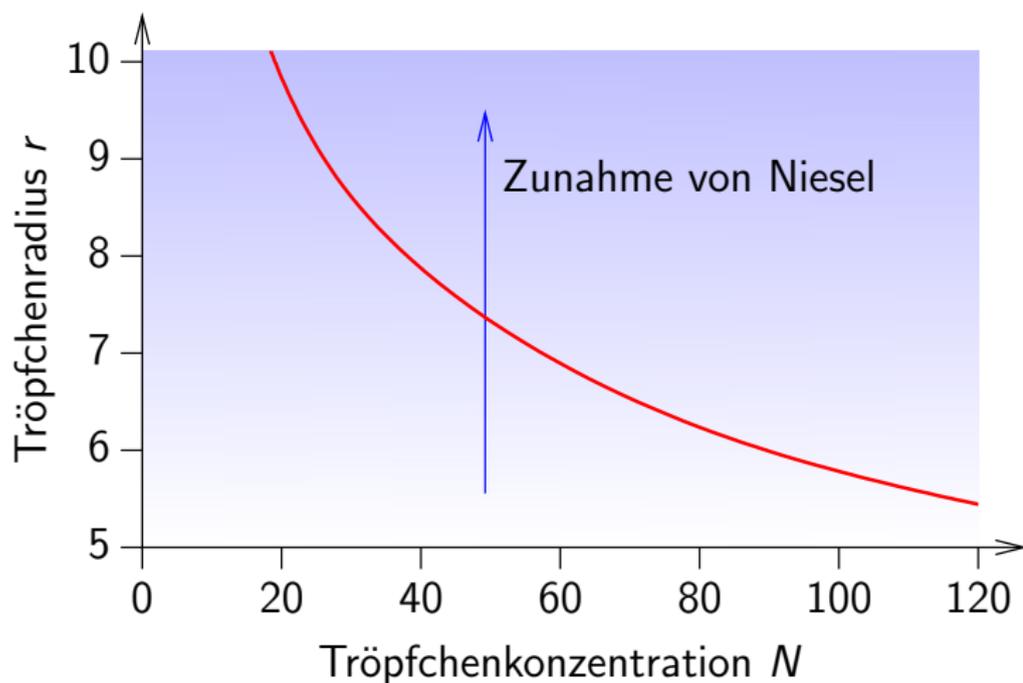
- ▶ Marine Stratocumuluswolken (SC) tragen $\frac{1}{3}$ zur globalen Albedo bei
- ▶ Radarechos und Modell zeigen:
 - ▶ Tiefe marine SC regnen leichter aus als kontinentale
 - ▶ Grund CCN Konzentration

CCN Konzentration und Niesel

$[N]$	=	$\# \text{ cm}^{-3}$	Tröpfchenkonzentration
$[r]$	=	m	Tröpfchenradius
L	=	0.08 g	Flüssigwassergehalt
ρ	=	1 g cm^{-3}	Dichte von Wasser

$$L = \frac{4}{3} \pi \rho r^3 N$$

$$\Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi\rho} \cdot \frac{L}{N}}$$



- ▶ Inverse Beziehung zwischen Tröpfchenkonzentration und Tröpfchengröße

CCN Konzentration und Niesel

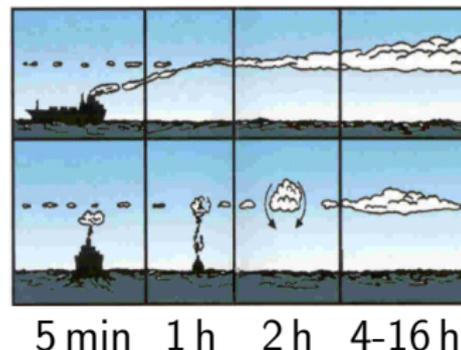
CCN Konzentration

- ▶ Tiefe CCN Konzentration \Rightarrow erhöhte Ausregnung

Niesel

- ▶ Auswaschung von:
 - ▶ Wasser
 - ▶ CCN \Rightarrow Aufrechterhaltung einer tiefen CCN Konzentration
- ▶ Hohe CCN Konzentrationen hemmt Auswaschung via Niesel
- ▶ Stabilisiert die Grenzschicht \Rightarrow Erhöhung der Lebensdauer

Schiffswolken (ship trails)



- ▶ Erhöhung des Wassergehalts
- ▶ Kleinere Nieseltröpfchengröße

Zusammenfassung

Globale Änderung des Albedos

- ▶ unvollständige Theorie
- ▶ Klimamodelle bilden tiefe Wolken und Wolkenbildungsprozesse nur grob ab
- ▶ Bewölkungsgrad $+4\% \hat{=} 30\%$ mehr Aerosole \Rightarrow Albedo $+0.02$
- ▶ Verringerung von Niesel kann Rückkoppelung wie von Charlson et al. vermutet erhöhen

\Rightarrow schwierig zu quantifizieren

Klimamodelle

Wolkenfelder sind nicht nur von grossskaligen thermodynamischen und kinetischen Felder abhängig!

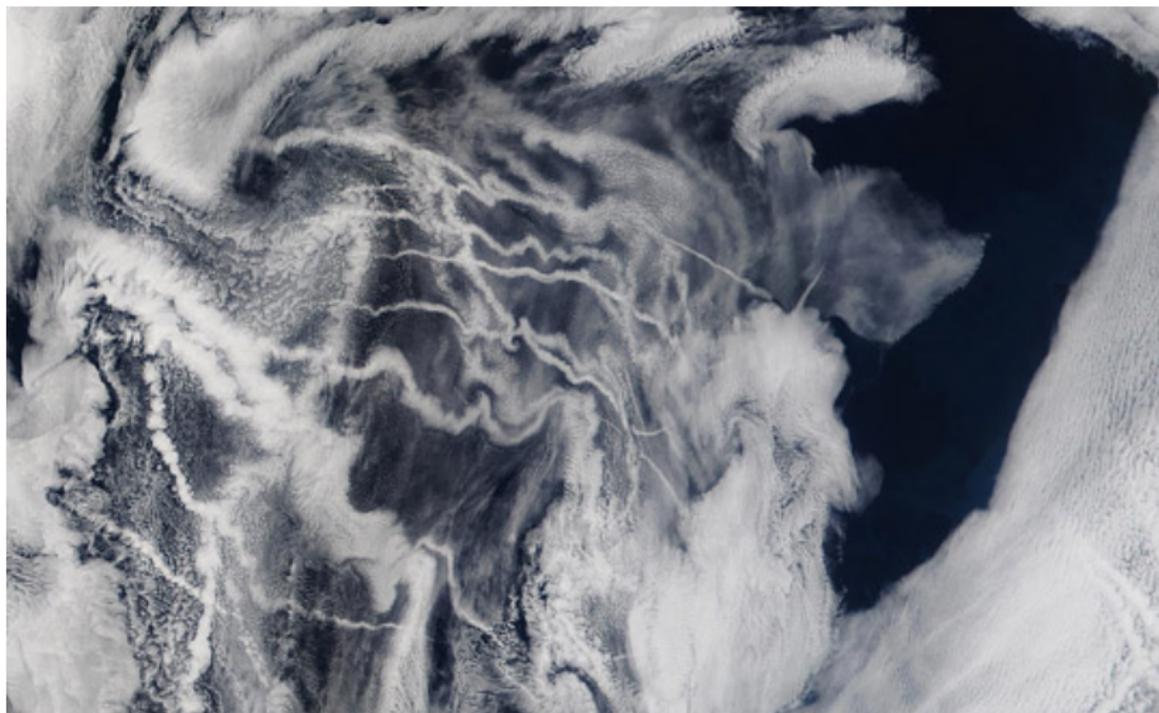
Kritik

Positiv

- ▶ Aufdecken neuer Probleme
- ▶ Zusammenfassung vieler verschiedener Effekte \Rightarrow gute Übersicht welche Effekte es gibt

Negativ

- ▶ Knappe Synthese aller einzelnen Effekte



Quelle (Satellitenbilder und Skizze):

<http://www.keesfloor.nl/artikelen/zenit/shiptrail/>