

Zusammenfassung

Im Rahmen der Untersuchung der anthropogen bedingten Klimaänderungen nimmt das Studium der Wüstenstäube einen wichtigen Platz ein. Menschliche Aktivitäten tragen zur Destabilisierung der Böden bei, was insbesondere die Regionen der Halbwüsten betrifft. In der Folge führt dies zu Erosion und zu einer massiven Emission von Stäuben, die in der Lage sind, den Strahlungshaushalt der Atmosphäre zu modifizieren. Neben der Schwierigkeit zwischen anthropogenen und natürlichen Beiträgen zu unterscheiden, besteht das prinzipielle Problem, das an das Studium der Mineralstäube geknüpft ist, in der Quantifizierung des Strahlungseffektes. Diese Quantifizierung war das Ziel der vorliegenden Arbeit. Zum ersten Mal wird in dieser Arbeit ein Ansatz entwickelt, der die mineralische Zusammensetzung der Stäube für eine verbesserte Berechnung ihrer optischen Eigenschaften berücksichtigt (Kapitel 3). Dazu wurden die Minerale Quarz, Ton, Calcit, Gips und Haematit in die optischen Rechnungen im sichtbaren und im infraroten Wellenlängenbereich einbezogen. Dabei stellte sich als besonders wichtig heraus, daß keine experimentellen Daten vorliegen, die den Mischungszustand von Haematit mit anderen Mineralen im Mineralstaub hinreichend charakterisieren. Um die Variabilität der mineralischen Zusammensetzung hinreichend in einem Transportmodell zu simulieren, mußte im weiteren eine Datenbank über die mineralische Zusammensetzung der Böden in ariden Zonen erstellt werden (Kapitel 4). Für die Extrapolation der auf einer intensiven Literaturrecherche basierenden Datenbank wurde diese mit der FAO-Karte der Böden der Welt verknüpft. Wo möglich, wurde die sich ergebende mittlere mineralische Zusammensetzung der Mineralstäube mit Messungen verglichen. Die erhaltenen Karten der mineralischen Zusammensetzung der Böden der Wüstengegenden sind der erste Versuch einer derartigen Herangehensweise. Es ergeben sich vielfältige Anwendungen im Bereich der Umweltwissenschaften. Für die Simulation der globalen Mineralstaubfelder ergab sich weiterhin die Schwierigkeit, daß die Erosionsfähigkeit der Böden nur für Afrika und Australien detailliert beschrieben ist. Es wurde deshalb eine Methode entwickelt, die global die Emissionsraten für Wüstenstäube abschätzt. Hierzu wurde als Basis wieder die Bodenkarte der FAO verwendet. Diese wurde zunächst mit der Karte des Schwellwertes der Windgeschwindigkeit für eine Bodenerosion von Marticorena (1995) abgeglichen. Anschließend wurden die TOMS-Satellitenbeobachtungen verwendet, um regionale Unterschiede der Emissionsraten zu rekalibrieren. Trotz der Grenzen des Verfahren gelingt es, die Häufigkeit des Auftretens von Staubereignissen auf einer globalen Skala richtig zu simulieren. Der erfolgreiche Abschluß der drei Etappen der Modellierung (Strahlung, Mineralische Zusammensetzung, Globale Erosionsraten) erlaubte es schließlich, die Zusammensetzung des Mineralstaubes global an jedem Punkt zu berechnen. Außer einer Verbesserung der Strahlungsrechnungen ergeben sich Anwendungen für das Verständnis der Chemie der Atmosphäre und für die Biogeochemie. Die hauptsächlichen Ergebnisse hinsichtlich der Beeinflussung des Strahlungshaushaltes lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 1) Der Beitrag des Mineralstaubes zur Absorption von Strahlungsenergie ist kleiner als bis dato angenommen;
- 2) Der globale Strahlungsantrieb der natürlichen Stäube ist abkühlend und liegt zwischen -0.1 und -0.6 W/m².

In einem letzten Schritt wurde die Rolle des Strahlungsantriebes der Wüstenstäube zur Zeit des letzten Eiszeit-Maximums untersucht. Die Staubkonzentrationen in der Atmosphäre waren zu jener Zeit 2-20fach erhöht gegenüber heute. Diese extremen Verhältnisse stellen ein gute Möglichkeit dar, den Einfluß der Mineralstäube besser zu verstehen. Die Rechnungen zeigen - im Gegensatz zu früheren Überlegungen -, daß der Mineralstaub nicht wesentlich zur Erwärmung in den polaren Breiten beitragen und damit vermutlich nicht das Ende einer Eiszeit auslösen kann. Vielmehr wird die Abkühlung in tropischen Breiten verstärkt und damit eine Stabilisierung des Eiszeit-Klimas hervorgerufen.