

AEROSOLPARTIKEL UND STRAHLUNG

Licht wird beim Durchgang durch eine aerosolführende Luftschicht absorbiert und gestreut. Die Abnahme der Strahlungsintensität heißt Extinktion.

Die optische Dicke des Aerosols ist das vertikale Integral des Extinktionskoeffizienten b_{ext}

$$\tau = \int_{z_1}^{z_2} b_{\text{ext}} dz.$$

Die optische Dicke τ einer Luftschicht lässt sich mit Hilfe des Lambert-Beer'schen Gesetzes berechnen:

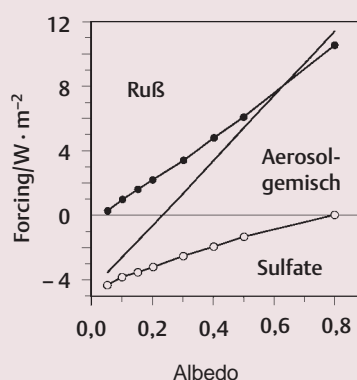
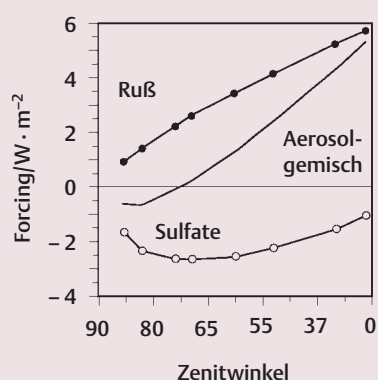
$$I = I_0 \exp(-\tau),$$

wobei I_0 und I die Intensitäten (W/m^2) des direkten Lichtstrahls am Oberrand der Aerosolschicht und nach Durchgang durch die Aerosolschicht sind. Eine optische Dicke von eins bedeutet, dass die Intensität der Sonnenstrahlung am Boden auf $1/e$ abgefallen ist.

Die optische Dicke setzt sich aus Absorption und Streuung zusammen. Man benötigt daher zusätzlich den Parameter der Einfachstreueralbedo, der das Verhältnis zwischen Streuung und Extinktion angibt. Als dritter Parameter geht in die Strahlungsgleichung die Phasenfunktion ein. Sie beschreibt die räumliche Verteilung der gestreuten Strahlung. Die drei Parameter werden für eine bestimmte Aerosolpopulation mithilfe der Mie-Theorie berechnet [8].

Neben den physikochemischen Eigenschaften der Aerosolpopulation bestimmen auch Umgebungsparameter wie Luftfeuchte, Einfallwinkel der Sonne und Albedo der Erdoberfläche die Strahlungswirksamkeit des Aerosols. Sulfatpartikel, die Sonnenlicht streuen aber nicht absorbieren, führen zu negativem Strahlungsantrieb, sprich zu Abkühlung. Stark absorbierende Rußpartikel bewirken eine Erwärmung (Abbildung links). Die Streuung an Sulfatpartikeln ist zudem vom Sonnenstand abhängig. Sie weist ein Maximum bei tief stehender Sonne (großer Zenitwinkel) auf. Die Strahlungseffekte beider Komponenten sind nicht linear additiv, da Photonen aufgrund der Streuung an Sulfat einen längeren Weg zurücklegen, wird die Absorption verstärkt.

Außerdem hängt der Strahlungsantrieb von der Albedo der Oberfläche ab, die sich unter einer aerosolführenden Schicht befindet (Abbildung rechts). Über Flächen mit hoher Albedo (Wüste, Schnee oder oberhalb von tiefliegenden Wolken) ändert die Anwesenheit von streuendem Aerosol das Strahlungsforcing nur geringfügig. Der Effekt von absorbierendem Aerosol hingegen wird durch den hohen Anteil von vom Erdboden zurückgestreuter Strahlung verstärkt. Ein Aerosolgemisch weist bei niedriger Albedo negatives bei hoher Albedo aber positives Forcing auf.



Links: Strahlungsantrieb von Sulfat, Ruß und einem Gemisch in Abhängigkeit vom Zenitwinkel der Sonne. Rechts: Abhängigkeit des Strahlungsantriebs von der Albedo der Oberfläche, die sich unter der aerosolführenden Schicht befindet (I. Schult, MPI).