

---

## Prozessstudien zum direkten und indirekten Strahlungsantrieb

---

### Dynamik der Partikelgrößenverteilung atmosphärischer Aerosole

Die atmosphärische **Partikelanzahl-Größenverteilung** ist räumlich und zeitlich hoch variabel, und gleichzeitig einer der wichtigsten Parameter, der die optischen Eigenschaften und Wolkenbildungsfähigkeit eines Aerosols bestimmt.

Wir sind an Aktivitäten **weltweit** beteiligt, um die atmosphärische Partikelanzahl-Größenverteilung in ihren räumlichen und zeitlichen Schwankungen zu erfassen und die verursachenden Quellen zu ermitteln. Diese Feldmessungen finden in einer Bandbreite von Ökosystemen statt, von **Reinluftgebieten** bis hin zu verschmutzten **städtischen Atmosphären**.

Für die Messungen werden verschiedene **Größenspektrometer** benutzt, die je nach Messprinzip die elektrische Mobilität, Lichtstreuung und Trägheit der Aerosolpartikel ausnutzt. Mit unserem Instrumentarium können wir einen Partikelgrößenbereich von 2 nm bis 10 µm abdecken.

### Partikelneubildung und -wachstum

Zahlreiche Aerosolpartikel werden in der Atmosphäre durch **homogene Nukleation** von schwerflüchtigen Vorläufergasen gebildet (u.A. Schwefelsäure). Durch weitere Kondensation von Vorläufergasen sowie Koagulation können diese Partikel innerhalb von Tagen bis auf Durchmesser in der Region von 100 nm anwachsen. Die Partikelneubildung ist somit einer der Prozesse, der letztlich zu neuen Wolkenkondensationskeimen (CCN) als auch zusätzlichen optisch wirksamen Partikeln führt.

Unsere zahlreichen Feldmessungen seit 1996 haben gezeigt, dass die Partikelneubildung ein **regionales Phänomen** der atmosphärischen Grenzschicht ist, welches über Gebiete von bis zu 100 km und weiter simultan abläuft (Feldmessungen der Partikelneubildung).

Die Partikelneubildung benötigt intensive Sonneneinstrahlung, um photochemische Oxidationsprozesse unter den Vorläufergasen (z.B. SO<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) anzustoßen.

Das neueste Instrument zur Erfassung von Partikelneubildung ist das Ionenspektrometer NAIS, welches in Kooperation mit der Universität Helsinki betrieben wird.

### Hygroskopisches Wachstum und Mischungszustand

Das **hygroskopische Wachstum** und der **Mischungszustand** von Aerosolpartikeln sind die Eigenschaften, die maßgeblich ihre Lichtstreuung und -absorption in der Atmosphäre beeinflussen.

**Hygroskopisches Wachstum** führt zu einem Aufquellen der Aerosolpartikel bei hohen relativen Feuchten und somit zur Dunst- und Nebelbildung. Die hygroskopischen Eigenschaften verändern vor allem die optische Partikelstreuung und die Fähigkeit zur Wolkenbildung.

Der **Mischungszustand** von kohlenstoffhaltigen Partikeln (z.B. Ruß) hingegen beeinflusst in stärkerem Maße die Partikelabsorption.

Wir messen die hygroskopischen Eigenschaften mit Hilfe von **Hygroskopizitätsanalytoren** (H-TDMA und HH-TDMA), den Mischungszustand mit Tandem-Analysatoren (H-TDMA und V-TDMA) während intensiven Feldmesskampagnen weltweit.

### Partikelabsorption - Abhängigkeit von Wellenlänge und Mischungszustand

Die **Partikelabsorption** ist ein **Schwerpunkt** in unsere Forschung bzgl. optischer Eigenschaften atmosphärischer Aerosole.

Die **Partikelabsorption** ist abhängig vom **Mischungszustand** des absorbierenden Materials. Intern gemischter schwarzer Kohlenstoff (z.B. Ruß-Partikel umgeben mit einer Hülle streuenden Materials wie Sulfat) absorbiert mehr Licht als extern gemischter schwarzer Kohlenstoff.

In der Atmosphäre gibt es prinzipiell drei **Arten** von absorbierenden Materialien, **schwarzer Kohlenstoff, organischer Kohlenstoff und Mineralstaub mit Eisenoxiden**. All diese Partikelmaterialien haben unterschiedliche Verhalten bzgl. der **wellenlängenabhängigen Absorption**.

### Eigenschaften nicht-kugelförmiger Partikel

Quantitative und Qualitative Eigenschaften des Aerosols werden oft unter der Annahme abgeleitet, dass die **Form von Partikel durch eine Kugel beschrieben** wird. Diese Annahme ist für einige Aerosoltypen eine gute Näherung. Die Form anderer Aerosoltypen, z.B. **Mineralstaub und Pollen**, kann stark von **Kugeln abweichen**.

Wesentlichen Einfluss hat die Partikelform auf die Größenbestimmung von Partikeln mittels optischer, aerodynamischer oder Mobilitäts-Partikelgrößenspektrometer. Abhängig von der Messmethode müssen **Formabhängige Korrekturfaktoren** angewandt werden. Weiterhin ändern sich die Streueigenschaften von Licht an Partikel in Abhängigkeit von der Partikelform.

Der Einfluss der Form wird für Größenspektrometer und Geräten zur Messung von Streulicht numerisch simuliert und auch in Laborexperimenten untersucht. Erkenntnisse dieser Studien sind wichtig zum **Verständnis der mikrophysikalischen und optischen**

**Eigenschaften** und dem damit verbundenen Strahlungsantrieb von Mineralstaub, welcher in Feldstudien untersucht wurde.

**Leibniz-Institut für  
Troposphärenforschung e.V. (TROPOS)**  
Permoserstraße 15  
04318 Leipzig

Telefon: ++49 (341) 2717 7060  
Telefax: ++49 (341) 2717 99 7060

**Folgen Sie uns auf Twitter:**  
@TROPOS\_de



Das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung ist Mitglied der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz.

© 2019 Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V. Alle Rechte vorbehalten.