



Wochenbericht 5 (03.-09.02.2020)

Ein Hauptziel des EUREC⁴A Feld-Experiments in der Passatwindregion ist es nicht nur die Eigenschaften von Wolken und Konvektion zu bestimmen, sondern auch gleichzeitig einflussnehmende und sich verändernde Umgebungseigenschaften festzuhalten. Eine dieser Eigenschaften ist das atmosphärische Aerosol. Aerosol umfasst dabei alle kleinen (generell kleiner als Wolkentropfen) Teilchen von unterschiedlichen Quellen. Aerosole werden entweder als Teilchen direkt in die Atmosphäre eingebracht (wie Wüstenstaub, Ruß oder Seesalz) oder sie entstehen durch Kondensation von Gasen, die der Atmosphäre zugeführt wurden (wie von Gasen der Industrie, Feuern und Vulkanen). Der über die EUREC⁴A Mess-Region weitverbreitetste Aerosoltyp ist Seesalz, das vor allem über Spritzwasser aus Schaumkronen in die Atmosphäre gelangt - also vor allem bei höheren Winden stärker vertreten ist. Zusätzlich kann bei besonderen Wetterlagen (trotz des weiten Abstandes zu Kontinenten) auch in größeren Höhen mit herantransportiertem Aerosol von Vegetationsbränden und Wüstenstaub gerechnet werden. Um die Eigenschaften des Aerosols festzuhalten, werden auf der M161 Forschungsfahrt sowohl Verfahren der Fernerkundung eingesetzt als auch atmosphärische Luft-Proben vor Ort analysiert.

Passive Fernerkundung durch das Sonnenphotometer und MAX-DOAS

Bei passiver Fernerkundung des Aerosols wird meist die Sonne als Referenz benutzt, sodass nur Messungen am Tag und bei Sonnenschein möglich sind. Ein Sonnenphotometer (wie bei M161 mit einem von der NASA angelieferten MICROTOPS) kann, solange die Sonne nicht durch Wolken verdeckt ist, aus der gemessenen Minderung der direkten Sonneneinstrahlung (in Spektralbereichen ohne Absorption durch Spurengase) die Aerosolmenge in der gesamten Atmosphäre bestimmen. Das Maß der spektralen Abhängigkeit, die Aerosol Optische Dicke (AOD), liefert auch generelle Informationen zur typischen Teilchengröße des Aerosols. Diese lässt wiederum auf den Aerosoltyp schließen, da eine kleinere spektrale Abhängigkeit auf größere Aerosolteilchen (wie Seesalz und Sandstaub) und eine größere Abhängigkeit auf kleinere Teilchen (wie von Luftverschmutzung und Feuern) schließen lässt. Ein MAX-DOAS Instrument leitet die Aerosolmenge aus der Streustrahlung bei verschiedenen Erhebungswinkeln und Messungen in und nahe der O₄ Absorptionsbande her. Dabei können auch Aerosol-Profile der untersten Atmosphäre erstellt werden, dort wo die aktive Fernerkundung blind ist.

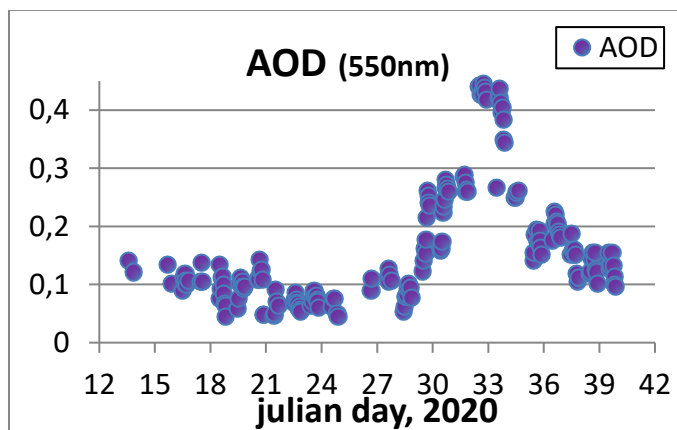


Abbildung 1: Stündliche Mittelwerte der AOD (bei 550nm) durch Messungen mit dem Sonnenphotometer der NASA



Aktive Fernerkundung durch ein RAMAN-Lidar und ein Ceilometer

Bei aktiver Fernerkundung wird Laserlicht (wie bei den auf M161 eingesetzten RAMAN-Lidar und Ceilometer) nach oben ausgesendet, um aus der Zeitverzögerung des empfangenen Rücksignals Vertikalprofile für Aerosole zu erstellen. Dabei sind die Resultate eines Ceilometers eher qualitativ, wozu im Gegensatz ein RAMAN-Lidar über Messungen angeregter Nebenfrequenzen auch quantitative Aussagen zu Profilen der Lichtschwächung durch Aerosole möglich sind (und darüber hinaus auch zu Profilen von Temperatur und Wasserdampf). Das Raman-Lidar gibt auch Informationen zur "Nichtkugelförmigkeit" der Aerosole über einen erhöhten Depolarisationszustand des empfangenen Lichtes. So sind Mineralstaubschichten, wie sie oft in größeren Höhen aus der Sahara in diese Region gelangen, leicht zu erkennen. Allerdings ist die Eindringtiefe eines Laserlichtes in ein Medium begrenzt, sodass im Fall von Wolken nur unterhalb der niedrigsten Wolke eine Datenerfassung möglich ist.

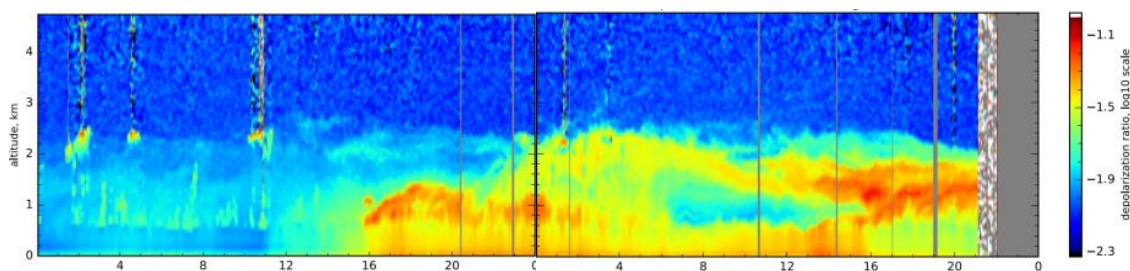


Abbildung 2: Vertikalprofile der Depolarisationsmessungen für den 29. und 30. Januar, die den Beginn zusätzlicher Mineralstaub-Aerosole aus der Sahara bis zu 2.5 km Höhe anzeigen (und so auch höhere örtliche AOD-Werte zwischen dem 29. Januar und 5. Februar in Abbildung 1 erklären).

In-situ Messungen durch ein WRAS System

Mehrere Messungen auf der M161-Reise untersuchen auch Luftproben auf Eigenschaften der erdoberflächennahen Aerosole, wie ihre Teilchengrößenverteilungen mit dem GRIMM-WRAS oder optische Eigenschaften mit einem PAX. Das WRAS System kann sehr genaue Teilchengrößenverteilungen über viele Größenordnungen erstellen und damit auch über sehr kleine Aerosole (5-100nm im Durchmesser) quantitativ berichten, die im Energiespektrum der Sonne nicht aktiv sind, (also mit optischen Methoden nicht erfasst werden können) aber doch eine wichtige Rolle bei der Wolkenbildung spielen können. Das PAX Gerät bestimmt das Streuverhalten des Aerosols mit einem Nephelometer und die Absorption über eine photoakustische Methode, sodass sich die für den Strahlungstransport wichtigen Größen (Single Scattering Albedo und Asymmetry-Parameter) herleiten lassen. Zusätzlich ist auch noch ein sehr preiswertes PMS 7703 Instrument des LOCOMOTIVE (LOW COst air quality Monitoring on atlantIc - Verification and Evaluation) Projektes im Einsatz. Dabei entspricht die von diesem Gerät angezeigte Aerosolmasse bis zu einer Teilchengröße von 10 μm im Wesentlichen denen der komplizierten WRAS and PAX Instrumente.

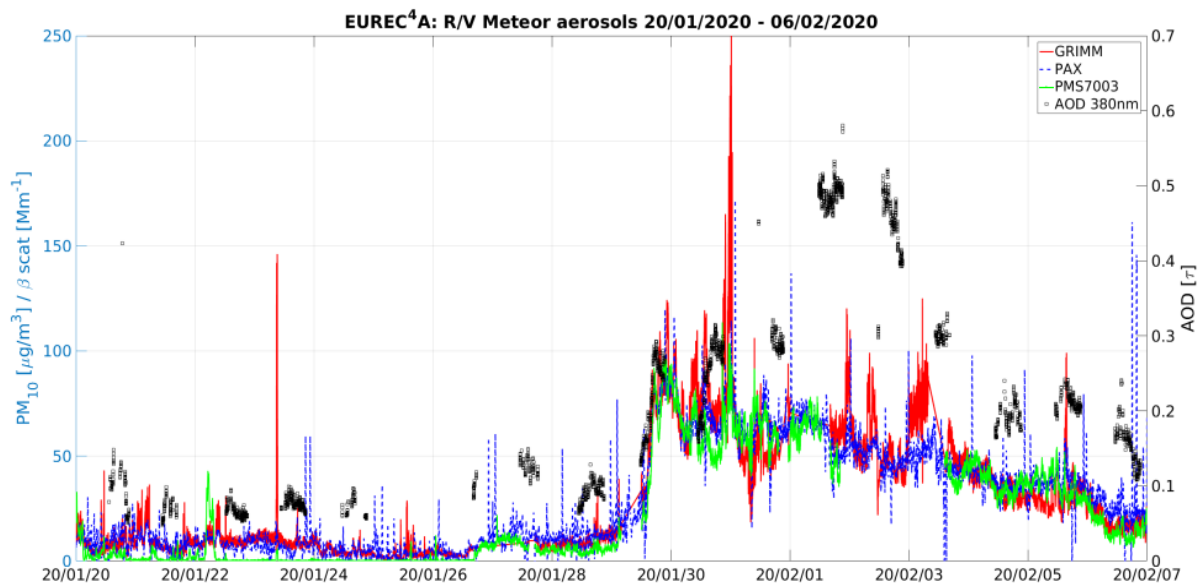


Abbildung 3: Zeitreihe des Vergleichs der hergeleiteten Aerosolmasse von Teilchen bis zu 10 µm (PM10) zwischen dem GRIMM-WRAS, dem PAX und PMS7003. Der Anstieg der Aerosolmasse geht einher mit der Zunahme der AOD, die dem aus der Sahara zugeführten Mineralstaub zuzuordnen ist.

Obwohl wir die ganze Reise durchweg sehr interessante und spannende Daten und Proben sammeln, musste die wissenschaftliche Besatzung diese Woche auch einen herben Rückschlag erleiden. Am frühen Morgen des 08. Februar 2020 haben wir leider unseren in der letzten Woche beschriebenen Cloud Kite in einer Wetterfront in unserem Arbeitsgebiet verloren. Der Kummer ist groß, wird aber hoffentlich bald von Freude über die bisher erhaltenen Daten ersetzt. Mit einer optimistischen Einstellung starten wir also in unsere nächste Reiseweche bei wechselndem Wetter und mittlerer See.

Mit sonnigen Grüßen von dem FS *Meteor*,

Wiebke Mohr (Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie) und Stefan Kinne (Max-Planck-Institut für Meteorologie)

(Fahrtleiter)