

MSM140/2 Brest – Rio de Janeiro

2. Wochenbericht (20.- 26.10.2025)

In dieser Woche hatte unser wissenschaftliches Team gute Messbedingungen für atmosphärische Messungen. Die See war überwiegend glatt und die Sonne hat sich häufig gezeigt.

Atmosphärische Referenzmessungen als Abgleich für Datenprodukte verschiedener Satelliten stehen im Hauptfokus dieser Forschungsausfahrt. Dafür haben wir verschiedene Instrumente installiert, die kontinuierlich Daten auf diesem Transit aufzeichnen. Zur Bestimmung von Wolkeneigenschaften nimmt eine Wolkenkamera RGB und Infrarot Bilder des Himmels auf und ein Ceilometer misst mithilfe eines Lasers die Wolkenuntergrenze. Außerdem haben wir zwei MAX-DOAS Instrumente montiert, die das Streulicht, welches unter verschiedenen Winkeln durch die Atmosphäre ins Instrument trifft, spektral hochaufgelöst messen. Aus diesen Messungen kann dann die Konzentration von atmosphärischen Spurengasen errechnet werden. Ergänzt werden diese Datensätze durch schiffeigene Sensoren wie einem Pyranometer, welches die eintreffende Strahlung der Sonne misst, und durch die routinemäßig von der Schiffsbesatzung ausgeführten täglichen Radiosonden-Aufstiege für den Deutschen Wetterdienst.

Ein Teil der atmosphärischen Messungen läuft nicht automatisiert. Jede Stunde findet eine klassische Wetterbeobachtung statt, in denen händisch Informationen zum Bewölkungsgrad, Wolkentypen und Seegang notiert werden. Auch die Messung von Aerosolen erfolgt händisch. Ping Wang und Stefan Kinne haben diese Woche viel Zeit auf dem Peildeck verbracht für Aerosol-Referenzmessungen.

Aerosole - also atmosphärische Teilchen die kleiner als Wolkentröpfchen sind – sind von Interesse da sie neben der Luftqualität auch das Klima beeinflussen. Aerosole können sowohl anthropogenen Ursprungs sein wie durch Industrie oder Feuer verursacht als auch natürlich Ursprungs wie etwa Wüstenstaub oder Meeresgisch. Aerosole haben auf das Klima einen direkten Effekt durch ihre (zusätzliche) Präsenz als auch einen indirekten Effekt, da sie Wolkenbildung und Wolkeneigenschaften beeinflussen. Diese Klimaeffekte sind weiterhin sehr unsicher, weil sie von den sich laufend ändernden Eigenschaften und Verteilungen der Aerosole abhängen. Diese variieren sowohl zeitlich als auch räumlich, weil Aerosole einerseits eine kurze Lebensdauer haben und andererseits aus unterschiedlichsten Quellen stammen. Daher ist es wichtig, die Aerosol-Eigenschaften (wie Menge, Größe - aber auch Absorption und Form) kontinuierlich global zu messen. Dies wird zwar durch Satelliten erreicht, aber selbst die neuesten Sensoren sind noch auf viele Annahmen angewiesen. Zur Beurteilung dieser Annahmen ist man auf Bezugsdaten angewiesen, die durch Sonnenphotometer-Messungen (von Boden mit der Sonne als Hintergrund) in hoher Qualität geliefert werden. Während es an Land mehrere Beobachtungs-Netze mit guter Abdeckung für Aerosole gibt (e.g. AERONET <https://aeronet.gsfc.nasa.gov/> oder SKY-net <https://www.skynet-isdc.org/>) bleiben Referenzdaten über Ozeanen rar. Daher werden während der MSM140/2 Fahrt Aerosol-Mengen über Verluste der erwarteten direkten Sonnen-Einstrahlung mit einem geeichten

MICROTOS Instrument der NASA and zwei CALITOO Instrumenten des KNMI erfasst. Aerosol-Mengen werden typischerweise über die Aerosol Optische Dicke (AOD) charakterisiert. Die Messungen sind sehr zeitaufwendig, da sie im handgehaltenen Modus betrieben werden (siehe Abb. 1) und nur dann erfolgreich sind, wenn die Ausrichtung auf die Sonne stimmt und zugleich die Sonne nicht durch Wolken jeglicher Art verdeckt ist.



Abbildung 1: Handgehaltene Sonnenphotometer-Messungen auf dem Peildeck mit den CALITOOs durch Ping Wang (links, Foto: Stefan Kinne) und mit dem MICROTOS durch Stefan Kinne (rechts, Foto: Ping Wang). Das mittlere Foto zeigt eine Detailaufnahme der Instrumente (Foto: Stefan Kinne).

Da die Aerosol-Mengen bei verschiedenen Farben des Sonnenlichtes erfasst werden, kann bei jeder Messung auch die typische Aerosolgröße abgeschätzt werden, die ihrerseits Rückschlüsse auf die Herkunft des Aerosols zulässt.

Auch mit bloßem Auge waren die Veränderungen in den Aerosol-Eigenschaften diese Woche sichtbar. Abbildung 2 zeigt vier Bilder der Radiosonden-Aufstiege zur täglich gleichen Uhrzeit.

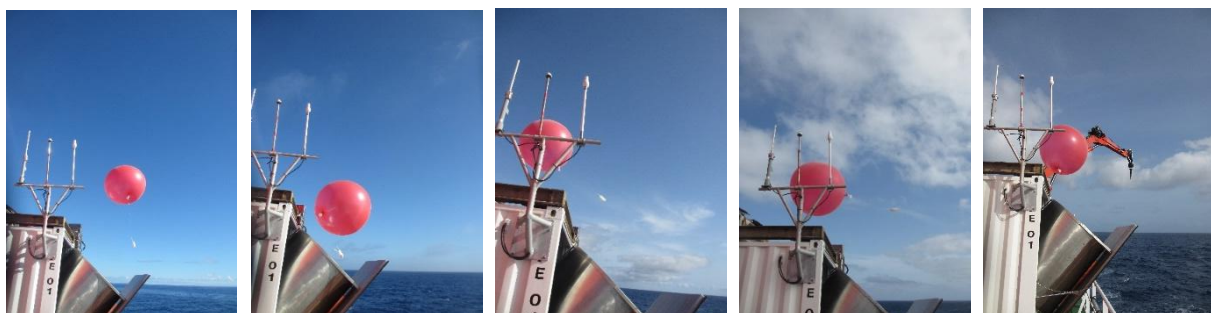


Abbildung 2: Radiosonden-Aufstiege von links nach rechts am 23., 21., 24., 25. und 26. Oktober 2025 (Fotos: Stefan Kinne).

Bei den Bildern geht es nicht um die Ballons und seine rote Farbe, als vielmehr um den Himmels-Hintergrund. Der Himmel erscheint blau durch die bevorzugte Streuung des blauen Lichts an Luftmolekülen. Das Blau ist besonders kräftig bei wenig Aerosolen, wie am 23. Oktober. Kommen dann aber relativ große Aerosole hinzu, wie von Mineralstaub-Aerosolen von der Sahara (mit etwa 3 Micrometer im Durchmesser), dann verblasst das Blau des Himmels (und auch das Gelb der Sonne). Es ist jedenfalls gut zu sehen, wie mit der zusätzlichen

Belastung durch Mineralstaub am 21. Oktober (AOD +0.04), 24. Oktober (AOD +0.11), 25. Oktober (AOD +0.20) und am 26. Oktober (AOD +0.24) das Blau des Himmels zunehmend verblasst.

Der Satellit EarthCARE (Cloud, Aerosol and Radiation Explorer) ist einer dieser Satelliten, die Aerosole messen. Der Satellit wurde erst letztes Jahr am 08. Mai 2024 in seine Umlaufbahn gebracht. Er soll untersuchen, welchen Einfluss Aerosole und Wolken auf die Strahlung in der Erdatmosphäre haben. Dafür verfügt er unter anderem über eine LIDAR Technologie. Das heißt, er ist wie das hier an Bord installierte Ceilometer mit einem aktiven Laser ausgestattet. Das LIDAR-System ist mit einem Radar kombiniert. Der Bereich über der Erdoberfläche, der mit diesem aktiven System pro Umlauf vermessen wird, ist schmal. Daher überfliegt er das Schiff nicht täglich wie andere passive Satelliten wie etwa Sentinel-5, für die wir ebenso Referenzdaten sammeln. Ping Wang hat ermittelt, wann der Satellit unseren Schiffstrack kreuzt auf dem Weg nach Rio. Wir haben in den vergangenen Tagen die Umlaufbahnprognose verfolgt und die Schiffgeschwindigkeit ein wenig angepasst, sodass der Satellit heute Nachmittag genau über uns sein sollte. Einen weiteren Überflug erwarten wir dann in zwei Tagen.

Schöne Grüße im Namen des wissenschaftlichen Teams mitten vom Atlantik

Julia Oelker

Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg