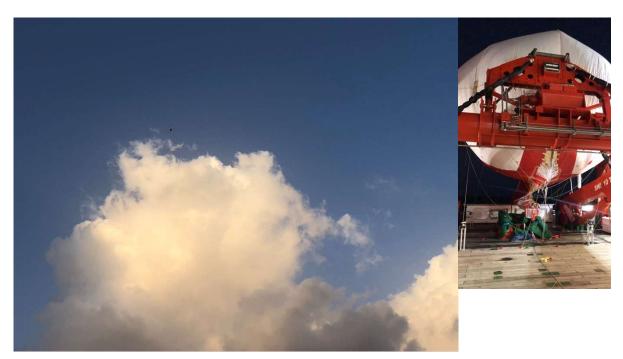


5. Wochenbericht – MARIA S MERIAN - MSM89

09. -17.02.2020

Wolken, Regen, Wetter und Klima verstehen

Wolken sind einer der größten Unsicherheitsfaktoren, wenn es darum geht, das Ausmaß der Erderwärmung bis zum Ende des Jahrhunderts vorherzusagen. Kumuluswolken in niedrigen Schichten der Atmosphäre reflektieren die Energie des Sonnenlichtes und kühlen so die Erdoberfläche. Diese Art der Wolken bedeckt große Bereiche der Erde, insbesondere in den Passatwindregionen der Ozeane. Das Wolkenteam auf der Maria S. Merian, bestehend aus Forschern der Institute für Physik und Meteorologie der Universität Hohenheim, dem Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation (Göttingen, MPIDS) und dem Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität Köln, untersuchen die Dynamik der Wolken in Zusammenarbeit mit den Max-Planck-Instituten für Chemie (Mainz, MPIC) und Meteorologie (Hamburg, MPIM). Ein wichtiges Ziel ist es, besser zu verstehen, wie sich die Wolkenbedeckung mit dem Klimawandel verändert. Das Team ist Teil der groß angelegten, knapp sechswöchigen, Feldstudie EUREC⁴A (Elucidating the role of clouds-circulation coupling in climate, www.eurec4a.eu). Diese Messkampagne findet in der Passatwindregion vor der Karibikinsel Barbados statt, da es in den Tropen besonders viele flache Kumuluswolken welche das Klima stark beeinflussen. An den Messungen sind Forschungsflugzeuge und -schiffe sowie Satelliten, eine Messstation auf Barbados, ein mobiles Wetterradar und autonome Flugkörper beteiligt. Auf der Maria S. Merian sind weiterhin mehrere Fernerkundungsinstrumente installiert. Dazu gehören das Wolkenradar der Universität Köln und Lidars der Universität Hohenheim, eines davon besonders hochauflösend. Die Daten dieser Instrumente werden mit in-situ Messungen verglichen, durchgeführt mit dem Max-Planck-CloudKite (Ballondrachen) des Göttinger Max-Planck-Instituts.



Das Wetter in der Passatwindregion ist relativ vorhersehbar. Täglich ab dem Sonnenaufgang steigt die Temperatur an und sinkt wieder bei Sonnenuntergang. Gleichzeitig wird viel Wasser in die Atmosphäre verdampft, was dazu führt, dass Wolken entstehen und sich abregnen. Wolkentröpfehen, und damit Wolken, entstehen, wenn Wasserdampf an Aerosolen (also kleinsten Staubpartikeln) kondensiert. Ein Beispiel der mit dem Max Planck CloudKite gemessenen Größenverteilung der Aerosole am 14.2.2020, 22:35 abends, 900m über dem Schiff ist in Bild 2A gegeben. Bild 2B zeigt die gemessene Größenverteilung der Wolkentröpfehen für die Wolke aus Bild 1.

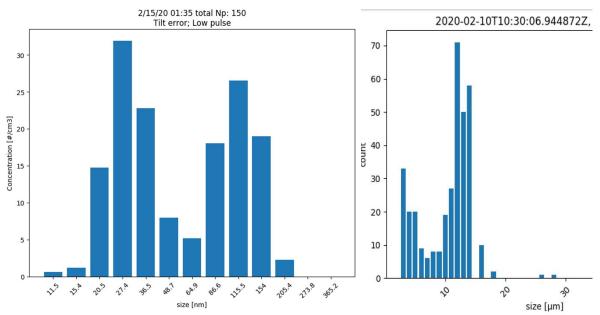


Bild 2) Links die Größenverteilung der gemessenen Aerosole von 11 bis 250 Nanometern (MPI Chemie/MPIDS). Rechts die Größenverteilung der gemessenen Wolkentröpfchen der Wolke in Bild 1) von 5 bis 30 Mikrometer (MPIDS). Beide wurden vom Max Planck CloudKite in ca. 900m Höhe über dem Meeresspiegel aufgezeichnet.

Gleichzeitig kann der Max-Planck-CloudKite mit 75 Bildern pro Sekunde Wolkentröpfchen als 3D-Hologram aufnehmen. Diese Hologramme helfen zu verstehen, wann und wie schnell aus kleinsten Tropfen große werden. Die Forscher können die Position und Größe der Tropfen in einem Volumen Wolkenluft messen, welches etwa dem Durchmesser eines Daumens und der Länge eines Briefumschlags entspricht. Mit einer weiteren Hochgeschwindigkeitskamera wird die Geschwindigkeit der Tropfen gemessen. Dazu wird das Wolkenvolumen mit einem Lichtfächer aus einem starken Laser beleuchtet. Aus der Verlagerung der Tropfen von einem Bild zum nächsten erhält man die Geschwindigkeit (siehe Bild 3). Kennen die Forscher den lokalen und globalen meteorologischen Hintergrund nicht, hilft ihnen die Bewegung der Tropfen alleine nicht weiter. Deshalb messen sie den lokalen meteorologischen Hintergrund, wie Windgeschwindigkeit, Luftdruck, Temperatur und Luftfeuchte mit weiteren Instrumenten am Max-Planck-CloudKite.

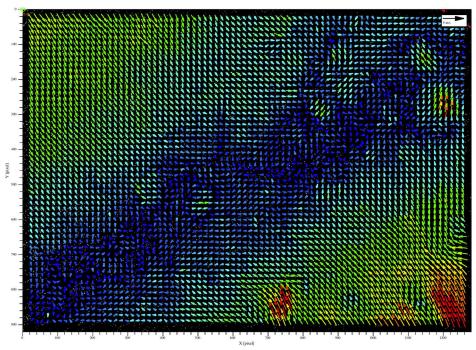


Bild 3) Geschwindigkeit der Wolkentröpfchen relativ zur mittleren Strömung (10m/s) gemessen am 12.2.2020 900m über dem Meeresspiegel. Blau 0 m/s, Grün 2 m/s, Rot 4m/s (MPIDS)

Der globale meteorologische Hintergrund ist für das Verständnis der Wolken ebenso wichtig wie der lokale. Dazu wird auf der Maria S. Merian von der Universität Köln ein Wolkenradar betrieben, das senkrecht nach oben schaut und über die Rückstreuung der Radarstrahlen Aussagen über den Wassergehalt der Wolke, über die Größe der Wolkentröpfchen und über die lokale Geschwindigkeit der Luft gibt. Eine Besonderheit des Radars ist, dass es immer senkrecht nach oben sieht, auch wenn das Schiff mit den Wellen schwingt. Bild 4 zeigt die Rückstreuung und den Wasssergehalt, der sich über dem Radar (also dem Schiff) befindet.

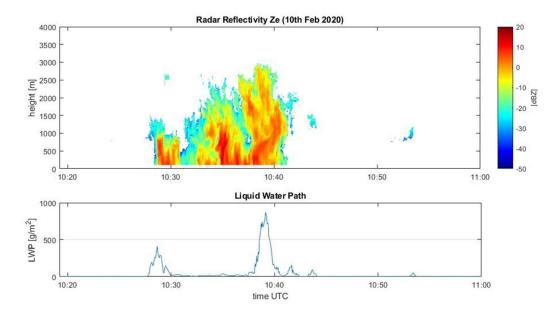


Bild 4) Die Rückstreuung und der Flüssigwassergehalt als Funktion der Zeit. Die Rückstreuung ist besonders hoch in Bereichen von Niederschlag (rot). Da der CloudKite hinter dem Schiff fliegt, sind die Daten etwas zeitverzögert. Bild 1) zeigt die erste Wolke (um 10:30 UTC, 6:30 lokaler Zeit) von hinten.

Um weitere Einsicht in den globalen meteorologischen Hintergrund zu bekommen, hat die Universität Hohenheim drei Lidar-Messsysteme an Bord des R/V Maria S Merian eingesetzt. Ein Lidar ist ein Fernbeobachtungssystem (ähnlich dem Radar), das Laserlicht in die Atmosphäre aussendet. Die Partikel und Moleküle in der Atmosphäre (Staub, Gase, etc.) reflektieren das Licht zurück zu einem Teleskop, welches das gesamte Licht sammelt.

Das erste Lidar der Uni Hohenheim, ARTHUS (Atmospheric Raman Temperature and Humidity Sounder), ermöglicht die Messung der Temperatur und der Feuchtigkeit der Atmosphäre. ARTHUS ist ein außergewöhnliches Werkzeug für Beobachtungen in der atmosphärischen Grenzschicht während des Tages und der Nacht mit einer sehr hohen Zeitauflösung (10s). Die beiden anderen Doppler-Lidars messen die Windgeschwindigkeit.

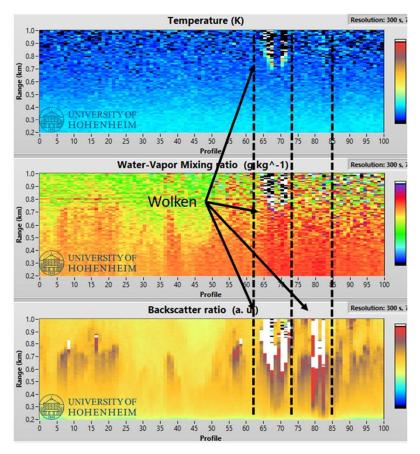


Bild 5) Temperatur, Feuchte und Aerosolrückstreuung als Funktion der Zeit gemessen mit ARTHUS von 5:45 bis 6:45 lokaler Zeit am 10. Februar 2020.

Dank dieser Lidars, dem Radar und dem CloudKite ist es möglich, den Einfluss des Ozeans auf die Atmosphäre durch Variationen von Temperatur, Feuchtigkeit und Wind mit bisher unerreichter Präzision zu untersuchen. Die bisher gewonnenen Ergebnisse von der Maria S. Merian versprechen ein tieferes Verständnis atmosphärischer Prozesse und eine Validierung bzw. Verbesserung von Wetter-, Klima- und Erdsystemmodellen.

Schöne Grüße von,

Fahrtleiter (Dr. Gaute Lavik, MPI für Marine Mikrobiologie, Bremen) und allen Teilnehmern der Reise MSM89