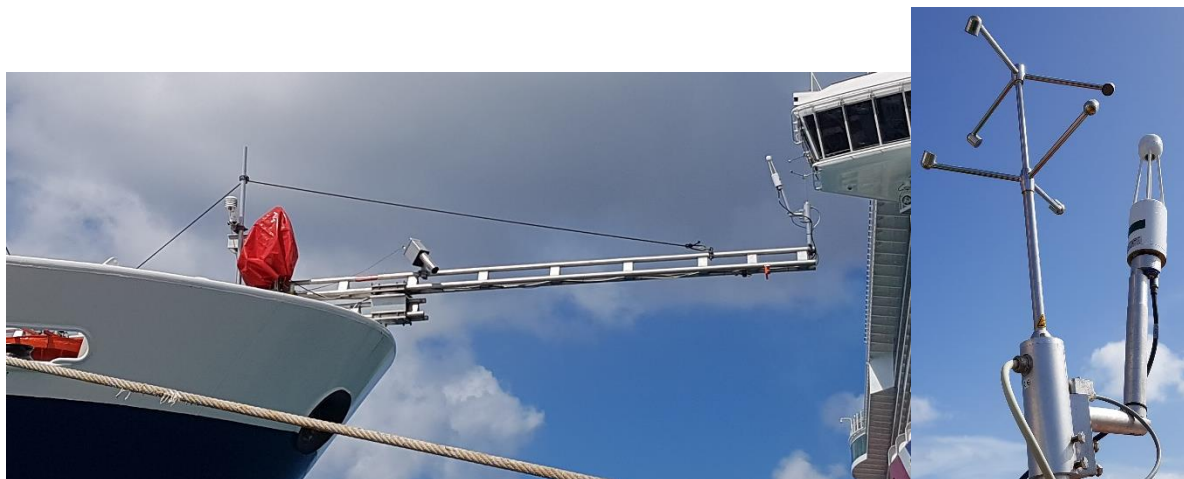




Wochenbericht 8 (24.02.-01.03.2020)

Unsere Reise auf dem FS Meteor neigt sich langsam dem Ende zu. Wir waren die letzten 12 Tage auf unserer Transitstrecke zwischen dem Kernarbeitsgebiet vor Barbados und den Azoren unterwegs. Eher untypisch für diese Jahreszeit, hatten wir auf der Transitstrecke ausgesprochen gutes Wetter mit wenig Seegang. In diesem letzten Wochenbericht möchten wir wieder einige atmosphärische sowie ozeanographische Messungen und Experimente vorstellen, die von den verschiedenen Arbeitsgruppen an Bord in den letzten Wochen im Kernarbeitsgebiet sowie auf der Transitstrecke durchgeführt worden sind.

Die Atmosphäre besteht aus vielen kleinen, rotierenden Wirbeln. Diese Wirbel besitzen neben zwei horizontalen Bewegungskomponenten auch eine vertikale Komponente, die einzelne Luftpakete nach oben und unten transportiert. Durch diese Bewegungen entstehen Flüsse von Stoffkonzentrationen, Bewegung, Feuchtigkeit und Temperatur, die im Mittel in Richtung Atmosphäre oder Erdoberfläche zeigen können. Das Ziel dieser Kampagne ist es, ein Datenpaket für oberflächennahe Flüsse über dem Atlantik zu erstellen. Dies ist wichtig, um die Interaktionen zwischen Ozean und Atmosphäre besser verstehen zu können und um die Parametrisierung von Flüssen über dem Ozean in Modellen zu verbessern. Bisher existieren viele Flussmessungen über Land, aber nur wenige über der Meeresoberfläche. Um die Flüsse von Impuls, dem Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂), latenter und sensibler Wärme messen zu können, haben wir eine Eddy-Kovarianz Station am Bug und eine Station auf dem Hauptmast aufgebaut. Die Instrumente am Bug sind an einem Mast montiert, der über die Reling ragt, um möglichst oberflächennah messen zu können und um Wirbel zu analysieren, die noch nicht vom Schiff beeinflusst und gestört wurden (Abb. links).

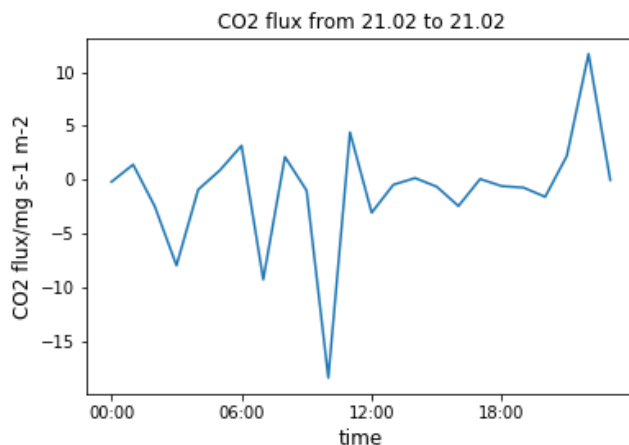


Eddy-Kovarianz Station am Bug (links). Ultraschall Anemometer und Gas Analysator (rechts).

Eine Eddy-Kovarianz Station (Abb. rechts) besteht aus einem Ultraschall Anemometer (METEK uSonic-3 Scientific) und einem Gasanalysator (LI-COR 7500). Beide Instrumente messen mit einer zeitlichen Auflösung von 20 Hz, um auch sehr kleine Wirbel auflösen zu können. Das Anemometer misst die drei Windkomponenten, indem es akustische Signale aussendet und nach einer bekannten



Laufstrecke wieder empfängt. Anhand der Laufdauer und der Schallgeschwindigkeit kann man auf die Windgeschwindigkeit in die jeweilige Richtung schließen. Das LI-COR sendet Licht in unterschiedlichen Wellenlängen aus, welches es nach einer bestimmten Laufstrecke wieder empfängt. Gase absorbieren Licht in dem für sie typischen Wellenlängenbereich. Empfängt das LI-COR eine geringere Intensität einer bestimmten Wellenlänge als ausgesendet, kann man dadurch die Konzentration von bestimmten Gasen in dem gemessenen Luftabschnitt messen. Nach Anwendung der Reynoldszerlegung, lässt sich der vertikale Fluss in einer turbulenten Strömung (F) durch die mittlere Kovarianz zwischen den Abweichungen vom Mittel der vertikalen Windgeschwindigkeiten der Eddies (w') und der Gaskonzentrationen (ρ_s') berechnen: $F = \overline{w' \rho_s'}$. Die berechneten Flüsse müssen jedoch noch korrigiert werden. Beispielsweise muss die Bewegung des Schiffes von den gemessenen Windgeschwindigkeiten abgezogen werden und die sogenannte Webb-Pearman-Leuning Korrektur für Gasflüsse durchgeführt werden. Diese Korrektur berücksichtigt, dass Temperatur- und Feuchteunterschiede die Dichte der Atmosphäre ändern und somit Änderungen der Gaskonzentrationen in der Luft hervorrufen. Die Variation der Gaskonzentration resultiert in einem Fluss, der jedoch nicht durch Wirbel erzeugt wird und somit nicht in der Flussmessung einbezogen werden darf.



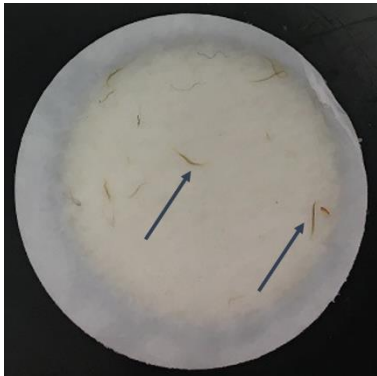
CO₂-Fluss am 21.02.2020 in mg s⁻¹ m⁻².

Die Abbildung links zeigt den CO₂ Fluss am Bug vom 21.02.2020 für die Zeiten, zu denen der Wind frontal $\pm 30^\circ$ auf das Schiff traf. Die Daten wurden über eine Stunde gemittelt, jedoch nicht weiter korrigiert. Der CO₂-Fluss ist meist negativ, da der Ozean CO₂ aus der Atmosphäre aufnimmt.

Wie oben schon beschrieben, ist der offene Ozean eine Senke für das Treibhausgas CO₂ und somit ein wichtiger Vermittler für die Konzentration von CO₂ in der Atmosphäre und dem damit zusammenhängenden Klima unserer Erde. Der tropische Nordwestatlantik ist eine sehr nährstoffarme, aber dennoch produktive Region, produktiv im Sinne der biologischen Aufnahme von CO₂, der sogenannten Primärproduktion (oder auch Photosynthese durch Mikroorganismen). Diese Region ist auch durch eine der höchsten Raten in der Fixierung von Stickstoffgas (N₂) in den Weltozeanen gekennzeichnet. Die N₂-Fixierung ist die Reduktion von reaktionsträgem N₂-Gas zu biologisch-verfügbarem Ammonium durch spezialisierte Mikroorganismen. Obwohl diese Mikroorganismen nur einen kleinen Anteil der gesamten mikrobiellen Gemeinschaft ausmachen, ist ihre Aktivität enorm wichtig: Der Eintrag von Stickstoff als Nährstoff durch die N₂-Fixierung ist wie ein natürlicher Dünger für die Produktivität im nährstoffarmen Oberflächenozean und fördert somit die biologische Aufnahme des Treibhausgases CO₂. Unser Arbeitsgebiet vor Barbados ist bekannt für die

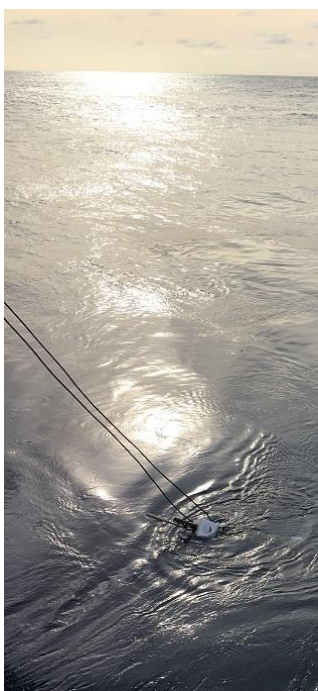


oben beschriebenen Prozesse und einer der bekanntesten Mikroorganismen ist das koloniebildende Cyanobakterium *Trichodesmium* (siehe Abbildung).



Kolonien des Cyanobakteriums Trichodesmium (siehe Beispielpfeile im Bild links) auf einem Filter (Durchmesser 25 mm). Die Kolonien können mehrere Millimeter Größe erreichen und sind mit dem bloßen Auge sichtbar.

Trichodesmium kann nicht nur CO₂ und N₂ fixieren, sondern hat auch eine besondere Fähigkeit in sehr nährstoffarmen Wasser zu überleben. Hierzu nutzt *Trichodesmium* wahrscheinlich organische Phosphorverbindungen (Phosphor ist ein essentielles Element zum Wachstum), die nicht allen Mikroorganismen zur Verfügung stehen und erreicht damit einen ökologischen Vorteil gegenüber anderen Mikroorganismen. Eine Konsequenz der Nutzung von organischen Phosphorquellen ist die mögliche Produktion des starken Treibhausgases Methan (CH₄). Unsere Arbeit an Bord des *FS Meteor* fokussiert sich daher auf die Messung der Raten von CO₂- und N₂-Fixierung mittels stabiler Isotope sowie die Untersuchung, welche Rolle *Trichodesmium* bei dem Verbrauch sowie Produktion der Treibhausgase CO₂ und CH₄ spielt. Unsere Arbeiten werden wir mit denen auf dem *FS Maria S. Merian* vergleichen, um einen Überblick über die räumlichen und zeitlichen Unterschiede in den biogeochemisch wichtigen Prozessen der CO₂- und N₂-Fixierung zu erhalten.



ARGO float beim Aussetzen.

Während unserer Reise haben wir auch fünf sogenannte ARGO floats ausgesetzt. ARGO floats messen kontinuierlich Wassertemperatur, Leitfähigkeit und Druck während sie bis auf eine Tiefe von etwa 2000 m ab- und wieder auftauchen. Die Daten werden, sobald die ARGO floats an der Oberfläche sind, per Satellit übertragen und sind für jedermann und international offen zugänglich. Damit hat auch unsere Reise M161 einen kleinen Teil zur ständigen Beobachtung des Ozeans beigetragen.

FS Meteor, Reise M161, Westlicher tropischer Nordatlantik, EUREC⁴A



Wir möchten uns im Namen aller Fahrtteilnehmer für diese wundervolle Reise bei Kapitän Rainer Hammacher und seiner gesamten Besatzung bedanken und freuen uns schon, hoffentlich bald wieder auf dem *FS Meteor* unterwegs zu sein.

Mit sonnigen Grüßen von dem *FS Meteor*,

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

(Fahrtleiter)