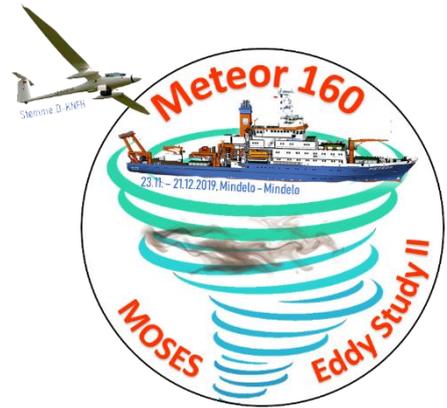
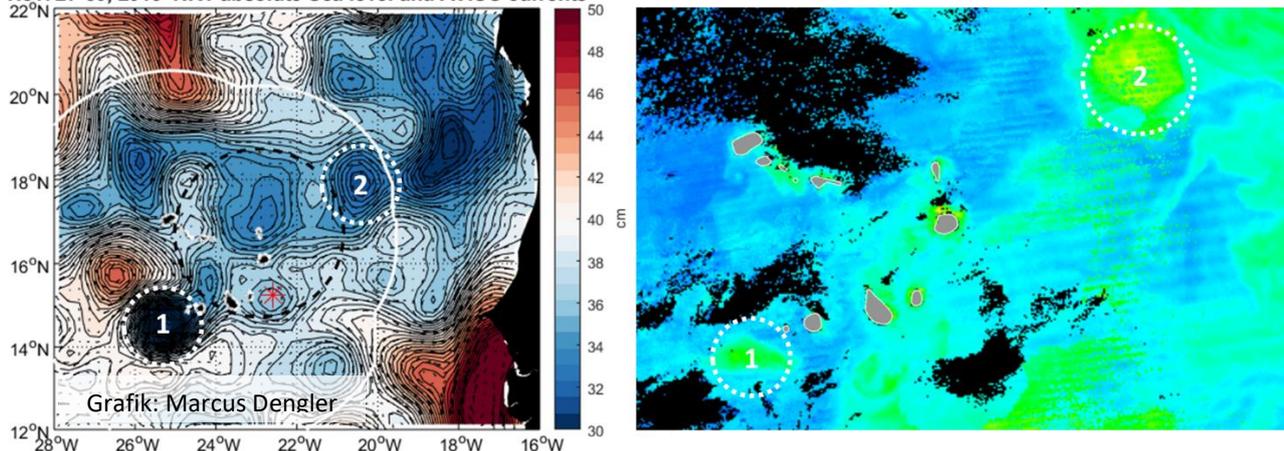


Wochenbericht 2: 25.11.-1.12.2019: Ein ganzes Schiff im Wirbelfieber...



Im 2. Wochenbericht möchte ich zunächst unsere Herangehensweise bei den Wirbelstudien von M160 erläutern. Zunächst geht es natürlich darum, konkrete Wirbel zu identifizieren und für eine detaillierte Untersuchung auszuwählen. Hierzu bedienen wir uns in einem ersten Schritt einer Vielzahl von Produkten der Satelliten-Fernerkundung. Über ihre typischen Eigenschaften (Temperatur, Meeresspiegelhöhe, Chlorophyllgehalt) können wir die Wirbel meist gut erkennen und auch klassifizieren. Der zweite Schritt besteht darin, autonome Über- und Unterwasserfahrzeuge auf den Weg zu bringen, um Messungen in den Wirbeln vorzunehmen. Hierzu kommen neben Gleitern, dem ozeanographischen Pendant zum Segelflugzeug, auch Wellengleiter und erstmal sogar Segeldrohnen zum Einsatz – allesamt mit einer ganzen Palette von Sensoren für physikalische, chemische und biologische Messgrößen ausgestattet. Dies alles läuft seit Wochen oder sogar Monaten und hilft uns auch jetzt noch während der Reise.

Nov. 27-30, 2019 NRT absolute Sea level and AVISO currents



Aktuelle Satellitenkarten der Meeresspiegelanomalie (links) und des Chlorophyllgehalts (rechts) im Arbeitsgebiet. Die weiße Linie zeigt die Grenze der uns vorliegenden Forschungsgenehmigung für kapverdische Gewässer, die schwarze gestrichelte Linie deutet die ungefähre Reichweite des von der Kapverden-Insel Sal operierenden Forschungssegelflugzeugs Stemme an. Die beiden für eine detaillierte Untersuchung ausgewählten Wirbel sind durch Kreise angedeutet.

Auf der Basis aller vorliegenden Informationen haben wir zwei zyklonale Wirbel ausgewählt, die sich im Arbeitsgebiet in der Kapverdischen AWZ befinden und klar abzeichnen. In beiden Wirbeln haben wir inzwischen eine Vielzahl weiterer Instrumente ausgelegt. Man kann sich das ein wenig so vorstellen, wie bei einem Patienten auf der Intensivstation, an den überall am Körper Messelektroden angelegt sind. Unsere „Elektroden“ sind neben den Gleitern (wir haben inzwischen bereits eine Flotte von 9 Gleitern im Wasser), Wellengleitern (2 im Einsatz) und Saildrones (2 im Einsatz) auch normale und spezielle biogeochemische Argo-Floats (je 3 im Einsatz), die mit der Strömung driften und regelmäßig Vertikalprofile der oberen 1000-2000 Meter messen, sowie Oberflächendrifter, die mit Hilfe eines Tiefensegels der Strömung folgen. Wie bei dem Patienten auf der Intensivstation gibt es neben diesen

automatischen Messungen natürlich auch eine ordentliche Visite. Wir führen eine solche Visite gerade bei Wirbel 2 durch, was bedeutet, dass wir diesen Wirbel vor Ort großräumig vermessen. Dazu haben wir ein kreuzförmiges Stationsmuster über den Wirbel gelegt, welches an den Enden über den Wirbelrand hinausreicht und somit seine Eigenschaften im Kontrast zur Umgebung aufzeigt. Entlang dieses Kreuzes machen wir in kurzen Abständen von etwa 10 Kilometern Stationsarbeiten bis maximal 2000 Meter Tiefe und führen auf den Dampfstrecken dazwischen eine Vielzahl von Unterwegsmessungen durch.

Die **Unterwegsmessungen** liefern uns kontinuierliche Daten über:

- Strömung in den oberen 700 Metern mit verschiedenen profilierenden Ultraschall-Doppler-Strömungsmessern (ADCP – Acoustic Doppler Current Profiler)
- Oberflächennahe Strömung mit Radarsystem (X-Band)
- Vertikalprofile von Temperatur und Salzgehalt mit geschleppten Freifallsystemen (underway CTD, Moving Vessel Profiler)
- Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff und Chlorophyll in den oberen 100 Metern mit geschleppter Sensorkette
- Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff- und Chlorophyllkonzentration, CO₂-Partialdruck, Gesamtgasdruck, Trübung im Oberflächenwasser mit Thermosalinograph sowie diversen Durchfluss-Sensoren und -Systemen
- Ozeanfarbe mit Hyperspektralsensoren



Ein Wellengleiter (Waveglider) geht zu Wasser (links), ein biogeochemisches Argo-Float wird für den Einsatz programmiert (2.v.l.), ein Ozeangleiter wird für die Feintarierung in den Meerwasserpool gelegt (Mitte), ein CTD-Sensor wird an der Schleppkette befestigt (2.v.r.), eine Verankerung wird zur Auslegung vorbereitet.

Die **Stationsmessungen** umfassen folgendes Programm:

- Profilierende Messung und Wasserprobennahme mit dem CTD-Kranzwasserschöpfer für eine Vielzahl biogeochemischer (Sauerstoff, Nährstoffe, anorganische und organische Kohlenstoffparameter, partikuläre und gelöste organische Kompartimente etc.) und biologischer Eigenschaften (Bakterien-/Protistengemeinschaft, Umwelt-DNA, Primärproduktion, Bakterienproduktion, bio-optische Parameter etc.)
- Beprobung von intakten Partikelaggregaten („Meeresschnee“) für Abbauxperimente (Marine Snow Catcher)
- Beprobung von sinkenden Partikeln auf verschiedenen Tiefen mit driftenden Sinkstofffallen mit partikelerhaltenden Gelen

- Erfassung makroskopischer Partikel in der Wassersäule mit fotografischen Verfahren (UVP – Underwater Vision Profiler, CPICS – Continuous Particle Imaging and Classification System)
- Erfassung des Zooplanktons in verschiedenen Tiefenintervallen (Multi-Schließnetz)



Der Kranzwasserschöpfer mit CTD-Sonde kommt aus dem Wasser (links) und an Deck, wo sich die Arbeitsgruppen nach einem genau definierten Ablaufplan an das Zapfen ihrer Wasserproben machen (2.v.l.). Das Multinetz wird vorbereitet (2.v.r.) und geht zu einem Hol zu Wasser (rechts).

Um dieses anspruchsvolle und komplexe Programm koordinieren und auf die aktuellen Beobachtungen anpassen zu können, haben wir tägliche Arbeitsbesprechungen. Keiner der Beteiligten hat bisher eine solche Vielzahl von Beobachtungs- und Beprobungsinstrumenten in konzertierter Weise auf ein Phänomen des Meeres angewendet. Das macht es für uns alle hier sehr spannend, auch wenn die Dynamik der Wirbel sogar unser Programm immer mal wieder durcheinanderwirbelt.

Gerade ist der erste lange Messflug des Forschungs-Motorsegelflugzeugs Stemme zu Ende gegangen und hat mit der Infrarotkamera der Kollegen vom HZG scharfe Temperaturfronten am Rand unseres Wirbels identifiziert. Dort wollen wir im Verlauf der kommenden Woche das erste unserer beiden Experimente zur submesoskaligen Dynamik an Fronten mit Unterstützung aus der Luft durchführen – doch dazu nächste Woche mehr...

Mit herzlichen adventlichen Grüßen von uns allen,

Arne Körtzinger

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel



Foto: Arne Körtzinger