

Bildschirme stehen in allen Labors und Versammlungsplätzen auf diesem großartigen Schiff, die die Position, Geschwindigkeit sowie eine Anzahl anderer Daten kontinuierlich registrieren. In einem gesonderten Kasten steht die Nummer der Station, die gerade läuft oder als Nächste vorgesehen ist. Eine "Station" nennt man jede Stelle, wo das Schiff stoppt um Messungen durchzuführen oder Proben zu nehmen. Auf "normalen" Forschungsfahrten fährt das Schiff gerade Linien zwischen Stationen, deren Positionen vorher bestimmt werden. Aber nachdem wir unseren ersten Nord-Süd CTD-Schnitt, der kein Zeichen für einen Wirbel aufwies, beendet hatten, wussten wir nicht, wo die nächste Station sein würde. So stand "Search for the eddy" im Stationskasten während der ersten Hälfte der vergangenen Woche, vom Kapitän eingetragen. Wir wussten, dass wir zu einem Wirbel wollten, aber wir wussten nicht, wo er war. Wir suchten einen im Uhrzeigersinn drehenden Wirbel von etwa 100 km Durchmesser mit Sonar, dem Sinnesorgan der Fledermäuse und Delphine.

Polarsterns Sinnesorgan ist das Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP), das hochfrequente Schallsignale von sich gibt, die von winzigen, in den Wasserschichten unter dem Schiff treibenden Planktonpartikeln reflektiert werden. Das ADCP analysiert diese Echos und berechnet die Strömungsgeschwindigkeit der verschiedenen Schichten, in denen sich diese Partikel befinden. Die akustische Information wird in Pfeilen dargestellt, die in die Richtung der Strömung an der jeweiligen Stelle zeigen. Ihre Länge gibt die Geschwindigkeit an. Für jeden Schnitt werden die Daten für 50 m dicke Schichten zwischen Oberfläche und 300 m Tiefe gemittelt. Der Vergleich zeigt, wie tief die Strömung reicht. Sollten wir einen Wirbel schneiden, würden die ADCP Ausdrücke Bündel von Pfeilen gleicher Länge aber entgegengesetzten Richtungen zeigen, entweder dicht zusammen oder weiter auseinander, je nachdem, ob der Rand gestreift, oder die Mitte getroffen wurde. Im letzteren Fall würden kleinere Pfeile das ruhigere Wasser in der Mitte anzeigen.

Unsere Suche wurde mit Satellitenbildern der Höhenunterschiede der Meeresoberfläche unterstützt, die von Altimetern ermittelt wird. Die Aufnahmen zeigen die Verteilung von Höhenunterschieden von einigen Dezimetern über Flächen von mehreren 10-Kilometern. Wirbel, deren Kern aus kaltem Wasser besteht, sind 20-40 cm tiefer in der Mitte als am Rand, weil kälteres Wasser weniger Volumen einnimmt als das umkreisende wärmere Wasser. Je dichter (kälter) der Wirbelkern relativ zur Umgebung, desto tiefer die Senke in der Mitte. Ein Wirbelkern aus leichterem (wärmerem) Wasser dagegen erhebt sich in der Mitte. Wirbel entstehen wenn Streifen hoher Stromgeschwindigkeiten - in der Regel Fronten zwischen 2 Wassermassen - mäandrieren und Schleifen bilden, die sich von der Strömung abschnüren und verselbständigen. Die so entstandenen Wirbel drehen eine Weile, verlangsamen allmählich und lösen sich im Umgebungswasser auf.

Weshalb wir einen im Uhrzeigersinn drehenden Wirbel für das Experiment

benötigen, bedarf zunächst einer Erklärung der besonderen Verhältnisse im Antarktischen Zirkumpolarstrom (AZS). Dieser ca. 1000 km breite Ring kalten Wassers umkreist den Kontinent und schirmt die daraufliegenden Eismassen vom übrigen Ozean ab. Der AZS wird vom Westwindgürtel in östliche Richtung geschoben und lässt sich anhand der Temperatur in mehrere Gürtel unterteilen, die jeweils durch Fronten - scharfen Temperaturgradienten - voneinander getrennt sind. Die Polarfront ist der markanteste Übergang und unterteilt den AZS in zwei Ringe: die Polarfrontzone (PFZ) im Norden und die Antarktische Zone (AZ) im Süden. Die Fronten im AZS mäandrieren nach Norden oder Süden und können Wirbel auf beiden Seiten abschnüren. Über diesen Weg werden Wassermassen vom einen in den anderen Gürtel transportiert und eingemischt. Das Oberflächenwasser des AZS ist sehr reich an Nährstoffen, weil es ständig Nachschub durch auftreibendes Tiefenwasser, vor allem entlang der südlichen Grenze, bekommt. Während Nitrat- und Phosphatkonzentrationen über den ganzen AZS stets hoch sind, nimmt der Silikatgehalt vom Süden nach Norden stark ab. Zu dieser Jahreszeit sind die Silikatkonzentrationen nördlich der Polarfront sehr niedrig, wegen der verstärkten Aufnahme dieses Nährstoffs durch Kieselalgen. Weil unsere Blüte von eben diesen Kieselalgen gebildet wird, sollten wir tunlichst unser Experiment in silikatreichem Wasser, das südlich der Polarfront entstammt, durchführen. Ein solcher Wirbel, der aus südlichem Wasser besteht, wird sich im Uhrzeigersinn drehen.

Unser erster Nord-Süd-Schnitt mit kurzen CTD-Stationen bis 52°S zeigte keinen Hinweis auf den Wirbel, der in den Altimeterbildern zu sehen war. So beschlossen wir einen zweiten Schnitt Richtung Nordosten zu legen, allerdings nur unter Verwendung des ADCP, um Zeit zu sparen. Der Schnitt zeigte auch kein Ergebnis, d.h. alle Pfeile waren nach Osten gerichtet, so fuhren wir einen dritten Schnitt, um das Gebiet zwischen den zwei Schnitten zu schneiden. Dieses Mal war ein Bündel von langen Pfeilen, die in südwestliche Richtung zeigten, deutlich zu sehen. Unmittelbar daneben befand sich ein gleich großes Pfeilbündel, das in die entgegengesetzte Richtung zeigte. Die Physiker vermuteten, dass die beiden Bündel zusammen die "Nabelschnur" eines sich gerade abschnürenden Wirbels anzeigen. Ein junger Wirbel könnte länger leben, so beschlossen wir, etwas Zeit für die Erkundung zu investieren, um festzustellen, ob alle unsere Bedingungen erfüllt sind.

Wir verbrachten die nächsten Tage mit der Kartierung des Wirbels anhand von Nord-Süd-Schnitten, die mit kurzen CTD-Stationen alle 12 Meilen versehen waren. Das Bild, das sich während dieser Zeit herauschälte, bestätigte die Vorhersage der Physiker. Es handelte sich um einen jungen Wirbel mit einem ellipsoiden kalten Kern von 130 km Länge und 50 km Breite, der unter 300 m Tiefe reichte, rundum abgeschlossen war und im Norden von der schnellen Strömung der Polarfront begrenzt wurde. Die Silikatkonzentrationen im kalten Kern waren sehr hoch. Offensichtlich war diese Wassermasse von weit südlich der Polarfront nach Norden verschleppt worden. Alle Bedingungen waren erfüllt, wir hatten unser Ziel erreicht. Ein Grund zur Sorge ist die ellipsoide Form des Kerns, die sich mit der Zeit abrunden wird. Die Wirkung

auf den gedüngten Fleck ist unsicher. So könnte der Fleck zu einer Spirale lang gezogen werden und ein Teil in der Umgebung verschwinden. Um diese Gefahr zu verringern, bestimmten wir das Zentrum des kalten Kerns mit einem engen ADCP Raster, um die Düngung genau im Zentrum vorzunehmen. Dort setzten wir eine Treibboje aus und am Sonntagnachmittag führten wir die erste volle Station durch. Diese dauerte bis in die frühen Morgenstunden des Montags und erfüllte alle Wünsche sämtlicher Gruppen an Bord. Mit dieser Station haben wir die Anfangsbedingungen des Experiments bestimmt.

Während der Erkundung des Wirbels durch die Physiker beschäftigten sich andere Gruppen mit eigenen Messungen der Oberflächeneigenschaften der durchquerten Wassermassen. Hohe CO₂ und Nährstoffgehalte im kalten Kern des Wirbels zeigten, dass dort bisher nur wenig biologische Aktivität stattgefunden hatte. Eisenkonzentrationen waren sehr niedrig, wie auch die des Phytoplanktons (die einzelligen Planktonalgen). Die Chlorophyllkonzentrationen von nur 0,2 mg Chl/m³ lagen fünffach niedriger als in der Polarfront. Wahrscheinlich hatten die Algen an der Front einen "Eisenschub" bekommen. Die Quelle des Eisens könnte auftreibendes Tiefenwasser entlang der Front, lokal begrenzte Zufuhr vom Staub oder schmelzende Eisberge gewesen sein. Uns waren bisher 5 stattliche Eisberge begegnet. Deren Eismassen enthalten viel Staub und sind somit bekannte Eisenquellen. Eine der Stationen fand zufällig so dicht an einem Eisberg statt, dass ein Antarktisneuling sich erkundigte, ob wir das Schiff angehalten hätten, um die schöne Form, die riesigen emporschlagenden Brecher und die weichen Farbtöne in grau, weiß und blau zu bewundern.

Das Wetter hat sich bisher sehr gut verhalten. Die steife Brise, die vor und während der Düngung blies, sorgte für eine gute Durchmischung des gedüngten Wassers, ohne das Wohlsein oder die Arbeit zu beeinträchtigen. Wir sind nun in die zweite Phase des Experiments eingetreten und freuen uns auf die weiteren Entwicklungen. Testflüge mit dem LIDAR System zur Vermessung der Chlorophyllkonzentrationen im Oberflächenwasser vom Hubschrauber sind erfolgreich verlaufen. Wir sind nun zuversichtlich, dass unser bestellter "Acker" aus der Luft schnell vermessen werden kann, wenn die Algen zu blühen beginnen.

Mit herzlichen Grüßen von einem gespannten Schiff,
Victor Smetacek