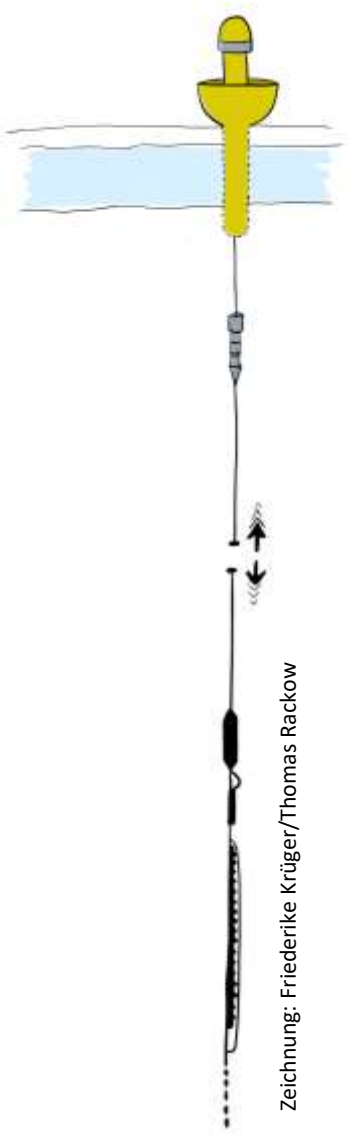
Autonomous Ocean Flux Buoy
(mit Pycnocline Spar)



Zeichnung: Friederike Krüger/Thomas Rackow

Aufbauzeit:
8-10 Stunden auf dem Eis

Weight:
260 Kilogramm

Stellfläche:
1 Meter

Entfernung zu anderen Instrumenten:
30 Meter

Kosten:
EUR € 80,000

Herausforderungen:
Diese Instrumente sind handgefertigt, komplex und schwer zu handhaben, sie überstehen jedoch sehr gut die eisigen Bedingungen

Fotos: Katie Gavenus

Wie werden AOFBs installiert?

Zuerst wird ein 0,5 m breites Loch in das Eis gebohrt. Dann wird ein Stativ mit einer Handkurbelwinde aufgestellt. Dies hält das Gewicht des Instruments. Nun wird ein Kabel am Instrument befestigt und an diesem etliche Sensoren. Das Kabel verbindet die Sensoren mit der Schwimmboje, die auf dem Meereis liegt. Langsam wird das Kabel ins Wasser hinabgelassen. Schließlich wird die Boje über dem Loch in Position gebracht. Kleine Solarmodule und eine Windturbine liefern zusätzliche elektrische Energie für das Instrument.

Welche Parameter werden aufgezeichnet?

Das AOFB misst Wassertemperatur, Salzgehalt und Strömungen, um zu bestimmen, wie sich Wärme und Salz in den 3 Metern unter dem Eis innerhalb der Wassersäule vermischen. Es misst auch Chlorophyll-A (ein Indikator für die Photosynthese) und Trübung (Finsterkeit im Wasser). Ein Höhenmesser prallt vom Boden des Meereises ab, um die Eisschmelze zu messen. Die Ströme werden mit einem ADCP-Profiler bis zu einer Tiefe von etwa 80 Metern gemessen. Die Wissenschaftler*Innen fügen den Pycnocline Spar in etwa 50 Metern Tiefe hinzu, um die Wärmebewegung aus tieferem Warmwasser zu messen. Sie befassen sich mit der kleinräumigen Vermischung von Wasser, die über kleine Entfernungen und kurze Zeiträume stattfindet.

Daten verfügbar unter: oc.nps.edu/~stanton/fluxbuoy.html

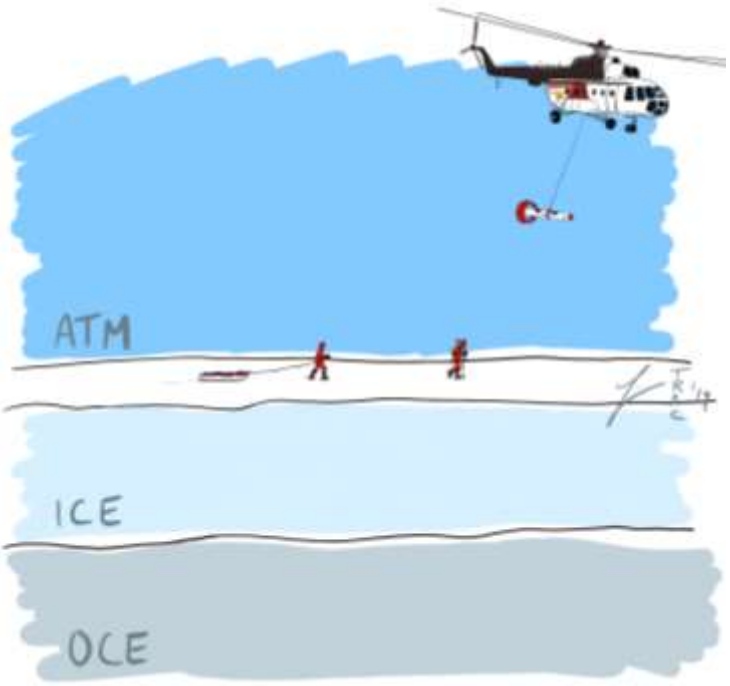
Elektromagnetische Messungen

Installationszeit: Die Geräte müssen gewartet und getestet werden

Gewicht: GEM 20kg, MagnaProbe 15kg, EM-Bird 100kg

Kosten: GEM (20.000 Euro), MagnaProbe (10.000 Euro)

Herausforderungen: Der EM-Bird-Einsatz ist von den Flugbedingungen abhängig



Zeichnung: Friederike Krüger/Thomas Rackow

GEM und Magnaprobe

Das GEM funktioniert wie ein Metalldetektor. Mithilfe eines elektromagnetischen Feldes misst es die Distanz zwischen sich und dem nächsten leitfähigen Medium. Da Wasser eine wesentlich höhere Leitfähigkeit hat als Schnee und Eis, kann das GEM den Abstand zwischen sich und der Eisunterseite messen. Damit lässt sich die Dicke von Eis mit Schneeauflage bestimmen.
Das GEM wird auf einem Schlitten gezogen. Vor dem GEM geht in 5m Abstand eine Person mit der MagnaProbe die Strecke ab. Mithilfe der MagnaProbe wird zum gleichen Zeitpunkt und in der gleichen Spur die Schneedicke gemessen.
Die Kombination aus beidem erlaubt es, detaillierte Karten der Eis- und Schneedicke einer Scholle herzustellen. Der EM-Bird funktioniert wie das GEM, allerdings wird er unter einen Helikopter gehängt und misst so größere Flächen weniger detailliert.

Welche Parameter werden erfasst?

Das GEM misst die Eis- und Schneedicke. Die Magnaprobe misst die Schneedicke. Zieht man die Ergebnisse der Magnaprobe von denen des GEM ab, erhält man die Eisdicke der Scholle. Der EM-Bird misst die Entfernung von sich selbst bis zur Eisunterseite. Mit einem Laseraltimeter bestimmt er sekündlich seine eigene Höhe. Die Differenz der beiden Werte gibt ebenfalls die Schneedicke an.

Photo: Anne Gold

ITBOB
(Ice Tethered Bio-Optical Buoy)

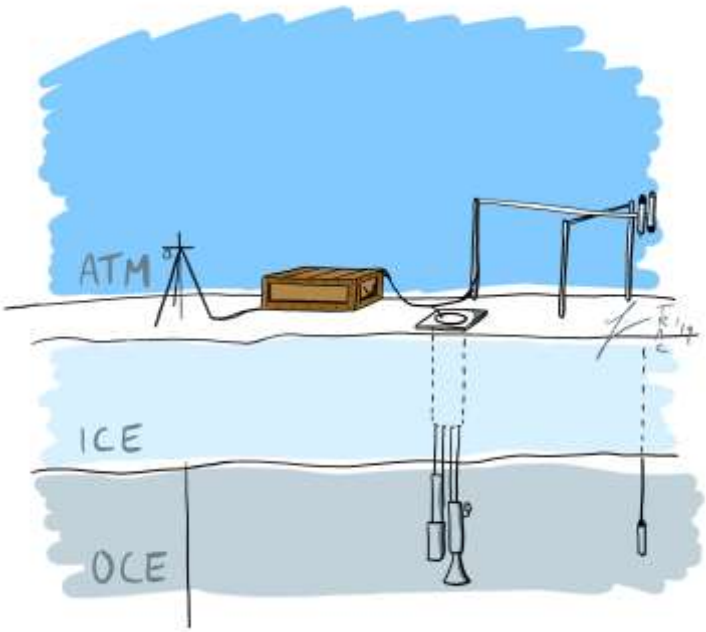
Aufbauzeit:
6-7 Stunden

Gewicht:
100kg

Stellfläche:
5mx5m

Kosten:
40.000 Euro

Herausforderung:
der Boden sollte eben sein und der Schnee unter dem Strahlungssenor unberührt



Zeichnung: Friederike Krüger/Thomas Rackow

Wie werden ITBOBs installiert?

Das multidisziplinäre Gerät besteht aus drei verschiedenen Teilen, von denen zwei zunächst Bohrungen im Eis benötigen. Dann wird Teil für Teil installiert und alles mit der Batterie zusammengeschlossen.

Fotos: Friederike Krüger

Wo sind die Daten verfügbar? *data.meereisportal.de*

ITBOB

Zusatzinformationen

Der ITBOB ist ein multidisziplinäres Messinstrument. Er misst sowohl an der Atmosphäre, in Schnee und Eis als auch unter dem Eis im Wasser. Damit gibt er einen Einblick in alle stattfindenden Prozesse.

Erstens misst der ITBOB das Eiswachstum mit einer Temperaturkette. An ihr sind in Abständen von zwei Zentimetern Sensoren angebracht. Diese erwärmen sich zunächst kurzzeitig selbst bzw. die Umgebung und messen dann, wie schnell diese Wärme wieder verloren geht. Die Wärmekapazität von Luft, Schnee, Eis und Wasser ist sehr unterschiedlich. Luft zum Beispiel hat eine relativ kleine Wärmekapazität und kann die Wärme, die sie erhalten hat, nur für einen kurzen Zeitpunkt speichern. Die Temperaturkette kann so feststellen, wo sich Wasser, Eis, Schnee und Luft befindet und wie sich das im Laufe der Zeit verändert. Über die Strahlungsstation wird die Sonneneinstrahlung über den einen und die Reflexion an der Schneeoberfläche über den anderen Sensor gemessen. Über einen dritten Sensor im Wasser misst er das Licht, das noch durch das Eis hindurchgelangt, das Wasser erreicht und Bioaktivität ermöglicht.

Außerdem werden über ein drei bis fünf Meter langes Rohr bis hinunter ins Wasser die Eigenschaften des Meerwassers gemessen. Dazu gehören Salzgehalt, Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und biologische Aktivität.

Eine Kamera nimmt jeden Tag ein Foto der Umgebung auf.

ITP (Ice Tethered Profiler)

Installationszeit:
3-4 Stunden auf dem Eis

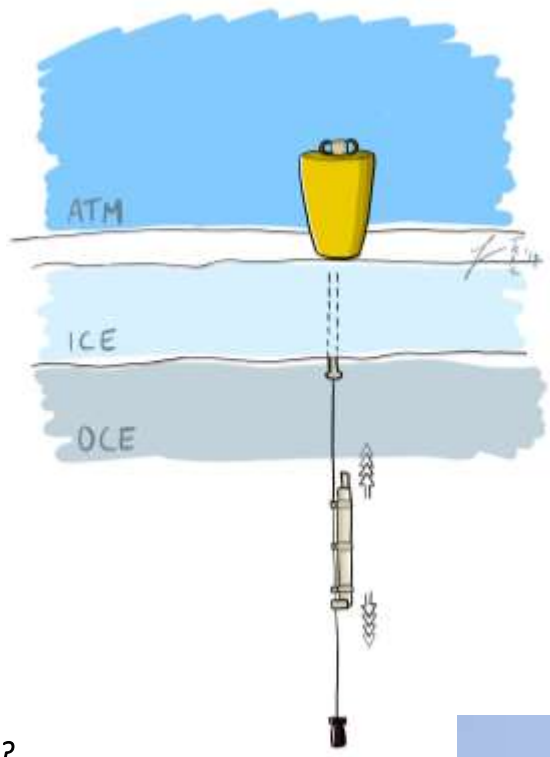
Gewicht:
325kg

Flächenbedarf
90 cm

Entfernung zu anderen Gerätschaften:
In Abstand zu allen anderen Kabeln

Kosten:
180.000 Euro

Herausforderungen:
Das Gewicht beim Transport und dem Aufbau ist eine Herausforderung



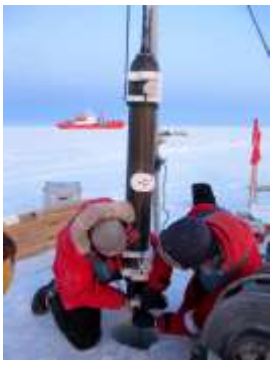
Zeichnung: Friederike Krüger/Thomas Rackow

Wie werden ITPs installiert?
Zunächst muss ein 30-50 cm breites Loch ins Eis gebohrt werden. Dann wird ein Dreifuß (Tripod) aufgebaut und die Winde aufgestellt, um das bis zu 790 m lange Kabel ins Wasser hinabzulassen. Das Kabel verbindet die Sensoren mit der schwimmfähigen Boje auf dem Eis. Verschiedene Instrumente werden beim Herablassen an dem Kabel befestigt. Zuletzt wird die Boje auf dem Eis festgemacht und die Iridium-Verbindung gestartet, damit die Daten per Satellit übertragen werden können.

Welche Parameter werden gemessen?

Jedes EM misst Salzgehalt und Temperatur mit einem Sensor, der sich CTD nennt und entlang des Kabels auf- und abwandert. Das CTD fährt das Kabel auf und ab. Die Messungen erfolgen über die gesamte Kabellänge, bis hinunter zu 790 Metern Meerestiefe. Es gibt ein GPS-Gerät, um den Standort des Systems aufzuzeichnen. Forscher können weitere Instrumente zur Messung von Wasserströmen, biologische Daten wie die verfügbare Lichtmenge hinzufügen, die in der Photosynthese (PAR) oder Fluoreszenz (ein Proxy für Chlorophyll-A und ein Indikator für die Photosynthese) verwendet werden.

Daten sind hier abrufbar: www.whoi.edu/itp



Fotos: Andy Davies & Katie Gavenus

Automated Surface Flux Station (ASFS)

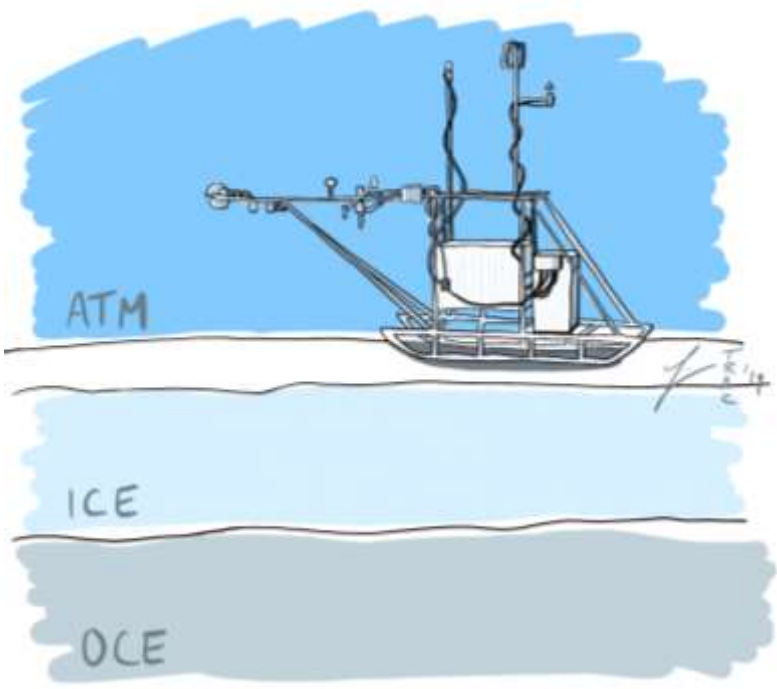
Installationszeit:
3 - 4 Stunden auf dem Eis

Gewicht:
520 kg Instrumente

Fläche:
7 m x 1 m *3.5 m

Abstand zu anderen Instrumenten:
Unberührter Schnee unter den Strahlungsmessern und ~10 m Abstand zu Ozean Bojen

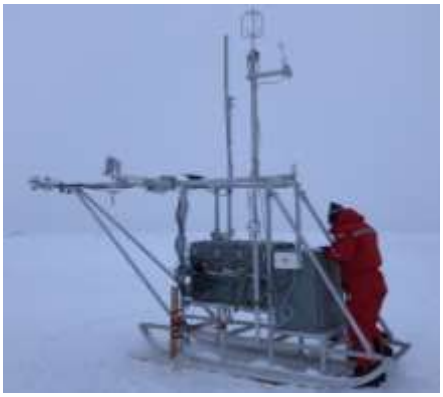
Herausforderungen:
Methanol für die Batterie muss alle 4-6 Wochen gewechselt werden



Zeichnung: Friederike Krüger/Thomas Rackow

Wie wird der ASFS Schlitten installiert?

Der Schlitten trägt verschiedene Messinstrumente und ist durch seine Kufen auf dem Eis transportabel. Damit die Kufen nicht im schmelzenden Schnee einsinken, stehen sie auf einer weißen Decke. Die Daten werden im Bordcomputer gesammelt und per Iridium-Satellit täglich verschickt. Eine Methanol-Batterie gibt Energie für 4-6 Wochen.



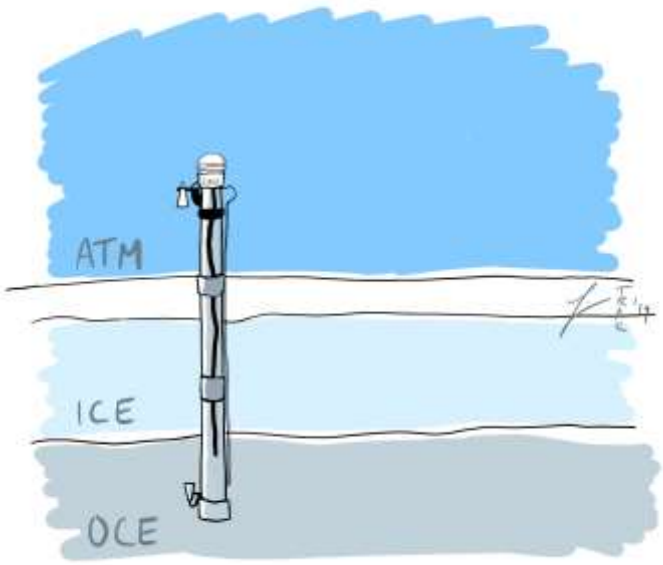
Fotos: Katie Gavenus/Anne Gold

Welche Parameter werden gemessen?

Der ASFS Schlitten misst die Lufttemperatur, Feuchtigkeit, die Temperatur der Schneeoberfläche, die Schneedicke, eingehende und ausgehende terrestrische langwellige Steahlung (terrestrisch) und kurzwellige Sonnenstrahlung, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und FLUXES, CO_2-Gehalt, sowie Wasserdampftransport, Wärmetransport zwischen Eis und Luft durch Bodenplatten und letztlich der Standort.

Saisonale Meereis-Massenbilanzbojen

Aufbauzeit:
1-2 Stunden auf dem Eis
Gewicht:
35 kg plus Holzkisten
Stellfläche:
25 cm Lochdurchmesser imEis, ~1.5 m über der Eisoberfläche
Entfernung zu anderen Gerätschaften:
Keine
Kosten:
Herausforderungen:
1. Muss im Flacheis installiert werden, um die Zerstörung der Boje durch das Übereinander-schieben von Eisschollen zu vermeiden, 2. Installation außerhalb von Schmelztümpeln



Zeichnung: Friederike Krüger/Thomas Rackow
Fotos: Katie Gavenus/Anne Gold

Wie wird die SMMB Boje installiert?

Um die SMMB-Boje einzusetzen, wird ein 25 cm breites Loch in einjähriges flaches Meereis gebohrt, das weniger als 2 m dick ist. Die Boje muss vor dem Einsetzen zusammengesetzt und eingeschaltet werden. Die Boje gefriert innerhalb von 48 Stunden im Eis.

Welche Parameter werden aufgezeichnet?

Die SMMB-Boje verfügt über zwei Entfernungsmesser, die zusammen die Schneehöhe über einen nach unten gerichteten Sensor und die Eisdicke über einen nach oben gerichteten Sensor erfassen. Darüber hinaus erfasst die Boje die Lufttemperatur und den Luftdruck und verfügt über einen vertikalen Temperatursensor an der Seite, der die Luft-, Schnee-, Eis-, Wassertemperaturen und den GPS-Standort bestimmt. Daten werden über eine Iridium-Satellitenverbindung an Land gesendet.

Wo kann man auf die Daten zugreifen? www.dartmouth.edu

Schneeboje

Aufbauzeit:
Eine Stunde

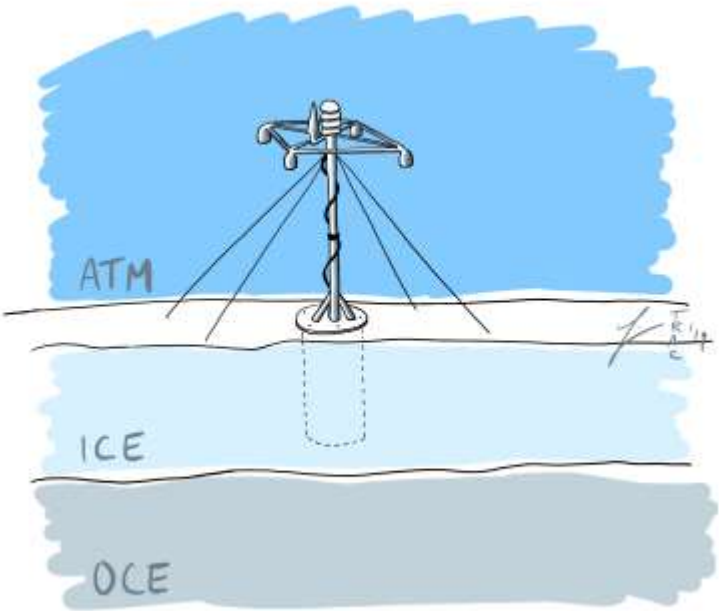
Gewicht:
80 kg

Stellfläche:
3m x 3m

Entfernung zu anderen Gerätschaften:
5m

Kosten:
8000 Euro

Herausforderungen:
Schneeauflage muss unberührt bleiben und Eisbären spielen gerne damit



Zeichnung: Friederike Krüger/Thomas Rackow

Wie werden Schneebojen installiert?

Um die Schneeboje zu installieren, wird ein etwa 80 cm tiefes und 25 cm breites Loch in das Eis gebohrt. Der Zylinder, in dem sich die Batterie befindet, die eine Lebensdauer von bis zu zwei Jahren hat, wird in das Eis eingelassen. Die Höhe der Boje vom Zylinder zu den vier kleinen Sensoren am Ende der Boje beträgt 1,50 m. Die Sensoren schicken ein akustisches Signal zur Schneeoberfläche, die dieses Signal reflektiert. Damit lässt sich der Abstand der Sensoren zur Schneeoberfläche bestimmen. Am Tag der Installation wird bereits die Anfangsdicke der Schneedecke notiert. Später können die Wissenschaftler täglich aktuelle Daten über eine Satellitenverbindung empfangen und das Wachstum der Schneedecke nachvollziehen.

Foto: Jan Rohde

Welche Parameter werden aufgezeichnet?
Die Schneebojen messen die Schneedicke, den Luftdruck, die Lufttemperatur und geben ein GPS-Signal ab.

Wo sind die Daten verfügbar? ***data.meereisportal.de***