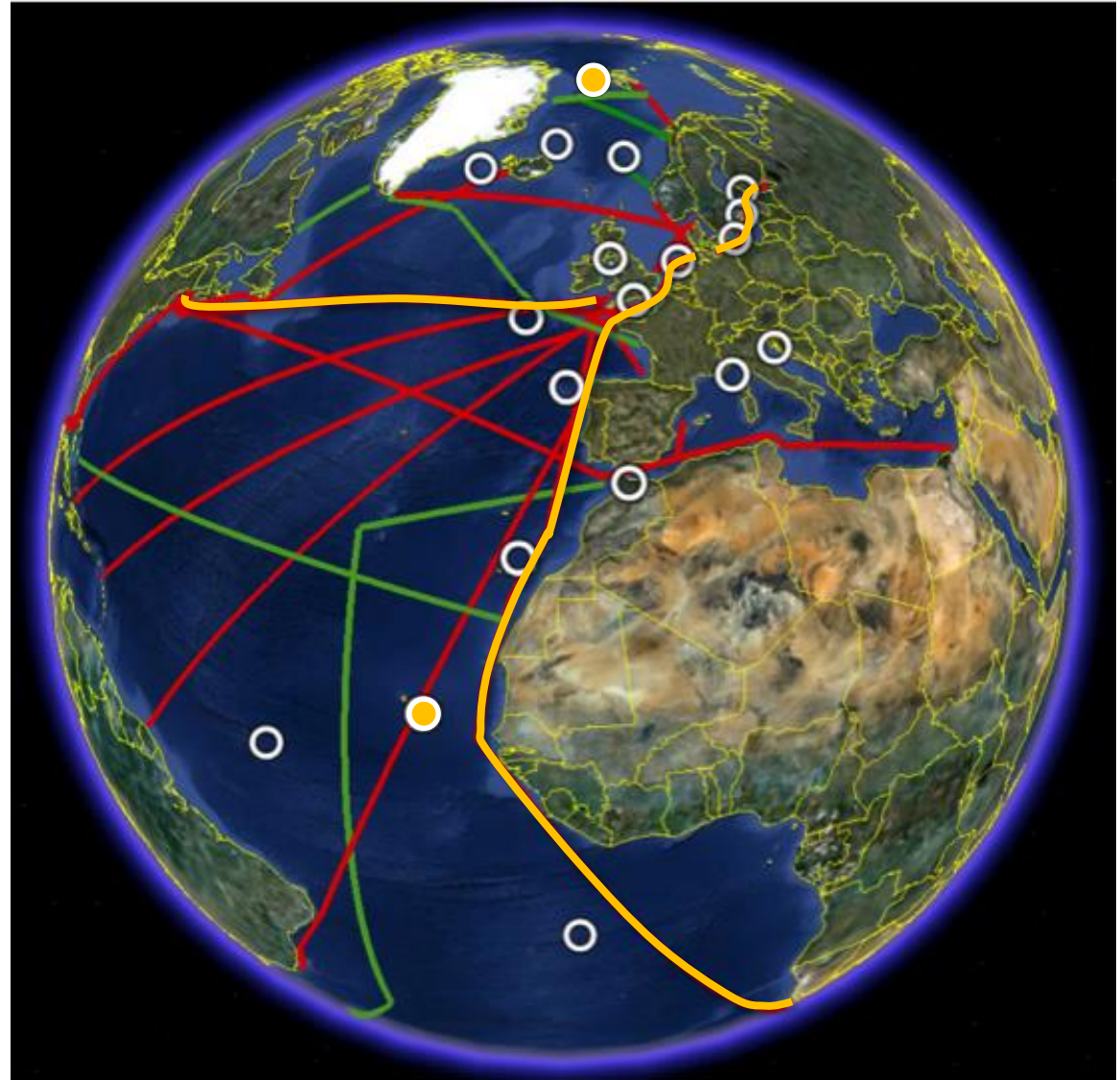


„Voluntary Observing Ships“:

- North Atlantic VOS (GEOMAR)
- Baltic Sea VOS (IOW)
- Polarstern VOS (AWI)

Time-Series:

- Hausgarten, Fram Strait (AWI)
- Cape Verde Ocean Observatory (GEOMAR)



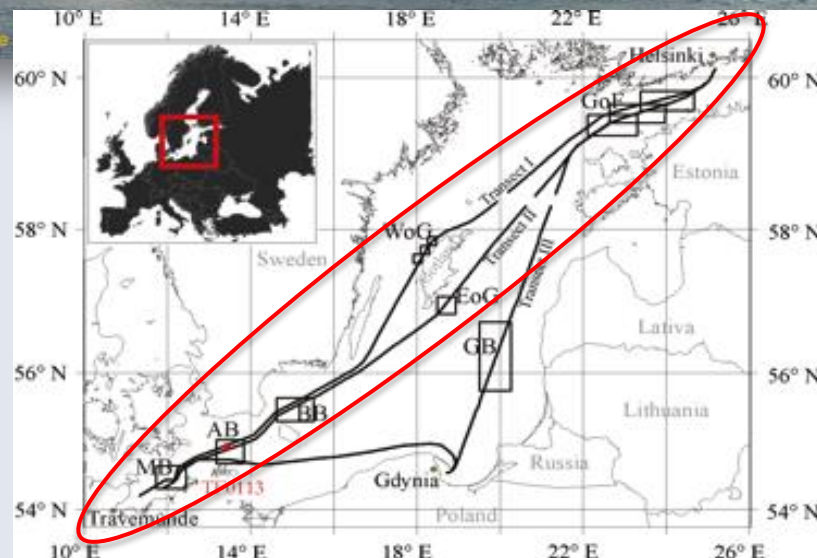
Trace Gas measurements on board VOS Finnmaid

- **Current status of instrumentation**
 - $p\text{CO}_2$, $p\text{O}_2$, and $p\text{CH}_4$
- **Some results of the last year(s)**
 - Statistics
 - Overview
- **Status of ICOS amendments**
 - “heavily under construction”



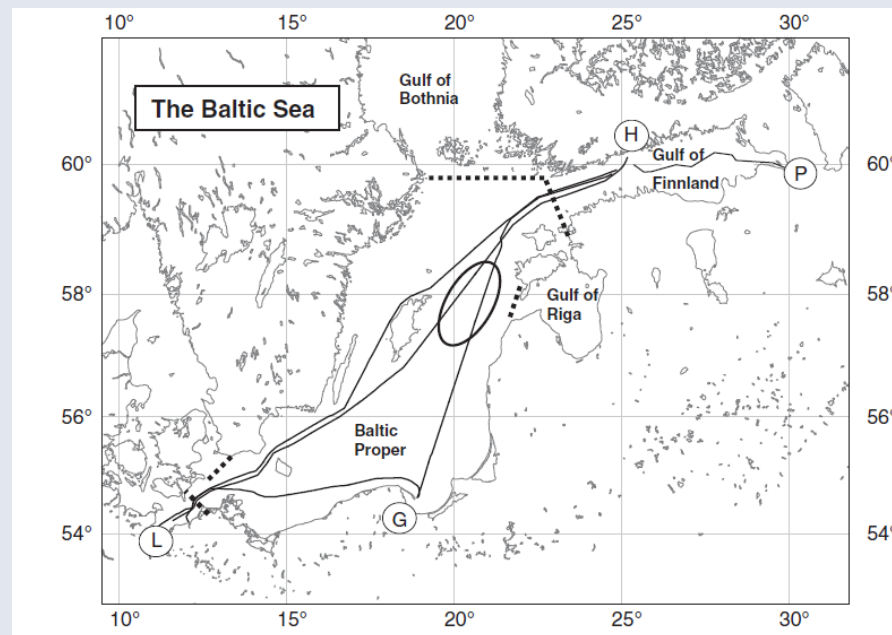
Top: “BALTIC VOS” -
Voluntary observing
ship M/S Finnmaid,
run by Finnlines,

Right: typical cruise
tracks, main tracks
east and west of
Gotland highlighted



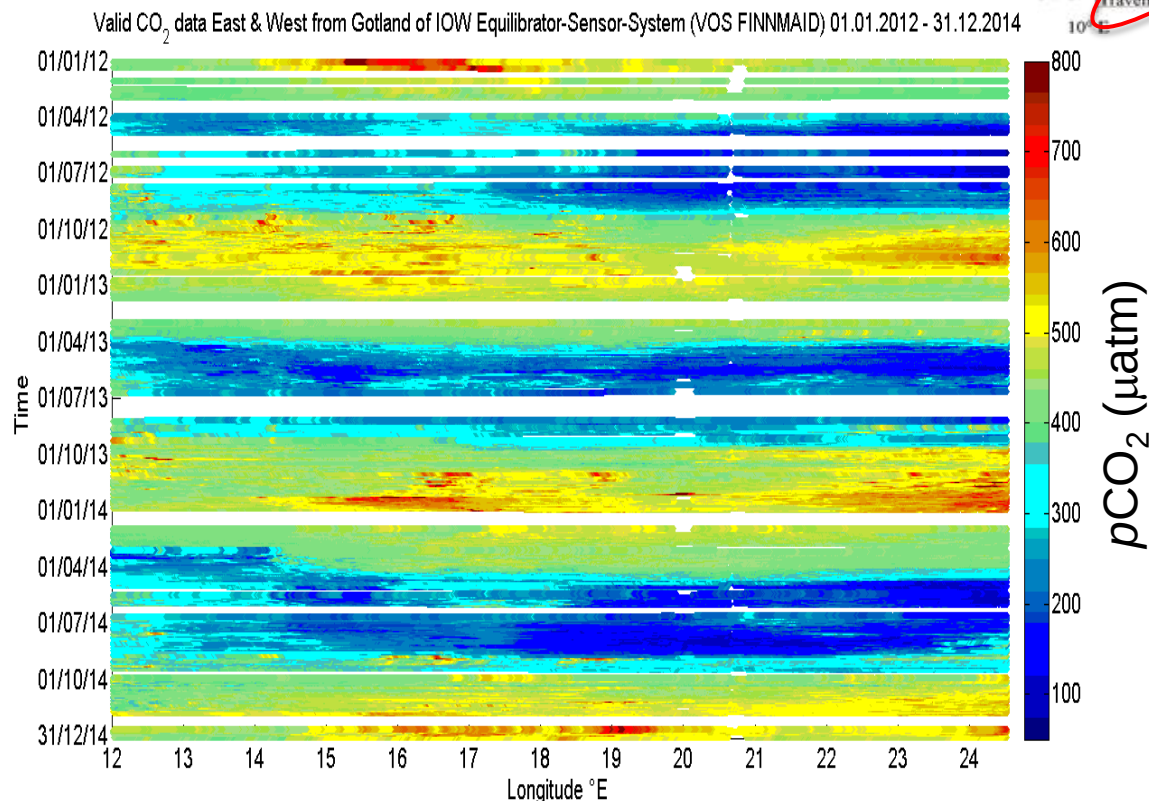
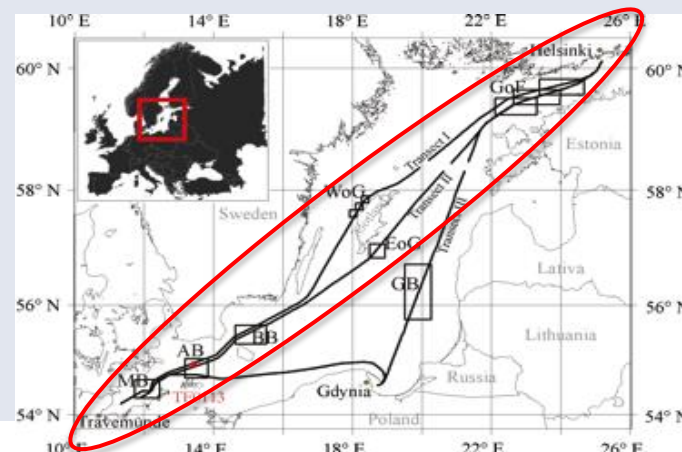
Some performance statistics (2012-2014)

- 563 ship transects
- 497 with data recoverage, 418 met final validation routine (**75%**)
- Most frequent reasons of failure
 - Flow performance
 - Problems with drying of gas stream
 - GPS signal failure
 - Single component failure
 - discrepancy between the two independent $p\text{CO}_2$ systems
- **Route alterations**
 - 50 % East of Gotland (EoG)
 - 28 % WoG
 - 34 transects (6 %) via Gdynia
 - 26 transects (4.5 %) via St. Petersburg



Overview ($p\text{CO}_2$)

- Quantification of productivity and interannual drivers
- Seasonal switch of strong atmospheric source-sink behavior

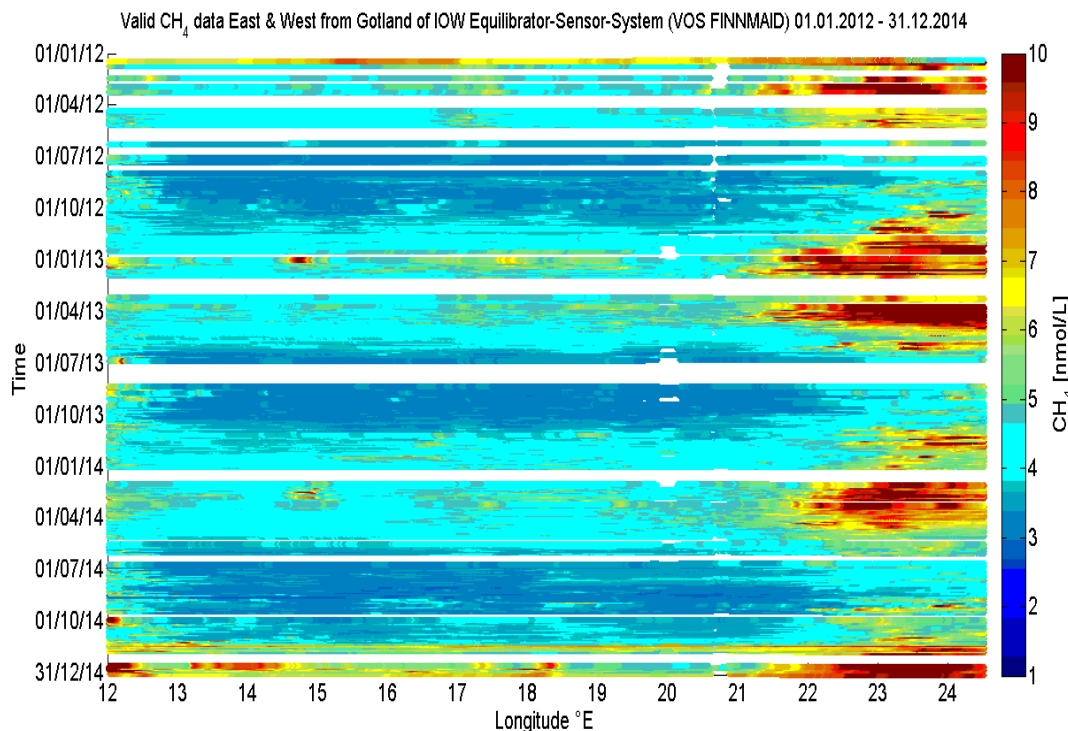


Surface $p\text{CO}_2$ based on all data from Jan. 2012 to Dec. 2014 on cruise tracks passing close to Gotland

(strong seasonal fluctuations between CO_2 supersaturation and undersaturation, especially in the Gulf of Finland (22-26° E).

Overview (CH₄)

- Strong modulation in the Gulf of Finland due to entrainment of enriched waters in winter and partial ice coverage
- Baltic Proper following T-dependent solubility, with some upwelling induced events
- NEW: Apparently large scale oversaturation after 2014/2015 major inflow



Surface CH₄ based on all data from Jan. 2012 to Dec. 2014 on cruise tracks passing close to Gotland

(mechanistic understanding in Gülzow et al., 2013; Schneider et al., 2014)

Sonstiges

- Aufstockung wiss. Angestellter 75 % bis Ende 2015 erfolgt
- Daten nach interner Absprache jetzt auch in Endaufbereitung für SOCAT, bis ICOS Ocean Data Center operabel
- Erweiterung zur Messung von N₂O (ICOS-funded) und $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ (in-house-funding) in Vorbereitung
- Gruppe zur „best practice“ für die nicht-CO₂ Gase (CH₄, N₂O) in Entstehung (eingebettet in SCOR Working Group 143)

Probleme

- Durch Verzögerung verursachtes Problem bei der Vergabe der Softwareentwicklung

Folgeantrag

- hochqualitative Messung CO₂/CH₄ in der Atmosphäre (initiiert)
- *kontinuierliche pH-Messung (beteiligt)*

Referenzen

B. Schneider , W. Gülzow, B. Sadkowiak, and G. Rehder. Detecting sinks and sources of CO₂ and CH₄ by ferrybox-based measurements in the Baltic Sea: Three case studies. J. Mar. Sys., Doi:10.1016/j.jmarsys.2014.03.014, (2014).

W. Gülzow, G. Rehder, J. Schneider von Deimling, T. Seifert, and Z. Tóth. One year of continuous measurements constraining methane emissions from the Baltic Sea to the atmosphere using a ship of opportunity. *Biogeosciences* **10**, 81-99, doi:10.5194/bg-10-81-2013, (2013).

ICOS-D - Arbeiten am Alfred-Wegener-Institut



*pCO₂-Messungen am
AWI Hausgarten:
Verankerung und AUV*

*Eduard Bauerfeind, Normen Lochthofen,
Torben Wulff, Thomas Soltwedel*

*pCO₂-Messungen mit
FS Polarstern als VOS:*

*Mario Hoppema
Steven van Heuven (jetzt NIOZ)*

Messungen von $x\text{CO}_2$ in Oberflächenwasser und in der marinen Atmosphäre

Und hier ist die GO-Anlage!!



OceanPack

- ✓ Underway oceanic $p\text{CO}_2$
- ✓ **Membrane-based**

General Oceanics (GO) $p\text{CO}_2$ -System
auf der Polarstern seit 2007

Auch auf der Polarstern:
Oceanpack-System SubCtech

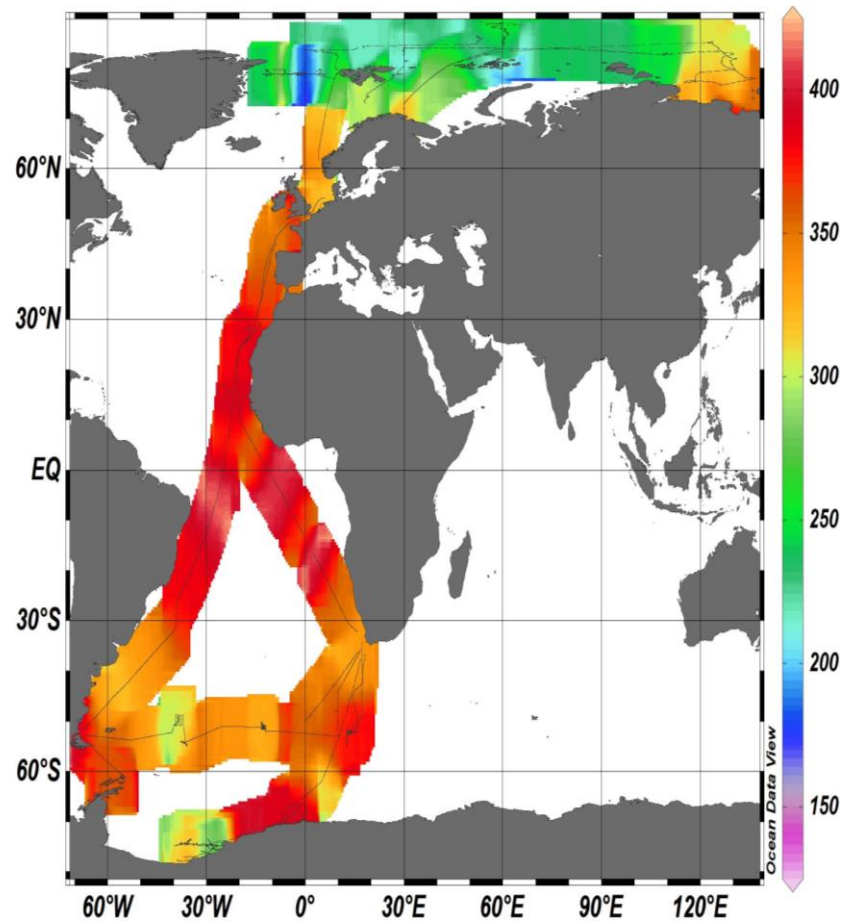
Intake of marine air
Arctic version

Top Box

- ✓ Air- CO_2 (Li-cor LI-7200x)
- ✓ SmartDI® Datalogger

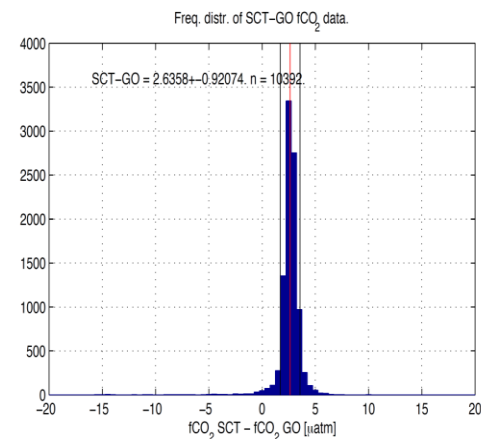
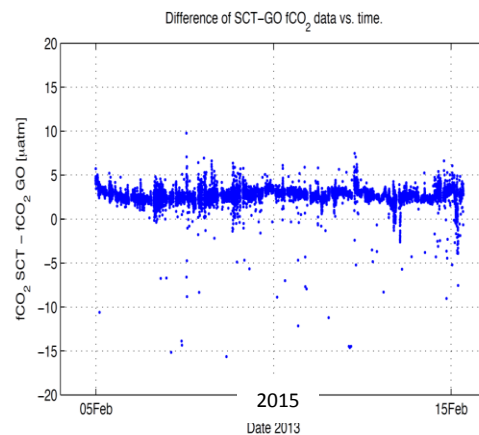
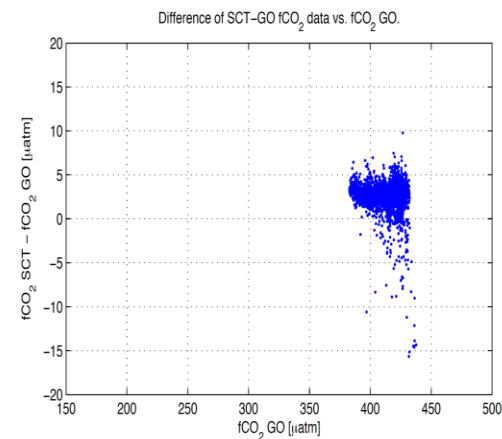
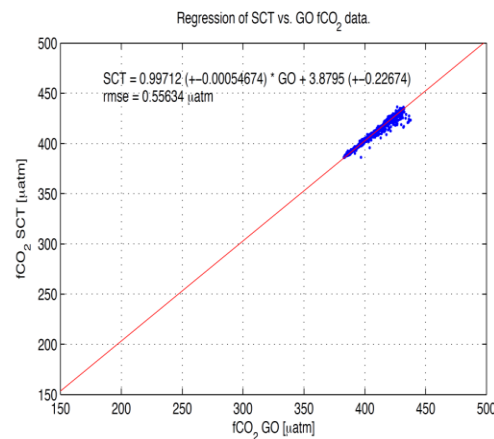
Krähenest





pCO₂-Ergebnisse der Polarsternreisen
der letzten Jahre

Vergleich GO-System vs. Oceanpack-System pCO₂/fCO₂-Messungen



Daten gesammelt in 2014

- (i) im östlichen Atlantik, zwei Mal zwischen Kapstadt und Bremerhaven
- (ii) im Nordpolarmeer während drei Fahrten
- (iii) im Arktischen Ozean während zwei Fahrten
- (iv) in der Antarktis, im atlantischen Sektor, im Weddellmeer (zwei Mal)
- (v) in der Nordsee auf dem Weg von/nach Bremerhaven

Datenqualität vom GO-System ist **sehr gut**.

Daten werden weiter bearbeitet und vorbereitet zur Abgabe an SOCAT.

Daten für ICOS werden sehr ähnlich zu den Daten für SOCAT behandelt werden – Kontakt besteht dazu zwischen OTC und MSA

Mario Hoppema ist zum „MSA Representative“ in ICOS gewählt worden.

Geplant

- Wartung und Neu-Installierung der beiden pCO₂-Anlagen im Schiffslabor
- Datenaufarbeitung und Interpretation
- Weiterentwicklung des Oceanpack-Systems

Subsea Winched Profiling System – SWIPS

Profilierende Messungen von verschiedenen physikalischen und biogeochemischen Parametern im oberen Teil der Wassersäule (ungefähr von 200 m bis zur Oberfläche)

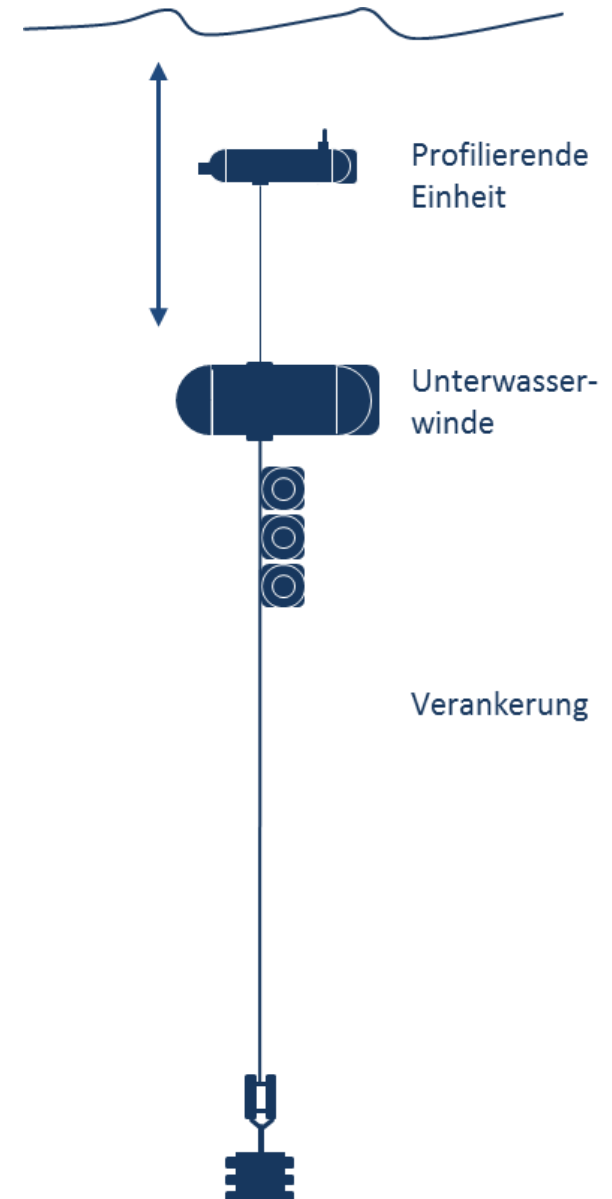
Profiler ausgestattet mit:

- CTD Sensor Sea-Bird SBE 52-MP
- O₂ Sensor Sea-Bird SBE 63
- CO₂ Sensor CONTROS HydroC
- Fluorometer Wet-Labs ECO Triplet-w
- Altimeter Valeport VA500
- IRIDIUM-Modem

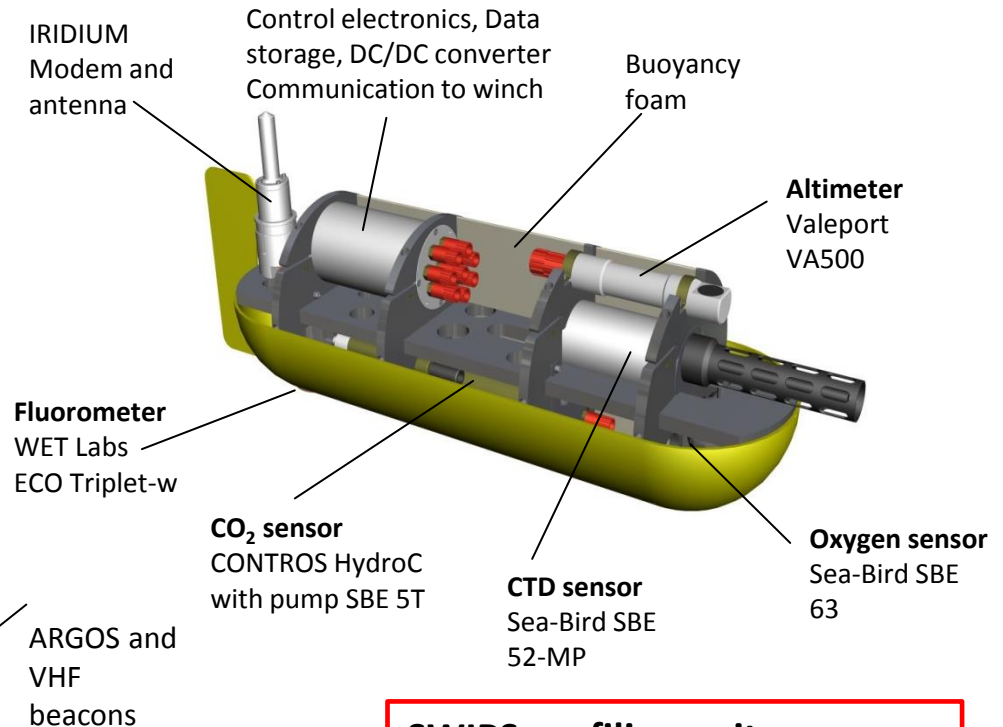
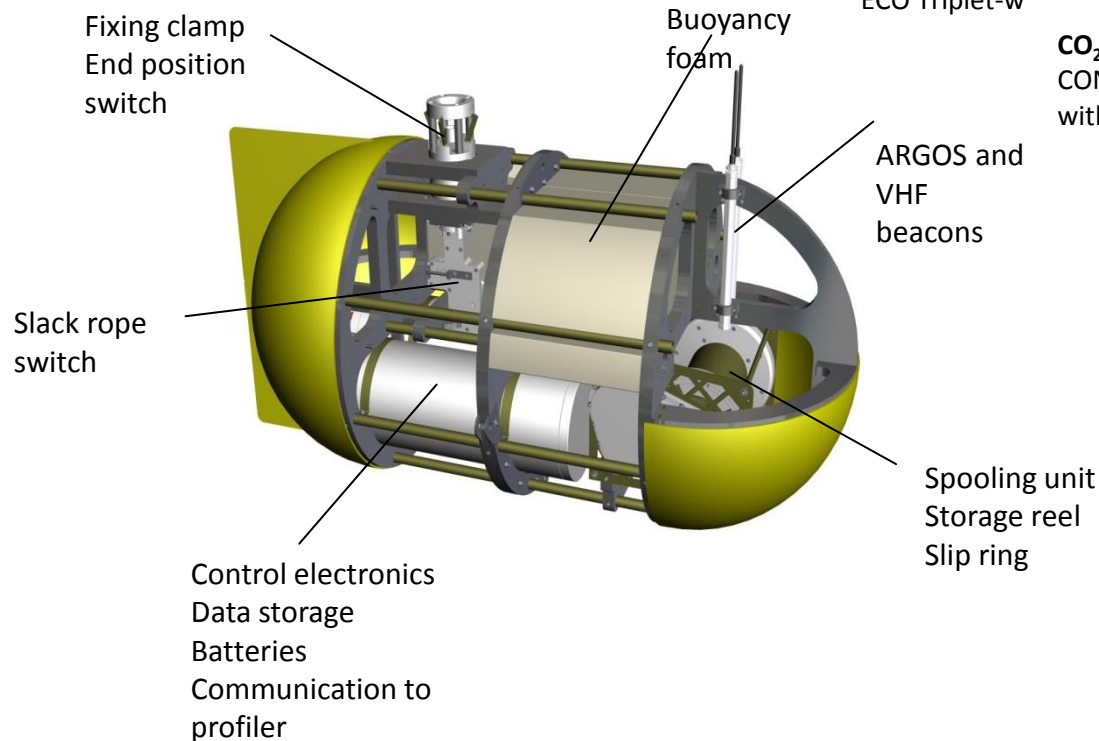
Angaben:

- Profiling speed: configurable (currently 10 m/min)
- Profiling interval: configurable (currently 1 profile/day)
- Sample frequency: one dataset per second (1 Hz)
- Data storage in profiling unit and winch unit

Das System ist ein Prototyp, der laufend weiterentwickelt wird.



SWIPS underwater winch unit components

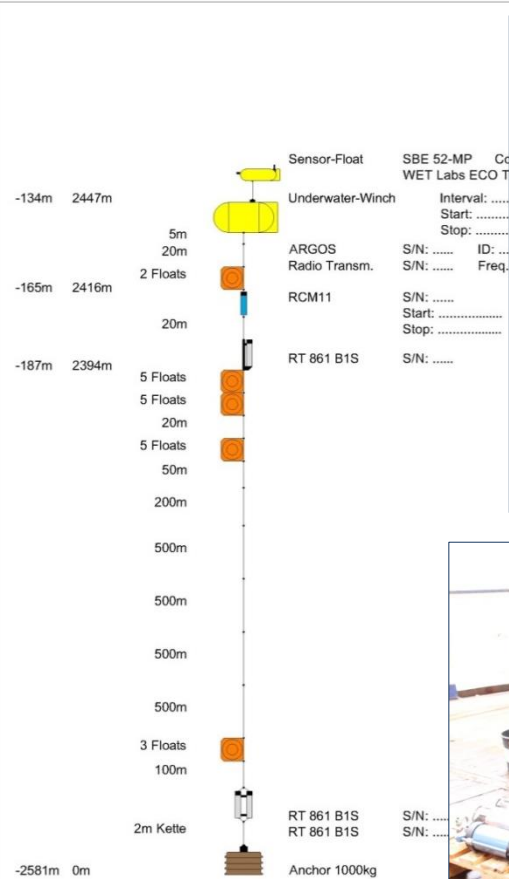


SWIPS profiling unit sensors and components

SWIPS underwater winch

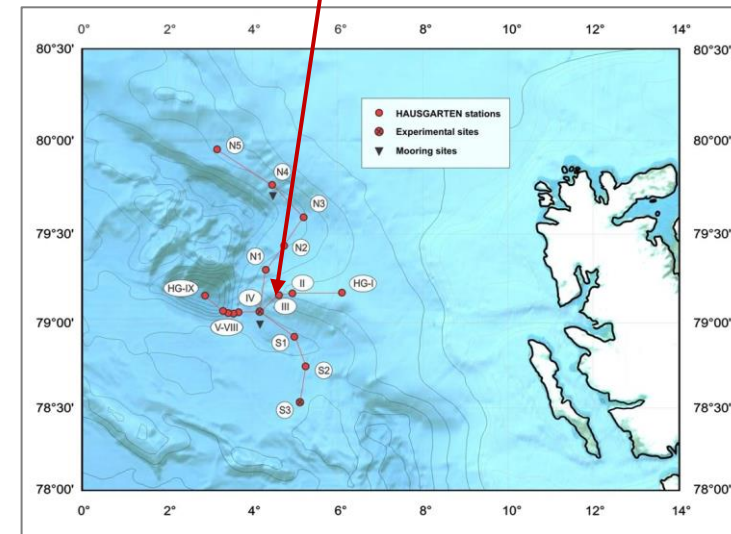
Mooring ID: SWIPS-2015 Position:
Project: PS93.2 Deployed:
Waterdepth: Released:
corr.: Hydrosweep:
Station No.:

SWIPS in action!



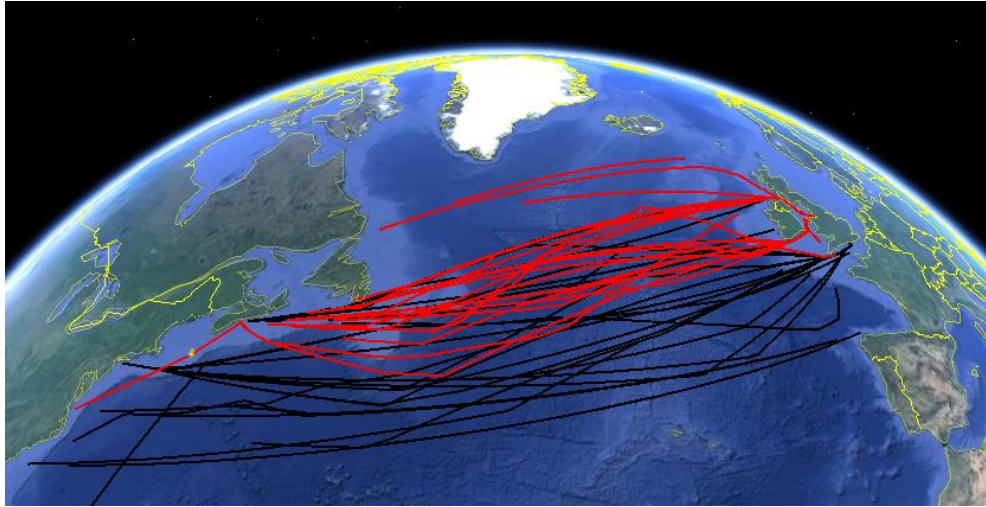
Geplanter SWIPS Einsatz 2015

- HAUSGARTEN Central (HG-IV)
- Während Expedition PS93.2

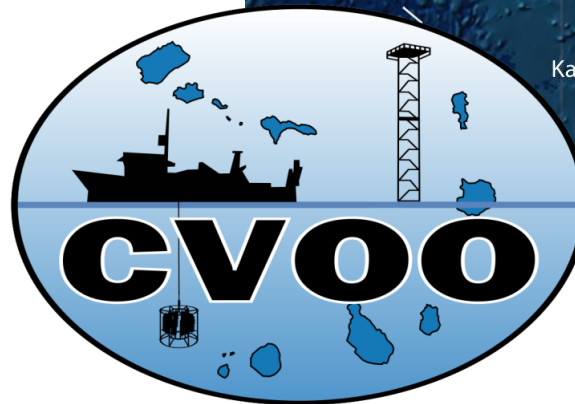
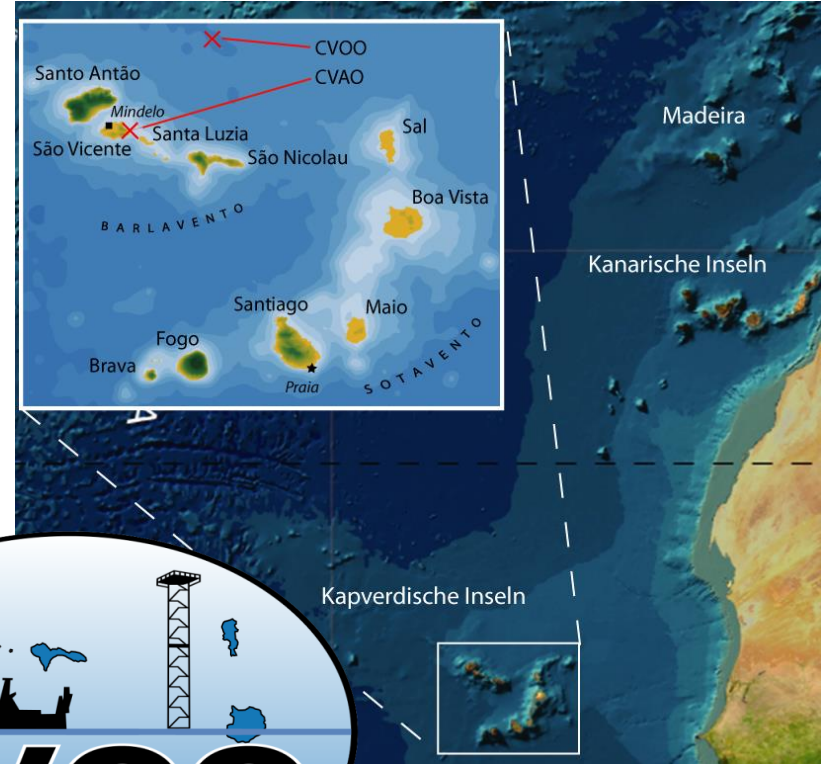


- Ein Profil pro Tag
- CO₂-Messung nur jedes 4. Intervall
- Wassertiefe ungefähr 2580 m
- Profilierungslänge ungefähr 120 m nominal
- Dauer: kurzfristig -> 3 Monate oder langfristig -> 1 Jahr

North Atlantic VOS line (NA-VOS)



Cape Verde Ocean Observatory (CVOO)



*Arne Körtzinger, Tobias Steinhoff,
Björn Fiedler, Meike Becker, Sebastian Fessler*

- Seit 05/2012: CO₂-Messung mit CRDS-System (Picarro G2131-i) parallel zum klassischen NDIR-Verfahren (LI-7000) auf ACL-Schiff MS *Atlantic Companion*
- Seit 05/2012: $\delta^{13}\text{C}$ -CO₂-Messung* mit CRDS-System (Picarro G2131-i)
- Seit 2012: **32** Transatlantikfahrten mit autonomen Messungen, davon **20** Überfahrten mit diskreter Probennahme
- Juni/Juli 2014: Beantragte Geräte beschafft: GO pCO₂-System und automatische Wetterstation
- März 2015: Gespräche mit der Dalhousie University/Halifax (Prof. Dr. Douglas Wallace) zu gemeinsamem Betrieb der VOS-Linie ab 2016
- Juni 2015: Installation neu beschaffter Geräte auf ACL-Schwesterschiff MS *Atlantic Cartier*
- Voraussichtlich Anfang 2016: Wechsel auf ACL-Neubau MS *Atlantic Star*

*Becker, M., N. Andersen, B. Fiedler, P. Fietzek, **A. Körtzinger**, T. Steinhoff, and G. Friedrichs (2012). Using Cavity Ringdown Spectroscopy for continuous monitoring of $\delta^{13}\text{C}(\text{CO}_2)$ and $f\text{CO}_2$ in the surface ocean. *Limnol. Oceanogr.: Methods*, **10**, 752-766.

2006



06/2015

05/2015



2016

2016

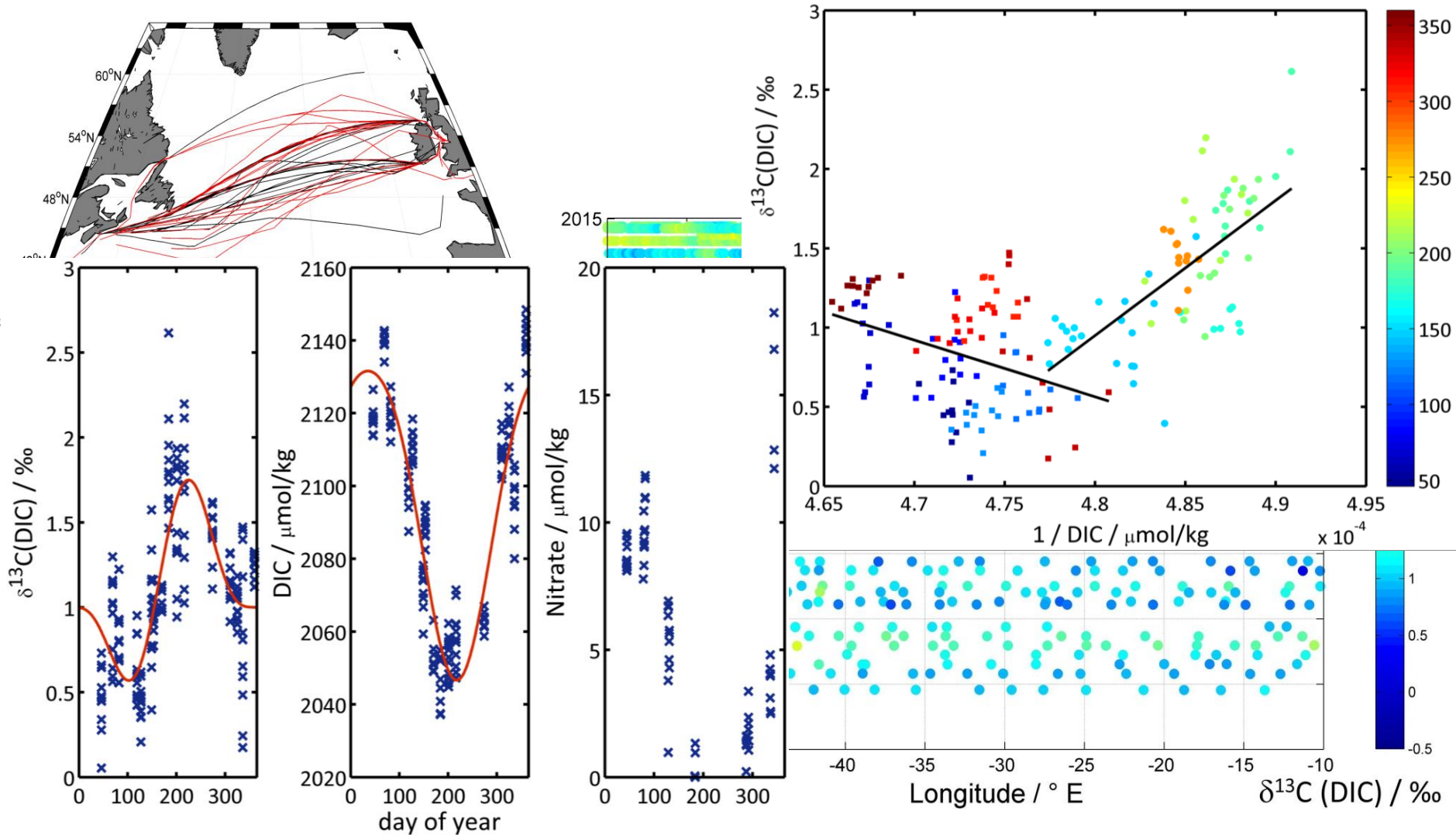


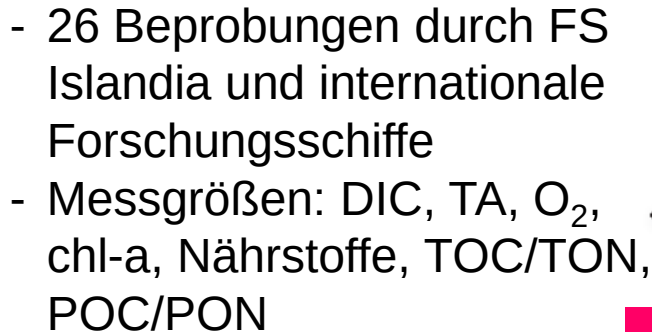
Atlantic Star



ICOS System

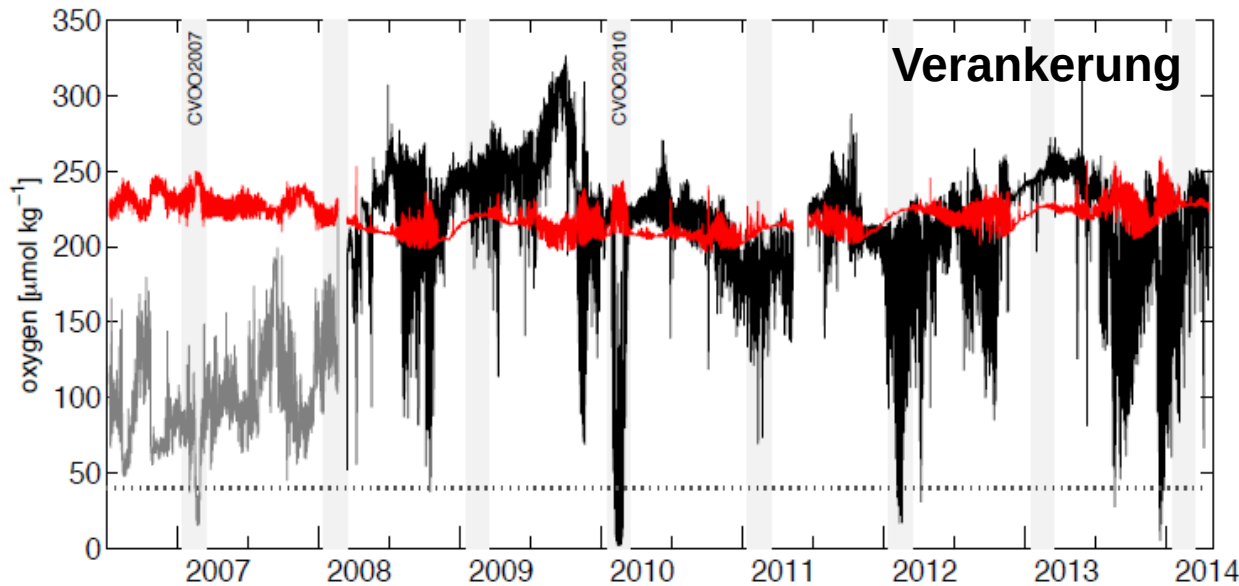
NA-VOS: $\delta^{13}\text{C}$ -DIC Variabilität





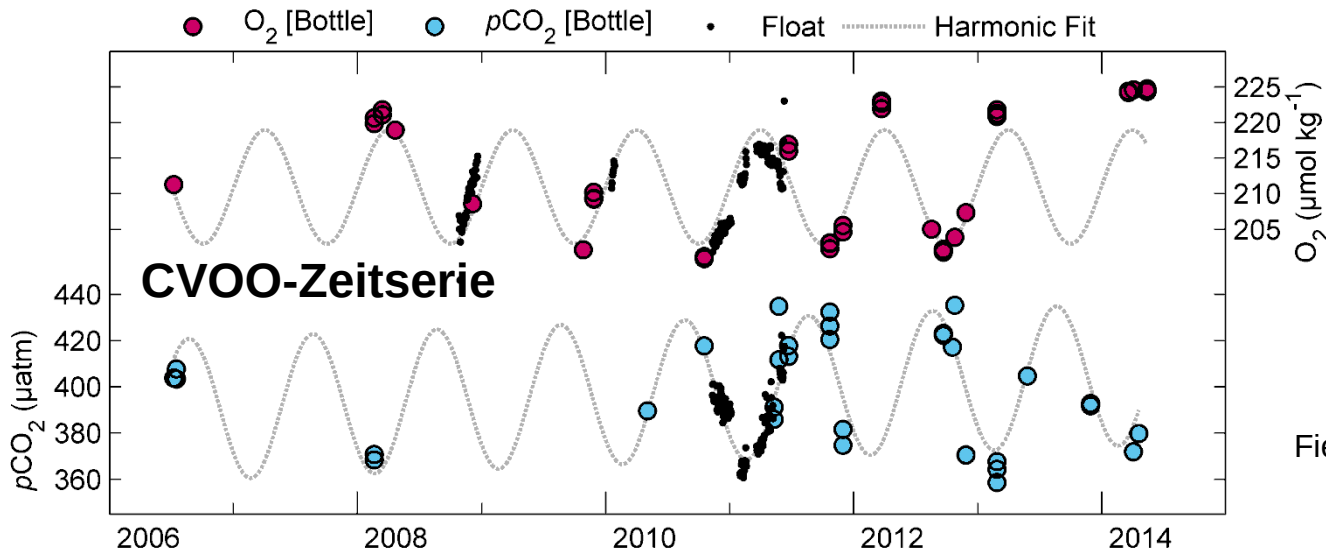
Zuverlässigkeit/Einsatzfähigkeit des FS
Islandia ist problematisch und erschwert
regelmäßige Zeitserienbeprobung

- Verankerungsauslegungen in 2012, 2013 und 2014
- Verankerte Sensoren: SAMI v2-CO₂, AADI O₂ Optoden)
- Nächste Verankerungsauslegung Sept. 2015 mit Winden-Profiler-System



- O₂-Zeitreihe in ~50 m Tiefe
- Entdeckung episodischen Auftreten von extremer Suboxie („Dead Zone Eddies“) zuzuschreiben

Karstensen et al., BG, 2015



- pCO₂-Zeitreihe
- klarer saisonaler Zyklus, angetrieben durch Temperatur, Durchmischung und biologische Prozesse

Fiedler et al., in Vorb.

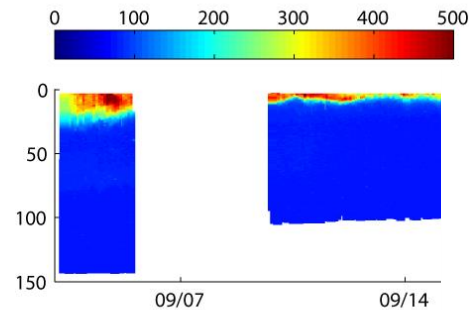
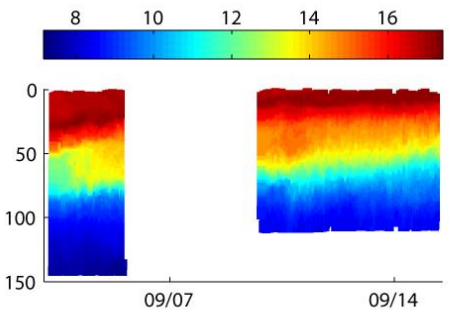
Unterwasserwinde



Wave Glider

Temp. (°C)

Chl-a (digits)



O₂ Sat. (%)

pCO₂ (µatm)

