

AM PULS DES OZEANS



38

- Diese Oberflächenboje vor Del Mar, Kalifornien ist nicht nur für Ozeanforscher interessant: während sie den Wissenschaftlern aktuelle Meeresdaten liefert, schätzen die Robben den Ozean-Rundumblick. Foto: SIO Ocean Time Series Group

PROF. DR. UWE SEND

Position: Professor an der Scripps Institution of Oceanography an der University of California San Diego, La Jolla, USA

Spezialgebiet: Fragestellungen der Ozeanographie und Klimaforschung mithilfe von Zeitreihen-Beobachtungen anhand verankerter Sensoren

Foto: Privat



08

Der Zustand und Wandel des Ozeans lässt sich am besten durch eine Vielzahl von Messungen bestimmen. Doch wie und wo werden solche Zustandsaufzeichnungen am besten und effektivsten vorgenommen? Welche technischen Entwicklungen helfen den Ozeanographen dabei? Wichtige Beiträge zu unserer Kenntnis über die kurz-, mittel- und langfristigen Schwankungen der ozeanischen Signale sind auch durch Prof. Dr. Uwe Send geliefert worden.

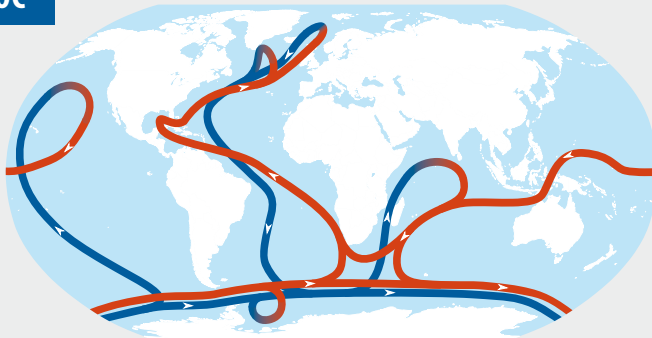
Viele der Herausforderungen in der physikalischen Ozeanographie stehen im Zusammenhang mit Stärke und Ausmaß von Strömungen, dem Volumen der Zirkulation in Meeresregionen und der Intensität des Austausches zwischen verschiedenen Ozeanbecken. Dabei sind zwar einerseits die mittleren Felder von grossem Interesse, aber andererseits auch die Variabili-

tät solcher Strömungssysteme, sowohl auf kurzen als auch langen Zeitskalen, mit Perioden von Tagen, Monaten und Jahren. Bei der Bestimmung dieser Variabilitäten sind hochauflösende Zeitserienmessungen unabdingbar. Noch während seiner Doktorarbeit am Scripps Institut in Kalifornien, beschäftigte sich Uwe Send mit verankerten Strommessungen vor dem

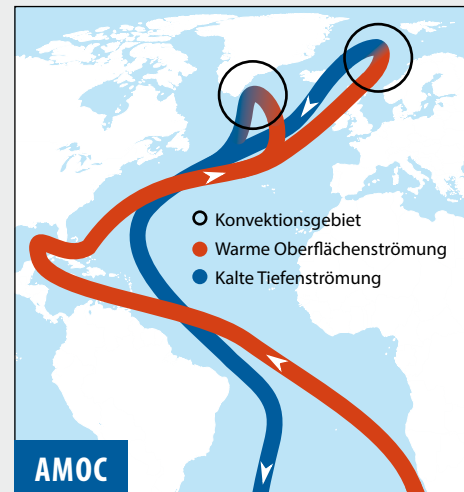
kalifornischen Schelf. Während seiner Zeit am damaligen IfM in Kiel initiierte er, zusammen mit Prof. Dr. Friedrich Schott, Beobachtungszeitserien der winterlichen Konvektion im Mittelmeer und im subpolaren Nordatlantik. Diese Konvektion, das Absinken frisch gebildeter kalter Wassermassen auf Tiefen von 1500 bis 2000 Meter, ist ein wesentlicher Bestandteil der der Atlantischen Meridionalen Umwälz-zirkulation, die wiederum ein wichtiges Element für die Umverteilung der Wassermassen im Weltozean darstellt. Das Ausbleiben tiefreichender Konvektion, wie es in den letzten 10-15 Jahren zu beobachten war, führt zu einer Erwärmung des Tiefenwassers, mit weitreichenden Konsequenzen für das weltweite Klima.

39

MOC



- Die weltweiten ozeanischen Strömungen von warmen Oberflächenwasser und kaltem Tiefenwasser bilden das globale Förderband der thermohalinen Zirkulation (engl.: Meridional Overturning Circulation, kurz MOC). Ein Teil davon ist die Atlantische Meridionale Umwälzströmung (AMOC), in der sich auch der Golfstrom befindet. Quelle: Robert Simmon, NASA, CC BY-SA 3.0



Uwe Send hat zunächst Mathematik und Physik an der Universität Bochum studiert. Nach einem Master in Astronomie (University of Sussex) folgte ein weiterer Masterabschluss in Ozeanographie an der Universität Southampton, Großbritannien. 1988 promovierte er an der Scripps Institution of Oceanography, USA.

Danach kehrte Uwe Send für 15 Jahre nach Deutschland zurück, um – wie er sagt – die ozeanographische Landschaft in Deutschland neu zu erleben und zu erforschen. Bis 2003 arbeitete er am Kieler Institut für Meereskunde (IfM), einem der Vorgängerinstitute des heutigen GEOMAR, wo er von 1998 bis 2003 auch die Abteilung Meeresphysik leitete. Während dieser Zeit hat sich sein anfängliches Interesse an

Zeitserienmessungen vertieft. Mittlerweile sind wertvolle, zeitlich hochaufgelöste Datensätze vor dem kalifornischen Schelf, der Straße von Gibraltar, der Dänemarkstraße sowie im subpolaren und im subtropischen Nordatlantik gewonnen worden. Er hat dabei auch einen großen Beitrag zur Bewältigung der immensen technischen Anforderungen geliefert, die Langzeitmessungen in solch unterschiedlichen ozeanischen Gebieten erfordern. 2003 ging Uwe Send wieder zurück nach Kalifornien. Er ist dort Professor an der Scripps Institution of Oceanography und leitet die Forschungsgruppe Ocean Time Series. Im Jahr 2004 wurde er mit dem Edward A. Frieman Chair in Global Observation Research ausgezeichnet. ■

VITA



PIES

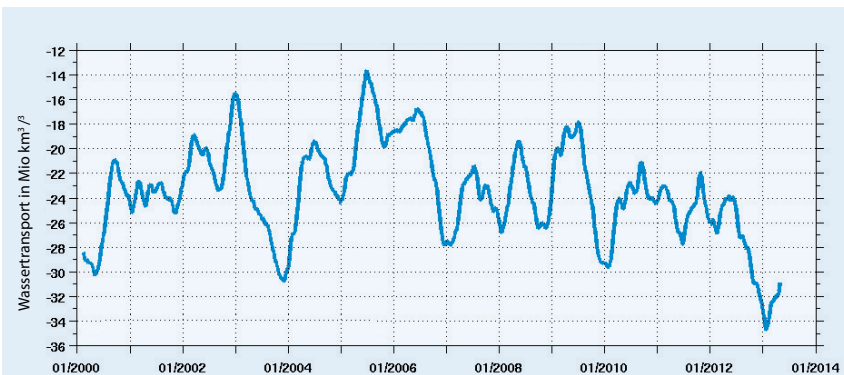
- Eine PIES-Anordnung (pressure sensor - inverted echo sounder) vor dem Absenken auf den Meeresboden. Auf einem Gestell befinden sich ein invertiertes Echolot (weiß), ein Float (gelb) und ein akustisches Modem (schwarz).
Foto: SIO Ocean Timeseries Group

40

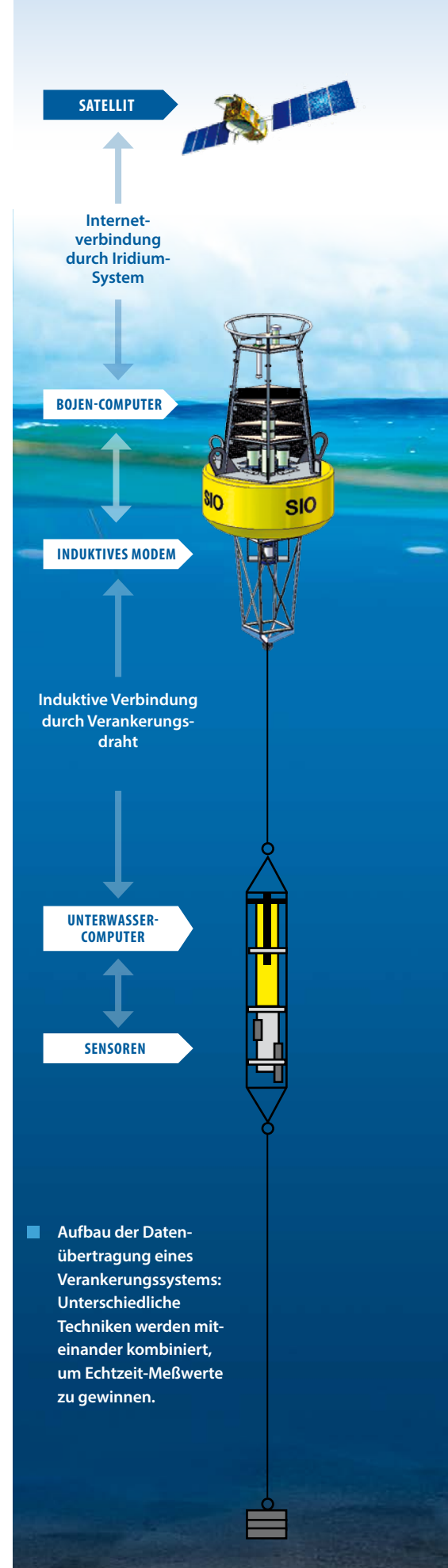
Die dort erprobten Beobachtungstechniken wurden dann ab dem Jahr 2000, im subtropischen Atlantik bei 16°N als MOVE (Meridional Overturning Variability Experiment) weitergeführt, zuerst von Kiel aus, dann in den USA. Somit gibt es heute eine Beobachtungsreihe von 14 Jahren Länge der südwardigen Rezirkulation des globalen Förderbandes. Andere Seegebiete, Problemstellungen und Instrumentierungen folgten, und Uwe Send konnte sein ozeanographisches Repertoire ausbauen. So werden invertierte Echolote, sogenannte PIES als Bodendrucksensoren genutzt, um aus der darüberliegen-

den Wassersäule und den horizontalen Gradienten Rückschlüsse über den integrierten Massenfluss quer über ein gesamtes Ozeanbecken oder auch nur eine für Meeresströmungen wichtige Wasserstraße zu ziehen.

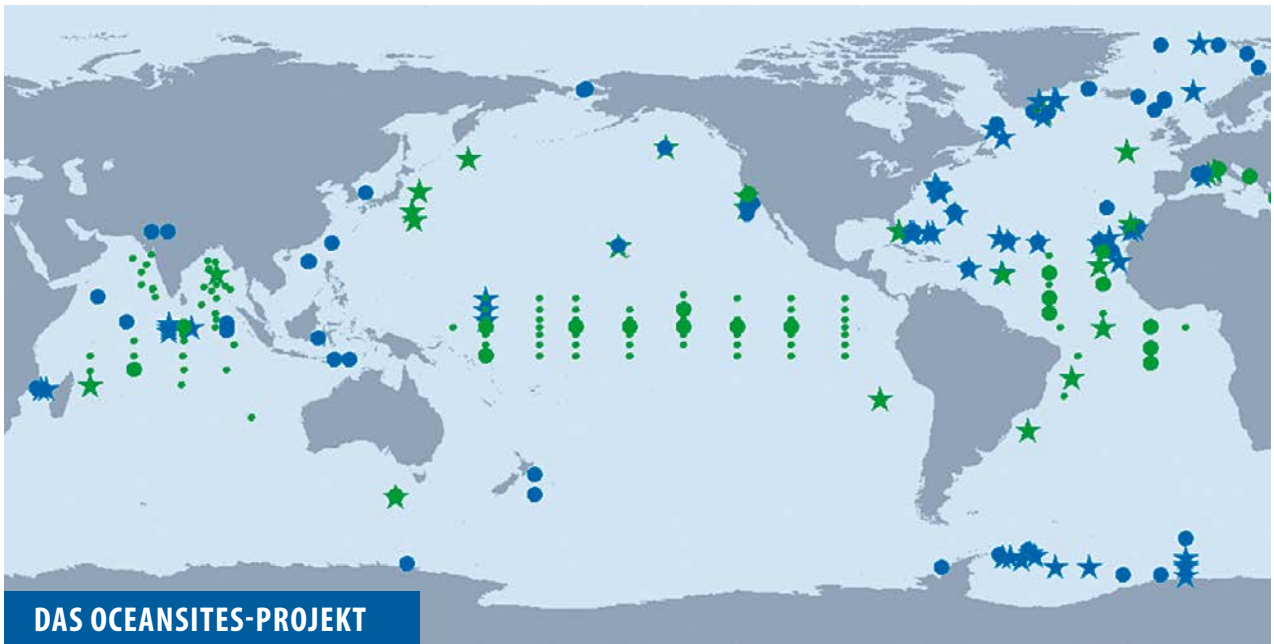
Bereits während seiner Zeit in Kiel war Uwe Send maßgeblich an Zeitserien multidisziplinärer Messungen beteiligt. Sauerstoff-, Kohlendioxid-, Plankton- oder Chlorophyll-Konzentrationen sowie Nährstoffe gehörten zu den ersten Parametern, die zusätzlich zu den eher „klassischen“ Temperaturen und Salzgehalten



- Menge des Wassertransports entlang der MOVE-Station im subtropischen Atlantik seit dem Jahr 2000. Quelle: Send et al. (2011)

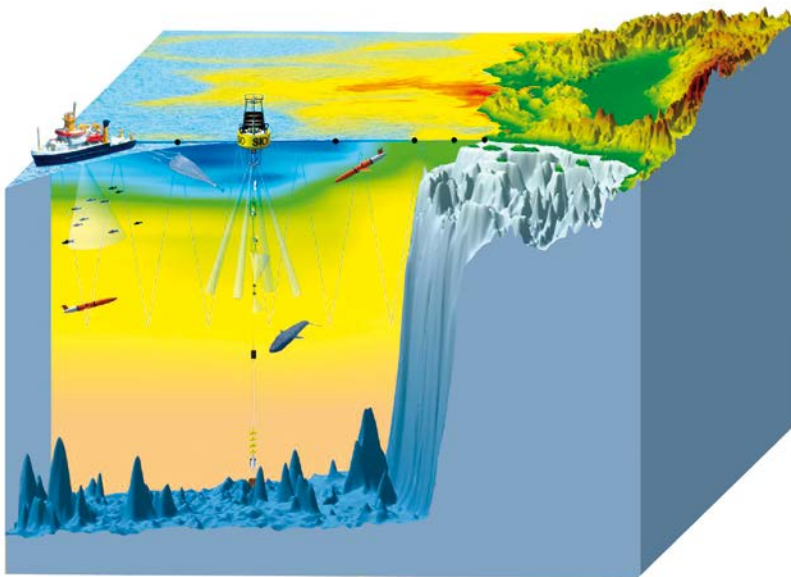


- Aufbau der Datenübertragung eines Verankerungssystems: Unterschiedliche Techniken werden miteinander kombiniert, um Echtzeit-Meßwerte zu gewinnen.



DAS OCEANSITES-PROJEKT

- Der Stand des OceanSITES-Netzwerks von 2013. Die einzelnen Stationen werden von verschiedenen Forschungsinstituten aus verschiedenen Ländern betreut. Grüne Standorte stehen für eine tagesaktuelle Verfügbarkeit der jeweiligen Messdaten und Blau zeigt Verankerungen an, deren aufgenommene Werte nach der Bergung ausgewertet werden können. Grafik: OceanSITES Project



- Messanordnung vor Point Conception in Südkalifornien. Dieses multidisziplinäre Beobachtungssystem verbindet Messungen von Verankerungen mit den Daten von Schiffen und Gleitern. Die Farben der Meerestiefe zeigen die Salzkonzentration an (Blau zeigt den Californiastrom mit niedrigem Salzgehalt), die Färbung der Meeresoberfläche stellt den Anteil von Chlorophyll dar (Rot steht für eine Algenblüte, angetrieben durch das Auftriebsgebiet an der Küste). Grafik: Christian Begler

gemessen wurden. Heute sind diese Messungen Teil des Standardprogramms, beispielsweise im Kieler SFB 754 Klima-Biogeochemische Wechselwirkungen im tropischen Ozean. Die Weiterentwicklung dieser Messungen von Scripps aus führte zu einem Paradebeispiel der multidisziplinären

Forschung: Großdimensionierte Oberflächenbojen, die eine Vielzahl physikalischer, chemischer und biologischer Sensoren beherbergen, die Daten in Echtzeit an Satelliten übertragen und zusätzlich durch Experimente mit ozeanographischen Gleitern in unmittelbarer Nähe ergänzt werden.

Innovative Technologie war notwendig, um diese neuartigen Sensoren, Kommunikationsmittel, Elektronik und Rechnerfähigkeiten in den verankerten Geräten unterzubringen. Auch hier hat Uwe Send wesentlich zum aktuellen Stand der Technologie beigetragen. Insbesondere die induktive Technologie und Satellitenübertragung erlauben es, Daten in Echtzeit zu empfangen und zu verarbeiten. Zudem ist Uwe Send Mitorganisator des Internationalen OceanSITES-Projektes, bei dem ein globales Netzwerk von Zeitserienstationen im offenen Ozean etabliert wurde. Die Homogenisierung und Vergleichbarkeit dieser global unterschiedlichen Messungen ist ganz wesentlich für die wirkungsvolle Bestandsaufnahme des Ozeans, und zuverlässige Klimavorhersagen sind ohne verifizierbare ozeanische Messungen nicht möglich. Der „Puls des Ozeans“ wird somit unmittelbar sichtbar ■

Mehr zu diesem Thema: www.geomar.de/fileadmin/content/service/presse/public-pubs/petersen-essays/send_essay.pdf