Stromversorgung wissenschaftlicher Observatorien am Meeresboden Status Quo und Bedarf

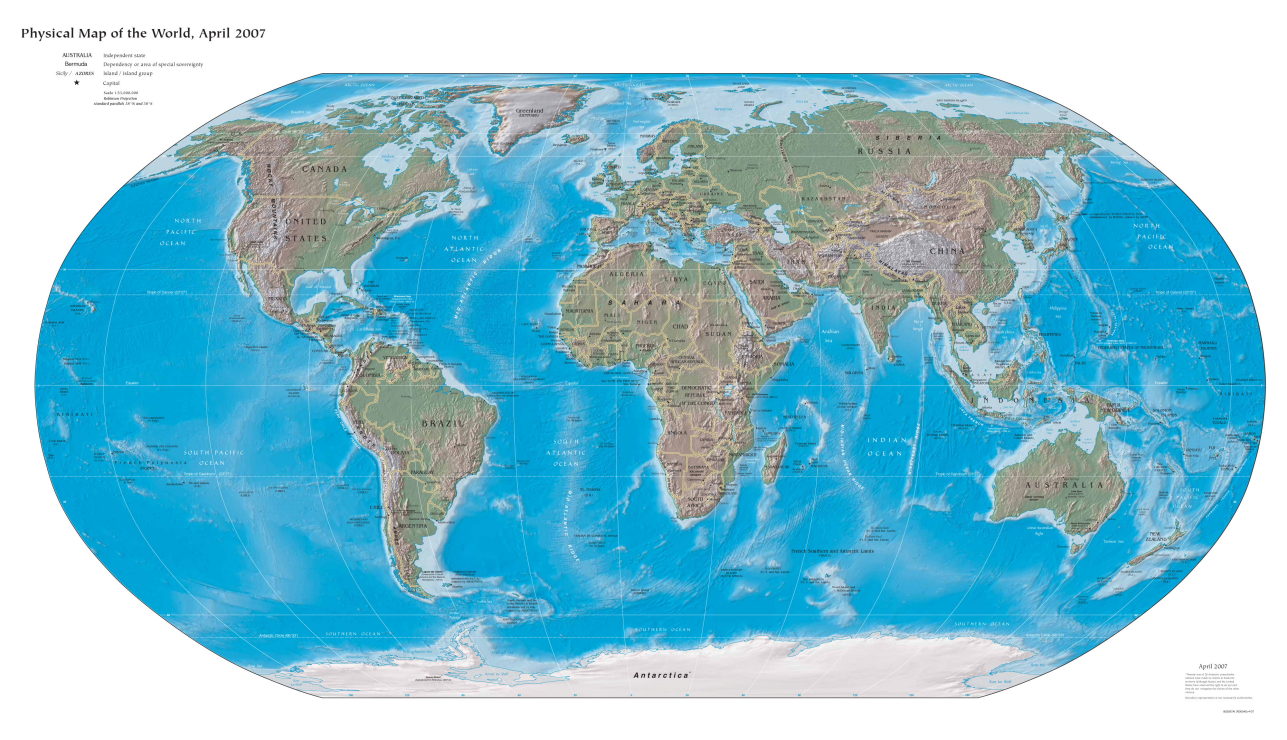
Dr. Jörg Bialas

IFM-GEOMAR
Leibniz-Institut für Meereswissenschaften
an der Universität Kiel

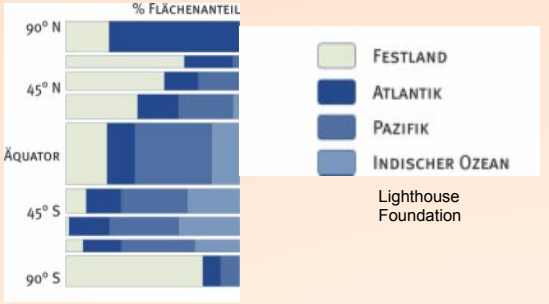
Überblick

- Gestaltung der Meeresforschung
  - Themen und Aufgaben
  - Zugang zum Ozean
- Formen meereswissenschaftlicher Observatorien
  - bewegliche Systeme
  - Multisensorsysteme
  - singuläre Systeme
- Stromversorgung autonomer Geräte
  - mobile Systeme
  - singuläre Großobservatorien
  - mehrteilige Flächenobservatorien
- Weiterentwicklung von Messinstrumenten und Anwendungen
  - Ausbau größerer Observatorien
  - Weiterentwicklung singulärer Stationen
- Anforderungen autonomer Stromversorgung

Gestaltung der Meeresforschung



>2/3 Wasserbedeckung



Nordhalbkugel
- 39% Land
- 61 % Meer

Südhalbkugel
- 19% Land
- 81% Meer

Die größten Wasserflächen sind weit von Europa entfernt.

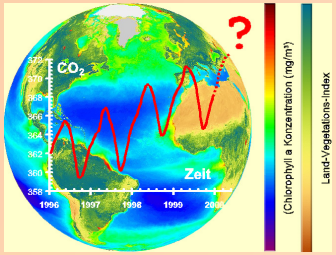
Messinstrumente müssen speziell für den Einsatz im Ozean angepasst sein (Druck, Korrosion).

Expeditionen müssen weite Reisen in Kauf nehmen.

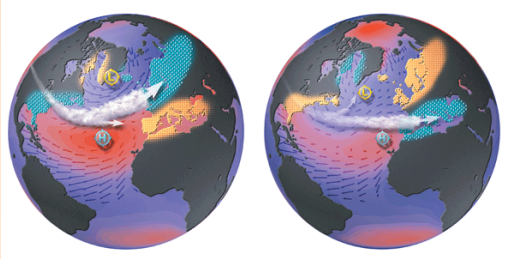
Geräte können nicht kurzfristig gewartet werden.

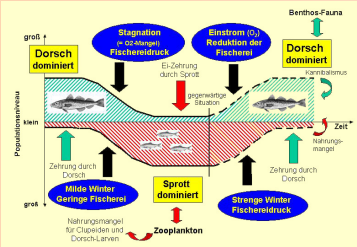
1995 erste Arbeiten zu einer globalen Karte des Meeresbodens (6 km * 6 km)

Themen und Aufgaben der Meeresforschung

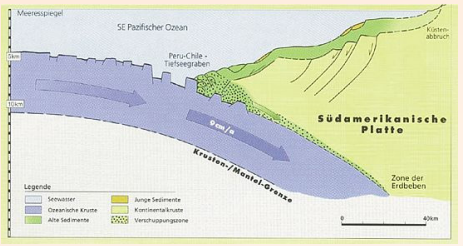


- **Global Climate Change**
  Temperature- and Sea Level change
  extreme events, CO_2-budget

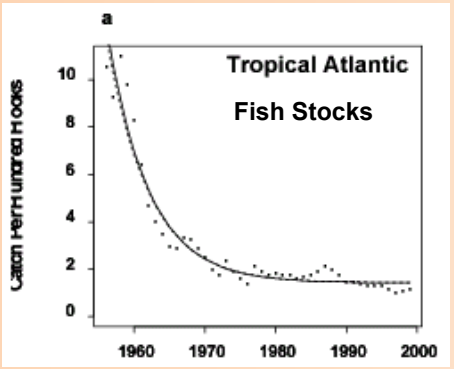




- **Marine Ecosystems**
  Marine ecosystems and climate change



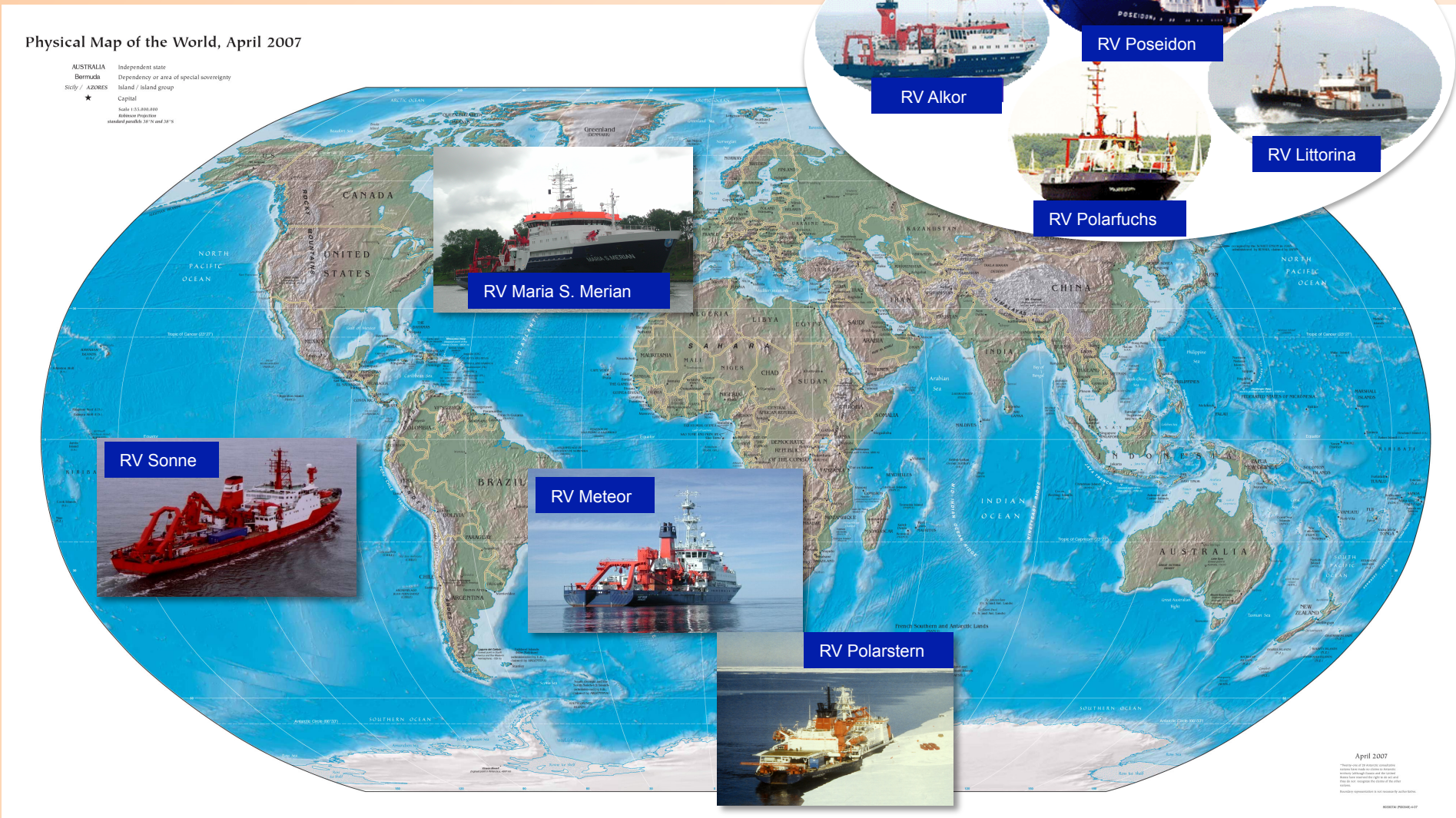
- **Intraplate Tectonics und Natural Hazards**
  Earth quakes - volcanism - land slides – Tsunamis



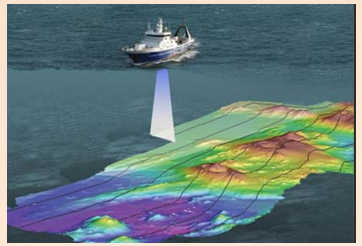
- **Marine Resources**
  Biological resources, energy resources, mineral resources

Zugang zum Ozean

Ohne Forschungsschiffe geht nichts



Möglichkeiten der Datenerfassung

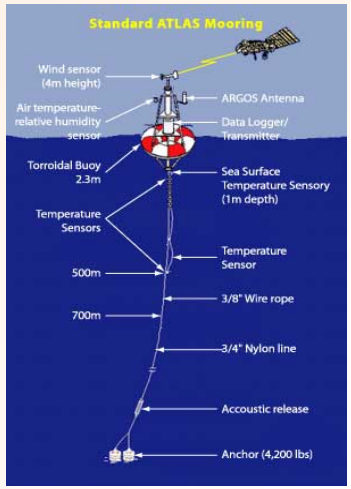


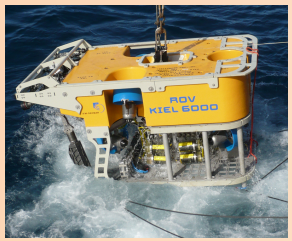
Datenerhebung erfolgt mit

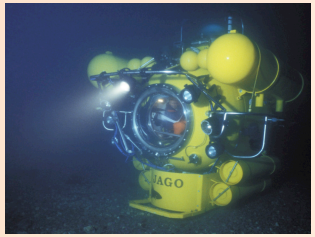
- Bordsystemen (Echolote, Strömungssensoren, etc.)
- Kabel gebundenen Systemen (ROV, CTD, Wasserproben, Bodenproben, etc.)

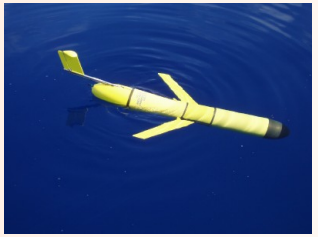
- abgesetzten Systemen (OBS, Lander, etc. – Profilschnitte und Zeitreihen)
- fahrenden Systemen (AUV, Tauchboot, Crawler, etc.)
- treibenden Systemen (Floats, Glider - Profilschnitte und Zeitreihen)

Observatorien = (Langzeit-) Beobachtungssysteme
verkabelt oder **autonom**

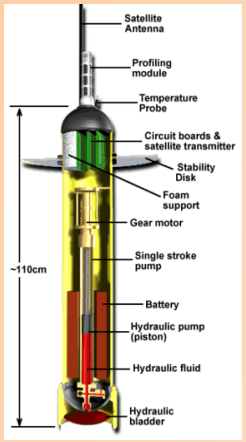






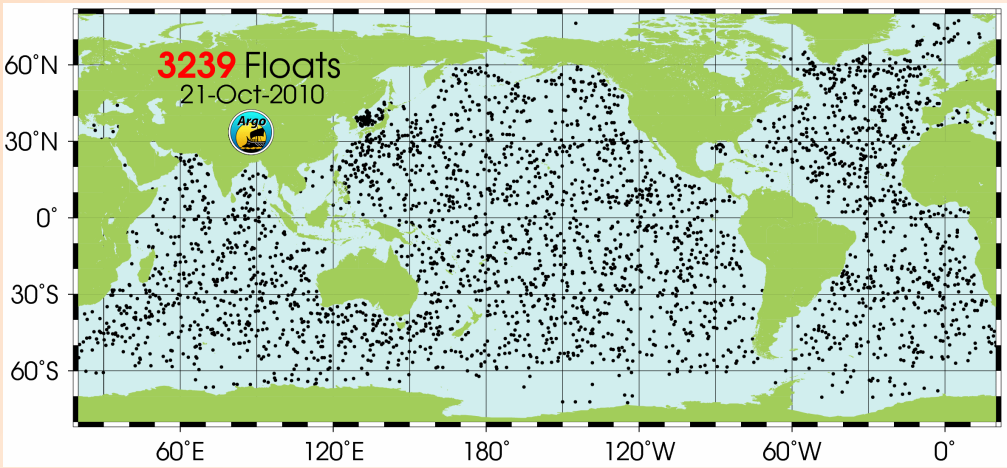


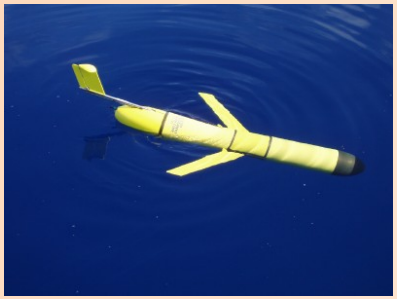
Meereswissenschaftliche Observatorien



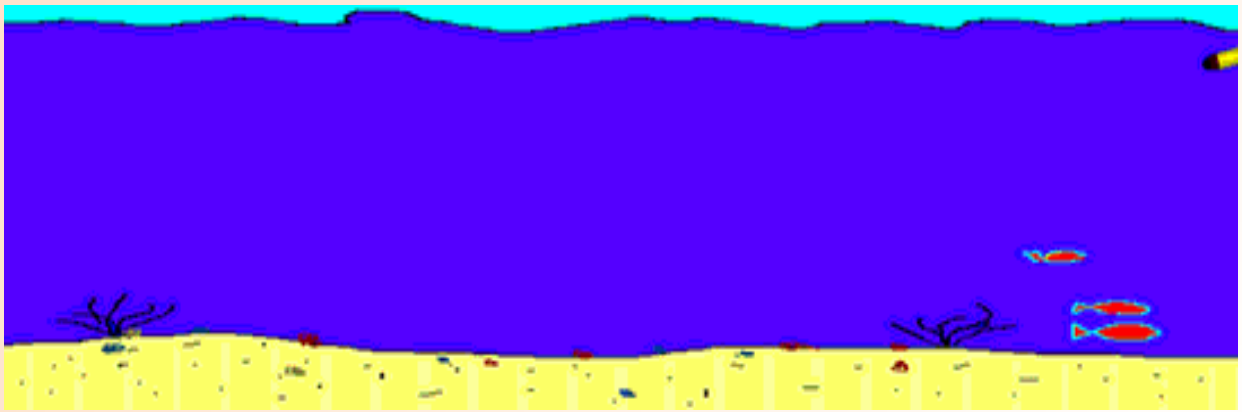
ARGO: profilierende Drifter
- Batterie betriebene Systeme
- 1990 erste ALACE Systeme
- heute >3000 im Einsatz
- bis 5 Jahre Einsatzzeit

treibende Systeme



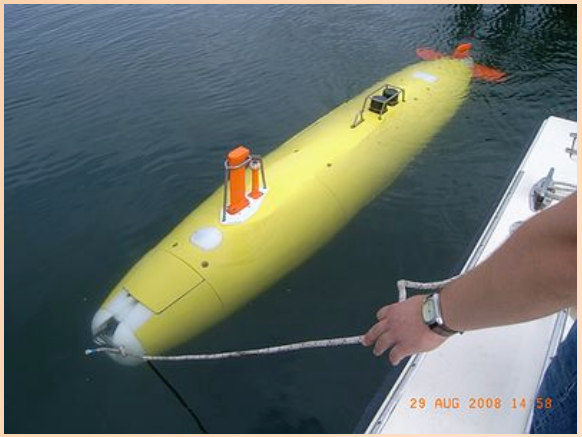


Glider: gesteuerte Drifter
- Weiterentwicklung ARGO
- Energie aus Batterien oder Umgebungswärme
- Einsatzzeit
  - 30 Tage (Batt.)
  - 5 Jahre (Wärme)



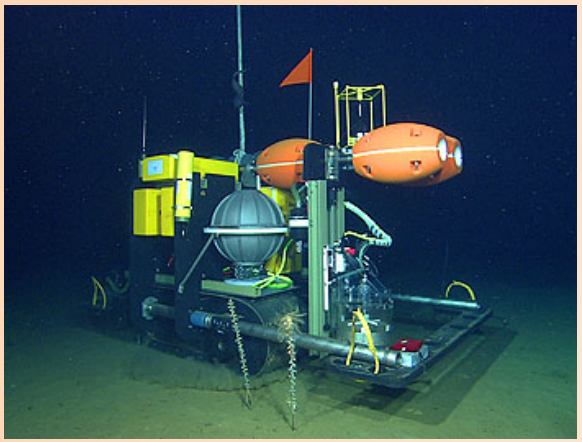
Meereswissenschaftliche Observatorien

fahrende Systeme



AUV

- Autonome Vermessung mit kartierenden Sensoren
  Multibeam, Sidescan, chem. Sensoren, etc.
- Batteriebetrieb 22 Std. Einsatz (6000 m)
- Brennstoffzelle 50 Std. Einsatz (3000 m)



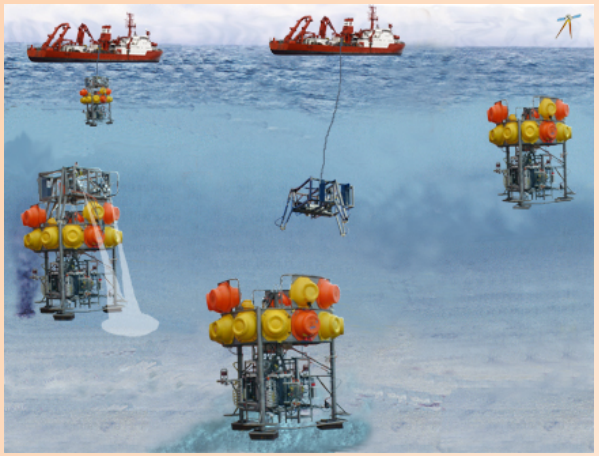
Crawler / Rover

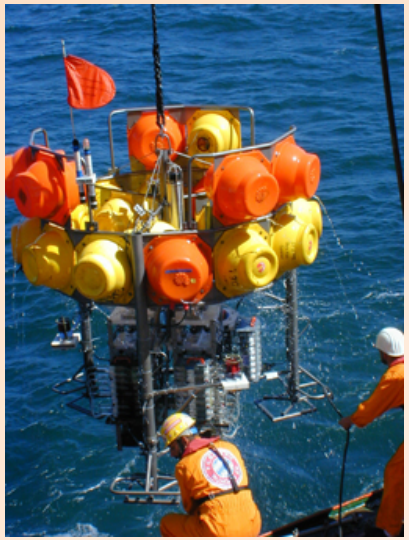
- Autonome Vermessung am Meeresboden
  (Strömungssensoren, Sauerstoffsensoren, Video, benthische Kammer, etc.)
- Batteriebetrieb
- 6 Monate Einsatzzeit
- 4000 m

Meereswissenschaftliche Observatorien

Installationen am Meeresboden

Multisensor Systeme





Lander

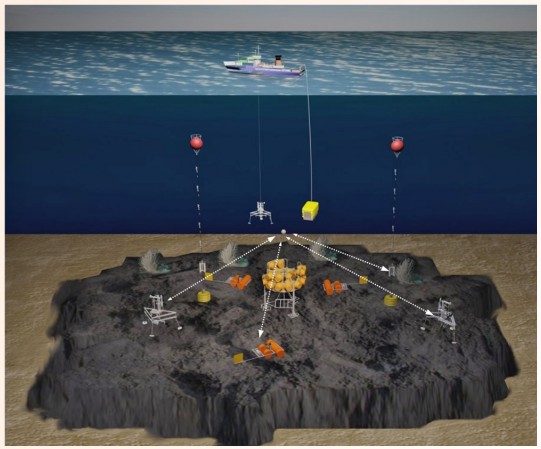
- Multisensorpakete
- Geochemie (Gase, Fluide)
- Habitat Kammern
- Gasblasen (Multibeam)
- bis ca. 2 kWh Strombedarf
- schwimmfähig
- wenige Tage Einsatzzeit

GeoStar

- Multisensorstation
- 52-kW h Lithium Batterien
- 1 Jahr Observationszeit

MOLAB

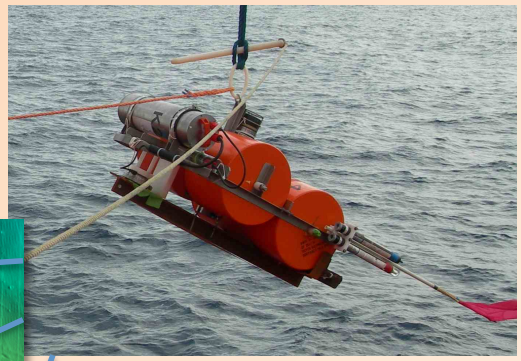
- in der Entwicklung
- externe autonome Sensorik
- zentrale Steuerung



Meereswissenschaftliche Observatorien

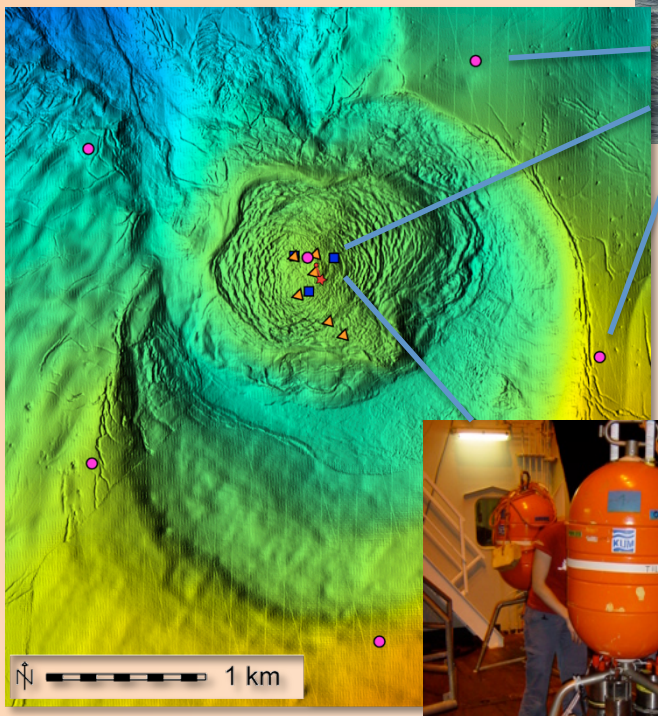
Installationen am Meeresboden

Einzelsensoren



Ozean-Boden-Seismometer OBS

OBS & Tiltmeter
- kurz- und langzeitige Messungen
- Strombedarf 0.3 W – 0.7 W
- Lithiumbatterien
- ca. 9 Monate Einsatzdauer



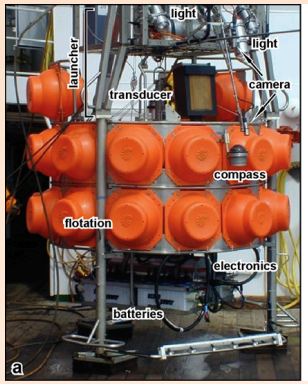
Ozean-Boden Tiltmeter

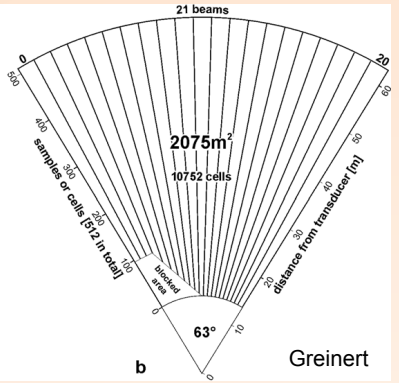
- Aufnahme seismischer Schallwellen bzw. Neigung des Meeresbodens
  => großflächige Signale
- Geräteträger werden in der Fläche verteilt
- mehrere Systeme werden im Netzverbund ausgewertet
- eine Stromquelle je Geräteträger

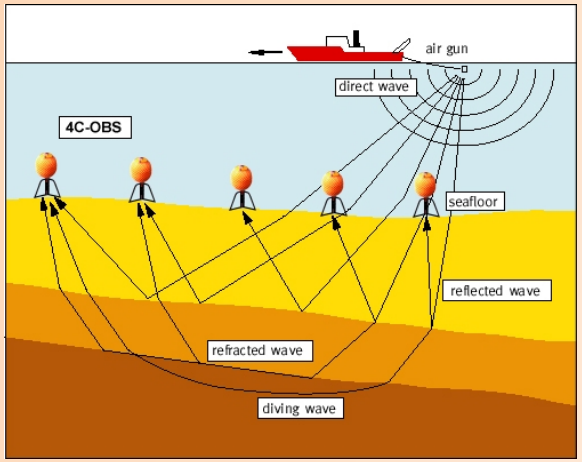
Stromquellen für Autonome Systeme der Meeresforschung

kurzfristige Messungen

- im wesentlichen auf Batterien oder Akku gestützt
- kleine Systeme (OBS / mW) -> bis zu 3 Wochen
- große Systeme (Lander / kW) -> wenige Tage

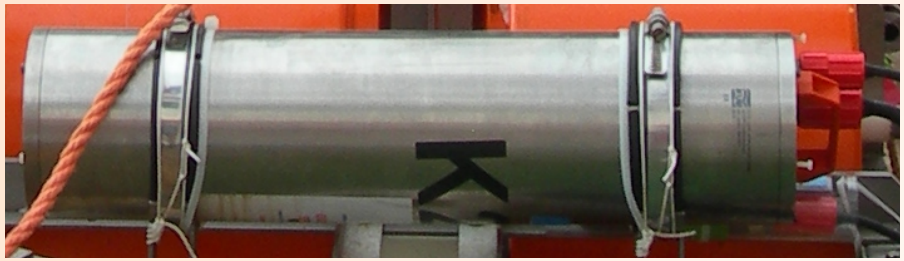






Beispiel OBS (2.8 W)

- 48 Alkalizellen, 12 V
  ⇒ bis zu 21 Tage
- 7 kg Gewicht



Druckzylinder für Datenlogger und Batterien

- max 72 Monozellen
- 2* 12 V / 12 Ah Akku

Stromquellen für Autonome Systeme der Meeresforschung

mittelfristige Messungen

- im wesentlichen auf Batterien gestützt

- kleine Systeme (OBS / mW) -> bis zu 4 Monate
- große Systeme (Lander / kW) -> wenige Tage

Beispiel OBS (700 mW)

- 72 Alkalizellen, 12 V
  ⇒ bis zu 115 Tage
- 10 kg Gewicht

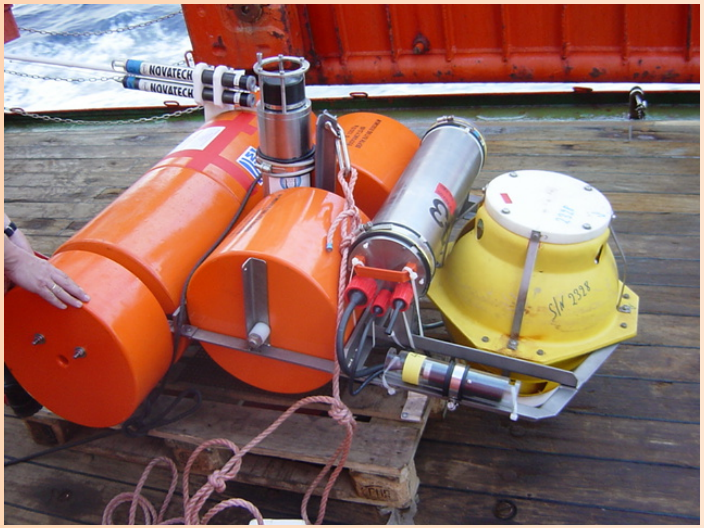
Stromquellen für Autonome Systeme der Meeresforschung

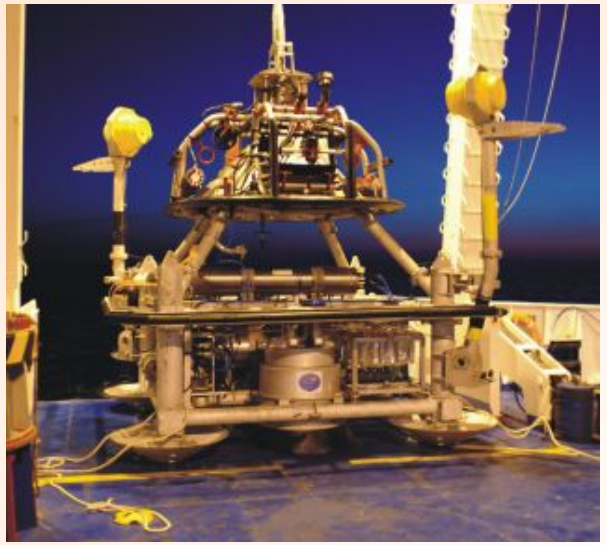
langfristige Messungen

- im wesentlichen auf Lithium-Batterien gestützt
- kleine Systeme (OBS / mW) -> bis zu 9 Monate
  oder zusätzliche Batteriepacks
- große Systeme (Lander / kW) -> bis zu 1 Jahr

Beispiel OBS (700 mW)

- 72 Lithiumzellen, 10 V
  ⇒ bis zu 238Tage
- 7 kg Gewicht





Beispiel GeoStar

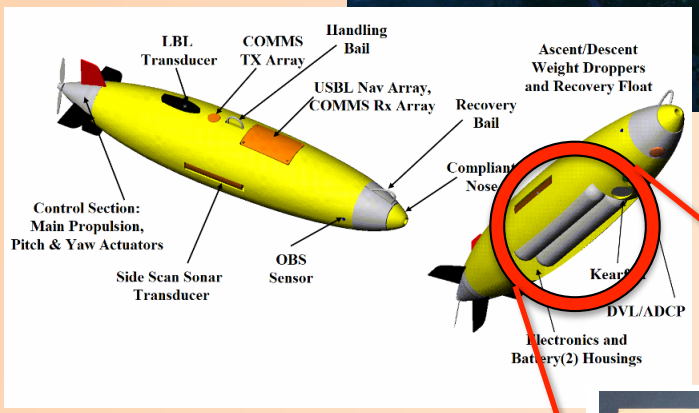
- Lithiumbatterien, 52 kWh
- Silber-Zink Batt., 36 kWh

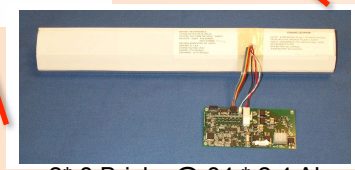
=> bis zu 1 Jahr

Stromquellen für Autonome Systeme der Meeresforschung

Unterwasserfahrzeuge und Großgeräte

AUV

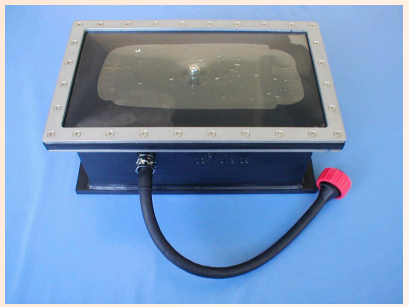




2* 8 Bricks @ 84 * 2,4 Ah

Li-Ion Akku
- 26 V / 11 kWh
- 4.4 kg
- 14 h @ 3.5 kn

TV Greifer



OKTOPUS Tiefseeakku
- 24 V / 28 Ah
- IP68 (600 bar)
- 41 kg / 20 kg
- puffert Spitzenlast

Brennstoffzelle nicht für große Tiefen

Derzeitige Stromversorgung

- wissenschaftliche Systeme stützen sich im wesentlichen auf Batterien
- Akkumulatoren bieten vergleichbare Leistungsdichten nur zu höheren Preisen und höherem Gewicht
- Li-Ionen Technologie wird nur vereinzelt verwendet

Alkali-Zellen
+ Leistungsdichte / Preis
+ sichere Handhabung
+ kein Gefahrgut

Lithium-Zellen
+ Leistungsdichte
+/- Handhabung
- Gefahrgut

Blei-Gel Akkus
+ Preis
+ aufladbar
+ sichere Handhabung
+ kein Gefahrgut
– geringe Leistungsdichte
– hohes Gewicht

- im Stromverbrauch optimierte Systeme ermöglichen Langzeitmessungen
- leistungsstarke Sensorik ist auf wenige Tage Einsatzzeit beschränkt, wenn Eigenauftrieb zur Bergung benutzt wird

- die Stromversorgung für wissenschaftliche Geräte muss
  - einfach und sicher in der Handhabung sein
  - gute Preis / Leistung bieten
  - geringes Gewicht aufweisen

Weiterentwicklung meereswissenschaftlicher Observatorien

- Aktuelle Forschung bietet Momentaufnahmen und Dokumentation kurzzeitiger Beobachtungen (Dauer der Expedition)
- Aktuelle Fragen der Meereswissenschaften erfordern Analysen die die Periodizität erfassen (Gas- und Fluidaustritte, Plattenbewegung, etc.)

- Verbesserte Sensorik erlaubt kleinere Samplingraten, schnellere Datenfolge
- Miniaturisierung der Speichertechnik erlaubt längere Standzeiten der Datenspeicher

⇒ steigender Bedarf an langfristigen Beobachtungen

⇒ steigender Bedarf an leistungsfähigeren Systemen

Weiterentwicklung meereswissenschaftlicher Observatorien

Singuläre Systeme mit kurzer Standzeit

- Beispiel Vertikalarray: 30 W – 7 Tage Einsattzeit, 1 System im Feld
  Einsatztiefe bis 6000 m, Installation / Bergung ohne ROV

Singuläre Systeme mit mehrjähriger Standzeit

- Beispiel OBS: 700 mW – 2 Jahre Einsatzzeit, >40 Systeme im Feld
  Einsatztiefe bis 6000 m, Installation / Bergung ohne ROV

Multisensorsysteme mit einjähriger Standzeit:

- Beispiel Lander: 2 kW – 1 Jahre Einsatzzeit, 1 System im Feld
  Einsatztiefe bis 6000 m, Installation / Bergung ohne ROV

Fahrende Systeme mit zusätzlichen Sensoren und mehrtägiger Einsatzzeit:

- Beispiel AUV: 3 kW – 72 Std. Einsatzzeit, 1 System im Feld
  Einsatztiefe bis 6000 m

Anforderungen autonomer Stromversorgung für meereswissenschaftliche Plattformen

- große Bandbreite der Verbraucher (mW – kW)
- Bandbreite der Arbeitsspannung (12 V – 48 V)
- kleine Einbaumasse
- geringes Gewicht
- Druckfestigkeit bis 600 bar
- keine Gefahrstoffe
- schnelle Ladezeit / einfache Austauschbarkeit
- konkurrenzfähige Preisgestaltung