

Sensoren in Bewegung:

MoBo als mobile Plattform für marines Monitoring – *Entwicklung, Stand und Perspektive*

38. Hydrographentag / DVW-Seminar
23.-25. Juni 2026, Lübeck-Travemünde

Kai Herklotz, BSH Hamburg



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

Monitoringkonzept des BSH

(Meeresumweltbeobachtung)



- Hohe räuml. Auflösung
- Geringe zeitl. Auflösung
- Nur Oberfläche
- Wenige Parameter, keine gleichzeit. met-ocean-Daten

- Gute räuml. Auflösung
- Geringe zeitl. Auflösung
- Gesamte Wassersäule
- Große Bandbreite d. Parameter
- Hohe Kosten

- Geringe räuml. Auflösung
- Hohe zeitl. Auflösung
- Gesamte Wassersäule
- Wichtigsten met-ocean Param.
- Mittl. Kosten

BSH Monitoringnetzwerk

MARine Monitoring **NET**work in the North and Baltic Sea

MARNET

- 9 MARNET Stationen
- 3 FINO Plattformen

Zusätzlich

- 12 Seegangsbojen
- 6 Hydrophonstationen
- 3 Bodengestelle in Kooperation mit BAW

Messsystem in ständiger Entwicklung!

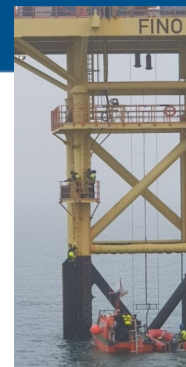
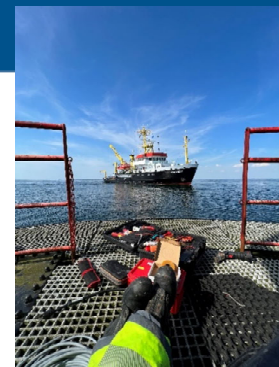
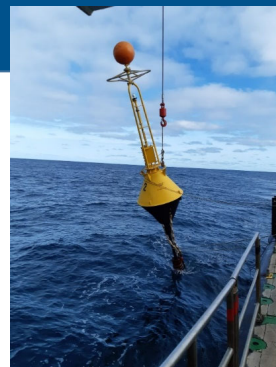
North Sea

Baltic Sea

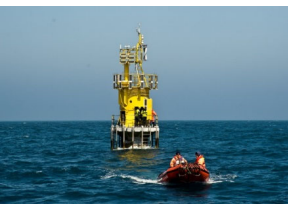


MARNET Aufgaben

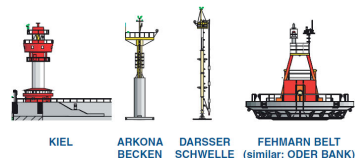
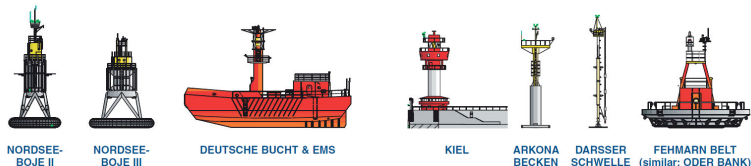
- Langzeitbeobachtungen von meeresphysikalischen Messgrößen wie **Strömung, Seegang, Salzgehalt und Lärm**
- Monitoring von Veränderungen des **marinen Klimas**
- **Support** für marine Dienstleistungen (bspw. Seeis-, Seegangs- und Sturmflutvorhersage)
- Begleitforschung der **Offshore-Industrie**
- **Datennutzer** aus Behörden, Wissenschaft, Marine, Schifffahrt, NGO



- **Betreuung und Wartung von mobilen und stationären Messsystemen** in der Deutschen Bucht und der westlichen Ostsee
- **Datenprozessierung, Qualitätskontrolle** und Bereitstellung an die Öffentlichkeit
- Datenauswertung und Bearbeitung **wissenschaftlicher Fragestellung**
- Mitarbeit in nationalen und internationalen **Gremien**



Messplattformen in Nord- und Ostsee



FINO

F1 2003
F2 2007
F3 2009

Arkona Becken

Bj. 2002

Feuerschiffe Ems & DB

Seit 1989er

Nordseeboje 3 (NSB 3)

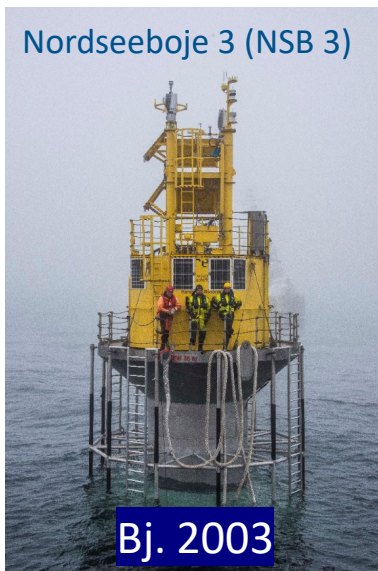
Bj. 2003

Fehmarnbelt-Tonne

Seit 1984

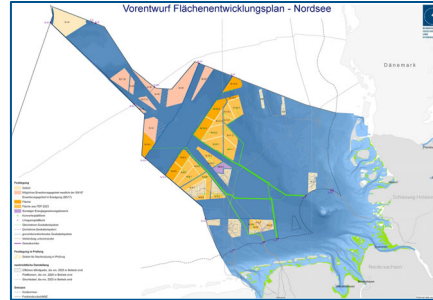
Leuchtturm Kiel

Bj. 1967



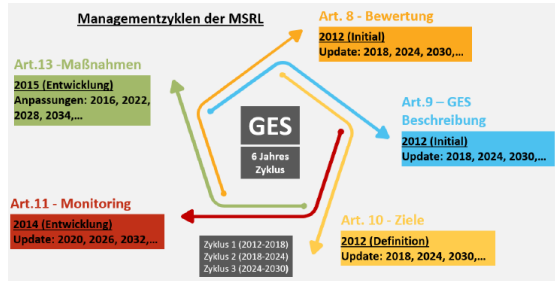
Offshore-Wind

Stark wachsender Bedarf an
hochaufgelösten Wind- &
Umweltdaten (100–200 m
Höhe)



MSRL & Klimawandel

EU-Meeresstrategierahmen-
richtlinie fordert umfassendes
marines Monitoring



Datenlücken

Küstenferne Gebiete kaum
erfasst – bisher nur
Modellierungen mit
Unsicherheiten



©NationalGeographic

Warum mobile Messplatt- formen?



©Fraunhofer IWES



©Fraunhofer IWES

Grunddaten

- Länge 10,5m; Breite 2,5m
- Gewicht 6,1t
- Verankerung mit ~3-4t Ankerstein

Energieversorgung

- 5 kW Dieselgenerator
- 32 kWh Batteriesystem
- 3x 350 W Kleinwindanlage
- 426 Wp Solarzellen



Kommunikation

- Starlink
- Thales / Inmarsat
- LTE
- Short Burst Radio

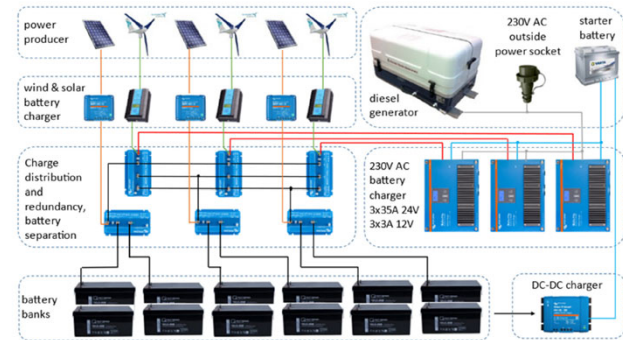
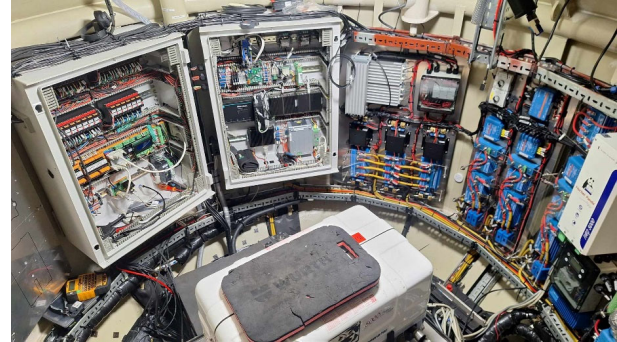
MoBo - Monitoringboje



Datenerfassung MoBo

Innenausbau der MoBo

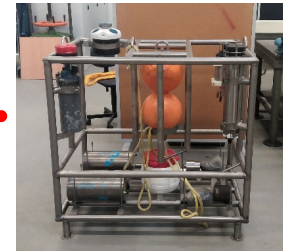
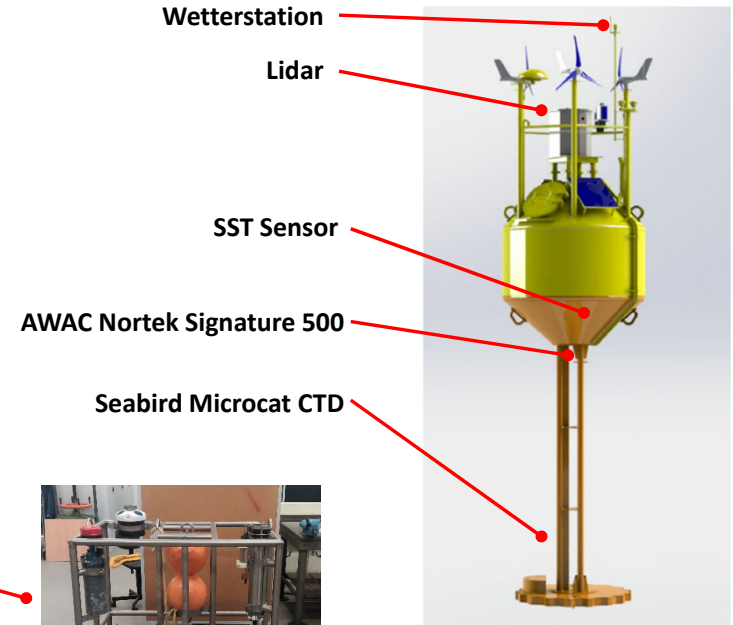
- Variabel und modular
- Redundante Systeme
- Leicht zugänglich (an Land)
- Erweiterbar
- Datenerfassung und Live-Übertragung



©Fraunhofer IWES

Sensorik MoBo

- **Atmosphäre**
 - LiDAR-Windmessung, 100–200 m Profil
 - Wetterstation
- **Wasseroberfläche**
 - Seegang (eingeschränkt)
 - Meteorologie
 - SST
- **Wassersäule**
 - Messkette mit T, S, O₂, Rad., Strömung
- **Meeresboden (optional)**
 - Bodengestell mit ADCP, CTD, optional Akustikmodem



kombinierte vertikale Profil-Erfassung Atmosphäre + Ozean auf Boje
Modulares Design, autonome Langzeitmessung, Kostenoptimierung

Auf der Boje:

- LIDAR
- Meteorologische Messgeräte
- AIS
- Inidium / Inmasat
- Positionslampen
- Windgeneratoren
- Solarpaneele

In / An der Boje:

- Bewegungssensor
- Temp.- und Feuchtesensor in der Boje
- Alarmsensoren
- Datenerfassung
- Batterien
- Dieselgenerator



1,40m ADCP + CTD

3m Temperatur

5m pH-Sensor (Abstand zu Sauerstoff max. 1m)
6m CTD/Sauerstoff + Akustisches Modem + Radioaktivität
Induktiver Abnehmer

10m CTD/Sauerstoff

15m CTD/Sauerstoff

20m Temperatur + Induktiver Adapter

25m CTD/Sauerstoff

Gewicht

Rohrstuhl
(kabelgebunden)

Messkette
(induktiv)

Bodengestell
(akustisch)

- ADCP
- CTD/Sauerstoff
- Akust. Modem
- Releaser
- Auftrieb



Messkette

Induktive Messkette

- Frei hängend in der Wassersäule
- Gewichts- und Materialersparnis zu reg. Messkette
- Unten Gewicht zur vertikalen Stabilisierung
- Tiefenstufen frei wählbar → Vergleichsmessungen zu Messtonnen/Feuerschiffen möglich



Messkette



Rohrschwanz

- Stabilisierung der Boje im Wasser
- Befestigung von Sensoren

Stahlteller

- Spezialanfertigung
- Soll Vertörnen von Anker- und Messkette verhindern



Hafentest Bremerhaven 2025

- Simulation der Auslegung / Einholung
- Einsetzbarkeit BSH Schiffe (ATAIR)
- Grenzwerte für Gewicht Tonne & Ankerstein



Energieversorgung

Batterien

-  Einfach, zuverlässig
-  Begrenzte Kapazität, Auswechseln oder Aufladung notwendig, Entsorgung

Brennstoffzelle + H₂

-  Hohe Energiedichte, sauber, autonom
-  Gefahrstoff, Betankung, Speicherung

Solar / Wind

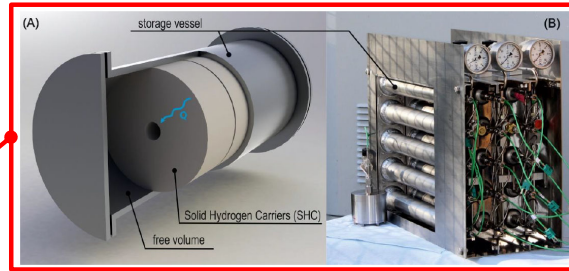
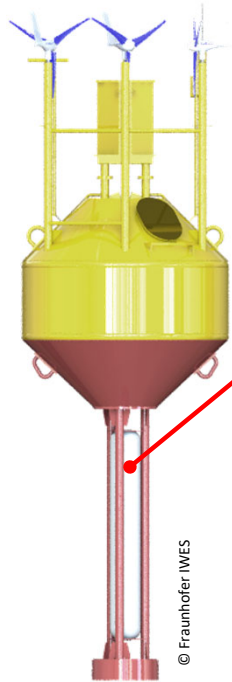
-  Erneuerbar, wartungsarm
-  Wetterabhängig, begrenzte Energiedichte

- Herkömmliche Energiesysteme limitieren Einsatzdauer, Sensorumfang und Autonomie mariner Monitoringbojen
- Wartungsarmes System mit hoher Energiedichte und Emissionsfreiheit benötigt

Dieseldgenerator

-  Hohe Energiedichte
-  Emissionen, Wartungsaufwand, Offshore-Last

Langzeitenergieversorgung für marine Systeme



Hydridspeichermaterialien im Druckbehälter in onshore-Anwendung

Projekt „HydrASys“

Öffentlich gefördertes Forschungsprojekt: 2025 – 2028

Ziel: Entwicklung eines Wasserstoff-Energiesystems für autarke Messsysteme auf See

- Energiespeichertank
- Energiesystemoptimierung
- Betankungssystem
- Zertifizierungen und Test



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Metallhydrid als H₂-Energiespeicher

Eckdaten

- H₂-Kapazität: 7–8 kg pro System (~2x ggü. Druckspeicher)
- Gespeicherte Energie: ca. 250 kWh
- Betriebsdruck: <100 bar (vs. 300 bar konventionell)
- Robust für Offshore-Bedingungen, Autonomer Betrieb: Monate

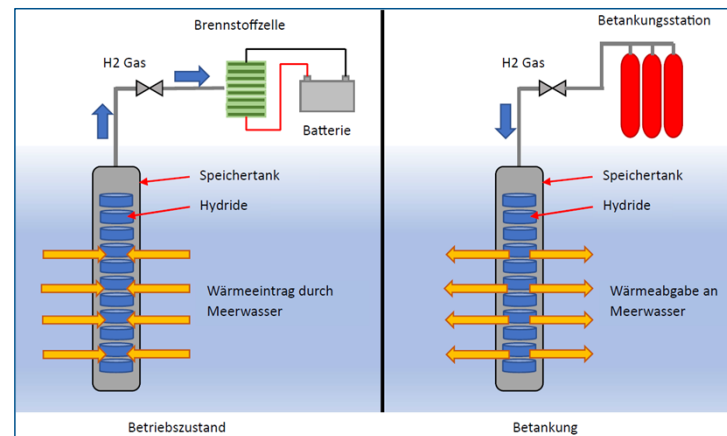
Metallhydridspeicher

- Unterwasser in Bojenstruktur integriert, skalierbar
- Meerwasser als Wärmequelle für Desorption, Selbstregulierend



Brennstoffzelle

- Wandelt H₂ direkt in elektrische Energie um
- emissionsfrei & wartungsarm



©Fraunhofer IWES

Sensorik & Monitoring

- Druck, Temperatur & Füllstand

Metallhydrid als H₂-Energiespeicher



Befüllung:
H₂ wird in
Metallgitter
eingelagert
(Absorption)

Desorption:
Meerwasser liefert
Wärme → H₂ wird
freigesetzt

Speicherung:
H₂ chemisch
gebunden, kein
Explosionsrisiko

Stromerzeugung:
H₂ → Brennstoffzelle
→ elektrische
Energie für Boje

Ergebnisse & Stand

MoBo-Prototyp

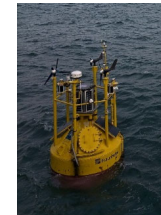
- Modulare Boje mit LiDAR & Messkette entwickelt
- Offshore Test läuft aktuell bei NSB3 → leider Abriss der Messkette
- Evtl. Überarbeitung Verankerung notwendig → 2-Punkt-Auslegung

HydrASys

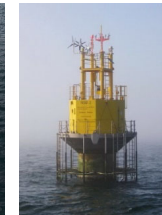
- Metallhydrid-Speicher im Labor erfolgreich getestet
- Aktuell Konzipierung und Bau des Tanks
- Offshore Test für Ende 2026 geplant

Ausblick

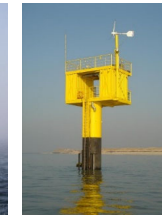
- Langzeit Offshore Tests, Parallelmessungen zu MARNET Stationen
- Skalierung Metallhydridspeicher



© Fraunhofer IWES



© BSH



© Universität
Oldenburg



© Fraunhofer
IWES



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

kai.herklotz@bsh.de