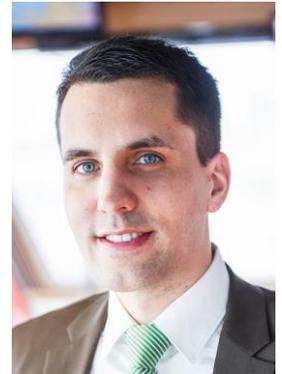


Floating Lidar Systems - Windmessung 2.0 für die Offshore Windindustrie

E. Patschke, J. Gottschall & OE440 Team

FINO-Konferenz - Kiel
22. September 2021



Agenda

Fragen und Antworten zu...

- ↪ Was ist ein Floating Lidar System (FLS)?
- ↪ Welche Anwendungsfelder gibt es für Lidar-Bojen?
- ↪ Wie sieht der Markt für FLS aus und welche Herausforderungen gibt es noch?
- ↪ Zusammenfassung



Durch technologischen Fortschritt Zukunft gestalten

Das Fraunhofer IWES steht für eine nachhaltige Entwicklung zum Wohle der Gesellschaft.

Unsere Lösungen sollen die Lebensqualität erhöhen – indem sie den weiteren Ausbau der Windenergie unterstützen. Wir packen es an.



Aufbau eines FLS

Fraunhofer IWES Wind-Lidar-Boje

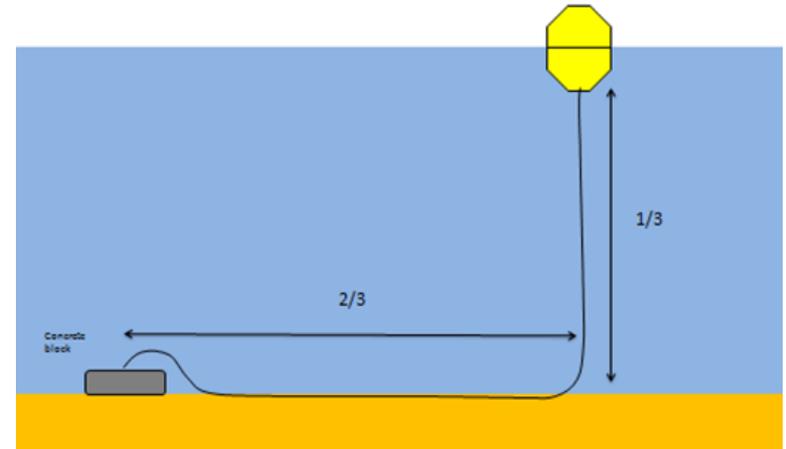
← Schwimmkörper



Aufbau eines FLS

Fraunhofer IWES Wind-Lidar-Boje

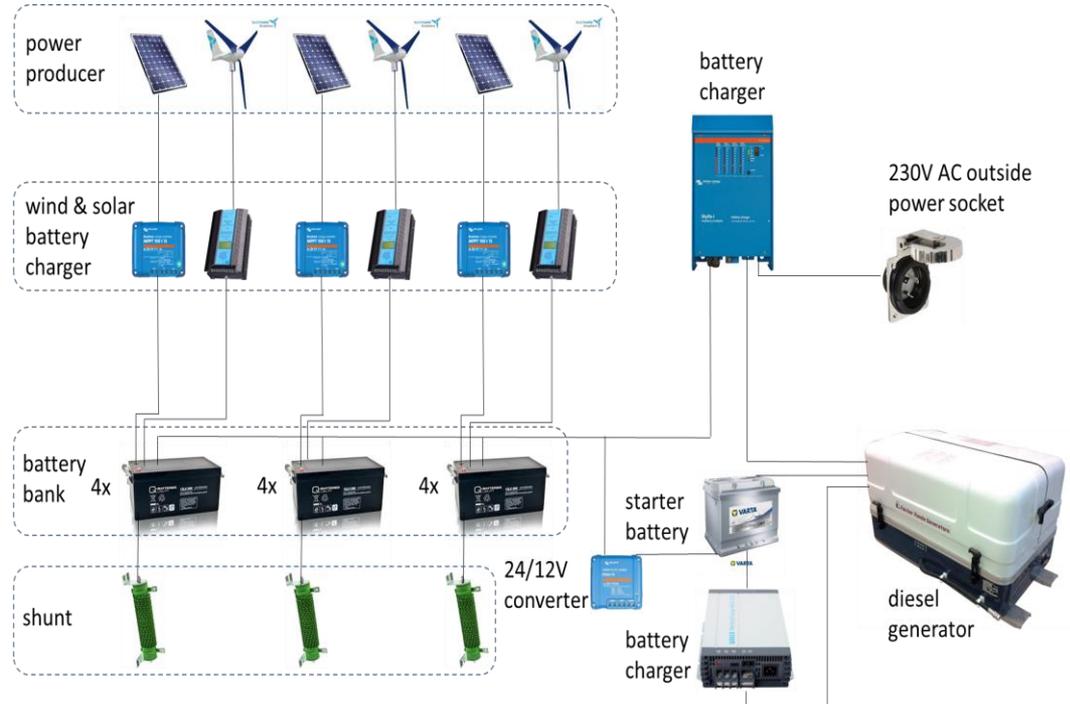
- > Schwimmkörper
- > Verankerung



Aufbau eines FLS

Fraunhofer IWES Wind-Lidar-Boje

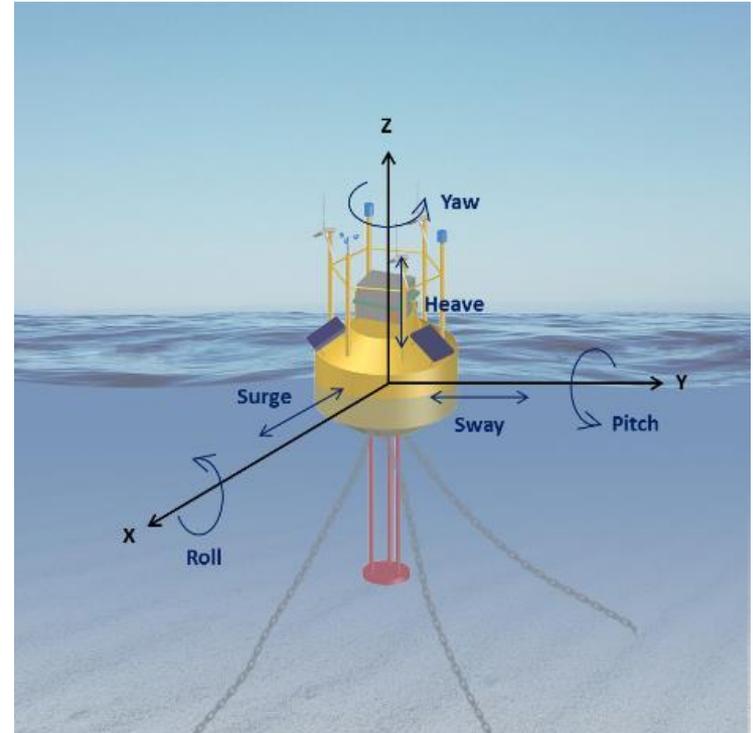
- ↪ Schwimmkörper
- ↪ Verankerung
- ↪ Energieversorgung



Aufbau eines FLS

Fraunhofer IWES Wind-Lidar-Boje

- Schwimmkörper
- Verankerung
- Energieversorgung
- Bewegungssensoren
- Überwachungssystem
- Kommunikationssystem



Aufbau eines FLS

Fraunhofer IWES Wind-Lidar-Boje

- ↪ Schwimmkörper
- ↪ Verankerung
- ↪ Energieversorgung
- ↪ Bewegungssensoren
- ↪ Überwachungssystem
- ↪ Kommunikationssystem
- ↪ Windmessinstrument (Lidar)



Doppler Wind Lidar

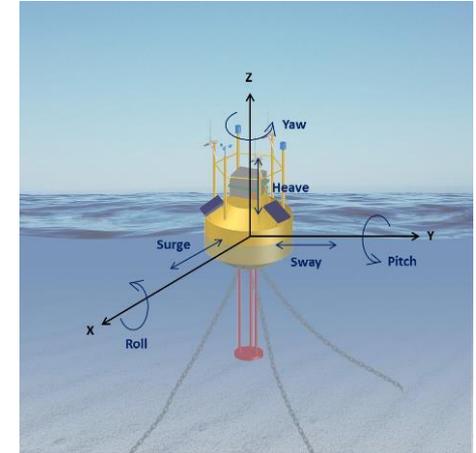
Keine Magie sondern simple Physik...

- ↪ Jeder kennt den [Doppler Effekt](#):
Veränderung des Tons (hoch→tief) eines Martinshorn
- ↪ Nicht nur akustische Wellen haben diese Eigenschaft, sondern jede Art von Wellen, auch Lichtwellen!
 - ↪ Lidar steht für: *Light detection and ranging*
 - ↪ Radar steht für: *Radio detection and ranging*
- ↪ **FUN FACT:** Das Lidar braucht zur Windgeschwindigkeitsmessung „Luftverschmutzung“

Floating-Lidar-Systeme (FLS)

→ als Standard-Offshore-Windmesstechnologie

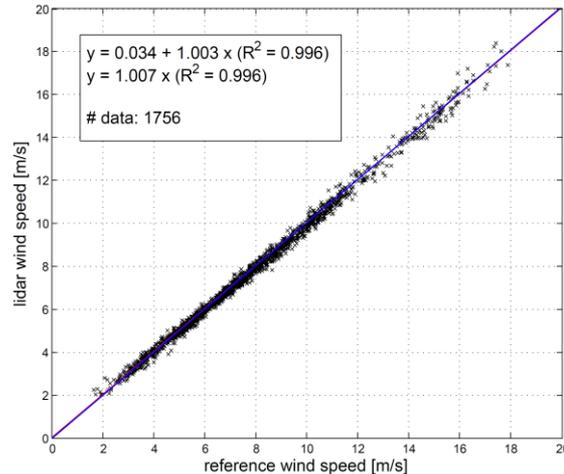
- ↪ Als kosteneffiziente Alternative zu Offshore-Messmasten für die Entwicklung von Offshore-Windparks
- ↪ Carbon Trust Offshore Wind Accelerator „Roadmap für die kommerzielle Akzeptanz von FLS“ (2013) mit Update (2018)
- ↪ IEA Wind „Recommended Practices“ 18 (2017)
- ↪ IEC „Technical Specification“ 61400-50-4 (interne Entwurfsfassung)



Entwicklung der Fraunhofer IWES Wind-Lidar-Boje

... mit „Jungfern-Messung“ bei FINO1

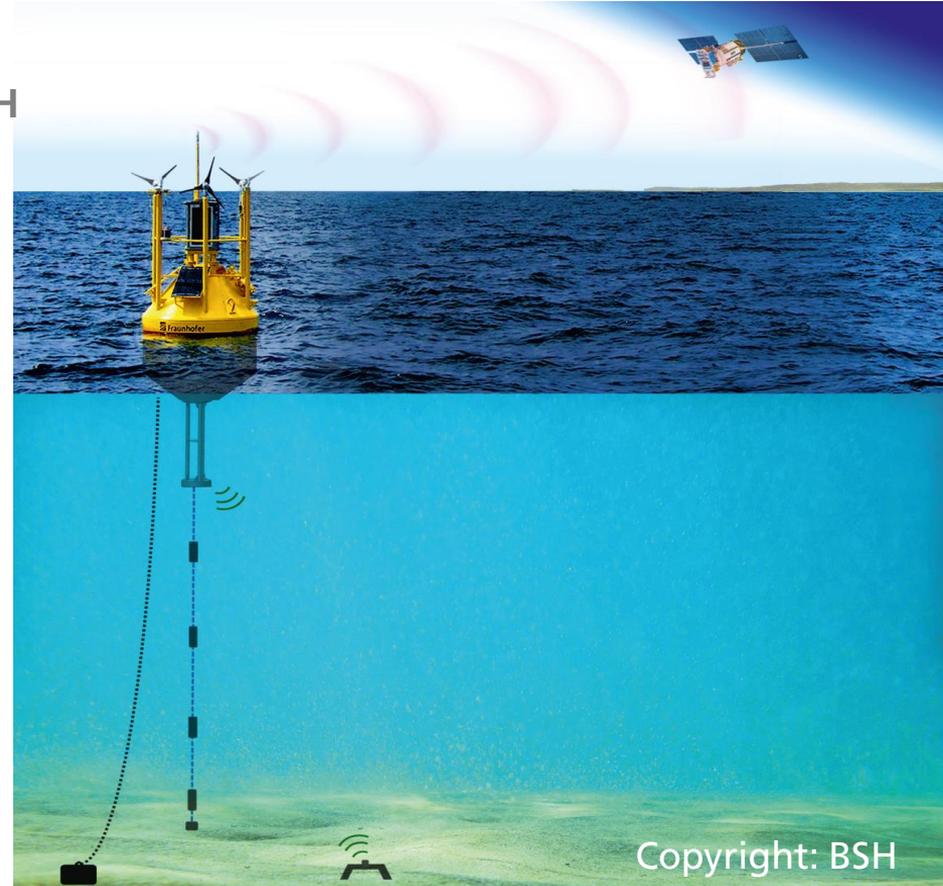
- ↪ FuE-Projekt „Offshore Messboje“ (BMW, 2011-13)
- ↪ Erste Messkampagne über 2 Monate bestätigt sehr hohe Messgenauigkeit



Projekt MoBo

Monitoring Boje - Verbundprojekt mit dem BSH

- > Ziel: Kombination von meteorologischen Messungen mit ozeanografischen Sensoren
- > Idee:
 - > Messkette (diverse Sensoren)
 - > ADCP (Boje + Bodengestell)
 - > Ultraschallmodem zur Kommunikation zwischen Boje und Bodengestell



Projekt MoBo

Monitoring Boje - Verbundprojekt mit dem BSH

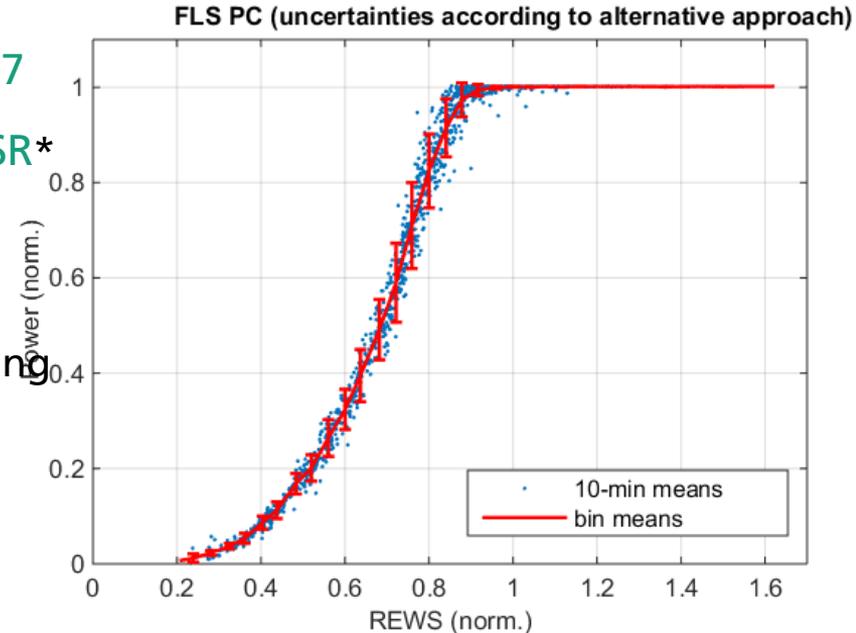
- ↪ Ziel: Kombination von meteorologischen Messungen mit ozeanografischen Sensoren
- ↪ Idee:
 - ↪ Messkette (diverse Sensoren)
 - ↪ ADCP (Boje + Bodengestell)
 - ↪ Ultraschallmodem zur Kommunikation zwischen Boje und Bodengestell
- ↪ Herausforderung: Messkette und Verankerungskette „trennen“
- ↪ Ziel: Integration ins MARNET des BSH



Projekt LeikLine

Vermessung einer Offshore WEA Leistungskurve mit einem FLS

- ↪ Durchführung angelehnt an **IEC 61400-12-1:2017**
- ↪ kombiniert mit Empfehlungen aus der **OWA LUSR***
- ↪ Vorteil Lidar vs. Messmast:
misst über die gesamte Rotorebene (REWS**)
- ↪ Offshore-Messmast für Leistungskurvenvermessung
unflexible (ortsfest!)



* REWS – Rotor Equivalent Wind Speed

** OWA Report 2017-001 “Lidar Uncertainty Standard Review Methodology Review and Recommendations”, June 2018 (https://www.carbontrust.com/media/676998/owa-w-lusr_nov-2018.pdf)

Fraunhofer IWES FLS-Projekte

Auswahl von laufenden und abgeschlossenen Projekten

- ↪ OptiDesign: Nutzung von Wind und Wellen-/Strömungsdaten für die WEA Design-Basis
- ↪ Boje NG: Weiterentwicklung der heutigen FLS-Generation
- ↪ Digitale Windboje: Kombination von Realmessungen mit Modelldaten
- ↪ Malibu: Modellbasierter Ansatz für lidarbojen-basierte Offshore-Windpotenzialmessungen: Bestimmung der Unsicherheit



FLS Markt / Nutzung

- ↪ „jeder“ Windpark braucht eine Messung
- ↪ hohe Nachfrage in Fernost
- ↪ viele neue FLS-Anbieter
- ↪ Normierung/Standardisierung ist sehr wichtig
- ↪ Herausforderung: FLS Zuverlässigkeit
- ↪ Forschungsthema: TI

Source: OWA - Deployments of Floating LiDAR Systems, 2018

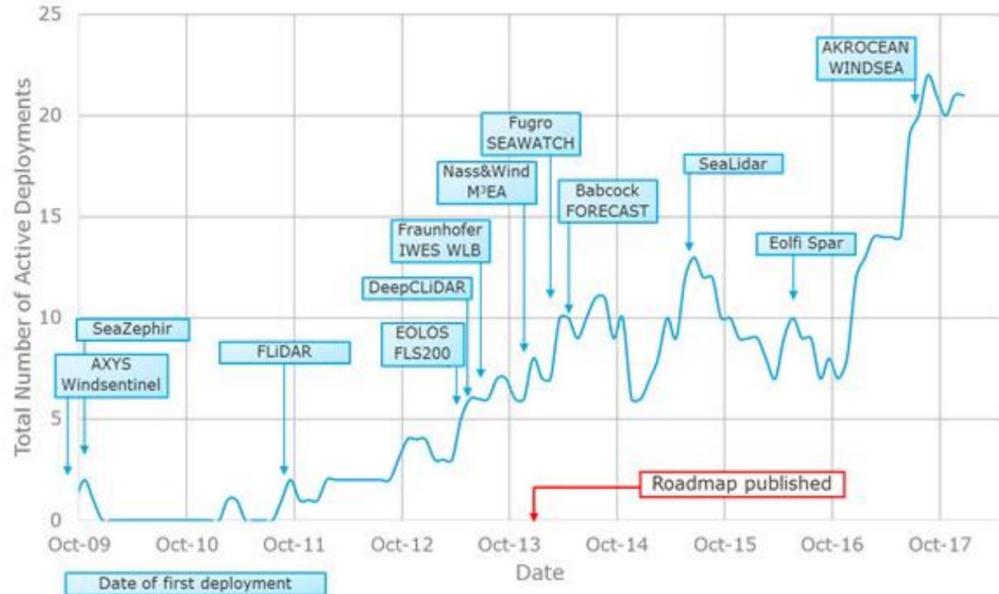


Figure 1: Indicative timeline showing number of deployed FLS systems. The date of the original OWA FLS Roadmap publication is shown in red.

Die Umgebung einer Wind-Lidar-Boje

Wieso die Zuverlässigkeit nicht bei 100% ist...



Boje #1 vor FINO 1

OptiDesign vor Helgoland



© FINO3: Orkan Sabine (Feb 2020)

Was bietet ein FLS der Offshore Windindustrie

- ↪ Flexibilität und Kostenersparnis gepaart mit einer hohen Genauigkeit und niedriger Messunsicherheit für:
 - ↪ Windpotentialmessung
 - ↪ Leistungskurvenvermessung
 - ↪ Messdaten für die WEA Design Basis & Lastenanalyse
 - ↪ Integrationsfähigkeit in Umweltüberwachungssysteme
- ↪ Aber Standards reflektieren dies noch nicht und es gibt noch einige Forschungsfragen.



Link-Sammlung

- < [Wind- und Wellenmessung \(fraunhofer.de\)](https://www.fraunhofer.de)
- < [OWA Floating LiDAR recommended practice | The Carbon Trust](#)
- < [Roadmap for commercial acceptance of Floating LiDAR | The Carbon Trust](#)
- < [Task 32 Recommended Practice 18: Floating Lidar Systems | IEA Wind TCP \(iea-wind.org\)](#)
- < **Soon to come: 61400-50-4 Wind energy generation systems - Part 50-4: Use of floating lidars for wind measurements**

Kontakt: erik.patschke@iwes.fraunhofer.de



Acknowledgements

Fraunhofer IWES is funded by:

Federal Republic of Germany

Federal Ministry for Economic Affairs and Energy

Federal Ministry of Education and Research

European Regional Development Fund (ERDF):

Federal State of Bremen

- ↪ Senator of Civil Engineering, Environment and Transportation
- ↪ Senator of Economy, Labor and Ports
- ↪ Senator of Science, Health and Consumer Protection
- ↪ Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH

Federal State of Lower Saxony

Free and Hanseatic City of Hamburg



Niedersachsen

