

# Project *brief*

Thünen-Institut für Seefischerei

2024/24

## Entwicklung eines nicht-invasiven, opto-akustischen Unterwasser-Fischobservatoriums

Boris Cisewski<sup>1</sup>, Joachim Gröger<sup>1,2</sup>, Sabah Badri-Hoehner<sup>3</sup>, Gordon Böer<sup>3</sup>, Karin Boos<sup>1</sup>, Catriona Clemmesen<sup>2</sup>, Verena Dauben<sup>4</sup>, Andreas Lehmann<sup>2</sup>, Sebastian Matz<sup>5</sup>, Hela Mehrkens<sup>2</sup>, Felix Mittermayer<sup>2</sup>, Helge Renkewitz<sup>5</sup>, Hauke Schramm<sup>3</sup>, Tobias Strickmann<sup>2</sup>, Jonni Westphalen<sup>3</sup>, Thomas Wilts<sup>3</sup>, Julian Winkler<sup>3</sup>, Dennis Wolf<sup>4</sup> and Oliver Zenk<sup>4</sup>

- **Optische und hydroakustische Methoden wurden bisher nur separat zur Beobachtung und Überwachung von Fischbeständen eingesetzt. Wir stellen hier erstmals ein gekoppeltes Hybridsystem vor.**
- **Identifikation und Größenklassifikation von Fisch- und Quallenarten erfolgen nicht-invasiv und automatisch mit Hilfe von KI-Algorithmen.**
- **Wir haben drei verschiedene Varianten des Unterwasser-Fisch-Observatoriums (UFO) entwickelt und erfolgreich in der Kieler Bucht getestet.**

### Hintergrund und Zielsetzung

Ökosysteme sind dynamische Systeme, die sich unter dem Einfluss verschiedenster äußerer Faktoren kontinuierlich verändern. Das trifft insbesondere auf marine Ökosysteme zu, die wie die Nord- und Ostsee zumeist unter multiplem Druck durch z. B. Fischerei, Klimaänderungen und Eutrophierung leiden. Die potenziell kumulierenden Effekte von zu starker Nutzung und parallelen Klimaänderungen machen kommerziell genutzte Fischbestände zu stark gefährdeten Komponenten in marinen Ökosystemen. Die effiziente Umsetzung der EU-Meeres- und Fischereipolitik zur langfristigen und nachhaltigen Nutzung unserer marinen Ressourcen erfordert die Bereitstellung zeitlich und räumlich hochaufgelöster Daten über die Diversität von Fischarten, ihre jahreszeitliche Dynamik und über die kausalen Zusammenhänge mit ihrer belebten (biotischen) und unbelebten (abiotischen) Umwelt.

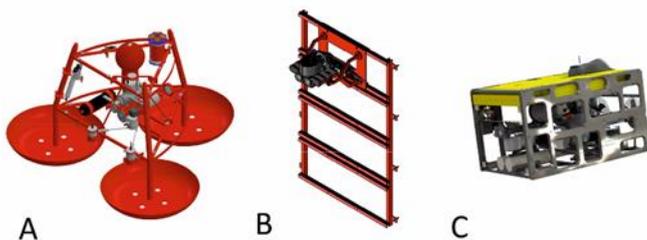
trilateralen Netzwerks in der Kieler Bucht, bestehend aus einem stationären, einem mobilen und einem portablen Unterwasser-Fischobservatorium (UFO). Alle drei Systeme sind modular mit dem gleichen Kernsatz an opto-akustischen Sensoren ausgestattet. Herzstück ist bei allen eine standardisierte automatische Mustererkennung. Diese ermöglicht die Artidentifikation und Zählung der Fische sowie deren Größen- und Gewichtsklassifikation mit einer hohen statistischen Sicherheit.

### Vorgehensweise

Mit Beginn des Projekts im Mai 2019 haben wir die technische Optimierung und Weiterentwicklung des stationären UFOs vorangetrieben. Ferner haben wir die Entwicklung und den Bau des mobilen und des portablen UFOs mit der entsprechenden Hardware begonnen. Zeitgleich erfolgten die softwarebasierten Arbeiten innerhalb und zwischen den Systemen. Mit bereits vorliegenden Video- und Sonarsequenzen haben wir die Mustererkennungsalgorithmen weiterentwickelt und auf ausgewählte Fischarten der Ostsee trainiert. Ab Mai 2020 erfolgte die Ausbringung der stationären Systeme und der Beginn der Datenaufnahme. Parallel haben wir die Algorithmen für das mobile System weiterentwickelt.

### Ergebnisse und Schlussfolgerungen

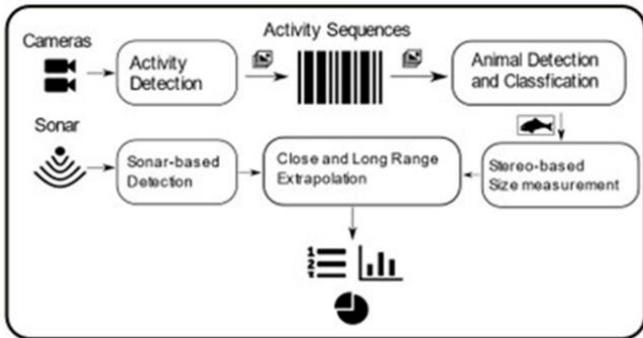
Im Projekt UFOTriNet wurden drei Varianten eines neuartigen opto-akustischen Unterwasser-Fischobservatoriums (UFO) entwickelt, die in der Kieler Bucht betrieben und getestet wurden. Die verschiedenen UFO-Systeme (Abb. 1) lassen sich in unterschiedlichen Gebieten und für unterschiedliche Fragestellungen einsetzen. Das stationäre und das portable UFO (eine miniaturisierte Version des stationären UFOs) sind entweder für den Dauerbetrieb oder für den flexiblen Routinebetrieb ausgelegt. Ihr Einsatz kann in verschiedenen Schlüsselbereichen (z. B. marine Schutzgebiete, Laichgebiete



**Abbildung 1:** Darstellung der drei UFO-Systeme: (A) stationär, (B) portabel, (C) mobil (Quelle: Thünen-Institut / Boris Cisewski).

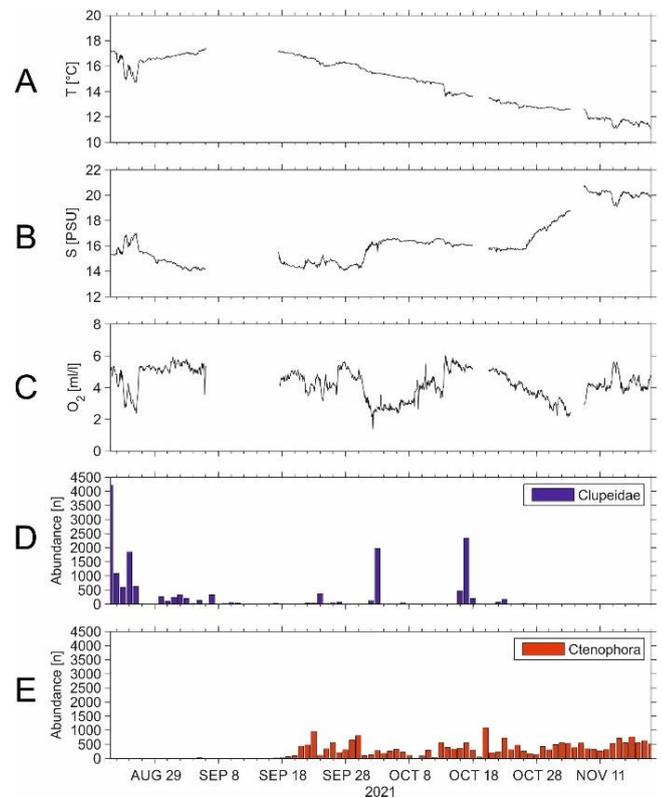
UFOTriNet ist ein interdisziplinäres Innovationsprojekt zum hochauflösenden, kontinuierlichen, automatisierten und nicht-invasiven Fisch- und Umweltmonitoring. Mit diesem Projekt soll eine kosteneffektive Alternative zu schiffs-basiertem Monitoring von Fischbeständen als Beitrag zu einer reformierten, evidenzbasierten Fischereipolitik entwickelt werden. Im Fokus stehen die Entwicklung und der Betrieb eines

Windparks) erfolgen. Sie sind ferner für eine zeitweise Anbindung, z. B. an Brückenpylonen, Felsen, Leuchttürmen oder Aquakulturanlagen konzipiert. Im Vergleich zu diesen beiden Systemen, die auf eine Landanbindung angewiesen sind, wurde das mobile UFO für kürzere ortsunabhängige Missionen im ferngesteuerten oder autonomen Modus entwickelt.



**Abbildung 2:** Dokumentation der einzelnen Verarbeitungsschritte von der Datenaufnahme bis zur endgültigen Mengenabschätzung mit Hilfe des Hybridalgorithmus (Quelle: Thünen-Institut / Gröger et al., 2024).

Während hydroakustische und optische Techniken bisher hauptsächlich einzeln zur Beobachtung und Überwachung von Fischbeständen eingesetzt wurden, stellen wir ein gekoppeltes Hybridsystem vor. Die Kerneinheit besteht aus zwei Restlichtverstärkenden Kameramodulen und einem bildgebenden 2D-Sonar. Dabei wird die optische Nahfeld-Komponente als Unterstichprobe der räumlich weiterreichenden akustischen Fernfeld-Komponente betrachtet. Durch die Kopplung von optischem Nahfeld und akustischem Fernfeld können aussagekräftige Hybriddaten zur Verfügung gestellt werden. Artzugehörigkeit und morphometrische Merkmale von Fischen und anderen Meeresorganismen wie z. B. Quallen werden im Nahfeld stereo-optisch erfasst und klassifiziert. Anschließend werden diese Merkmale mit der akustischen Aktivität im mittleren bis weiten Bereich verschnitten und mithilfe eines Hybridalgorithmus auf das gesamte Gebiet projiziert (Abb. 2). Modularität, Kompaktheit, strukturelle Integrität und multiple Einsatzmöglichkeiten sind entscheidende Vorteile des trilateralen UFO-Systems gegenüber der punktuellen schiffsbasierten Fischbestandsaufnahme.



**Abbildung 3:** 86-Tage-Zeitserie (2021/08/22 bis 2021/11/16) von (A-C) Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoff, (D) Abundanz von Clupeiden (Hering und Sprotte) und (E) Abundanz von Ctenophoren (Rippenquallen) (Quelle: Thünen-Institut / Boris Cisewski).

Durch die synchrone Erfassung abiotischer und biotischer Daten ermöglichen unsere UFO-Systeme eine automatische, kontinuierliche und nicht-invasive Langzeitüberwachung verschiedener Fische und anderer mariner Arten und ihrer Lebensräume an regionalen Hotspots. Im Sommer/Herbst 2021 haben wir in der Kieler Förde über 86 Tage eine multiparametrische Zeitreihe aufgenommen. Sie zeigt einen abrupten Wechsel eines von Hering und Sprotte dominierten Regimes zu einem von Rippenquallen dominierten Regime (Abb. 3). Damit wird insbesondere das Potenzial des stationären UFOs für verschiedene Anwendungen demonstriert.

## Weitere Informationen

### Kontakt

<sup>1</sup> Thünen-Institut für Seefischerei  
boris.cisewski@thuenen.de  
www.thuenen.de/sf

### Partner

<sup>2</sup>GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel  
<sup>3</sup>Fachhochschule Kiel  
<sup>4</sup>MacArtney Germany GmbH  
<sup>5</sup>Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB)

DOI: 10.3220/PB1730968626000

### Laufzeit

5.2019-6.2023

### Projekt-ID

2088

### Veröffentlichungen

Gröger JP, Cisewski B, Badri-Hoehner S, Böer G, Boos K, Clemmesen C, Cojocar A, Dauben V, Hoehner PA, Lehmann A, Matz S, Mehrtens H, Mittermayer F, Renkewitz H, Schramm H, Strickmann T, Westphalen J, Wilts T, Winkler J, Wolf D and Zenk O (2024). Development and operation of a novel

non-invasive opto-acoustic underwater fish observatory in Kiel Bight, Southwestern Baltic Sea. *Front. Mar. Sci.* 11:1425259.  
<https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1425259>

**Böer G, Gröger JP, Badri-Höher S, Cisewski B, Renkewitz H, Mittermayer F, Strickmann T, Schramm H (2023).** A deep-learning based pipeline for estimating the abundance and size of aquatic organisms in an unconstrained underwater environment from

continuously captured stereo video. *Sensors* 23(6):3311.  
<https://doi.org/10.3390/s23063311>

### Gefördert durch

