

Project *brief*

Thünen-Institut für Seefischerei

2026/14

Große Räuber, Fischerei und Klimawandel: Welcher Umweltfaktor wirkt am stärksten auf das Nahrungsnetz der südlichen Nordsee?

 Anne Sell¹, Kim Ludwig¹, Miriam Püts¹, Alexander Kempf¹, Gerd Kraus¹

- **Nachlassende Fischereiintensität und reduzierte Nährstoffeinträge durch die großen Flüsse haben das Beziehungsgefüge im Nahrungsnetz der Nordsee über die letzten Jahrzehnte verschoben.**
- **Die Biodiversität der Fischfauna hat sich sowohl in taxonomischer als auch in funktioneller Hinsicht verändert.**
- **Ein Ökosystemmodell zeigt, dass zur Abschätzung von Klimafolgen neben dem Temperaturanstieg auch Nährstoffkonzentrationen und Primärproduktion zu bewertet sind.**

Hintergrund und Zielsetzung

Fischereidruck beeinflusst marine Nahrungsnetze, indem er vorwiegend auf die großen, räuberischen Fischarten zielt. Während die Fischereiintensität über die vergangenen Jahrzehnte in der Nordsee abnahm, wurden Raubfische wieder zahlreicher und erhöhen den Fraßdruck vom oberen Ende der Nahrungskette her („top down“). Zeitgleich gingen die Nährstoffeinträge aus Elbe und Rhein erheblich zurück. Damit wurden die „bottom-up“ Prozesse am unteren Ende der Nahrungsketten, also die „Düngung“ des Ökosystems und die Produktion planktischer Algen reduziert. Im Projekt BioWeb folgten wir der Frage, wie unter diesen neuen Randbedingungen das Nahrungsnetz der südlichen Nordsee aussieht - und wie es auf zukünftige Veränderungen reagieren wird.

Vorgehensweise

Wir konnten auf umfassende Datensätze aus nationalen und internationalen Forschungs-Surveys mehrerer Dekaden zurückgreifen, die unter Leitung des Thünen-Instituts durchgeführt wurden. Unser Fokus lag dabei auf demersalen Fischgemeinschaften, also jenen die am oder über dem Meeresboden leben. Insbesondere interessierten uns ihre „Traits“, also feste, messbare funktionelle Merkmale der einzelnen Arten. Für unsere Analysen haben wir eine vorhandene Trait-Datenbank der Nordseefische um weitere Charakteristika ergänzt, die für ihre Nahrungsbeziehungen relevant sind. Die Profile der funktionellen Merkmale einzelner Fischarten haben wir mit Datensätzen aus diversen Forschungsprogrammen zu Untersuchungen an Mageninhalten von Nordseefischen zusammengeführt (Abb. 1). Um zu untersuchen, welche Merkmale in Räuber-Beute-Beziehungen zwischen Fischen statistisch entscheidend sind, haben wir die komplementären, multivariaten Methoden RLQ-Ordination und Fourth-Corner-Analyse genutzt.

In einer ergänzenden Studie beleuchteten wir die Fraßbeziehung von Tintenfischen, weil diese im Nahrungsnetz der Nordsee aktuell stark an Bedeutung gewinnen. Dafür untersuchten wir ihre Fettsäurezusammensetzung, um eine

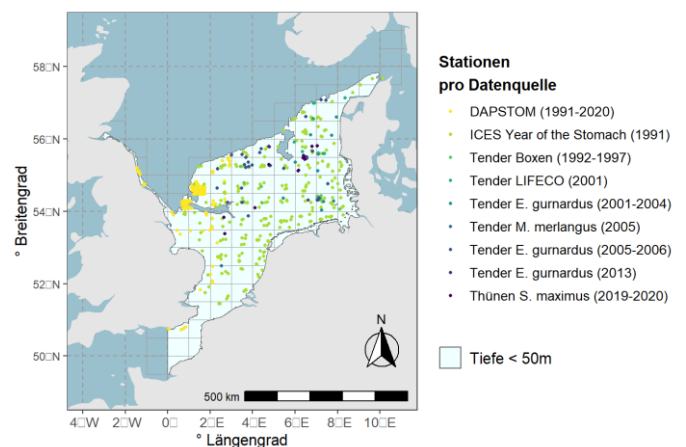


Abbildung 1: Übersicht der Stationen mit Datensätzen zu Mageninhalten demersaler Fische. Unsere Analyse von Räuber-Beute-Trait-Beziehungen und Fraßselektivitäten beruhen auf diesen Daten (Quelle: aus Ludwig et al. 2024).

wichtige Frage zu klären: Gibt es zwischen den häufigsten Tintenfischarten qualitative Unterschiede in ihren Fettsäuremustern, die darauf hindeuten, dass sie verschiedene Beutetypen fressen?

Parallel dazu haben wir das Ökosystemmodell „Ecopath with Ecosim“ optimiert. Unser Ziel war hier, eine möglichst ganzheitliche Betrachtung der „top-down“ und „bottom-up“ Dynamiken in den Nahrungsnetzen in Zeit und Raum zu ermöglichen.

Ergebnisse

Zeitlich-räumliche Verläufe in der Dominanz bestimmter funktioneller Merkmale in den Fischgemeinschaften visualisierten wir in Kartenserien. Damit konnten wir Verschiebungen der Verteilungsschwerpunkte ökologischer Funktionen zeigen. Ein statistischer Vergleich der Merkmalsprofile (Abb. 2) von Raubfischen und ihrer Beute deckte auf, dass unter den Merkmalen der Räuber allein ihr

Gehalt an mehrfach ungesättigten Omega-3-Fettsäuren signifikant mit den Merkmalen „Energiegehalt“ und „Mobilität“ der Beutfische verknüpft war. Dies spiegelt sich vor allem in den Beziehungen von Wittling und Grauem Knurrhahn zu den Schwarmfischen Hering und Sprotten als ihrer Beute wider. Dass andere Merkmalsprofile nicht nachweisbar verbunden waren, lässt sich auf die variable und opportunistische Beutewahl etlicher Raubfischarten zurückführen (Ludwig et al. 2024).

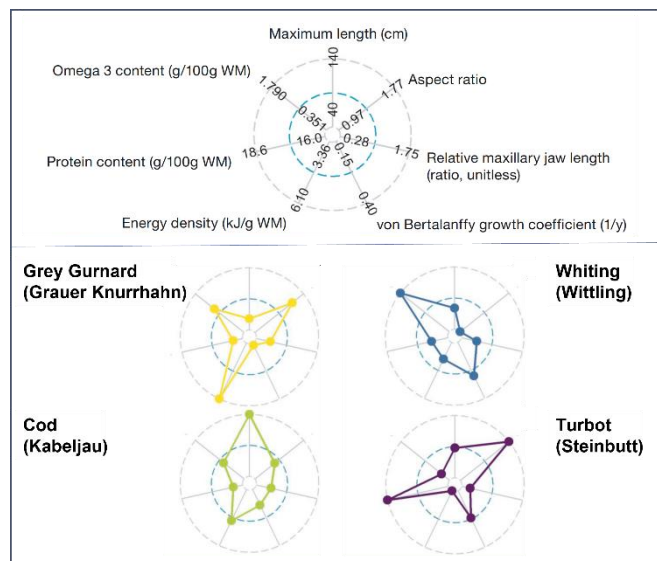


Abbildung 2: Profile funktioneller Merkmale ausgewählter Nordseefische. Die Polardiagramme im unteren Panel stellen jeweils die „Trait“-Profile der ausgewachsenen Fische dar. Die Traits selbst und ihre Spannweiten sind im oberen Panel angegeben (Quelle: aus Ludwig et al. 2024, modifiziert).

Selektivitätsberechnungen zeigten zudem bei beiden Arten eine Vorliebe für Sandaale. Kabeljau zeigte eine Präferenz für Kliesche sowie für Vertreter aus der eigenen Familie (Gadidae), insbesondere für Wittling. Allerdings traten beim Kabeljau auch deutliche individuelle Unterschiede in der Beutepreferenz auf. Das war vermutlich der Grund dafür, dass hier keine signifikanten Assoziationen zu den funktionellen Merkmalen der Beute zu finden waren.

Gemeinsam mit Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen aus den Thünen-Instituten für Fischereibiologie und für Ostseefischerei analysierten wir Gewebeproben von Tintenfischen. Dabei zeigten sich artspezifische Unterschiede in den

Fettsäuremustern des Kurzflossenkalmars *Illex coindetii*, des nordischen Kalmars *Loligo forbesii* und des Kleinen Pfeilkalmars *Todaropsis eblanae*. Dies ist ein starkes Indiz dafür, dass diese Tintenfische unterschiedliche Nahrungsgewohnheiten haben (Schäfer et al. 2024). Zudem ließ sich eine Abhängigkeit zwischen der Größe der Tintenfische und der Fettsäurezusammensetzung nachweisen, die mit der Verschiebung der Beutespektren während des Heranwachsens von Tintenfischen einhergeht.

Das im Projekt BioWeb erweiterte Ökosystemmodell für die südliche Nordsee umfasste 81 funktionelle Gruppen, die aufgrund gemeinsamer übergeordneter Merkmale zusammengefasst wurden (zum Beispiel Zooplankton). Es wurde so angepasst, dass künftige Klimaszenarien besser abgebildet werden können. In drei „Was-wäre-wenn“-Szenarien haben wir damit vier Treiber simultan getestet: (1) Temperatur des Meerwassers, (2) Intensität der Primärproduktion, (3) Biomasse mariner Säugetiere und (4) Fischereiaufwand. Im Vergleich wurde deutlich, dass vor allem „bottom-up“ getriebene Prozesse die Dynamik dominieren: Die Konzentration der Nährstoffe beziehungsweise die Reduktion ihrer Einträge wirken besonders stark auf das System. „Top-down“ Prozesse durch marine Säugetiere hingegen führten nur zu vereinzelt Biomasseveränderungen unter ihren direkten Beutearten.

Fazit

Die merkmalsbasierte Untersuchung von Räuber-Beute-Beziehungen mit RLQ- und Fourth-Corner-Analysen bietet neue Möglichkeiten. Sie trägt zum Verständnis der Dynamik von Nahrungsnetzen in Zusammenhang mit dem Klimawandel und den dadurch verursachten Verschiebungen der Artenverteilung bei (Ludwig et al. 2024). Voraussetzung dafür sind eine ausreichende Verfügbarkeit und Qualität von Daten zu nahrungsbezogenen Merkmalen (Traits).

Mit dem erweiterten Ökosystemmodell für die südliche Nordsee haben wir systemische Veränderungen als Resultat einzelner Treiber aufgezeigt. Dabei wurde klar, dass „bottom-up“-Prozesse zukünftig eine entscheidende Rolle für das Ökosystem spielen werden. Klimafolgen-Szenarien für das Ökosystem dieser Region sollten daher nicht nur die Wirkung der Temperaturerhöhung, sondern auch die Intensität der Primärproduktion einschließen.

Weitere Informationen

Kontakt

¹Thünen-Institut für Seefischerei
anne.sell@thuenen.de
www.thuenen.de/sf

Laufzeit

11.2020-2.2024

Projekt-ID

2347

DOI: [10.3220/253-2026-70](https://doi.org/10.3220/253-2026-70)

Partner

Senckenberg am Meer
 Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)
 Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Veröffentlichungen

Püts M, Kempf A, Möllmann C, Taylor M (2023). Tradeoffs between fisheries, offshore wind farms and marine protected areas in the

southern North Sea – winners, losers and effective spatial management. Mar Policy 152:105574
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105574>

Ludwig K E, Singer A, Kröncke I, Sell AF (2024). Predator-prey trait associations and feeding preferences of demersal fishes in the southern North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 739: 173-190
<https://doi.org/10.3354/meps14597>

Schäfer F, Oesterwind D, Sell AF, Kammann U (2024). Fatty acid analyses reveal differences in feeding ecology

of North Sea squids that overlap in time and space. Food Webs 40, e00355
<https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2024.e00355>

Gefördert durch



FKZ: 03F0861B