

► Project *brief*

Thünen-Institut für Seefischerei

2025/09

Klimawandel und Heringsrekrutierung in der Nordsee: aktuelle Trends und zukünftige Risiken

Anna Akimova¹, Marta Moyano^{2,3}, Gregor Börner⁴

- **Wir untersuchten die Nahrungsbedingungen von Heringslarven im Herbst und Winter über einen Zeitraum von 7 Jahren mithilfe von Feldbeobachtungen und physiologischer Modellierung.**
- **Die Zooplankton-Zusammensetzung und -Größenstruktur waren in den Herings-Laichgebieten ähnlich, aber die Gesamtzahl war im Winter deutlich geringer als im Herbst.**
- **Im Herbst waren Heringslarven nur während des Beginns der exogenen Nahrungsaufnahme stark von Nahrungsknappheit betroffen, während für größere Larven ausreichend geeignetes Zooplankton zur Verfügung stand. Winterlarven erlebten eine längere Phase der Nahrungsbegrenzung, was ihr Wachstum und Überleben negativ beeinträchtigte.**
- **Unser physiologisches Modell prognostiziert, dass Heringslarven in der Zukunft zwischen 28% (im Herbst) und 35% (im Winter) mehr Beute-Biomasse benötigen werden, um in der sich erwärmenden Nordsee zu überleben und zur Heringsrekrutierung beizutragen.**

Hintergrund und Zielsetzung

Die Fischrekrutierung wird von verschiedenen Prozessen beeinflusst, wobei Nahrungsbedingungen in den frühen Lebensstadien eine entscheidende Rolle spielen. Besonders die Larvenphase ist empfindlich gegenüber natürlichen und anthropogenen Veränderungen mariner Ökosysteme, einschließlich des Klimawandels. In der Nordsee ist die Rekrutierung mehrerer kommerziell wichtiger Fischarten in den letzten Jahren stark zurückgegangen, unter anderem aufgrund ungünstiger Bedingungen für ihre Larven. Einer der betroffenen Fischbestände ist der Nordseehering, der im Herbst und Winter entlang der britischen Küste und in der südlichen Nordsee laicht.

Wie die meisten Fischlarven ernähren sich Heringslarven von Plankton. Allerdings gibt es eine erhebliche Wissenslücke hinsichtlich der Planktondynamik in der Nordsee im Herbst und Winter. Die Ziele des Projekts THRESHOLDS waren, (a) die Planktonabundanz und -zusammensetzung in den Laichgebieten des Nordseeherings zu untersuchen, (b) die Nahrungsbedingungen junger Heringslarven zu bewerten und (c) das Wachstum sowie das Überleben der Larven im ersten Lebensmonat einzuschätzen, da diese Phase als entscheidend für den Rekrutierungserfolg von Heringen gilt.

Vorgehensweise

Wir erweiterten das Beobachtungsprogramm des *International Herring Larvae Survey* (IHLS), um gleichzeitig Plankton- und Heringslarvenproben in den Haupt-Laichgebieten des Herings zu entnehmen: Buchan und Banks im Herbst sowie Downs im Winter (Abb. 1). Insgesamt wurden zehn Forschungsfahrten

zwischen 2013 und 2019 durchgeführt. Wir verwendeten zwei Planktonnetze (GULF-VII und PUP-Sampler), um sowohl Heringslarven als auch eine umfassende Größenbandbreite planktonischer Organismen vom Mikro- bis zum Mesoplankton (von 55 bis 2000 µm) korrekt zu erfassen. Im Labor wurden die Heringslarven in Entwicklungsstadien eingeteilt und ihre Länge wurde gemessen. Die Größe und Häufigkeit der Zooplanktonorganismen wurden mit den Imaging-Systemen FlowCam (für Mikroplankton) und Zooscan (für Mesoplankton) bestimmt. Ein neues, auf tiefen neuronalen Netzwerken basierendes Tool wurde entwickelt, um die Analyse der Probenahme zu optimieren und taxonomische Gruppen des Planktons zu identifizieren. Die gewonnenen Daten wurden genutzt, um die Variabilität des Zooplanktons und dessen Gemeinschafts- und Größenstruktur zu untersuchen. Darüber hinaus identifizierten wir Organismen, die als Beutetiere für Heringslarven geeignet sind, und schätzten ihre Häufigkeit. Die gesammelten Daten wurden in ein Individuen-basiertes physiologisches Modell integriert. Dieses Modell simuliert Schlüsselprozesse wie Nahrungsaufnahme, Energieverbrauch und Wachstum, die durch Larvengröße/-alter, Nahrungsverfügbarkeit und Wassertemperatur beeinflusst werden. Modellsimulationen ermöglichten es uns, zu bewerten, ob die verfügbare Beute ausreichte, um den Energiebedarf der Heringslarven zu decken und ihr Wachstum und Überleben zu unterstützen.

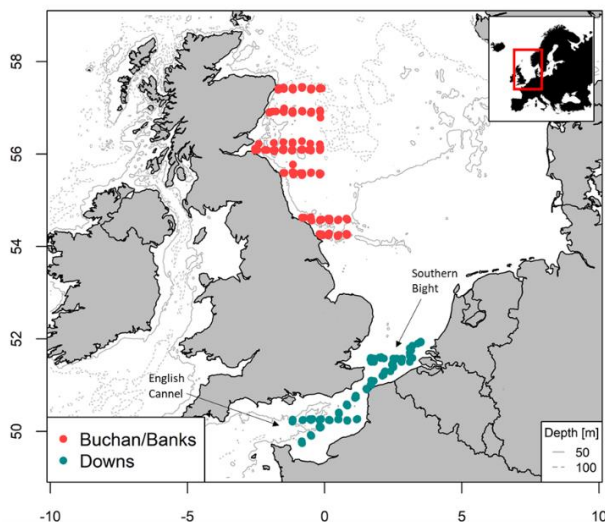


Abbildung 1: Beprobte Stationen in den Laichgebieten des Nordseeherings in Buchan/Banks (September; rote Punkte) und Downs (Dezember; türkisfarbene Punkte) – (Quelle: Börner et al., 2025).

Wichtigste Ergebnisse

Die Zooplankton-Gemeinschaft in beiden Laichgebieten war über die sieben Jahre hinweg ähnlich, ohne signifikante Trends in Abundanz. Diatomeen und Dinoflagellaten dominierten die mikroplanktonische Gemeinschaft, während Gastropoden und Copepoden die mesozooplanktonische Gemeinschaft prägten. Obwohl die Gemeinschaften ähnlich waren, unterschieden sich die Abundanz und die Größenstruktur des Zooplanktons signifikant zwischen den Laichgebieten: in der Downs-Region, insbesondere im Ärmelkanal, zeigte das größere Mesozooplankton eine deutlich niedrigere Abundanz im Vergleich zum Buchan-Gebiet.

Die zeitliche und räumliche Veränderung in der Zusammensetzung und Größe des Zooplanktons war mit der Bewegung der Hauptwassermassen des Atlantischen Wassers, des typischen Nordsee-Wassers und der Flussabflüsse verbunden.

Der Vergleich zwischen unserem Modell und den Beobachtungen zeigte, dass die Größenstruktur des Zooplanktons gut mit den Anforderungen der Heringslarven übereinstimmt. Darüber hinaus haben wir gezeigt, dass Heringslarven bis zu 40% schneller wachsen können, wenn sie eine größere Vielfalt an Zooplankton in ihre Diät aufnehmen, anstatt nur Copepoden zu konsumieren. Dieser Effekt war besonders ausgeprägt bei jungen Larven. Aber selbst wenn sich Heringslarven von verschiedenen planktonischen Beutetieren ernähren, haben wir gezeigt, dass sie während der

ersten Phase der Nahrungsaufnahme (Größe <10 mm) eine erhebliche Sterblichkeit erleiden. Im Herbst, mit zunehmender Größe der Larven, gingen die Sterblichkeitsraten schnell zurück. Larven größer als 14 mm waren nicht von Hunger oder Nahrungsknappeit betroffen und zeigten ein robustes Wachstum (Abb. 2a). Im Gegensatz dazu stellte die geringe Zooplankton-Biomasse im Winter in der Downs-Region eine Herausforderung auch für größere Larven dar (Abb. 2b). Selbst für die größten Larven (>20 mm) zeigte unser Modell eine Sterblichkeit von mehr als 40%. Darüber hinaus ermöglichte uns das physiologische Modell, vorherzusagen, wie die zukünftige Erwärmung der Nordsee die Heringslarven beeinflussen wird. Bei der erwarteten Erwärmung von 2 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts werden Heringslarven 28% (in Herbst) bis 35% (im Winter) mehr Nahrung benötigen, um ihren höheren Stoffwechselanforderungen gerecht zu werden und Wachstum sowie Überleben aufrechtzuerhalten. Weitere Forschung ist notwendig, um zu verstehen, ob die Produktivität der Nordsee in der Zukunft dieses Niveau erreichen wird oder ob der Atlantische Hering seine Fortpflanzungsstrategie anpassen muss, etwa durch eine Veränderung der Laichzeit oder des Laichgebiets, um das Überleben der Larven zu gewährleisten.

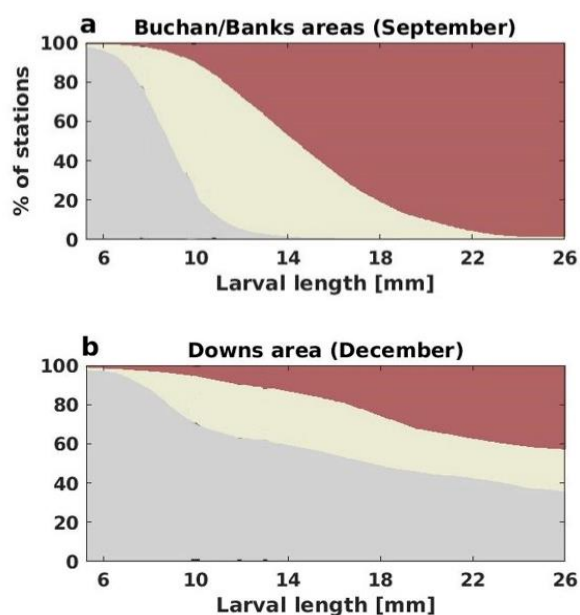


Abbildung 2: Der Anteil der Stationen (in %), an denen Larven unterschiedlicher Länge entweder Hunger (grau) oder Nahrungsbegrenzung (beige) erfahren oder mit ihrer maximalen Wachstumskapazität (braun) wachsen. (a) Buchan/Banks-Gebiete im Herbst, (b) Downs-Gebiet im Winter (Quelle: Akimova et al., 2023).

Further Information

Contact

¹ Thünen Institute für See Fischerei
anna.akimova@thuenen.de
www.thuenen.de/en/sf

Duration

09.2018 - 12.2023

Project-ID

2244

Funding



DOI: 10.3220/PB1740053169000

Partners

²Norwegian Institute for Water Research, Norway
³ University of Agder, Norway
⁴ Hamburg University, Germany
 Wageningen Marine Research, The Netherlands
 Institut of Marine Research, Norway
 French Research Institute for Exploitation of the Sea, France

Publications

Akimova, A., Peck, M.A., Börner, G., van Damme, C. and Moyano, M. (2023), Combining modeling with novel field observations yields new insights into wintertime food limitation of larval fish. *Limnol Oceanogr*, 68: 1865-1879. <https://doi.org/10.1002/lno.12391>

Börner G, Frelat R, Akimova A, van Damme C, Peck M.A and Moyano M (2025), Autumn and winter plankton composition and size structure in the North Sea, *Marine Ecology Progress Series* 753:1-18, <https://doi.org/10.3354/meps14767>

Moyano M, Illing B, Akimova A, Alter K, Bartolino V, Börner G, Clemmesen C, Finke A, Gröhsler T, Kotterba P, Livdane L, Mittermayer F, Moll D, Nordheim L von, Peck M, Schaber M, Polte P (2023) Caught in the middle: bottom-up and top-down processes impacting recruitment in a small pelagic fish. *Rev Fish Biol Fisheries* 33(1): 55-84, <https://doi.org/10.1007/s11160-022-09739-2>