

# ► Project *brief*

Thünen Institut für Seefischerei

2022/25

## PANDORA – Verbesserte Simulationen gemischter Fischereien in der Nordsee unter Berücksichtigung des Klimawandels

Bernhard Kühn<sup>1</sup>, Alexander Kempf<sup>1</sup>, Marc Taylor<sup>1</sup>

- **Methoden aus dem Bereich des maschinellen Lernens konnten helfen, potenzielle Umwelteinflüsse auf die Produktivität kommerziell wichtiger kabeljauartiger Fischarten (Gadiden) in der Nordsee zu identifizieren.**
- **Temperatur- und Salzgehaltsänderungen haben einen großen Einfluss auf die Produktivität von Nordsee-Kabeljau. Im Rahmen des Klimawandels ist eine weitere Abnahme der Produktivität zu erwarten. Ein erfolgreiches Management der gemischten Fischereien in der Nordsee hängt deshalb davon ab, unerwünschte Beifänge an Kabeljau möglichst zu vermeiden.**
- **Bioökonomische Simulationen zeigen, dass Fischereien unterschiedlich auf die Folgen des Klimawandels reagieren und ihre ökonomische Situation sowohl von der Fangzusammensetzung als auch der zukünftigen Preis- und Kostenentwicklung bestimmt wird.**

### Hintergrund und Zielsetzung

Der Klimawandel beeinflusst bereits heute die Umwelt der Nordsee – mit teils drastischen Veränderungen der Produktivität von Fischbeständen und Auswirkungen auf die Fischereien. Speziell bei den gemischten Fischereien auf Grundfischbestände der Nordsee, bei der Arten mit unterschiedlicher Sensibilität gegenüber dem Klimawandel zusammen gefangen werden, ist es nötig, diese Veränderungen im Management zu berücksichtigen. Unsere Zielsetzung im Projekt PANDORA (Paradigmen für ein neuartiges Assessment ozeanischer Ressourcen) war es, Auswirkungen von Klimaveränderungen in ein bioökonomisches Modell für die gemischten Fischereien der Nordsee einzubeziehen und Simulationsergebnisse unter Berücksichtigung von ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten zu analysieren.

### Vorgehensweise

Mithilfe des komplexen bioökonomischen Simulationsmodells FLBEIA wurden Auswirkungen von Umweltveränderungen (Temperatur, Salzgehalt, Strömungen) auf die Nachwuchsproduktion (Rekrutierung) von Kabeljau, Wittling und Seelachs und deren Folgen für die Fischereien untersucht. Genau zu bestimmen, welche Umweltprozesse die Rekrutierung von Fischbeständen beeinflussen, ist nicht trivial, da diese meist über verschiedene Lebensstadien wirken und die Daten eine hohe Variabilität aufweisen. Um das Verständnis in dieser Hinsicht zu erweitern, wurde maschinelles Lernen

angewandt, welches es erlaubt, Umwelteinflüsse aus großen räumlich-zeitlichen Datensätzen semi-automatisch herauszufiltern, die historische Rekrutierungsmuster am besten beschreiben (Abbildung 1). Die Resultate hieraus wurden genutzt, um die zukünftige Rekrutierung im Modell vorherzusagen.

Informationen über zukünftige Klimaentwicklungen wurden dafür aus einem regional-skaliertem Ozeanmodell (Max Planck Institute Ocean Model – MPIOM-REMO) für die Nordsee und für die repräsentativen Konzentrationspfade (RCP) RCP4.5 (moderat) und RCP8.5 (worst-case) entnommen. Zusätzlich flossen Annahmen zur Treibstoff- und Fischpreis-Entwicklung unter verschiedenen soziopolitischen und klimatischen Umweltveränderungen in die Modellszenarien ein.

### Ergebnisse

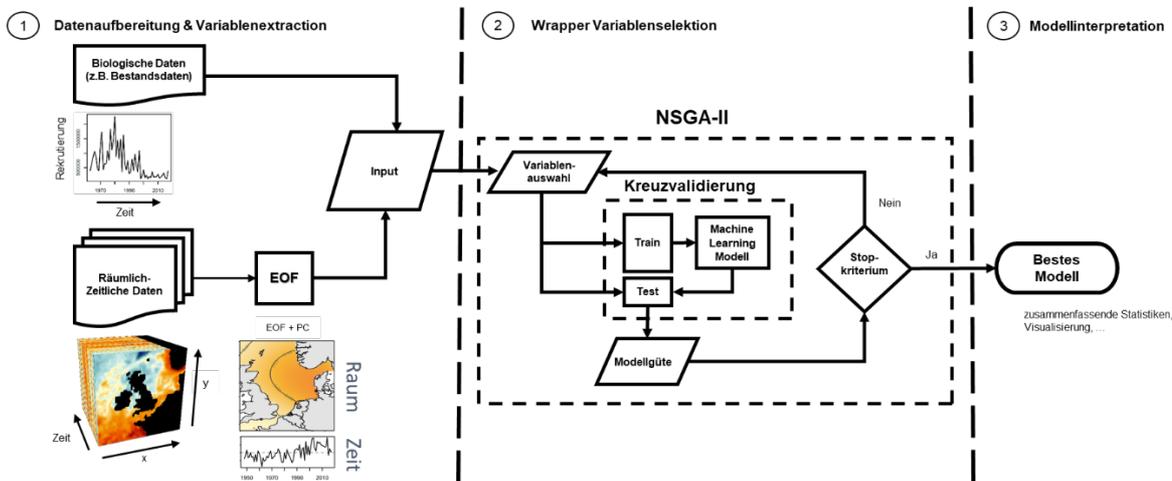
Die Modellierung ergab, dass sich der Klimawandel negativ auf die Rekrutierung von Kabeljau auswirkte; bei Wittling und Seelachs waren die Effekte weniger stark ausgeprägt. Unter der Annahme bisheriger Fangmuster haben die Klimaveränderungen insgesamt einen negativen Einfluss auf die demersalen gemischten Fischereien in der Nordsee. Dabei fallen die Effekte für RCP4.5 moderater aus als für RCP8.5.

Als Folge einer strikten Implementierung der Anlande-verpflichtung und des Prinzips des maximalen Dauerertrages kann sich der Kabeljaubestand zu Beginn der Simulationen noch erholen, gerät jedoch immer stärker durch eine absinkende Nachwuchsproduktion unter Druck. Dies führt langfristig dazu,

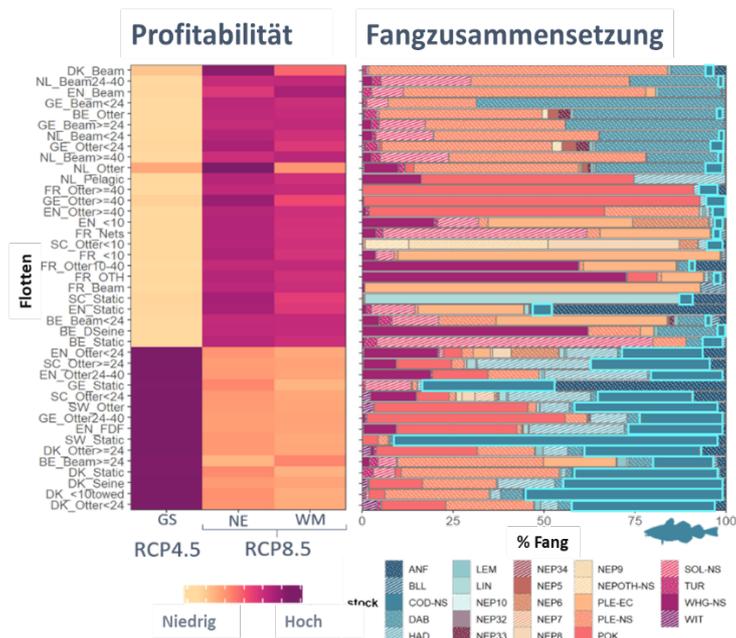
dass der Bestand abnimmt und es vermehrt zur Fanglimitierung („Choke“-Effekt) durch niedrige Quoten für Kabeljau kommt. Die ökonomische Situation der einzelnen Flotten hängt stark davon ab, wie viel Kabeljau sie fangen. Flotten mit einer hohen Abhängigkeit von Kabeljau (>25 % Fangzusammensetzung) waren weniger profitabel unter dem RCP8.5-Szenario, verglichen mit dem RCP4.5-Szenario (Abbildung 2). Flotten mit weniger Kabeljau in ihren Fängen, profitierten hingegen von der

positiveren Fischpreisentwicklung unter RCP8.5 im Vergleich zu RCP4.5.

Obwohl die Ergebnisse von diversen Annahmen abhängen und mit großen Unsicherheiten behaftet sind, machen sie deutlich, dass Untersuchungen zum Klimawandel sowohl biologische als auch ökonomische Entwicklungen einbeziehen müssen, um zukünftige Entwicklung von Fischereien umfänglicher abschätzen zu können.



**Abbildung 1:** Prozessdiagramm: (1) Dimensionsreduzierung und Variablenextraktion aus räumlich-zeitlichen Daten mittels Empirischen-Orthogonalen Funktionen (EOFs) (2) Kreuzvalidierte Variablenauswahl mittels eines multikriteriellen genetischen Entscheidungsalgorithmus (NSGA-II), um biologische Prozesse (z.B. Rekrutierung) mittels eines statistischen Modells vorherzusagen, und (3) weitere Werkzeuge zur Modellinterpretation. Quelle: Adaptiert aus Kühn et al. (2021).



**Abbildung 2:** Profitabilität (skalierte heatmap, links) und prozentuale Fangzusammensetzung (Balkendiagramm, rechts) pro Flotte, um die Abhängigkeit ökonomischer Effekte der Klimaprojektionen RCP4.5 (GS – Global Sustainability) und RCP8.5 (NE – National Enterprises, WM – World Markets) von der Fangzusammensetzung darzustellen. Kabeljaufänge sind zusätzlich gekennzeichnet (blau mit türkiser Umrandung), um ihren Einfluss auf die Profitabilität unter soziopolitischen und Klimaveränderungen aufzuzeigen (Quelle: Thünen-Institute für Seefischerei (2021)).

## Weitere Informationen

### Kontakt

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

### Gefördert durch



### Laufzeit

1.2018-4.2022

### Projekt-ID

2020

### Publikation

Kühn B, Taylor MH, Kempf A (2021)  
Using machine learning to link spatiotemporal information to biological processes in the ocean: a case study for North Sea cod recruitment. *Mar Ecol Prog Ser* 664:1-22.  
DOI: 10.3354/13689

### Partner

Danish Technical University (Dänemark)  
Institute of Marine Research (Norwegen)  
Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science (Vereinigtes Königreich)  
Wageningen University & Research (Niederlande)

DOI:10.3220/PB1658305306000