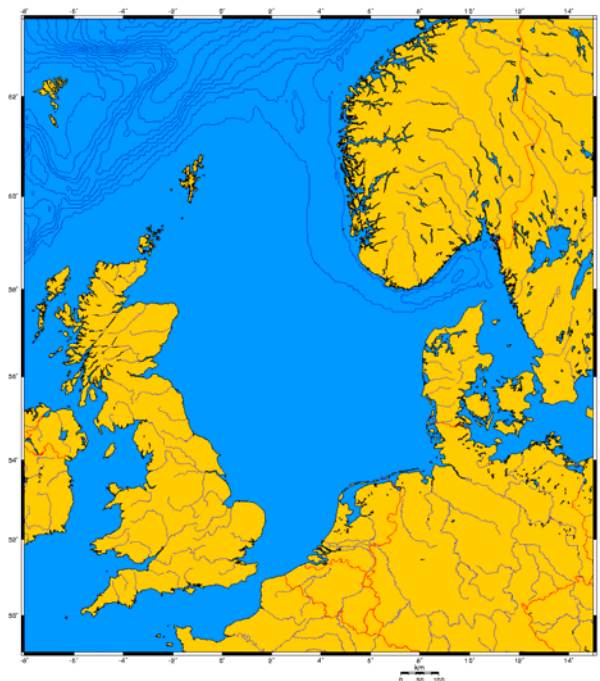


# Auswirkungen des Klimawandels auf die Nordsee



*Luka Eggers und Lara Krebs*  
Gesamtschule Walddörfer

## Inhaltsverzeichnis

### **1 Einleitung**

1.1 Fragestellung S. 3

1.2. Geografische Daten zur Nordsee S. 3

### **2 Hauptteil**

2.1 Prognosen S. 4

2.2 Auswirkungen auf das Wasser S. 7

2.3 Heimische Arten der Nordsee S. 8

2.4 Neue Arten in der Nordsee S. 9

### **3 Diskussion**

3.1 Fazit S. 11

3.2 Fehlerquellen S. 11

### **4 Quellenverzeichnis**

4.1. Text S. 12

# 1 Einleitung

## 1.1 Fragestellung

Im Rahmen unserer Arbeit wollen wir uns mit den Auswirkungen des Klimawandels auf die Nordsee beschäftigen. Schwerpunktmäßig werden wir der Frage nachgehen, welchen Einfluss die Erwärmung der Nordsee auf die Fischbestände hat. Für uns bot sich hier eine Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut an. Dort erstellten wir Klimaprognosen als Grundlage für unsere Arbeit.

## 1.2 Geografische Daten zur Nordsee

Die Nordsee liegt im nordeuropäischen Raum und wird von Norwegen im Nordosten, Dänemark im Osten, Deutschland im Südosten, sowie den Niederlanden im Süden, Belgien im Südwesten und Großbritannien im Westen begrenzt. Nach Norden hin öffnet sie sich trichterförmig und geht in den Atlantischen Ozean über. Eine zweite Verbindung zum Atlantik ist die Straße von Dover. Skagerrak und der Nord-Ostsee-Kanal verbindet die Nordsee mit der Ostsee.

Die Nordsee hat eine Größe von 57000 km<sup>2</sup> und fasst 54000 km<sup>3</sup> Wasser. Die durchschnittliche Wassertiefe beträgt ca. 94 m. Die Nordsee ist somit ein sehr flaches Meer. Die Tiefen variieren allerdings zwischen 13 m an der Doggerbank und 800 m am Übergang zum Skagerrak. Wie die Wassertiefe variiert auch der Salzgehalt sehr stark. Dieser ist orts- und jahreszeitenabhängig und liegt zwischen 15 bis 25 Promille in der Nähe der Flussmündungen und bis zu 32 bis 35 Promille in der nördlichen Nordsee.

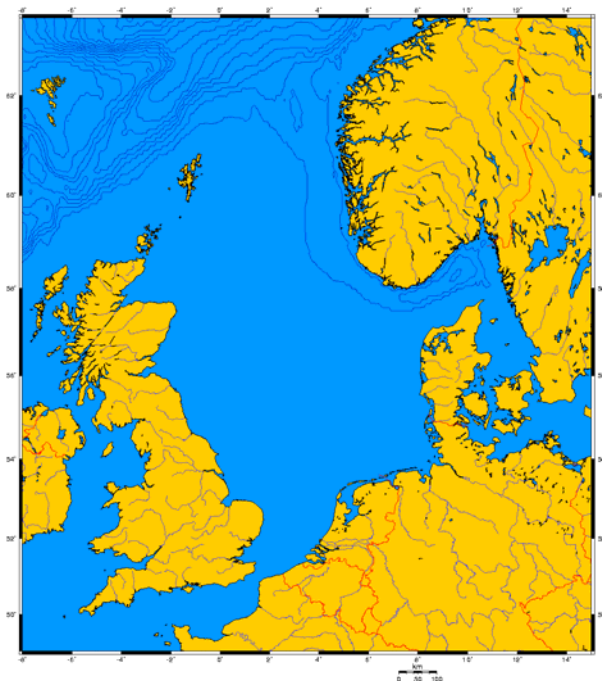


Abb. 1: Nordseekarte <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Quelle: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Mer\\_du\\_Nord-vierge.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/Mer_du_Nord-vierge.png)

## 2 Hauptteil

### 2.1 Prognosen

Informationen zur Entwicklung der Oberflächentemperatur der Nordsee erhielten wir vom Max-Planck-Institut für Meteorologie. Diese Grafiken zeigen die Veränderungen der Oberflächentemperatur des Wassers von 1960 – 2100. Diese Daten nutzen wir, um abschätzen zu können, welche Auswirkung die Erwärmung der Meeresoberflächentemperatur auf die Fischbestände in der Nordsee hat.

In den vergangenen 30 Jahren lag die Durchschnittstemperatur der Nordsee zwischen 8°C und 12°C. An der westdänischen und deutschen Küste waren die Temperaturen durchschnittlich bei 10°C. Auch an der süd- westlichen Küste Norwegens wurden diese Temperaturen gemessen. Die niedrigste Temperatur von 8°C wurde beim Skagerrak bei Oslo gemessen. An der niederländischen und belgischen Nordseeküste sowie bei der Straße von Dover lag die Wassertemperatur durchschnittlich bei 12°C. Die Meeresoberflächentemperaturen an Groß-Britanniens Ostküste lagen von 1961 – 1990 zwischen 10°C und 12°C.

Meeresoberflächentemperatur in Grad Celsius 1961–1990

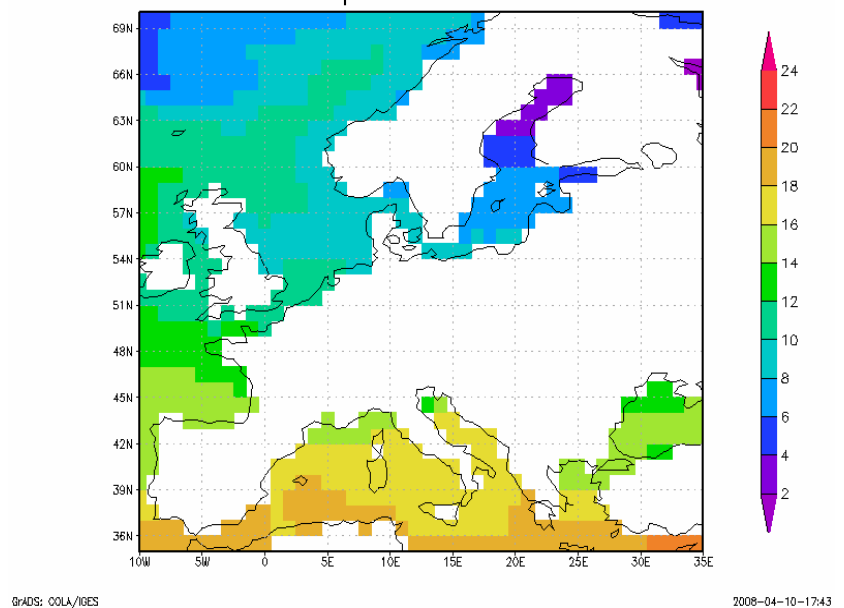


Abb.2:Meeresoberflächentemperatur von 1961- 1990<sup>2</sup>

Bodennahe Lufttemperatur in Grad Celsius 1961–1990

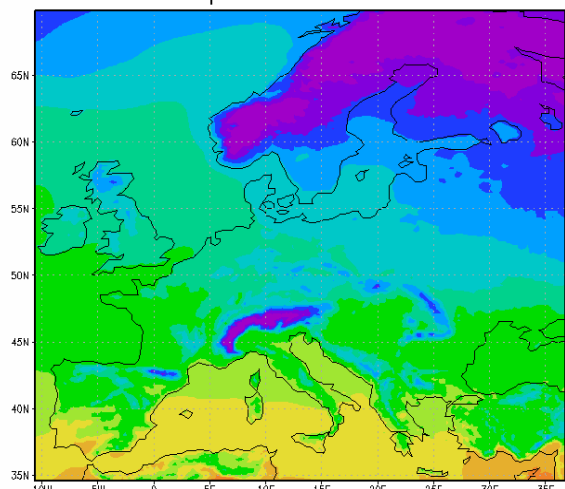


Abb. 3: Bodennahe Lufttemperatur von 1961- 1990 <sup>2</sup>

Um die Daten der oberen Grafik belegen zu können, haben wir diese mit der bodennahen Lufttemperatur in demselben Zeitraum verglichen, da diese Messwerte genauer sind. Es lässt sich feststellen, dass die Durchschnittstemperaturen der bodennahen Luft zwischen 10°C und 12°C lagen. Damit entsprechen sie fast den Meeresoberflächentemperaturen. Der direkte Vergleich zeigt uns, dass ein Temperaturunterschied

<sup>2</sup> Datenquelle: Lautenschlager, 2006: Climate Simulation with [CLM](#), Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. [World Data Center for Climate](#). Geplottet mit [Xconv](#) und nachbearbeitet

von nur 2°C besteht. Das hängt mit der sich schnell erwärmenden bzw. abkühlenden Luft sowie mit der langsameren Erwärmung bzw. Abkühlung des Wassers zusammen.

Nach aktuellsten Berechnungen wird die Durchschnittstemperatur der Nordsee von 2071 – 2100 wahrscheinlich zwischen 12°C und 16°C liegen. Den Höchstwert von 16°C erreicht das Wasser an der belgischen Nordseeküste sowie bei der Straße von Dover. An der Nordseeküste Deutschlands, Großbritannien und den Niederlanden sowie der dänischen Westküste wird die Wassertemperatur auf 14°C ansteigen. Die Temperaturen an der südwestlichen Küste Norwegens werden bei 12°C liegen.

Meeresoberflächentemperatur in Grad Celsius 2071–2100

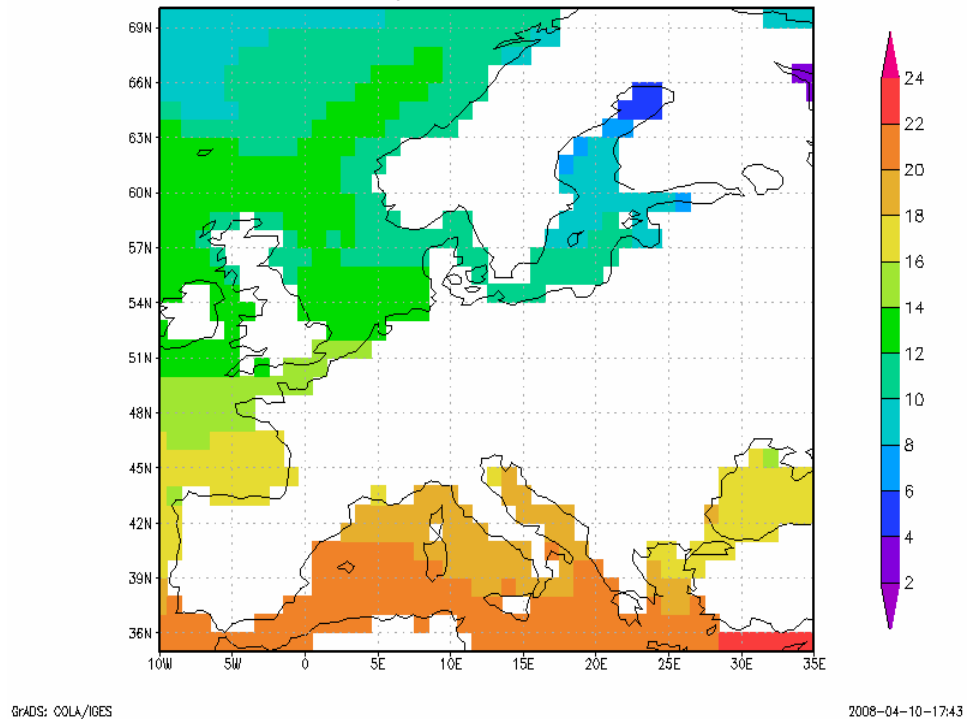


Abb. 4: Meeresoberflächentemperatur von 2071- 2100<sup>3</sup>

Bodennahe Lufttemperatur in Grad Celsius 2071–2100

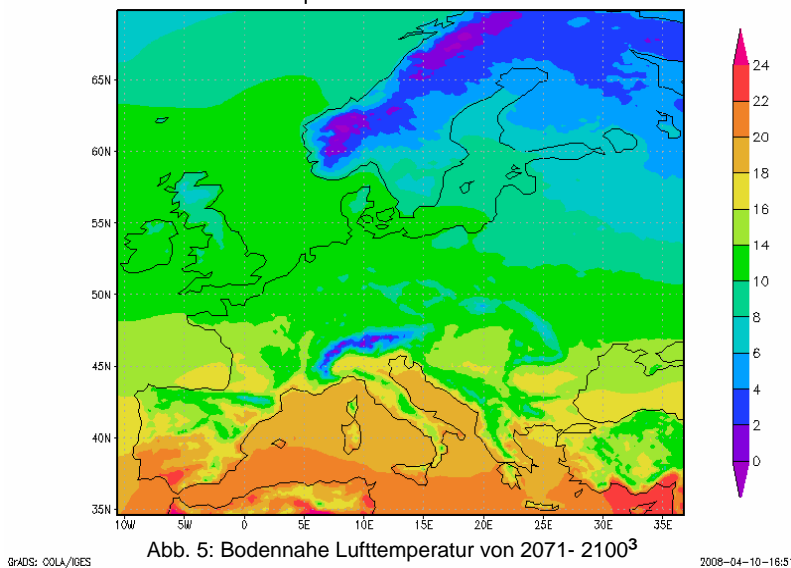


Abb. 5: Bodennahe Lufttemperatur von 2071- 2100<sup>3</sup>

Auch hier nutzen wir die bodennahen Lufttemperaturen zum Abgleich. Von 2071 – 2100 werden sich die bodennahen Lufttemperaturen über der Nordsee auf 14°C erwärmen. Da die Daten beider Zukunftsprognosen fast miteinander übereinstimmen, können wir von deren Richtigkeit ausgehen.

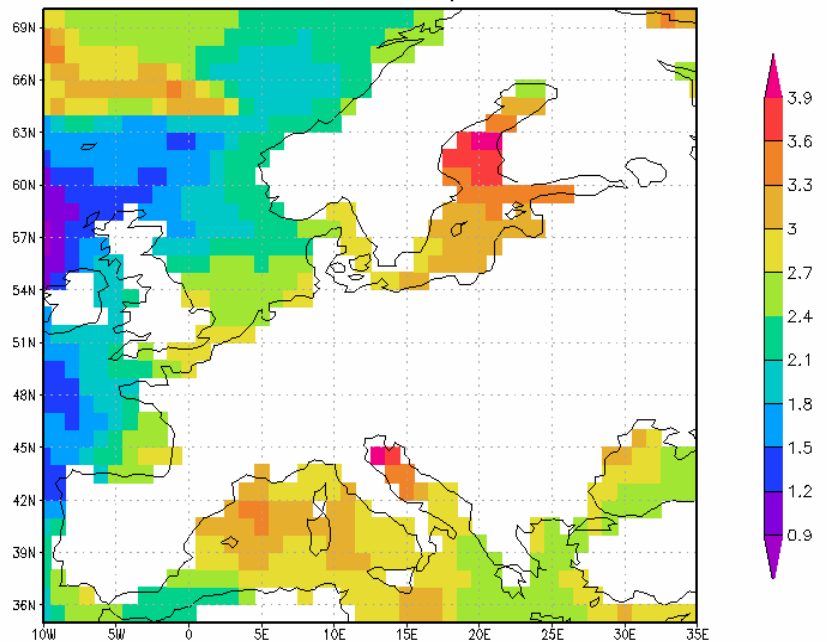
<sup>3</sup> Datenquelle: Lautenschlager, 2006: Climate Simulation with [CLM](#), Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. [World Data Center for Climate](#). Geplottet mit [Xconv](#) und nachbearbeitet

Für einen direkten Vergleich zwischen der Meeresoberflächentemperatur von 1961 – 1990 und 2071 – 2100 haben wir die Differenz dieser gebildet.

Deutliche Temperaturerhöhungen von 3°C sind an der Straße von Dover, an der belgischen und deutschen Küste erkennbar. Eine Differenz von 2.7°C ist an der niederländischen Nordseeküste sowie an Teilen der Ostküste Groß-Britanniens zu verzeichnen. An der südwestlichen Küste Norwegens liegt der Temperaturunterschied bei 2.4°C.

Allgemein fällt auf, dass die Temperaturerhöhungen im Süden und Norden deutlich höher sein werden als im Westen.

Differenz der Meeresoberflächentemperaturen in Grad Celsius

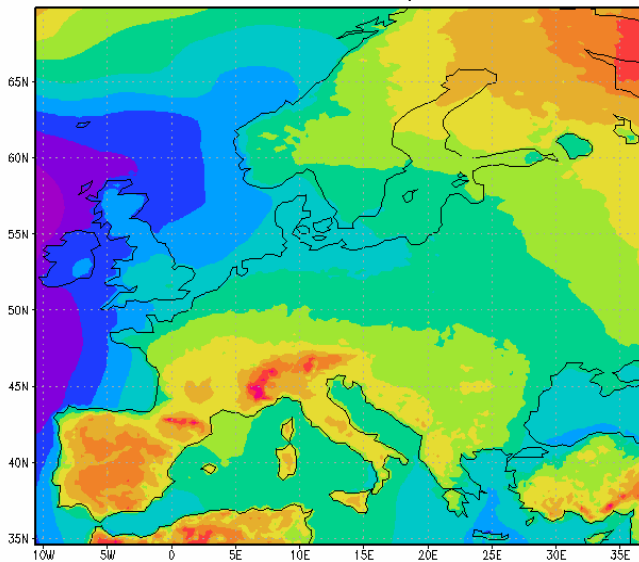


GRADS: OOLA/IGES

2008-04-10-17:43

Abb. 6: Differenz der Meeresoberflächentemperatur <sup>4</sup>

Differenz der bodennahen Lufttemperatur in Grad Celsius



GRADS: OOLA/IGES

8:51

Abb. 7: Differenz der bodennahen Lufttemperatur <sup>4</sup>

Zur abermaligen Kontrolle haben wir auch von der bodennahen Lufttemperatur die Differenz von den Zeiträumen 1961 – 1990 und 2071 – 2100 gezogen. Die bodennahe Lufttemperatur wird vermutlich um 2.4°C – 2.7°C steigen.

Allgemein ist auch hier zu sagen, dass die bodennahe Lufttemperatur im Süden und Norden wesentlich höher sein wird als im Westen. Damit lässt sich belegen, dass Luft- und Wassertemperatur gekoppelt sind.

<sup>4</sup> Datenquelle: Lautenschlager, 2006: Climate Simulation with [CLM](#), Data Stream 3: European region MPI-M/MaD. [World Data Center for Climate](#). Geplottet mit [Xconv](#) und nachbearbeitet

## 2.2 Auswirkungen auf das Wasser

Eine erhöhte Wassertemperatur beeinflusst das Leben von Meeresorganismen. Dies kann zum Verschieben von Populationen, zur Einwanderung nicht heimischer Arten und zum Verschwinden von Arten führen. Deswegen stellten wir uns Fragen, wie sich der Salzgehalt, der Sauerstoffgehalt und der Nährstoffgehalt durch eine Erhöhung der Wassertemperatur verändern.

Da diese Faktoren die Lebensgrundlagen für Pflanzen- und Planktonwachstum sind, welche wiederum die Nahrungsgrundlage für Fische sind, untersuchen wir auch deren Veränderungen.

Einerseits könnte durch die Erwärmung mehr Wasser verdunsten und somit der Salzgehalt ansteigen. Andererseits steigt dadurch die Luftfeuchtigkeit, wodurch die Niederschlagsmenge zu nimmt. Somit gleichen sich die beiden Faktoren aus und der Salzgehalt verändert sich unwesentlich.

Mit steigender Temperatur verringert sich die Menge an Sauerstoff, die im Wasser maximal gasförmig gelöst sein kann. Musterbeispiel für die Folgen einer Erwärmung sind Gebirgsflüsse, die in ihren Oberläufen stets sehr kühl und sauerstoffreich, in den Mittelläufen jedoch schon wärmer und damit sauerstoffärmer sind. Daher findet man in den Oberläufen andere Tiere (u.a. Fische, Steinfliegenlarven), für die der Sauerstoffgehalt im Mittellauf schon zu niedrig ist. In der Nordsee wird eine Erwärmung zu einem geringeren Sauerstoffgehalt im Wasser führen. Betroffen sind davon besonders die flachen Bereiche wie die Wattenküsten.

Ein Temperaturanstieg hat keinen Einfluss auf den Nährstoffgehalt. Denn Ebbe und Flut sorgen für einen stabilen Nährstoffgehalt des Wassers.

Es stellt sich nun die Frage, ob durch einen veränderten Sauerstoffgehalt und einen Temperaturanstieg Planktonwachstum, als Nahrungsgrundlage für Fische, beeinflusst wird.

Phytoplankton benötigt für die Fotosynthese ausreichend Licht als Energiequelle. Deswegen kommt es nur in der obersten Wasserschicht vor. Diese reicht in etwa bis in eine Tiefe von 40- 60 Metern. Des Weiteren benötigt das Phytoplankton Kohlenstoffdioxid und Mineralsalze wie Nitrat- und Phosphat-Ionen. Zurzeit liegen noch keine Daten vor, die aufzeigen was mit dem Phytoplankton in Zukunft passieren wird, wenn sich der Sauerstoffgehalt verändert. Durch einen Temperaturanstieg wird das Meer einen Zustand erreichen, den es heute sonst nur während der Sommerstagnation hat. Zum Sommer hin stabilisieren sich die Wasserschichten. Es kommt zu einer klaren Schichtung des warmen Oberflächenwassers und dem kalten salzhaltigen Tiefenwasser. Durch diese Trennung können die Nährsalze nicht zirkulieren und gelangen kaum an die Wasseroberfläche.

Wenn sich die Wassertemperaturen wie vorausgesagt verändern, wird dieser Zustand früher und länger als bisher herrschen. Das daraus resultierende Problem ist, dass das Phytoplankton in seiner Vermehrung eingeschränkt und zu anderen Zeiten vorhanden ist. Dies hat verheerende Folgen, weil die gesamte Nahrungskette auf das Phytoplankton, als Primärproduzent, aufgebaut ist.



Das tierische Plankton (Zooplankton) als zweites Glied der Nahrungskette, ist auf das Phytoplankton, als Nahrungsgrundlage, angewiesen. Dieses wiederum ist für den Aufbau von Fischpopulationen von entscheidender Bedeutung. Vor allem Fischlarven sind auf eine zeitgleiche und hohe Verfügbarkeit von geeignetem Zooplankton angewiesen.

### 2.3 Heimische Arten der Nordsee

Das gesamte Ökosystem Nordsee ist ein Kreislauf. Um abschätzen zu können wie sich die Fischpopulationen verändern, haben wir die dafür verantwortlichen Faktoren im vorhergehenden Text problematisiert.

Um die daraus resultierende Problematik darstellen zu können, haben wir einige typische Nordseebewohner genauer betrachtet.



Abb.9: Kabeljau<sup>5</sup>

Zunächst beginnen wir mit dem Kabeljau.

Er gehört zu der Familie der Gadidae (Dorsche) und zur Klasse der Strahlenflosser und der Knochenfische.

Der Kabeljau hat einen lang gestreckten Körper mit mehreren dicht beieinander stehenden und abgerundeten Rückenflossen sowie je einer Bauch- und Afterflosse. Sein Lebensraum ist Brack- und Seewasser. Die günstigsten Lebensbedingungen hat der Kabeljau bei Temperaturen von 0- 20°C. Für optimale Laichbedingungen sind 4°C oder weniger notwendig.

Anfangs dient Zooplankton als seine Nahrungsgrundlage, später ernährt er sich von Würmern, Weich- und Krebstieren. Mit zunehmendem Alter frisst er auch kleinere Fische. Um die derzeitige Population zu verdoppeln braucht der Kabeljau, je nach Lebensbedingungen, 1.4- 4.4 Jahre.

Es tun sich durch das stetig wärmer werdende Wasser zwei Probleme für die Fischpopulation des Kabeljaus auf. Einerseits führt dies zu einer Saisonverschiebung des Zooplanktons. Dadurch, dass das Vorkommen des Zooplanktons nach vorne verlagert wird, mangelt es den Fischlarven an Futter. Andererseits kommt es zu einer Verkürzung der Laichzeit, da die Notwendige Temperatur von höchstens 4°C immer häufiger überschritten wird. Schlimmstenfalls könnte diese ganz ausfallen.

---

<sup>5</sup> Quelle: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gadus\\_morhua\\_%28Dorsch,\\_Kabeljau%29.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gadus_morhua_%28Dorsch,_Kabeljau%29.jpg)



Diese Veränderungen könnten zur Folge haben, dass der Kabeljau aus der Nordsee verschwindet und in weiter nördlich gelegene Gewässer umsiedelt.

Ebenfalls interessant ist der Helgoländer Hummer. Er kann ein Alter von 60- 100 Jahren erreichen. Dann ist er schätzungsweise 75cm lang und wiegt 9kg. Die Scheren können bis zu ein Drittel der eigenen Körperlänge ausmachen. Jedoch erreichen heutzutage die meisten Hummer nur eine Größe von 40cm und ein Gewicht von 3kg da sie schon in einem Alter von nur 10 Jahren gefangen werden. Die Nahrung der Hummer besteht aus Fischen, Muscheln und Würmern. Ein Hummerweibchen legt alle zwei Jahre 10.000 bis 40.000 Eier ab, große Weibchen auch schon mal 100.000 Eier. Aus den Eiern schlüpfen Larven, die von vielen Fischen oder erwachsenen Hummern gefressen werden.

Das Schlüpfen der Larven ist temperaturabhängig. Wegen der steigenden Wassertemperatur ist zu erwarten, dass der Hummernachwuchs statt im Juni oder Juli schon im Mai schlüpfen wird. In dieser Zeit ist für sie noch nicht genügend Nahrung vorhanden.



Abb. 10: Salzwiese im Wesselburener Koog<sup>6</sup>

Wenig Beachtung findet das in Folge der Klimaerwärmung schneller wachsende Salzwiesengras *Spartina anglica*, das eine Kettenreaktion in Gang setzt. Durch den schnelleren Wuchs erhöht sich der Boden. Bei Niedrigwasser liegt der Grund dadurch schneller trocken. Der dort lebende Wattwurm ist auf genügend Feuchtigkeit angewiesen. Durch den zunehmend trockener werdenden Boden wird der Wattwurm verdrängt. Ohne Wattwurm wird der Boden schlickiger und es kommt zur Mikroalgenblütenbildung an der Oberfläche. Dies hat eine veränderte Bodenfauna zur Folge.

## 2.4 Neue Arten in der Nordsee

Durch veränderte Bedingungen in der Nordsee tut sich ein neuer Lebensraum für andere Arten auf. Denn steigende Temperaturen begünstigen die Ausbreitung wärmeliebender Pflanzen und Tiere.

In den letzten 20 Jahren haben sich schätzungsweise 70 neue Tierarten dauerhaft in der Nordsee angesiedelt. Besonders verbreitet und in ca. 70% der Fischfänge zu finden, sind der Rote Knurrhahn, Wolfsbarsche aus der Bretagne, Meeräschen aus

<sup>6</sup> Quelle: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Wesselburenerkoog\\_salzwiese.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Wesselburenerkoog_salzwiese.JPG)

Spanien, Mandarin- Leierfische, Sardinen, Sardellen und vor allem die rosafarbenen Streifenbarben.

Das dies auch negative Auswirkungen hat, ist am Beispiel der Pazifischen Auster zu sehen, die ihren Weg ebenfalls in die Nordsee gefunden hat. Unter den steigenden Temperaturen gedeiht die wärmeliebende Art prächtig. Inzwischen sind viele Miesmuschelbänke im ost- und nordfriesischen Wattenmeer überwuchert, sodass die Miesmuschel aus der Nordsee größtenteils verdrängt wurde. Dies hat wiederum schlimme



Abb.11: Pazifische Auster<sup>7</sup>

Auswirkungen auf Strandkrabben, Seesterne und vor allem Meerestiere, die Miesmuscheln als Nahrung benötigen. Theoretisch könnten sie sich auch von der Pazifischen Auster ernähren, scheitern jedoch an deren rasiermesserscharfen Schalen. Besonders betroffen sind Vögel wie Strandläufer und Eiderenten, deren Anzahl signifikant abnimmt.

Ebenso hat die Amerikanische Pantoffelschnecke die Umsiedlung in die Nordsee geschafft. Vor ca. 70 Jahren wurde diese Art von Holland, auf den Schalen von Austern, eingeführt. Die Pantoffelschnecke konnte sich aber nie richtig vermehren, weil ihr Bestand regelmäßig durch die harten Winter dezimiert wurde. Allerdings breitet sich der Fremdling seit ungefähr 10 Jahren immer mehr aus, weil die Winter, bedingt



Abb.12: Amerikanische Pantoffelschnecke<sup>8</sup>

durch die Erwärmung der Nordsee, nicht mehr kalt genug sind. So hat sich ihre Population in einigen Gebieten um das Achtfache vermehrt. Da sich diese Schneckenart bevorzugt auf Miesmuschelbänken aufhält, sind sie ein zweiter Grund für die Vertreibung der Miesmuschel.

<sup>7</sup> Quelle: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pacific\\_oysters\\_01\\_.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pacific_oysters_01_.jpg)

<sup>8</sup> Quelle: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/44/Crepidula\\_fornicata\\_Amerikanische\\_Pantoffelschnecke.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/44/Crepidula_fornicata_Amerikanische_Pantoffelschnecke.jpg)

Allgemein ist anzumerken, dass sich nicht mehr oder weniger Lebewesen in der Nordsee aufhalten werden. Die Artenzahl wird sich nicht wesentlich verändern, nur ihre Zusammensetzung. Schon heute ist dieser Wandel in der Nordsee deutlich nachzuweisen.

### **3. Diskussion**

#### **3.1 Fazit**

Unser Klima ist im Wandel!

Im Rahmen unserer Arbeit haben wir am Beispiel der Nordsee beweisen können, dass der Klimawandel schon jetzt seine Spuren hinterlässt.

Wir reden täglich davon, dass wir unsere Emissionen verringern wollen. Aber am Beispiel der Nordsee kann man realistisch sehen, dass es zu spät ist. Dieses besondere Ökosystem ist ein Beweis dafür, was der Klimawandel mit einem Lebensraum macht. In unserer Arbeit haben wir aufzeigen können, wie sich die Tier- und Pflanzenwelt in und um die Nordsee verändert. Es gibt Gewinner und Verlierer. Jedoch lässt sich noch nicht genau abschätzen, welche weiteren Veränderungen der Klimawandel in Zukunft mit sich bringen wird.

#### **3.2 Fehlerquellen**

Für die Beantwortung unserer Frage, wie sich der Lebensraum Nordsee durch den Klimawandel verändert, haben wir uns auf Prognosen gestützt. Diese beruhen zwar auf genauen Berechnungen, trotzdem kann nicht mit 100 prozentiger Sicherheit gesagt werden, ob diese genauso eintreffen werden.

Des Weiteren ist anzumerken, dass die Skalierungen von den Grafiken des Max-Planck-Instituts teilweise falsch sind. Es wird ein Sprung von 10°C auf 14°C gemacht, somit werden die 12°C ausgelassen. Dies hat jedoch keine Auswirkungen auf die Aussagekräftigkeit der Grafiken, weil nur die Zahlen an der Skalierung, aber nicht die Farben selbst, falsch zugeordnet sind. In der Differenz kann alles korrekt abgelesen werden.

## 4. Quellenverzeichnis

### 4.1 Text

1.2: <http://de.wikipedia.org/wiki/nordsee>

2.2: Grüne Reihe, Materialien SII, Ökologie

WBGU, Die Zukunft der Meere- zu warm, zu hoch, zu sauer

2.3: [www.angler-seiten.de/fischarten/fischkunde-dorsch-gadus-morhua/#more-67](http://www.angler-seiten.de/fischarten/fischkunde-dorsch-gadus-morhua/#more-67)

Geo Spezial, Deutsche Nordsee

2.4: Geo Spezial, Deutsche Nordsee