

# Auswirkungen des Klimawandels auf das Leben im Wattenmeer

„Welchen Einfluss haben Temperaturveränderungen und  
Meeresspiegelanstieg auf die Tiere im Wattenmeer“

Facharbeit  
im Unterrichtsfach Vertiefender Unterricht

Anne-Frank-Gesamtschule  
Bargteheide



Eingereicht bei  
Frau Knies

Vorgelegt von  
Murat Bornholdt, Till Gartzke und Kevin Bartl

Klasse 11b

Bargteheide, Januar 2006

## Inhaltsverzeichnis

<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>2</b>
<b>AUFBAU UND ENTSTEHUNG DES WATTENMEERES</b> .....	<b>4</b>
DIE ENTSTEHUNG DES WATTENMEERES .....	4
DIE ZONEN DES WATTENMEERES.....	4
DER AUFBAU VON SEDIMENTSCHICHTUNGEN.....	5
<b>AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DAS WATTENMEER</b> .....	<b>6</b>
ENTWICKLUNG DES MEERESSPIEGELS UND DER TEMPERATUR DURCH DEN KLIMAWANDEL .....	6
AUSWIRKUNGEN DER GLETSCHERSCHMELZE IN GRÖNLAND UND DER WEST- ANTARKTIS AUF DEN MEERESSPIEGEL .....	10
<b>AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DIE TIERE IM WATTENMEER</b>	<b>12</b>
EINLEITUNG IN DEN BIOLOGISCHEN TEIL .....	12
ANSIEDELUNG NEUER ARTEN IN FREMDEN LEBENSÄUMEN .....	13
BISHERIGE VERÄNDERUNGEN BEI DEN TIEREN IM WATTENMEER .....	14
BIOINVASION DER PAZIFISCHEN AUSTER IM WATTENMEER .....	15
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>17</b>
<b>LITERATURLISTE:</b> .....	<b>18</b>

## **Einleitung**

Die Projektarbeit befasst sich mit dem Klimawandel und dessen Auswirkungen auf das Norddeutsche Wattenmeer.

Aus der Reihe von klimatisch bedingten Einflussfaktoren für die Nordsee haben wir uns für den Meeresspiegel und die Temperatur entschieden und uns die Leitfrage: „Welchen Einfluss haben Temperaturveränderung und Meeresspiegelanstieg auf die Tiere im Wattenmeer?“ gestellt, auf die wir unsere Arbeit aufgebaut haben.

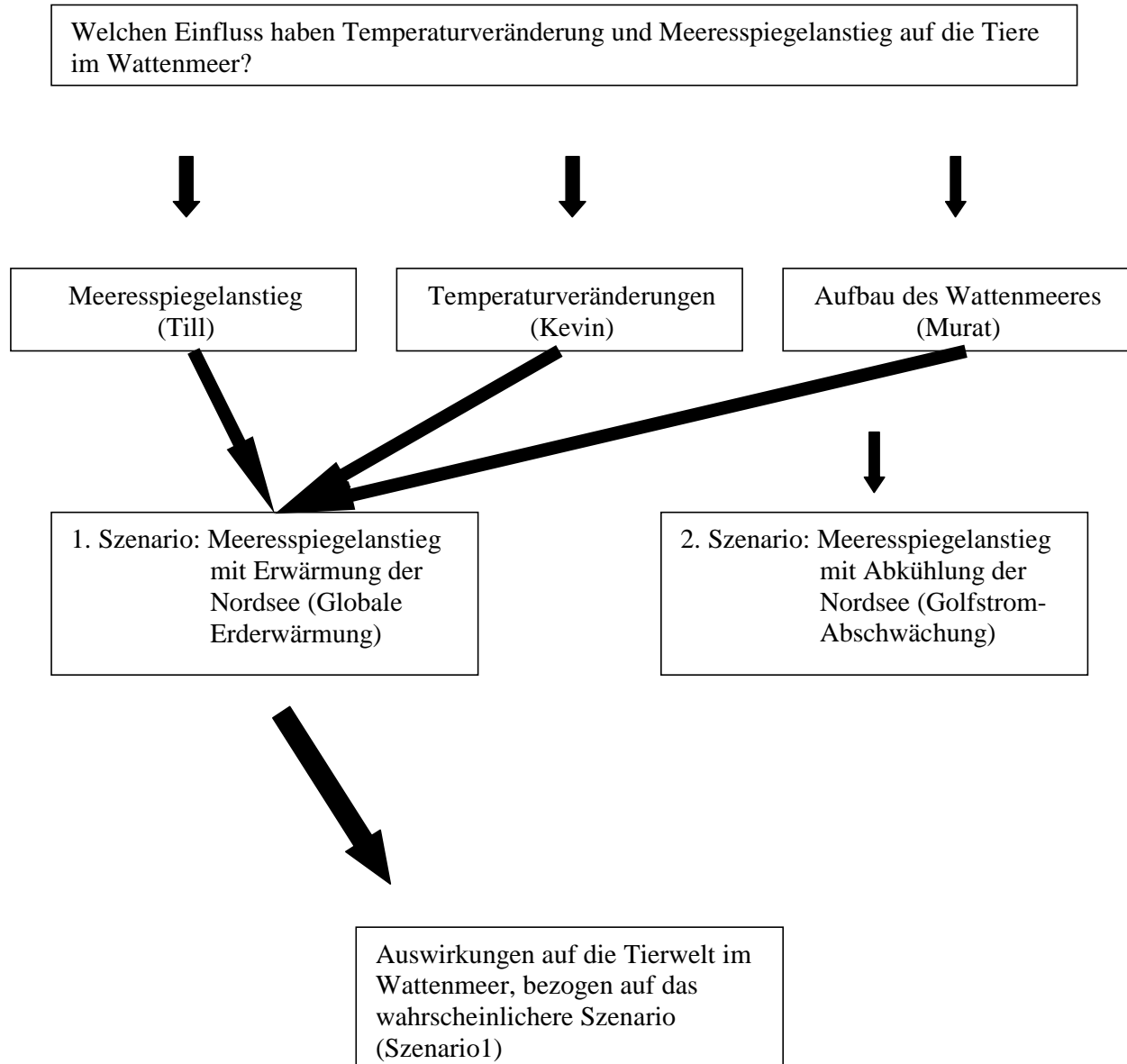
Uns hat dieses Thema besonders interessiert, da wir uns auch in anderen Bereichen für das Leben im Meer interessieren. Zudem fanden wir es besonders interessant zu hinterfragen, welche Auswirkungen diese Umweltveränderungen auf unser deutsches Wattenmeer haben und was für Folgen diese Veränderungen noch in Zukunft haben könnten.

Wir sind der Meinung, dass die Problematik des Klimawandels und speziell des damit verbundenen Meeresspiegelanstiegs das Leben der Menschen in Norddeutschland und anderen Gebieten der Welt grundlegend verändern wird, da durch den Meeresspiegelanstieg und durch die Temperaturveränderungen, Lebensräume von Tieren und Pflanzen verschoben oder zerstört werden. Auch können diese Lebensräume von anderen Organismen besiedelt werden, was beispielsweise einen großen Einfluss auf die Fischerei haben wird. Zudem werden die niedrig gelegenen Gebiete womöglich in Zukunft durch den Anstieg des Meeresspiegels nicht mehr zu bewohnen sein

Der Aufbau unserer Arbeit ist auf der folgenden Projektskizze veranschaulicht.

Zunächst haben wir uns über den grundlegenden Aufbau des Wattenmeeres und die mögliche Entwicklung der Temperatur bzw. des Meeresspiegels im Nordseeraum informiert. Dabei gehen wir auf zwei unterschiedliche Szenarien ein und stellen jeweils die Auswirkungen der klimatischen Entwicklung auf das Wattenmeer heraus. Anschließend zeigen wir für das wahrscheinlichere Szenario die möglichen Folgen für die dort lebenden Tiere, und welche Veränderungen man bereits in der Tierwelt beobachten kann.

## Auswirkungen des Klimawandels auf das Leben im Wattenmeer: Projektskizze



## Aufbau und Entstehung des Wattenmeeres

### Die Entstehung des Wattenmeeres

Für die Entstehung des Wattenmeeres waren die norddeutschen Eiszeiten von großer Bedeutung. Die Nordsee fiel in diesen Zeiten trocken und war mit Eis bedeckt. Durch jede Eiszeit bekam die Nordsee durch Moränen und Schmelzwasserablagerungen eine große Menge an Sedimenten zugeführt. Als sich das Klima wieder erwärmte und das Eis zurückging, stieg der Meeresspiegel wieder und die Nordsee ging in ihre heutige Form über, der Meeresgrund war jedoch durch die neuen Sedimente angehoben.

Ein weiterer Faktor, der zur Entstehung des Wattenmeeres beitrug, war, dass die Nordsee gezeitenbewegt ist. Der Verlauf der Flutwelle beeinflusst die Strömungen und damit auch die Sandwanderungen in der Nordsee. So konnten sich durch Abtragen von Festlandmaterial und anschließender Neuzusammensetzung die West- und Ostfriesischen Inseln bilden, hinter denen das Wattenmeer entstand.

Ohne die Gezeiten wäre das Wattenmeer undenkbar.

### Die Zonen des Wattenmeeres

Als Wattenmeer bezeichnet man küstennahe Bereiche, die bei Ebbe trocken fallen, bei Flut aber von Wasser bedeckt sind. Man unterscheidet dabei drei verschiedene Arten von Watt: Watt, das von Inseln geschützt wird, offenes Watt und Buchtenwatt.

Nach dem Einfluss der Gezeiten unterteilt man das Wattenmeer in die 3 Zonen: Sublitoral, Eulitoral und Supralitoral, die sich in ihrem Aufbau und damit in ihren ökologischen Eigenschaften sehr voneinander unterscheiden. Sie bieten dadurch auch unterschiedliche Lebensbedingungen für im Wattenmeer beheimatete Arten an

#### Sublitoral

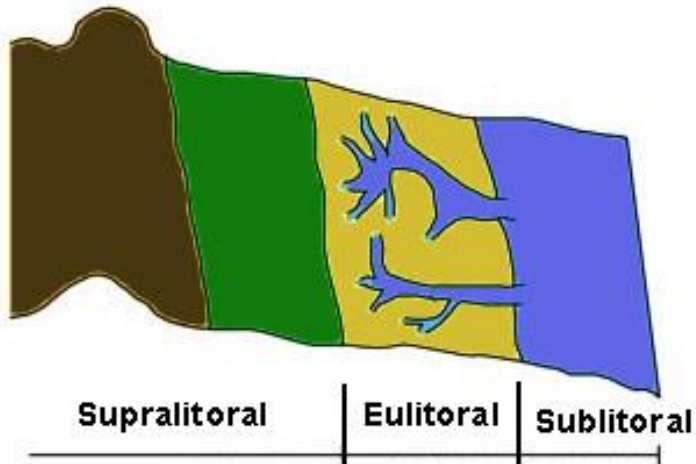
Das Sublitoral ist der Bereich, welcher ständig unter Wasser steht. Zum Sublitoral zählen hauptsächlich die Priele, sowie die sogenannten Seegats (Durchlässe zwischen den Inseln). Da dieser Bereich eine Tiefe von bis zu 10 Metern erreichen kann, wird er häufig mit der „eigentlichen“ Nordsee, also der offenen Nordsee verglichen. Das Sublitoral nimmt etwa 1/3 der Fläche des Wattenmeeres ein. Ökologisch besondere Zonen des Sublitorals sind die Seegraszone und die äußere Schlickzone.

#### Eulitoral

Das Eulitoral ist das, was der Laie unter Watt versteht, also die Flächen, welche bei Niedrigwasser frei liegen und bei auflaufendem Wasser wieder überflutet werden, was etwa 2 Mal am Tag geschieht. Dieser Bereich nimmt etwa 2/3 des Wattenmeeres ein und wird auch Gezeitenzone genannt. Das Eulitoral ist von einem Netz aus Seegats und kleinen und großen Prielen durchzogen. Die tiefsten Stellen, die Priele, liegen bei Hochwasser etwa 2-4 Meter unter der Wasseroberfläche. Zu diesem Bereich gehören auch die Quellerzone und ein Teil der Andelzone. Zwischen Eulitoral und Sublitoral gibt es einen Übergangsbereich, da die Gezeiten verschieden stark ausfallen.

## Supralitoral

Das Supralitoral ist das Gebiet, welches bei normaler Flut nicht überflutet ist. Nur bei Sturmflut wird es von Wasser bedeckt. Etwa 5% der Fläche des Wattenmeeres sind supralitoral. Davon ist etwa die Hälfte Sandstrände und Sandwälle und die andere Hälfte Salzwiesen. Man unterscheidet zwischen unterer und oberer Salzwiese, da sie einen unterschiedlichen Bewuchs aufweisen.



**Abb. 1:** Aufbau des Wattenmeeres (verändert nach: [http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/Wattenmeer/1\\_zugehoerigkeit/daten/gezeiteneinfluss.html](http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/Wattenmeer/1_zugehoerigkeit/daten/gezeiteneinfluss.html)).

## Der Aufbau von Sedimentschichtungen



**Abb.2:** Rippelmarken bei Borkum, Quelle: Amanda77, (2006): Ebbe.jpg, <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Ebbe.jpg>, (01.10.1007)

Das Vorland wird bei Sturmfluten oder bei hohen Wasserständen überflutet. Dabei werden Sedimente ans Vorland gespült, die von den dort vorhandenen Pflanzen festgehalten werden. Wenn das Wasser bei Ebbe über die Priele wieder in die Nordsee läuft und sich die Gewässer im Vorland beruhigt haben, setzt sich das angespülte Material am Boden ab. Anschließend trocknet diese Schicht ein und kann von der nächsten Flut nicht mehr weggeführt bzw. weggespült werden. Somit entsteht eine stabile Schichtung der Sedimente. Da jedoch immer andere Materialien und Sedimente angespült werden, lagern sich unterschiedliche Sedimentschichten

aufeinander ab. Bei dieser Schichtung sind auch die Korngrößen der verschiedenen Sedimente in einer Hinsicht wichtig, und zwar werden je nach Stärke der Flut die kleinen oder großen Sedimente in das Vorland gespült.

Beim eigentlichen Watt läuft dieser Prozess nach dem gleichen Prinzip ab, der hier von den Gezeiten angetrieben wird. Die Schichtung der Sedimente wird hierbei in den Strömungsrippeln (Abb.2) sichtbar. Durch die Wühlarbeit der im Watt lebenden Tiere (Würmer, etc.) wird die stabile Schichtung aber zerstört.

## Auswirkungen des Klimawandels auf das Wattenmeer

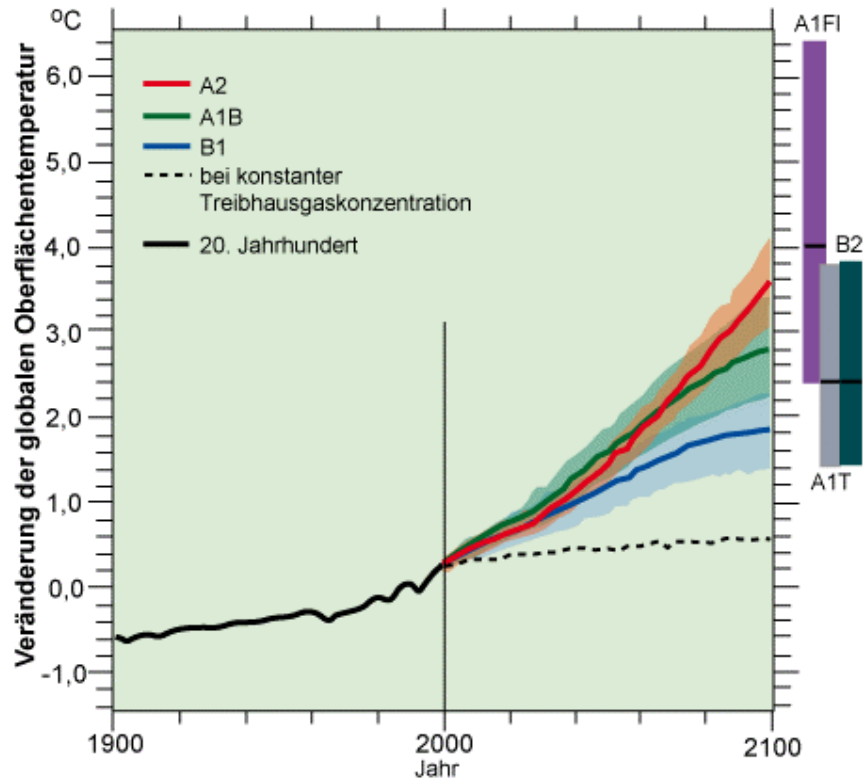
### Entwicklung des Meeresspiegels und der Temperatur durch den Klimawandel

Wie sich das Klima in Zukunft ändern wird, lässt sich heute noch nicht genau sagen. Man kann eine zukünftige Entwicklung jedoch mithilfe von Klimamodellen abschätzen. Dazu werden verschiedene Szenarien erstellt, die von einer unterschiedlichen Entwicklung der klimarelevanten Faktoren (wie zum Beispiel der Treibhausgaskonzentration), aber auch von unterschiedlichen sozialen und ökonomischen Entwicklungen ausgehen. Diese Szenarien werden in vier Hauptgruppen zusammengefasst, die B1, B2, A1 und A2 genannt werden. Es gibt jedoch auch noch Zwischenformen, wie zum Beispiel das A1B-Szenario. Das Szenario B1 hat die niedrigsten Abweichungen von den heutigen CO<sub>2</sub>-Werten und das Szenario A1FI (aus der A1-Gruppe) hat die höchsten Abweichungen von den heutigen Werten. Klimamodelle wurde unter Anderem erstellt, damit den Menschen bewusst wird, wie sich das Klima und der Meeresspiegelanstieg bis zum Jahr 2100 entwickeln werden, wenn die Menschen weiterhin so verschwenderisch mit fossilen Brennstoffen umgehen wie bisher. Es kann die Entwicklung der Temperatur und des Meeresspiegels darstellen. Einige Ergebnisse werden in den Abb. 3 und 4 gezeigt:

Szenarien	Temperaturveränderung (°C 2090-2099 zu 1980-1999)		Meeresspiegelanstieg (2090-2099 zu 1980-1999)
	Beste Schätzung	Bandbreite	ohne Eisdynamik
konstante Konzentration des Jahres 2000	0,6	0,3-0,9	-
Szenario B1	1,8	1,1-2,9	0,18-0,38
Szenario A1T	2,4	1,4-3,8	0,20-0,45
Szenario B2	2,4	1,4-3,8	0,20-0,43
Szenario A1B	2,8	1,7-4,4	0,21-0,48
Szenario A2	3,4	2,0-5,4	0,23-0,51
Szenario A1FI	4,0	2,4-6,4	0,26-0,59

**Abb. 3:** Temperatur- und Meeresspiegelanstieg bis 2100. Den Angaben liegen zahlreiche Modellrechnungen für sechs SRES-Szenarien zugrunde. Die Simulation des Meeresspiegelanstiegs berücksichtigt nicht das möglicherweise abfließende Eis von den großen Eisschilden Grönlands und Antarktis (Eisdynamik). 70-75% des simulierten Meeresspiegelanstiegs beruhen auf thermaler Expansion.

Quelle: Kasang, D., Hamburger Bildungsserver (2007): Ergebnisse des IPCC-Berichts 2007, Temperatur- und Meeresspiegelanstieg bis 2100, [http://lbs.hh.schule.de/klima/ipcc2007/temp\\_meeresspiegel2100.html](http://lbs.hh.schule.de/klima/ipcc2007/temp_meeresspiegel2100.html), (1.10.2007).



**Abb. 4:** Temperaturveränderungen bis 2100 nach verschiedenen IPCC-Szenarien: Eingezeichnet ist die Temperaturentwicklung für die Szenarien A2 (CO<sub>2</sub>-Anstieg auf ca. 850 ppm), A1B (CO<sub>2</sub>-Anstieg auf ca. 720 ppm) und B1 (CO<sub>2</sub>-Anstieg auf ca. 540 ppm). Das extreme Szenario A1FI (CO<sub>2</sub>-Anstieg auf ca. 1000 ppm) könnte je nach Modellrechnung zu einem Temperaturanstieg um bis 6 °C führen. Außerdem ist die Temperaturveränderung für den Fall eingezeichnet, dass die gegenwärtige Konzentration der Treibhausgase konstant gehalten wird. Auch in diesem Fall kommt es aufgrund der bisherigen Emissionen und der Trägheit des Systems zu einer weiteren Erwärmung um 0,6 °C.

Quelle: Kasang, D., Hamburger Bildungsserver (2007): Ergebnisse des IPCC-Berichts 2007, Temperaturveränderungen nach verschiedenen Szenarien bis 2100, <http://lbs.hh.schule.de/welcome.phtml?unten=/klima/ipcc2007/temp2100.html>, (1.10.2007).

Die gezeigten Werte sind jedoch globale Mittelwerte und lassen sich nicht verallgemeinern, regional kann dies ganz anders aussehen. Auch wenn global durchschnittlich mit einem Meeresspiegelanstieg von ca. 0,5-1,2 Metern (vgl. Abb.3) und mit einer Temperaturerhöhung von 1,1 bis 6,4 °C (vgl. Abb4) zu rechnen ist, könnte sich die Nordsee auf Grund des Einflusses anderer Faktoren ganz anders verhalten. Auch eine Abkühlung wäre denkbar, wenn man berücksichtigt, dass der Nordatlantikstrom, der verhältnismäßig warmes Wasser in unsere Breiten führt, sich womöglich durch den höheren Süßwassereintrag durch die Eisschmelze abschwächen oder gänzlich versiegen könnte. Deshalb haben wir in unserer Arbeit zwei Szenarien betrachtet, eines, bei dem der Meeresspiegelanstieg mit einer Erwärmung der Nordsee einhergeht, und eines, bei dem zwar der Meeresspiegel ansteigt, die Temperatur jedoch sinkt.



Dabei traten jedoch einige Probleme auf.

Zurzeit gibt es keine ergiebigen Grafiken, die die Veränderung der Zonierung des Wattenmeeres innerhalb der nächsten hundert Jahre wiedergeben. Deshalb haben wir versucht, eine solche Grafik zu erstellen, indem wir uns Daten über die Veränderung des Meeresspiegels aus dem IPCC-Bericht 2001 beschafft haben, um die Verschiebung bzw. Aufstauchung des Wattenmeeres in Richtung Deichlinie auf einer Karte, die wir uns vom BSH (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie) bestellt haben, sichtbar zu machen. Daran sind wir leider gescheitert, da wir nicht über die notwendigen geografischen Kenntnisse verfügen, um dies in die Tat umzusetzen. Außerdem ist uns klar geworden, dass wir zwar die Veränderungen des Meeresspiegels berechnet haben, jedoch keine Kenntnisse über zukünftige Veränderungen der Bodenhöhe besitzen, da wir nicht die Erosion bis 2100 berechnen können. Aus diesem Grund konnten wir nicht das Verhalten der Tiere im Wattenmeer bezogen auf den Meeresspiegelanstieg erläutern.

### 1. Szenario: Meeresspiegelanstieg mit Erwärmung der Nordsee (Globale Erderwärmung)

In diesem Szenario nehmen wir an, dass sich der Meeresspiegel und die Temperatur gemäß dem globalen Durchschnitt verhalten und wie oben erläutert ansteigen.

Wir vermuten, dass dies eine verheerende Wirkung auf die Zonierung des Wattenmeeres hat. Wenn der Meeresspiegel bis 2100 um 50 cm oder mehr ansteigt, wird es einen Rückgang des Wattenmeeres geben. Es kann allerdings noch nicht vorhergesagt werden, in welchem Ausmaß dieser Rückgang sich auf die verschiedenen Zonen des Wattenmeeres verteilt. Der sublitorale Bereich wird sich jedoch vergrößern und der eulitorale, bzw. supralitorale Bereich verkleinern. Das Watt kann sich aufgrund der festen Deichlinien nicht in Richtung Festland verlagern und wird somit vor dem Deich zusammengestaucht. Die Fläche des Wattenmeeres wird sich also verkleinern.

### 2. Szenario: Meeresspiegelanstieg mit Abkühlung der Nordsee (Abschwächung des Nordatlantik-Stroms)

Vorab möchten wir anmerken, dass wir die Bearbeitung dieses Szenarios vorzeitig abgebrochen haben. Bei unseren Recherchen bemerkten wir, dass zwar eine Abschwächung des Nordatlantik-Stroms möglich ist, ein komplettes Versiegen des Nordatlantik-Stroms innerhalb der nächsten hundert Jahre jedoch sehr unwahrscheinlich ist. Die zu verzeichnende Abschwächung würde allerdings nicht zu einer Abkühlung Nordeuropas und damit der Nordsee führen, sondern lediglich eine Verlangsamung der Erwärmung bewirken.

Auch in früherer Zeit (während der letzten Kaltzeiten) gab es Schwankungen in der thermohalinen Zirkulation (THC), welche z.B. durch verstärkten Süßwasserzufluss aus Flüssen oder durch Gletscherschmelze verursacht wurden. Die THC zeigte während der letzten Kaltzeit drei verschiedene typische Verhaltensweisen.

1. Bildung von Tiefenwasser im Nordmeer (gleich dem heutigen Zustand)
2. Verlagerung der Bildung von Tiefenwasser aus dem Nordmeer in Bereiche südlich von Island, verbunden mit einer Abschwächung des Nordatlantik-Stroms um etwa 50%.
3. Komplettes Versiegen der THC (sehr selten vorkommend)

Die zweite der oben genannten Verhaltensweisen war der typische Zustand bei Kaltzeiten. Modell 1 und 3 hingegen kamen seltener vor und waren eher instabil und kurzfristig.

Zurzeit befinden wir uns im ersten der oben genannten Typen, also in einer sehr instabilen Phase, welche extrem empfindlich auf Frischwasserzufuhr reagieren kann. Es wird vermutet, dass die Erderwärmung die Frischwasserzufuhr erhöht und dadurch die Dichte des Oberflächenwassers in den Absinkgebieten der THC verringert. Laut Modellrechnungen hätte dies die Folge, dass die THC sich zwischen 20% und 50% abschwächen würde. Diese Abschwächung schließt ein komplettes Versiegen des Nordatlantik-Stroms innerhalb der nächsten hundert Jahre nicht aus (IPCC 2001).

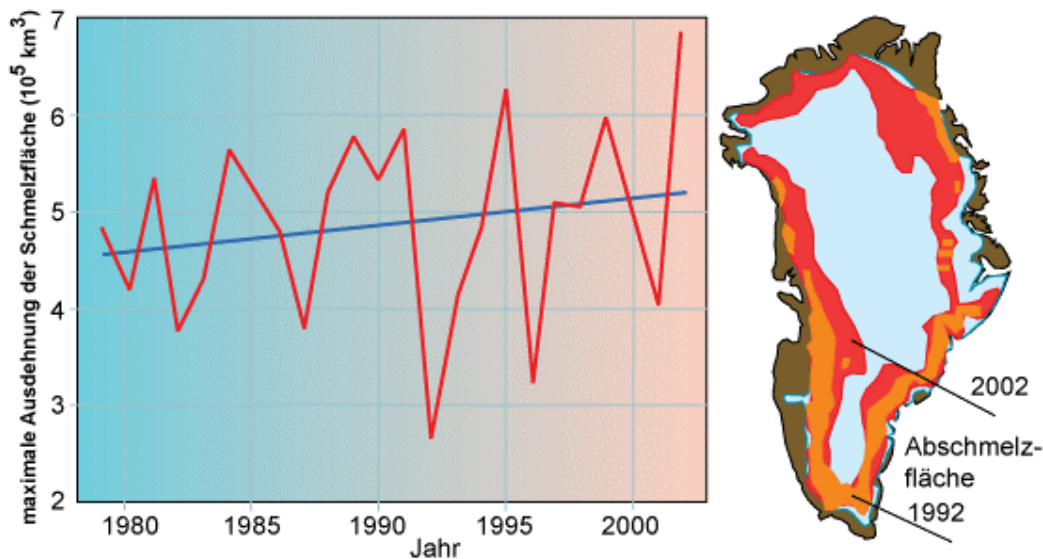
Dieses würde eigentlich zu einer Abkühlung Nordeuropas führen, welche jedoch durch die globale Erderwärmung ausgeglichen wird, so dass sich lediglich die Erwärmung in Europa verzögert, aber nicht eine Abkühlung erfolgt. Wenn jedoch die Zunahme der Frischwasserzufuhr zu stark ausfällt und sich somit die Tiefenwasserproduktion soweit verringert, dass eine gewisse Grenze erreicht bzw. überschritten wird, droht das gesamte System der THC umzukippen, was den Abbruch des Nordatlantik-Stroms bedeuten würde. Der Übergang von Modell 1 zu Modell 3 kann abhängig von der Menge der Frischwasserzufuhr zwischen mehreren Jahrhunderten und wenigen Jahren dauern. Dieser Vorgang ist jedoch innerhalb der nächsten 100 Jahre sehr unwahrscheinlich, da Unmengen von Wasser nötig wären, um dies zu bewirken.

Aus diesen Gründen haben wir die Bearbeitung von Szenario 2 „Meeresspiegelanstieg mit Abkühlung der Nordsee“ vorzeitig beendet. Wir beschränken uns daher im Folgenden lediglich auf die Auswirkungen des Klimawandels unter der Annahme des wahrscheinlicheren Szenarios (Szenario1), um nicht den Rahmen unserer Arbeit zu sprengen.

## Auswirkungen der Gletscherschmelze in Grönland und der West-Antarktis auf den Meeresspiegel

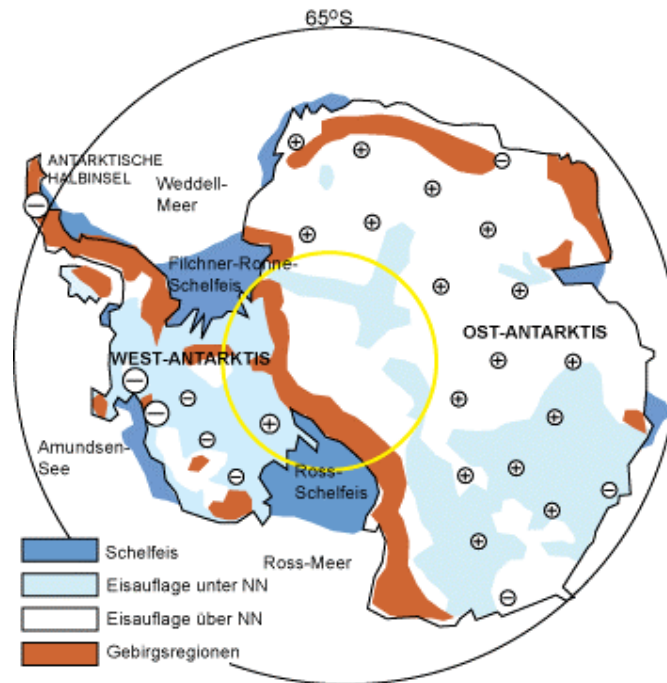
Die Gletscher in Grönland und in der West-Antarktis schmelzen zurzeit schneller als erwartet ab. Das vollständige Abschmelzen des west-antarktischen Eisschildes würde den Meeresspiegel um 4-6 m ansteigen lassen, das vollständige Abschmelzen des grönländischen Eispanzers um 7 m. Das Wachsen und Schrumpfen von Gletschern ergibt sich aus dem Gleichgewicht zwischen Schmelzvorgängen und Wachstum durch Neuschnee.

Derzeit verlieren die beobachteten west-antarktischen Gletscher etwa 60% mehr Masse als sie durch Neuschnee wieder dazubekommen. Allerdings muss man beachten, dass gegenwärtig der Hauptgrund des Meeresspiegelanstiegs nicht Eisschmelze, sondern die Ausdehnung des Wassers infolge seiner Erwärmung ist. Dieser Faktor wird aufgrund der globalen Erderwärmung ohnehin verstärkt. Auch die Gletscher in den Randzonen des grönländischen Eisschildes verlieren im Moment etwa doppelt so schnell an Masse wie dies für einen reinen Schmelzvorgang in diesen Bereichen normal ist. Ursachen hierfür sind vermutlich die hohe Feuchtigkeit im Gletscher und das Abbrechen des Schelf-Eises, das den Gletscherstrom im Normalfall bremsen würde. Das Abschmelzen von Gletschern ist ein wichtiger Faktor beim Meeresspiegelanstieg, allerdings ist es sehr schwer abzuschätzen, wie schnell die Gletscher in den nächsten 100 Jahren abschmelzen. Aus diesem Grund war es uns zwar wichtig, die Gletscher hier (auch im Bezug auf unsere beiden Szenarien) anzusprechen, aber sie nicht in unsere Berechnungen mit einzubeziehen.



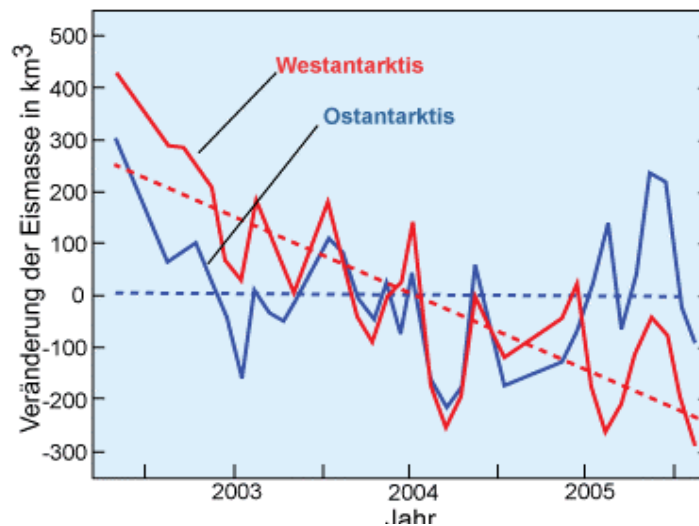
**Abb. 5:** Die Entwicklung der maximalen Ausdehnung der sommerlichen Schmelzfläche auf dem Grönländischen Eisschild von 1979 bis 2002 (links) und die geographische Abschmelzfläche 1992 und 2002 (rechts)

Quelle: Kasang, D., Hamburger Bildungsserver, (2007): Klimawandel und die Kyrosphäre, Die großen Eisschilde, Der Grönländische Eisschild, <http://www.hamburger-bildungsserver.de/klima/klimafolgen/eis/groenland.html>, (02.10.2007).



**Abb. 6:** Der Eisschild der Antarktis. Gelber Kreis: keine Satellitenbeobachtung; kleine Kreise: Zu- bzw. Abnahme der Eisdicke.

Quelle: Kasang, D., Hamburger Bildungsserver, (2007): Klimawandel und Kyrosphäre, Die großen Eisschilde, Der antarktische Eisschild, <http://www.hamburger-bildungsserver.de/klima/klimafolgen/eis/antarktis.html>, (02.01.2007)



**Abb. 7:** Veränderung der Eismasse der West- und Ostantarktis. Das gesamte Eisvolumen beträgt 26 Millionen Kubikmeter.

Quelle: Kasang, D., Hamburger Bildungsserver, (2007): Klimawandel und Kyrosphäre, Die großen Eisschilde, Der antarktische Eisschild, <http://www.hamburger-bildungsserver.de/klima/klimafolgen/eis/antarktis.html>, (02.01.2007)

## Auswirkungen des Klimawandels auf die Tiere im Wattenmeer

### Einleitung in den biologischen Teil

Die Auswirkung des Klimawandels auf das Leben im Wattenmeer ist nicht eindeutig zu bestimmen, denn es ist schwer zu unterscheiden, ob Veränderungen in der Tierwelt des Wattenmeeres durch den Klimawandel oder durch direkte Einflüsse des Menschen (Überfischung, Schadstoffanreicherung) verursacht wurden. Bei manchen Veränderungen ist die Ursache eindeutig zu erkennen. Zum Beispiel resultiert die Einnistung exotischer und wärmeliebender Arten in bisher zu kalten Regionen (Pazifische Auster im Wattenmeer) aus der globalen Erderwärmung. Bei anderen Veränderungen wie z.B. dem Rückgang der Population einer bestimmten Tierart ist nicht klar, ob das am Klimawandel, an Überfischung oder an erhöhter Schadstoffbelastung liegt.

Durch die im „Szenario 1“ beschriebene Erwärmung der Nordsee von etwa 1,1°C bis 6,4°C bis zum Jahre 2100 werden sich mehr wärmeliebende Arten im Wattenmeer ansiedeln. Die dort ansässigen Arten könnten möglicherweise durch

- direkte Folgen (z.B. Verdrängung aus dem Lebensraum durch Verkleinerung der eigenen Laichplätze oder Mangel an Nahrung) *oder*
- indirekte Folgen (z.B. von den Exoten eingeschleppte Krankheiten und Parasiten, gegen welche die heimischen Arten möglicherweise keine Antikörper entwickeln können und somit aussterben)

dieser Einsiedlung verdrängt werden.

Es kann jedoch auch sein, dass allein schon die Erderwärmung zum Verdrängen bzw. Aussterben der Arten ausreicht.

Aus diesen Gründen sind die in den folgenden Texten aufgeführten Folgen des Klimawandels auf die Tiere im Wattenmeer nicht mit hundertprozentiger Sicherheit zutreffend, sondern nur Möglichkeiten dafür, welche Folgen es zukünftig geben könnte.

Wir können lediglich mit Sicherheit sagen, was in den letzten Jahren mit den Tieren passiert ist, nicht jedoch, ob das Geschehene vom Menschen direkt verursacht wurde oder eine Folge des Klimawandels ist.

## Ansiedelung neuer Arten in fremden Lebensräumen

Die Einsiedlung exotischer und wärmeliebender Tiere erfolgt meist nicht in dicht besiedelten Lebensräumen, sondern in eher rar besiedelten Küstengewässern. Hierzu eignen sich zum Beispiel die sogenannten Ästuare. Dies sind trichterförmige Flussmündungen, wie man sie im Norddeutschen Wattenmeer z.B. an der Elbe findet. (In den Ästuaren haben die einsiedelnden Tiere die Möglichkeit, sich zu etablieren, ohne von einheimischen Arten gleich wieder verdrängt zu werden.

Um eine Einsiedlung in einen neuen Lebensraum zu bewältigen, müssen die jeweiligen Arten eine große Anpassungsfähigkeit an Veränderungen ihrer Lebensbedingungen besitzen. Arten mit dieser Eigenschaft werden als euryöke Arten bezeichnet.

Zusammengefasst können sich Tiere also nur in dünn besiedelten Lebensräumen ansiedeln und dies auch nur, wenn sie über genügend Anpassungsfähigkeit verfügen, die Umstellung in den Lebensbedingungen auszugleichen. Von daher ist es relativ schwierig, sich im norddeutschen Wattenmeer anzusiedeln. Es ist zwar relativ artenarm, die dort lebenden Arten weisen jedoch eine hohe Population auf. Außerdem herrschen aufgrund der Gezeiten, also dem ständigen Trockenfallen und Überfluten, und der hohen Frischwasserzufuhr aus Elbe, Weser und Eider relativ extreme Lebensbedingungen. Die Schwierigkeit, sich im norddeutschen Wattenmeer anzusiedeln, sieht man daran, dass täglich etwa 2,7 Mio. fremde Organismen in den norddeutschen Ästuaren freigesetzt werden, sich jedoch bisher nur insgesamt 41 exotische Arten im Wattenmeer etablieren konnten.

Dennoch könnten sich neue Arten im Wattenmeer ansiedeln, wenn sich z.B. durch die globale Erderwärmung die Wassertemperatur erhöht. Dadurch würde sich nämlich das Überleben für die einheimischen Arten erschweren und die Lebensbedingungen für neue Arten verbessern. Außerdem ist es möglich, dass durch die Folgen des Klimawandels wie z.B. Temperaturerhöhung oder Meeresspiegelanstieg heimische Arten aussterben, die sich nicht an diese Erwärmung bzw. diesen Meeresspiegelanstieg anpassen können (stenöke Arten). Dadurch öffnen sich ökologische Nischen, in denen sich ebenfalls neue Arten ansiedeln können.

In den nächsten Jahren werden sich wahrscheinlich – begünstigt durch die Folgen des Klimawandels - exotische Arten neu im Wattenmeer ansiedeln. Aufgrund der guten Lebensbedingungen (z.B. keine natürlichen Fressfeinde, gute klimatische Verhältnisse, reiches Nahrungsangebot usw.) für die neuen Arten, werden diese eventuell die heimischen Arten verdrängen. Es ist jedoch noch nicht vorherzusehen, welche Arten sich im Wattenmeer etablieren können, da nicht genau vorhersehbar ist, wie sich die Lebensbedingungen im Wattenmeer in Zukunft verändern werden und wie die heimischen Tiere darauf reagieren können. Die Ansiedlung neuer Arten im Wattenmeer ist schwer vorherzusagen, da die Anpassungsfähigkeit der einwandernden Tierarten teilweise schwer auf das Wattenmeer übertragbar ist. Somit kann man Vermutungen derzeit nur auf Daten und Tiere stützen, die sich schon erfolgreich im Wattenmeer angesiedelt haben (z.B. die Pazifische Auster).

## Bisherige Veränderungen bei den Tieren im Wattenmeer

1935 zählte man noch 72 verschiedene Tierarten im Jadebusen. 1977 wurden dort sogar 92 Arten gefunden. Von den Arten von 1935 waren jedoch nur noch 40% vorhanden. Das heißt, dass bereits zu diesem Zeitpunkt Arten ausgestorben sind, dass sich damals aber auch schon neue Arten im Wattenmeer angesiedelt haben müssen.

Bereits im Jahr 1986 begann eine Studie, die ergab, dass zwischen 1930 und 1987 bereits 8 Arten ausgestorben sind.

Einige der ausgestorbenen Arten sind z.B. der Brotkrumenschwamm, die Seemannshand und die Gestutzte Klaffmuschel. Andere Arten stehen heute kurz vor dem Aussterben, wie z.B. die Netzreusenschnecke, die Seedahlie, die Rossmuschel und die Brackwasser-Herzmuschel. Auch die einheimische Auster (Europäische Auster) kommt im Wattenmeer kaum noch vor.

Durch Schleppnetz- und Baumkurrenfischerei wurden kurzlebige Lebewesen begünstigt (seit 1989), da langlebige Lebewesen häufig weggefischt wurden, bevor sie Geschlechtsreife erreicht hatten, und sich somit nicht fortpflanzen konnten. Bei diesen Arten der Fischerei gab es eine hohe Produktion an Biomasse, die wiederum den Filter- und Subventionsfressern zugute kam. Dies wurde jedoch 1995/96 durch einen extrem kalten Winter, in dem ein großer Teil der Bodentierfauna abstarb, relativiert. Das Wattenmeer benötigte eine relativ lange Zeit, um sich zu regenerieren.

Heiße Sommer hingegen hatten nicht so schlimme Auswirkungen auf die Bodentierfauna im Wattenmeer, höchstens, dass in einzelnen Sedimentschichten des Wattenmeers die Sauerstoffzufuhr unterbrochen war und somit die Tiere in den darunter liegenden Schichten an Sauerstoffmangel starben. Dies kam jedoch sehr selten vor (das letzte mal 1983) und hatte nicht so große Auswirkungen wie ein kalter Winter, da nur einzelne Räume betroffen waren und somit eine schnellere Regeneration möglich war.

Die oben aufgelisteten Beispiele zeigen, dass es schon früher Änderungen der Artenzusammensetzung in der Nordsee gab. Diese bedeuten jedoch nicht gleich einen Artenrückgang, es gibt aber meist Übergangsphasen, z.B. der Winter 1995/96, in denen ein Artenrückgang zu verzeichnen ist.

Ein Beispiel für eine bereits angesiedelte neue Art im Wattenmeer ist die Pazifische Auster, deren Einsiedlung auf den folgenden Seiten genauer erläutert wird. Außerdem wird die Veränderung in der Artenzusammensetzung erläutert.

## Bioinvasion der Pazifischen Auster im Wattenmeer

Durch den Klimawandel können sich neue Arten im Wattenmeer ansiedeln, die hier nicht heimisch sind und in Konkurrenz mit heimischen Arten stehen. Ein gutes Beispiel für eine sogenannte Bioinvasion im Wattenmeer ist die Pazifische Auster. Die ersten Funde an Wildbeständen wurden 1998 entdeckt. Seitdem ist eine kontinuierliche Zunahme des Wildbestandes der Pazifischen Auster zu erkennen. Bis 2002 gab es nur vereinzelte Flecken im Niedersächsischen Wattenmeer an denen die Auster auftrat.

Die Auster ist laut Wehrmanns Hypothese von den Niederlanden aus nach Deutschland eingewandert, da dort schon 1964 die Auster für Zuchtzwecke (in Aquakulturen) eingeführt wurde. Die Wildbestände im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer sind hingegen auf verwilderte Austernzuchtbestände auf der Insel Sylt zurückzuführen. Dort breitete sich die Wildaustern-Population langsam in Richtung Süden und in Richtung Norden aus. Die Entwicklung

im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer verlief jedoch insgesamt wesentlich langsamer als in Niedersachsen. Laut den ersten Untersuchungen hat die Auster bislang keine natürlichen Fressfeinde im Wattenmeer. Sie wird auch nicht von Vögeln als Nahrung genutzt. Die von Austern dicht besiedelten Gebiete werden sogar von Vögeln gemieden. Die Umweltbedingungen im Wattenmeer sind trotz der für die Auster relativ kalten Wassertemperaturen sehr gut. So konnte sie sich erfolgreich im Wattenmeer halten und eine stabile Wildpopulation aufbauen. Der Endzustand dieser Bioinvasion ist noch nicht abzuschätzen und ist vermutlich irreversibel. Die Bioinvasion im Niedersächsischen Wattenmeer war in diesem Maße nicht vorauszusehen. Die Pazifische Auster siedelte sich nicht etwa in einer Nische im Wattenmeer an, die durch die Europäische Auster (*Ostrea edulis*) frei geworden ist, sondern verdrängt zunehmend insbesondere die schon gefährdete Miesmuschel. Die Austernlarven siedeln sich besonders gerne auf den schon vorhandenen Miesmuschelbänken im unteren Eulitoral (sie wird selten im Sublitoral gefunden) an und verdrängen die darauf lebenden Miesmuscheln. Dies stellt eine große Gefahr dar, da die Miesmuschel - auf die Biomasse bezogen - eine höhere Filterleistung hat und laut FFH-Richtlinien zu den schützenswerten Arten gehört.



**Abb.8:** Pazifischer Auster,  
Quelle: Monniaux, D., Gugerell, P., (2006):  
pacific oysters 01.jpg  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Pacific\\_oysters\\_01.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Pacific_oysters_01.jpg), (02.10.2007).



**Abb.9:** Miesmuschel. Quelle: Zenz, R., (2006): Miesmuscheln-2.jpg,  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Miesmuscheln-2.jpg>, (02.10.2007).



Schon in den 70ern traten einige kleinere Wildpopulationen der Pazifischen Auster auf. Laut damaliger Meinung hätten diese sich aber aufgrund des kalten Wassers auf lange Sicht nicht im Wattenmeer halten können. Jedoch konnten sich die Populationen auch in harten Wintern behaupten und haben heute eine Populationsstärke von über 60 Millionen Einzeltieren im Sylter Wattenmeer erreicht.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Einführung und ökonomische Nutzung ökosystemfremder Arten in Aquakulturen zu unkalkulierbaren und irreversiblen Risiken für die heimischen Lebensgemeinschaften des Wattenmeeres führen können. Die Auster ist nur ein Beispiel dafür.



**Abb. 10:** Lage und Bezeichnung der Untersuchungsstandorte im Niedersächsischen Wattenmeer. Diese Abbildung wurde uns freundlicher Weise von Dr. A. Wehrmann und A. Schmidt vom Senckenberg Forschungsinstitut – Projekt Bioinvasion zur Verfügung gestellt, [http://www.senckenberg.de/root/index.php?page\\_id=1887](http://www.senckenberg.de/root/index.php?page_id=1887), (03.10.2007).

Diese Grafik zeigt den Befall durch die Auster im Niedersächsischen Wattenmeer und die Standorte, an denen sie heute schon gefunden wird. Es wird deutlich, dass schon die ganze Niedersächsische Küste von der Auster befallen ist.

## **Zusammenfassung**

Bei unserer Projektarbeit sind wir zu dem Ergebnis gekommen, dass der Klimawandel verheerende Auswirkungen auf das Norddeutsche Wattenmeer haben wird, welche bereits heute im vollen Gange sind und sich innerhalb der nächsten hundert Jahre drastisch beschleunigen werden.

So ist zu erwarten, dass der Meeresspiegel stark ansteigen wird und auch Ereignisse wie Stürme und Sturmfluten häufiger werden, wodurch das Wattenmeer abgetragen bzw. überflutet werden könnte. Dies hätte nicht nur Folgen für die Lebewesen im Wattenmeer, sondern auch für viele Tierarten der gesamten Nordsee, welchen das Wattenmeer als „Kinderstube“ dient, sowie für die Zugvögel, die während ihrer Reise dort rasten.

Auch wird das Wattenmeer schon heute von Tierarten, wie z.B. der pazifischen Auster, besiedelt, welchen es erst durch die Klimaerwärmung möglich ist, dort zu überleben und welche die einheimischen Arten verdrängen.

Es ist kaum zu sagen, welche Folgeschäden dadurch entstehen könnten.

Auch auf die Menschen direkt hätte ein Verschwinden des Wattenmeeres Folgen. Das Wattenmeer dient der Nordseeküste als Schutzwall, ohne das Watt würde die Küste stark abgetragen werden. Auch sind einige Fischarten, die auf das Wattenmeer angewiesen sind von großer wirtschaftlicher Bedeutung.

Es steht fest, dass das Wattenmeer sich durch den Klimawandel verändern wird und dass der Mensch daran eigentlich nichts ändern kann.

## Literaturliste:

3Sat, Autor unbekannt (18.01.2005): „Klimawandel bringt eine Revolution für das Wattenmeer“

URL: <http://www.3sat.de/3sat.php?http://www.3sat.de/nano/news/74922/> (Stand: 26.09.2005)

3Sat, Autor unbekannt (27.09.2004/ 03.11.2005): „Klimaerwärmung verändert Flora und Fauna der Nordsee“

URL: <http://www.3sat.de/3sat.php?http://www.3sat.de/nano/cstuecke/70592/>

(Stand: 6.12.2005)

Beier, U. (07.03.2004): „Gezeitenplanung Nordsee“

URL: <http://www.kanu.de/nuke/downloads/Gezeitenplanung.pdf> (Stand: 28.09.2005)

Brinkman, J. & Ihnen, J. & Uphoff, M. (1997): „Die Gezeiten“

URL: <http://schulen.nwn.de/watt/gezeiten.html> (Stand: 28.09.2005)

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie: „Mursys – aktuell“

URL: <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/updates.jsp>

(Stand: 28.09.2005)

Climatic Research Unit, UEA, Norwich, UK (Oktober 1999): „Klimaszenarien für

Deutschland“ URL: <http://www.cru.uea.ac.uk/~mikeh/research/germany.pdf> (Stand: 3.1.2006)

Heil, A. (1997): „Die Entstehung des Wattenmeeres“

URL: <http://www.kle.nw.schule.de/gymgoch/faecher/fahrten/segeln97/genese.htm>

[#Wo%20und%20was](#) (Stand 13.11.2005)

Jordan, F. (24.01.2005): „Klimaerwärmung/Folgen für das Wattenmeer“

URL: <http://www.bioblatt.de/hintergrund/240105klima.shtml> (Stand: 29.09.2005)

Kasang, D. (10.04.06): „Die großen Eisschilde“

URL: <http://www.hamburger-bildungsserver.de/klima/klimafolgen/eis/groenland.html>

und: <http://www.hamburger-bildungsserver.de/klima/klimafolgen/eis/antarktis.html>, (Stand:

12.06.2005)

Lozán, J.L./E.Rachor/K.Reise/ J.Sündemann (2003): „Warnsignale aus Nordsee & Wattenmeer“,

„Folgen und Auswirkungen auf Pflanzen und Tieren“, Wissenschaftliche Auswertungen, 1.Aufl.,

(Seite 161-175)

Norwich (13.05.2005): „Nordsee-Fische flüchten in den Norden“

URL: <http://www.presstext.ch/pte.mc?pte=050513039> (Stand 27.12.2005)

Rettig, K. (14.04.2005): „Herr Bolinius und das Problem mit drinnen und draußen“

URL: <http://www.wattenrat.de/aktuell/aktuell99.htm> (Stand: 4.1.2006)

Santos, Maria, AWI (31.01.2005): „Ökologische Veränderungen in der Nordsee durch biologische Globalisierung und Klimawandel“

URL: <http://www.awi-bremerhaven.de/AWI/Presse/PM/pm05-1.hj/050131BAH-d.html> (Stand

14.12.2005)

Städtisches Gymnasium Goch (1997): „Das Wattenmeer – ein einzigartiges Ökosystem“

URL: <http://www.kle.nw.schule.de/gymgoch/faecher/fahrten/segeln97/root.htm>

(Stand: 29.09.2005)

Sterr, H., W. Ebenhöf, F. Simmering (OKTOBER 1995): „Küsten im Klimawandel“  
URL: <http://www.uni-oldenburg.de/presse/einblicke/22/klima.htm> (Stand: 30.12.2005)

Straaten, (1976): „Wattenmeer, Ein Naturraum der Niederlande, Deutschlands und Dänemarks“, Karl Wachholtz Verlag Neumünster. (s.22, s.25, s.29 – s.31)

Streif, H.: „Die Entwicklung der ostfriesischen Küstenregion unter geologischen Gesichtspunkten“  
URL: <http://www.nordwestreisemagazin.de/watt.htm> (Stand: 27.09.2005)

Rehberger, S.: „Tiere im Wattenmeer“  
URL: <http://www.schutzstation-wattenmeer.de/wissen/tiere.html> (Stand: 27.09.2005)

Wehrmann, Dr. A., Schmidt, A. (2005): Die Einwanderung der Pazifischen Auster in das Niedersächsische Wattenmeer, WWF Deutschland, Frankfurt am Main, 1. Aufl.

Weitlaner, W. (31.01.2005): „Nordsee: Klimawandel und Bioinvasoren“  
URL: [http://www.innovations-report.de/html/berichte/umwelt\\_naturschutz/bericht-39612.html](http://www.innovations-report.de/html/berichte/umwelt_naturschutz/bericht-39612.html) (Stand 17.12.2005)

Welt online, LNO, (1.11.2005): „Trittin: Klimawandel trifft Ökosystem Wattenmeer besonders“ URL: <http://www.welt.de/data/2005/11/01/797120.html> (Stand: 12.12.2005)

Wilts, F.: „Die Entwicklung der Schleswig-holsteinische Küste“  
URL: <http://www.fms-wilts.de/Erdkunde/Schleswig.htm> (Stand: 27.09.2005)