



Quallen in der Nordsee

Haben wir den Quallen unbewusst
ein Paradies in der Nordsee
geschaffen?

Jugend forscht 2014

Sarah Hartwig & Luis Joerss
Stadtteilschule Bergstedt

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
2. Lebensraum Nordsee	3
3. Charakteristika der Quallen	3
3.1 Allgemeines.....	3
3.2 Arten.....	4
3.3 Nahrung.....	4
3.4 Lebenszyklus	4
4. Anthropogene Einflüsse	5
4.1 Auswirkungen des Klimawandels.....	5
4.1.1 Salinität der Nordsee	5
4.1.2 Temperaturveränderung	7
4.1.3 Versauerung der Meere.....	8
4.1.4 Strömung der Nordsee	9
4.2 Veränderung durch neue Siedlungssubstrate	9
4.3 Einfluss der Eutrophierung	11
4.4 Einflüsse der Fischerei	12
5. Auswirkungen der Qualleninvasionen	13
5.1 Wirtschaft	13
5.1.1 Auswirkungen auf den Tourismus.....	13
5.1.2 Auswirkungen auf die Fischerei	14
5.1.3 Auswirkungen auf Aquakulturen.....	14
5.1.4 Auswirkungen auf Kraftwerke.....	14
5.2 Auswirkungen auf marine Ökosysteme.....	15
6. Fazit	16
7. Literaturverzeichnis	18
8. Abbildungsverzeichnis	20
9. Anhang	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1. Einleitung

In der jüngsten Vergangenheit rückte das vermehrte Massenauftreten von Quallen zunehmend in den Fokus der Medien. Jeden Sommer plagen uns die Quallen beim Schwimmen in den Meeren und werden als „glibberig“ bzw. „eklig“ bezeichnet.

Unsere Ausarbeitung befasst sich genau mit den Ursachen und Folgen des massenhaften Auftretens. Welche Ursachen verbergen sich hinter der wachsenden Quallenpopulation? Wie kam es überhaupt dazu und wer oder was steckt dahinter? Um diesen Fragen nachgehen zu können, beschäftigen wir uns mit den Lebensbedingungen und dem Lebenszyklus der Quallen, mit den indirekten und direkten anthropogenen Einflüssen auf die Nordsee und deren möglichen Auswirkungen auf die Quallenpopulation. Einerseits untersuchen wir, welchen Einfluss der Mensch auf die Nordsee hat, andererseits untersuchen wir unter Berücksichtigung biologischer Aspekte die Auswirkungen des Menschen auf die Quallenpopulation.

Im Rahmen unserer Ausarbeitung widmen wir uns überwiegend den Quallen aus der Nordsee, wobei wir die Scheibenquallen (Scyphozoa) exemplarisch verwenden, denn sie sind die auffälligsten und größten Quallen. Außerdem bieten sich die Scyphozoa aufgrund der vergleichsweise guten Datenlage an.

Unsere Motivation dieser Arbeit entspringt den faszinierenden Sinnesleistungen der Quallen, obwohl sie zum Großteil aus Wasser bestehen. Die Ursprünglichkeit dieser Tiere löst bei uns Inspiration aus. Zudem besteht ein besonderer Reiz darin, dass es sich hierbei um eine Zunahme und nicht um eine Abnahme einer Population handelt. Wachsende Populationen werden normalerweise positiv angesehen, dennoch können diese auch negative Effekte auf das marine Ökosystem und die Wirtschaft haben. Zusätzlich zu dieser komplexen Entwicklung hat uns motiviert, dass sich die Forschung in diesem Bereich teilweise noch in der „Geburtsstunde“ befindet und wir in den neuesten Stand der aktuellen Forschung eindringen und uns damit auseinandersetzen werden.

Unsere Daten stammen zum Teil aus dem Internet, sowie aus wissenschaftlichen Artikeln und einem Interview mit Frau Dr. Sabine Holst. Im Rahmen des Interviews hatten wir die einmalige Möglichkeit die Polypenforschung und die Aufzucht von Ephyren zu erleben.

Unsere leitende Fragestellung in unserer Erarbeitung lautet:

Anthropogene Einflüsse – haben wir den Quallen unbewusst ein Paradies in der Nordsee geschaffen?

2. Lebensraum Nordsee

Die Nordsee (Abb. 1) ist ein Randmeer des Atlantischen Ozeans. Der größte Teil ist ein flacher Schelfmeerbereich. Sie ist etwa 570.000 km² groß. Der Ärmelkanal im Westen und der Skagerrak und Kattegat im Nordosten gehören ebenfalls zur Nordsee dazu. Das Kattegat gehört sowohl zur Nordsee als auch zur Ostsee und stellt den Übergang zwischen den beiden Meeren dar. Der größte Input an Nährstoffen erfolgt über die Flüsse. Die hohen Schadstoff- und Nährstoffquellen kommen zustande, weil die Einzugsgebiete dieser Flüsse sehr dicht besiedelt sind und zusätzlich landschaftlich sehr stark benutzt werden.¹ Sie ist durchschnittlich 94 m tief und damit ein sehr flaches Meer, doch biologisch gesehen ist sie eine der ergiebigsten Meeresregionen, welche auf der Erde vorkommen. Die „warme“ Meeresströmung aus dem Nordatlantik und das Süßwasser aus den Flüssen sind eine gute Grundlage für die Lebewesen in der Nordsee.²



Abb. 1 Die Nordsee
Quelle: NASA

3. Charakteristika der Quallen

3.1 Allgemeines

Quallen gehören zu den ältesten Tieren der Erdgeschichte und man kann sie in allen Meeren unserer Erde vorfinden. Sie werden dem Plankton zugeordnet, denn ihre Fortbewegung, trotz ihrer Schwimmbewegungen, erfolgt größtenteils durch die Strömung. Die kleinsten Exemplare, die den Quallen zugeordnet werden können, haben einen Schirmdurchmesser von knapp einem Millimeter. Hingegen weisen die größten Exemplare einen Durchmesser von mehreren Metern auf.³ Wenn wir uns die gesamte Bandbreite der Quallentiere anschauen, ist festzustellen, dass die meisten Arten eine weiße bzw. durchsichtige Färbung haben. Alle Arten, die den Nesseltieren angehören, sind von ihrer Konsistenz her „glibberig“. Schon ihr englischer Name lässt auf dieses Merkmal schließen, denn im Englischen wird die Qualle als Jellyfish bezeichnet, welches übersetzt „Geleefisch“ heißt.⁴ Dies kommt zustande, da alle Nesseltiere zu 99 % aus Wasser bestehen. Aus diesem Merkmal lässt sich eine weitere Gemeinsamkeit ableiten. Quallen sind allesamt faszinierende Lebewesen, denen es trotz des sehr hohen Wasseranteils gelingt, erstaunliche Leistungen zu vollbringen. Der Körper der Quallen ist in zwei extrem dünne Zellschichten unterteilt. Eine im

¹ Umweltbundesamt (Hrsg.)(2013a)

² Bund für Umwelt- und Naturschutz (ohne Jahr)

³ Bärbel Heidenreich (2009) Planet Wissen

⁴ ARD (ohne Jahr)

inneren und einem im äußeren Bereich der Qualle. Zwischen diesen beiden Zellschichten befindet sich die Gallertmasse, die die Funktion einer Stützschicht hat. Zudem bildet die Gallertmasse das Sauerstoffreservoir, aus der sich die Qualle mit dem lebenswichtigen Sauerstoff versorgen kann. Im Bereich der inneren Zellschicht befindet sich ein Hohlraum. Dieser stellt den Magenraum der Qualle dar. Die hohe Anpassungsfähigkeit der Nesseltiere ermöglichte ihnen das Bestehen über 670 Millionen Jahre und voraussichtlich auch über viele weitere Jahre. Auf diese Anpassungsfähigkeit werden wir im Verlauf der Arbeit hinführen.

3.2 Arten

Der Stamm der Nesseltiere (Cnidaria) umfasst die Quallen, hierbei haben die Quallen Nesselkapseln an ihren Fangarmen. Diese Fangarme werden auch als Tentakeln bezeichnet.⁵ Als weiteres Taxon bei den Nesseltieren gibt es die Tierklassen. Dabei wird in vier verschiedene Klassen unterteilt. Als erste Klasse ist die Ctenophora, auch Rippenqualle genannt, zu nennen. Von dieser Klasse sind weniger als 10 Arten in der Nordsee beheimatet. Noch artenreicher, jedoch auch mit kleineren Exemplaren, gibt es die Klasse der Hydrozoa, davon kommen 50 Arten in der Nordsee vor. Die Klasse der Würfelqualle (Cubozoa) lebt nicht in der Nordsee. Die Klasse der Scheibenqualle wäre als letzte aufzuzählen. Die Scyphozoa ist mit 5 Arten in der Nordsee datiert. Die Ohrenqualle *Aurelia aurita*, die Feuerqualle *Cyanea capillata*, die blaue Nesselqualle *Cyanea lamarckii*, die Kompassqualle *Chrysaora hysoscella* und die Blumenkohlqualle *Rhizostoma octopus* sind in der Nordsee beheimatet.⁶ Im Vordergrund unserer Ausarbeitung stehen überwiegend die Scheibenquallen, die sich durch die gute Datenlage und durch die besonderen Merkmale anbieten.

3.3 Nahrung

Die Scyphomedusen sind in ihrer Nahrungsaufnahme weniger wählerisch als andere Tierarten. Dadurch dass sie polyphag sind, haben sie gegenüber anderen Meeresbewohnern mit zum Teil übereinstimmenden Segmenten des Nahrungsspektrums erhebliche Vorteile. Ob Fischeier, Fischlarven oder Zooplankton, die Quallen der Klasse der Scyphozoa fressen Vieles und sind carnivor. Aufgrund von veränderten Umweltbedingungen kann es zu Modifikationen im Nahrungsangebot in dem Lebensraum kommen. Hierbei sind sie auf Grund ihres charakteristischen Merkmals der Polyphagie deutlich bevorteilt. Ihre hohe Anpassungsfähigkeit entspringt auch dem weiten Nahrungsspektrum.⁷ Wurzelmundquallen, Ephyren und Jungmedusen von verschiedenen Arten der Nesseltiere sind mikrophag. Diese wachsen nur heran, wenn kleinste Teilchen von Plankton vorhanden sind. Die *Cyanea capillata*, auch umgangssprachlich mit Feuerqualle benannt, kann ihre Population nur vorantreiben, wenn genug gelatinöses Plankton vorhanden ist. Zu diesem Plankton gehören beispielsweise Ephyren und Rippenquallen.

Das Nahrungsfeld der Polypen ist überwiegend unerforscht. Es wird jedoch angenommen, dass die Polypen genauso carnivor agieren wie die Medusen und allerlei planktische Larven zum Jagen haben.⁸

3.4 Lebenszyklus

Den Lebenszyklus der Nesseltiere zu kennen ist essentiell, um die besonderen Eigenschaften dieser Tiere nachvollziehen zu können. Bei dem Lebenszyklus der Quallen sprechen wir von einer Metagenese mit zwei aufeinander folgenden Generationen. Hierbei ist die Qualle selbst nur eine Erscheinungsform der Nesseltiere.

⁵ Bärbel Heidenreich (2009) Planet Wissen

⁶ Sabine Holst (2011) Biologie unserer Zeit S.240

⁷ Sabine Holst (2011) Biol. Unserer Zeit S. 243

⁸ Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) Warnsignal S. 193

Bei der Fortpflanzung der Quallen wird differenziert zwischen der sexuellen und der asexuellen Fortpflanzung. Bei der sexuellen Fortpflanzung entsteht vorerst aus der Eizelle die Planularlarve, welche sich mit dem Verlauf der Zeit zum Polypen entwickelt. Vom sessilen Polypen geht die asexuelle Vermehrung aus, dabei werden bei der Strobilation von den Polypen Ephyren, auch Jungmedusen genannt, abgeschnürt. Doch die Polypen zeichnen sich durch ihre Vielfältigkeit in der Vermehrung und in ihren Überlebensstrategien aus. Die Knospung ist eine weitere Form der asexuellen Fortpflanzung von den Polypen. Nachdem die Ephyren ihr adultes Stadium erreicht haben und sich zu einer Meduse entwickelt haben, beginnt der Zyklus wieder mit der sexuellen Fortpflanzung.⁹ Neuste Erkenntnisse der Forschung besagen, dass das Molekül CL 390 für den Beginn der Abschnürungen der Polypen verantwortlich sei und wie auch bei anderen Tieren die Metamorphose reguliere.¹⁰

Die Erscheinungsformen der Cnidaria haben verschiedene Eigenschaften. Sie reagieren auf die veränderten Umweltbedingungen unterschiedlich. Sie benötigen nicht zwingend die gleichen Bedingungen um sich fortzupflanzen und zu überleben. Aus diesem Grund können die Auswirkungen der anthropogenen Einflüsse auf die Nesseltiere nicht verallgemeinert werden, da jede Art und Erscheinungsform anders auf Veränderungen reagiert.¹¹

4. Anthropogene Einflüsse

4.1 Auswirkungen des Klimawandels

4.1.1 Salinität der Nordsee

Die Salinität ist ein Umweltfaktor, der das Leben der Organismen in den marinen Ökosystemen beeinflusst. In Folge des Klimawandels wird durch die Verdunstung ein steigender Salzgehalt oder auch eine Herabsetzung der Salinität hervorgerufen, welche aufgrund von starken Niederschlägen und Süßwasserzuflüssen zustande kommen kann.¹² Um dieses zu veranschaulichen, sind die Abbildungen 2 und 3 aufgeführt. Der momentane Salzgehalt entspricht in den nördlichen Bereichen der Nordsee 35 PSU (*Practical Salinity Units*) und in südlichen nur 30-32 PSU.¹³

Die Abbildung 2 zeigt die Differenz des Meeresoberflächensalzgehaltes zwischen den Zeiträumen 2071 bis 2100 und 2001 bis 2030. Nach dem auf Basis des Ecam 5 Modells berechneten Ozeanmodells HAMSON (Hamburg Shelf Model) ist zu sehen, dass die Sali-

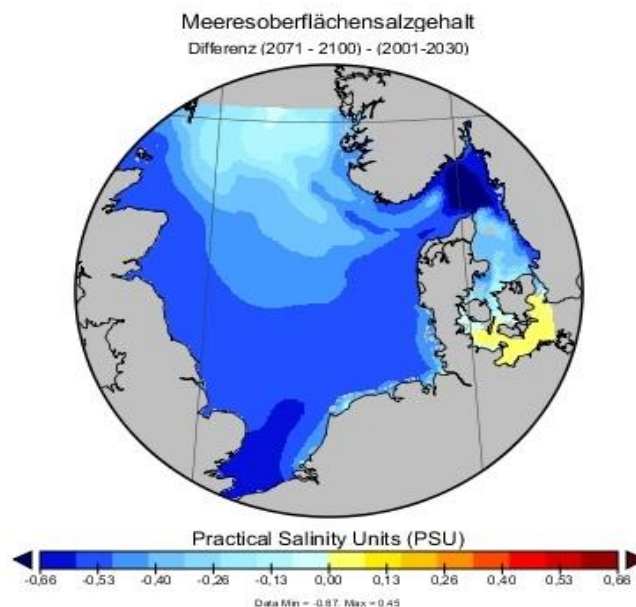


Abb. 2: Meereroberflächensalzgehalt 20071-2100 minus 2001-2030
Eigener Entwurf. Datenquelle: Mathis, M., and Pohlmann, T.
(2013)

⁹ Sabine Holst (2011) Biologie unserer Zeit S.243 ff.

¹⁰ Spiegel Online (2014)

¹¹ Jennifer E. Purcell (2012) S.218

¹² Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) Warnsignal S.191

¹³ Martina Poggel (Ohne Jahr)

Salinität in allen gekennzeichneten Bereichen der Nordsee leicht sinkt. Die markanten Punkte befinden sich im Skagerrak und am Anfang des Ärmelkanals. Denn hier ist die Differenz bei mindestens -0,66 PSU des Oberflächensalzgehaltes am höchsten.

Der nördlichste Teil der Nordsee weist die niedrigste Differenz auf. Diese liegt zwischen -0,66 PSU und ca. -0,05 PSU. Hierbei ist auch eine Gliederung von Süden nach Norden der Nordsee vorhanden, mit Ausnahme von dem zuvor erwähnten Skagerrak. Laut des Modells wird es in nördlicher Richtung eine immer geringer werdende Salinität geben. Von -0,66 PSU bis knapp unter null PSU.

Vergleicht man die Erkenntnisse des Meeresoberflächensalzgehaltes aus Abbildung 2 mit dem Bodensalzgehalt aus Abbildung 3 ist zu sehen, dass es Übereinstimmungen und Unterschiede gibt. Die Differenz der Jahre aus den beiden Abbildungen zu dem Salzgehalt ist nahezu gleich.

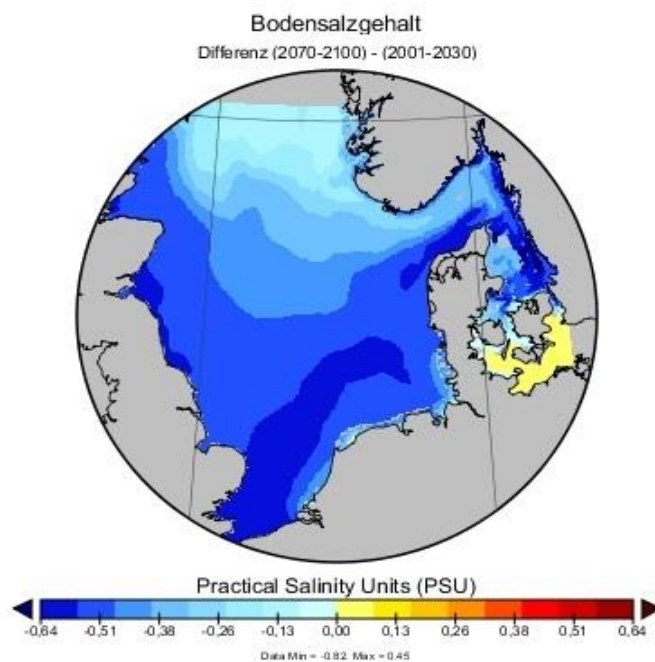


Abb. 3: Bodensalzgehalt

Eigener Entwurf. Datenquelle: Mathis, M., and Pohlmann, T. (2013)

Auch hier, in Abbildung 3 sinkt an allen Stellen der Nordsee der Salzgehalt. Im Skagerrak fällt am Boden die Diskrepanz deutlich geringer aus als an der Oberfläche. Oberhalb des Ärmelkanals, nordwestlich von den belgischen, niederländischen und deutschen Küsten sinkt der Salzgehalt mehr als an der Oberfläche. Diese liegt bei knapp -0,64 PSU am Grund und an der Oberfläche bei knapp -0,53 PSU. Außerdem gibt es direkt an der englisch-schottischen Ostküste eine höhere Differenz des Salzgehaltes am Grund im Vergleich zur Oberfläche. Im nördlichen Bereich fällt die Differenz des Salzgehaltes am Boden und an der Oberfläche nahezu identisch aus.

Eine Vielzahl von Organismen aus dem marinen Ökosystem können Schwankungen der Salinität schlecht tolerieren und eine häufige Folge ist deren Exitus. Bei den Nesseltieren ist es von Art zu Art unterschiedlich, in wieweit sie die Schwankungen im Bereich des Salzgehaltes tolerieren können. Die *Aurelia aurita*, auch unter dem Namen Ohrenqualle bekannt, wurde schon in Bereichen unter 6 PSU vorgefunden. Hingegen die *Cyanea capillata* (Feuerqualle) nicht in Bereichen von unter 6 PSU vordringt. Insgesamt ist der Salzgehalt der Nordsee um einiges höher als 6 PSU. Polypen verschiedener Arten aus der Nordsee sind prinzipiell sehr resistent und tolerant gegenüber den Schwankungen bis zu 12 PSU.¹⁴ Da auch Veränderungen des Salzgehaltes am Grund der Nordsee vorhanden sind und die Polypen dort ihren Lebensraum haben, ist es für ihre Arterhaltung wichtig, dass sie diese Schwankungen tolerieren können. Viele andere Tierarten haben diese Fähigkeit in diesem Umfang nicht und somit haben sie einen weiteren Vorteil auf ihrer Seite. Die Medusen der Nesseltiere leben in höheren Schichten als die Polypen und sind dort teilweise anderen Salzgehalten ausgesetzt.

Insgesamt spricht der Schwankungsgrad des abiotischen Faktors Salinität für die euryöke Lebensweise der Scyphozoa. Nachdem andere Lebewesen schon abgestorben wären, können die Poly-

¹⁴ Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) Warnsignal S.191

pen diesen Bedingungen standhalten.¹⁵ Beobachtungen zu Folge werden an salzigeren Bereichen mehr Quallen vorgefunden.¹⁶ Durch die minimal sinkende Salinität folgt, dass dieser veränderte Umweltfaktor keine entscheidende Bedeutung für die Mortalität und die Reproduktionsrate der Quallen in der Nordsee hat.

4.1.2 Temperaturveränderung

Die Temperaturveränderung, die durch den Klimawandel zustande kommt, hat besondere Auswirkungen auf die Quallenpopulationen,¹⁷ wie die Abb. 4 nach dem ebenfalls auf Basis des ECHAM 5 Modells berechneten Ozeanmodells HAMSON (Hamburg Shelf Model) zeigt, deuten die Simulationen an, dass sich die Oberflächentemperatur durchschnittlich ganzjährig mit einer Differenz

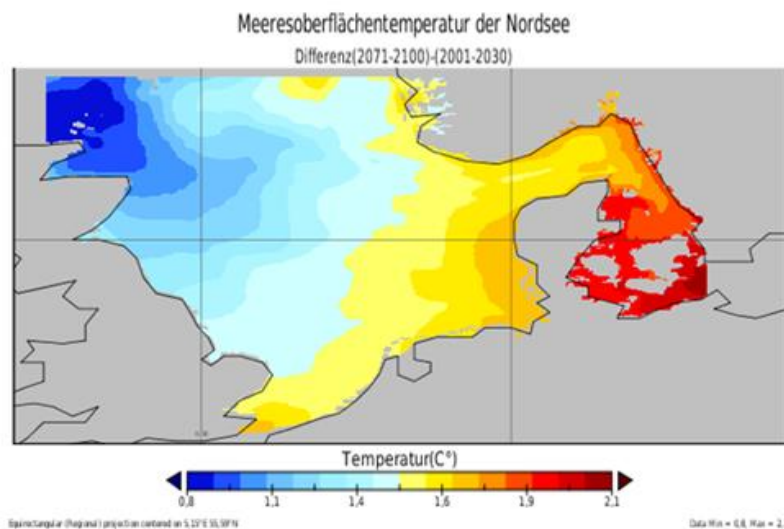


Abb. 4 Meeresoberflächentemperatur der Nordsee
Eigener Entwurf. Datenquelle: Mathis, M., and Pohlmann, T. (2013)

von 0.8°C bis zu 2.1°C wärmer wird. Die Abbildung 4 zeigt die Differenz der Temperatur zwischen der Zeitspanne 2071 bis 2100 und 2001 bis 2030 in der Nordsee. Die unregelmäßige Temperaturveränderung lässt sich auf die Hauptströmung der Nordsee zurückführen, die unter dem Punkt 4.1.4 (Strömung der Nordsee) erklärt wird. Dort wo ein langsamer Wasseraustausch vorhanden ist, erwärmt sich das Meer schneller und kühlt

langsamer ab, deshalb wird die Temperaturveränderung in der Meerenge im Kattegat mit einer Diskrepanz von 2.1°C am höchsten ausfallen. Die Strömung streift die deutsche Bucht also nur leicht, deshalb erwärmen sich die Temperaturen in diesem Bereich besonders stark, zusätzlich spielt der Eintrag der wärmeren Gewässer durch die Flüsse, die in die Nordsee münden, eine Rolle. Diese sorgen dafür, dass sich das Wasser in diesen Bereichen stärker erwärmt.

Letztendlich lassen sich die unterschiedlich steigenden Temperaturen vom Nordwesten bis in den Südwesten der Nordsee durch die Strömung erklären. Das bedeutet, wie auf der Abb. 4 dargestellt, dass die Diskrepanz im Nordwesten am geringsten um 0.8°C ausfällt und im Südosten bei der deutschen Bucht ca. 1.8°C beträgt.

Auf die Scyphozoa bezogen bedeutet das, dass die Medusen, die durch die Strobilation von den Polypen abgetrennt werden und von Ephyren schließlich zu geschlechtsreifen Medusen anwachsen und in den meisten Fällen nach der geschlechtlichen Fortpflanzung absterben,¹⁸ so schneller heranwachsen werden, was wiederum zur Folge hat, dass die Reproduktionsrate der Qualle steigen wird und die Quallen sich zukünftig stärker vermehren werden. Doch der Ursprung der steigenden Scyphozoapopulation in der Nordsee liegt bei einer anderen Generation der Qualle, bei den Polypen. Diese produzieren bei wärmeren Temperaturen in einer kürzeren Zeit mehr Ephy-

¹⁵ Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) Warnsignal S.191

¹⁶ Dr. Gerald Schernewski (ohne Jahr-a)

¹⁷ Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) S.192

¹⁸ Sabine Holst (2011) Biologie unserer Zeit S.243

ren, die zu Medusen heranwachsen, was zur Folge hat, dass die Strobilationszeiten zukünftig länger andauern und mehr Ephyren produziert werden und somit steigt die Effektivität der Strobilation.

Einen weiteren Einfluss kann die Temperatur auf die Verbreitung der Qualle haben. Untersuchungen zeigen, dass sich einige Scyphomedusen aufgrund der steigenden Temperaturen stärker verbreiten und so auch in den nördlichen Räumen des Atlantiks und der Nordsee vorkommen können.¹⁹ Abb. 5, die die Differenz für die Meeresoberflächentemperatur im Winter darstellt, unterstützt diese Hypothese, denn es wird mit einem Temperaturanstieg von 2,6° C an der dänischen und deutschen Küste gerechnet.

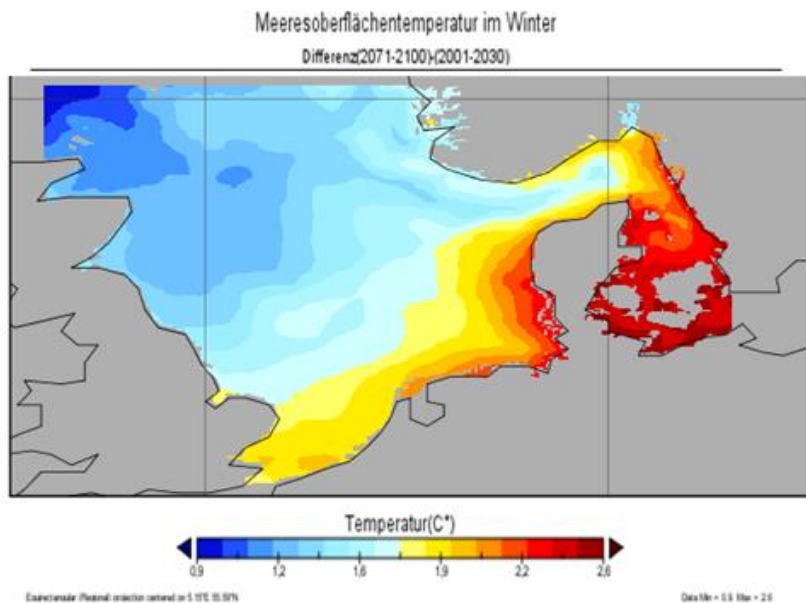


Abb. 5 Meeresoberflächentemperatur im Winter
Eigener Entwurf. Datenquelle: Mathis, M., and Pohlmann, T. (2013)

gen zeigen, dass sich einige Scyphomedusen aufgrund der steigenden Temperaturen stärker verbreiten und so auch in den nördlichen Räumen des Atlantiks und der Nordsee vorkommen können.¹⁹ Abb. 5, die die Differenz für die Meeresoberflächentemperatur im Winter darstellt, unterstützt diese Hypothese, denn es wird mit einem Temperaturanstieg von 2,6° C an der dänischen und deutschen Küste gerechnet.

Für viele Fische und andere Lebewesen bedeutet dieser Temperaturanstieg einen Rückgang der Reproduktionsrate. Das hat wiederum positive Auswirkungen auf die Scyphozoa, die wegen geringerer Konkurrenz mehr Nahrung zur Verfügung haben werden, was bedeuten kann, dass mehr Medusen nach der Fortpflanzung wegen der günstigeren Lebensbedingungen überleben könnten.

Die spürbarsten Auswirkungen hat der Temperaturanstieg der Nordsee auf die Polypengeneration der Scyphozoa. Dieser sich durch den anthropogenen Einfluss verändernde Faktor wirkt sich stark auf eine mögliche Massenvermehrung von Medusen aus.

4.1.3 Versauerung der Meere

Unter der Versauerung der Meere ist das Sinken des pH-Wertes des Salzwassers zu verstehen. Die Versauerung ist eine Folge der steigenden CO₂ - Konzentration in der Luft und damit auch in den oberflächennahen Schichten. Im Meerwasser reagiert Kohlendioxid unter Bildung von Kohlensäure. Dadurch kommt es zu einer Absenkung des pH-Wertes, von dem insbesondere kalkschalenbildende Organismen betroffen sind. Treibhausgase wie Fluorchlorkohlenwasserstoffe, Methan oder Lachgas haben in diesem Zusammenhang keinen Einfluss auf den pH-Wert der Meere.

Heutzutage hat das Meerwasser global gesehen einen pH-Wert um 8, der folglich leicht basisch ist. Im offenen Meer kann es zu Schwankungen zwischen 7,9-8,3²⁰ kommen. Die Diskrepanz hat ihre Ursachen im Bereich der Temperatur des Meeresswassers und im örtlichen Auftrieb des kohlenstoffdioxidreichen Tiefenwassers. Außerdem ist die biologische Produktivität als Faktor zu deklarieren, denn in Gebieten, in denen es eine hohe Phytoplanktonkonzentration gibt, kann dieses das Kohlendioxid binden und in tiefere Wasserschichten befördern.

¹⁹ Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) S.192

²⁰ Dieter Kasang (2013)

Von einer Veränderung des pH-Wertes in der Nordsee sind zuerst die Lebewesen betroffen, die Kalkschalen bilden, da deren Fähigkeit diese herzustellen bei sinkenden pH-Werten deutlich nachlässt. Problematischer ist jedoch, dass diese Organismen ganz unten in den Nahrungsketten stehen und den Grundbaustein der Nahrungsnetze bilden. Dieses hat auch Auswirkungen auf den Menschen, denn die Meeresbewohner, die sich von den Tieren mit Kalkschale ernähren, können sich aufgrund der schlechteren Nahrungsgrundlage schlechter fortpflanzen.²¹ Da Quallen keine Kalkschalen bilden, sind sie bei kleinen Schwankungen nicht betroffen. Eine Veränderung des pH-Wertes hat nur eine indirekte Auswirkung auf sie, da die Lebewesen mit Kalkschalen eine potentielle Beute der Quallen darstellen. Die Forschungen haben sich auf die direkten Auswirkungen auf die Nesseltiere bisher noch nicht ausreichend konzentriert und deshalb können die Auswirkungen auf die Quallen noch nicht genauer erläutert werden.²²

4.1.4 Strömung der Nordsee

Die Hauptströmung der Nordsee wird durch die Wassermassen des Atlantiks beeinflusst. Die Nordsee zeichnet sich durch eine von Norden kommende Strömung entlang der britischen Küste bis hin zum Ärmelkanal aus. Bei der „Drehtide“ verläuft die Strömung wieder gegen den Uhrzeigersinn in den Norden und fließt an den Nordfriesischen Inseln vorbei. Dadurch herrscht an der deutschen Küste und zwischen der Meerenge am Skagerrak, der ins Kattegat übergeht, ein langsamer Wasseraustausch. Doch die Meeresströmungen werden von mehreren Faktoren beeinflusst: Von den Gezeiten, den Dichteunterschieden der Wassermassen und den vorherrschenden Winden.²³

Scyphomedusen und fast alle anderen Medusen können sich nicht aktiv gegen die Strömung bewegen, deshalb bestimmt die Strömung, wo die Medusen auftauchen. Hervorgerufen durch den Klimawandel kommt es zu modifizierten Strömungen, die zur Folge haben, dass die Quallen in Massen auftreten können,²⁴ jedoch zeigen die derzeitigen Simulationen nur leichte Veränderungen der vorherrschenden Winde, die als Hauptantriebskräfte der Strömung gelten. Daher können keine gesicherten Aussagen über die möglichen Veränderungen der Strömung gemacht werden. Wo die Quallen wann auftauchen und wie sie genau mit den vorherrschenden Strömungen in Verbindung stehen, ist noch weitestgehend unklar, doch die Forschung arbeitet bereits an einem besseren Monitoring, das Voraussagen kann, wo Quallen wann in Massen auftreten den.²⁵ Durch die Veränderungen der Strömung können fremde Arten in die Nordsee getrieben werden, wie z.B. die Leuchtqualle (*Pelagia nocticula*), die massive Schäden anrichten kann (s. Auswirkungen auf Aquakulturen 5.1.3).²⁶

4.2 Veränderung durch neue Siedlungssubstrate

Siedlungssubstrate sind sehr wichtig für die asexuelle Fortpflanzung von Quallen. Die planktonische Form der Qualle, die Planularlarve, heftet sich an ein geeignetes Siedlungssubstrat und entwickelt sich anschließend zu einem Polyp. Diese pflanzen sich an den Substraten asexuell fort.²⁷ Geeignete natürliche Siedlungssubstrate sind nur begrenzt im Meer vorhanden, sie benötigen ein stabiles Hartsubstrat. So bieten nur natürliche Substrate wie Felsenküsten und Muschelbänke einen geeigneten Untergrund in der Nordsee, was dazu führt, dass Gebiete die keine Hartsubstra-

²¹ Dieter Kasang (2013)

²² Ebenda

²³ Martina Poggel (ohne Jahr)

²⁴ Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) S.192

²⁵ Sabine Holst (2013) Interview

²⁶ Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) S.192

²⁷ Sabine Holst (2011) Biologie unserer Zeit S.245

te haben, beispielsweise die niederländische und deutsche Küste, bisher nicht von den Planularlarven bzw. Polypen besiedelt werden konnten.²⁸

Menschen haben in den letzten Jahren entscheidend viele Hartsubstrate ins Meer eingetragen, die sich vor allem an den Küsten angelagert haben bzw. aufgebaut wurden. Die Anzahl an künstlichen Substraten steigt pro Jahr zwischen 3.7% und 28.3%. Zusätzlich steigt die Anzahl an Offshore-Windanlagen um 28.3% und wird somit einer der Hauptbestandteile der geeigneten Hartsubstrate sein.²⁹

So sind nicht nur Felsenküsten und Muschelbänke ein geeigneter Besiedlungsuntergrund für die Larven, sondern auch Beton, Holz, Polyethylen und Glas. Dies zeigte ein Laborversuch, wobei die Besiedlung von Feuerquallen-Polypen bei verschiedenen Hartsubstraten untersucht wurde, dabei waren die Polypen zu 25% auf Glas, zu 24% auf Polyethylen, zu 17% auf Holz, sowie zu 18% auf Muscheln und zu 16% auf Beton angesiedelt.³⁰ Diese Substrate gibt es in der Nordsee vor allem durch errichtete Bauwerke,³¹ wie Offshore-Windanlagen, Gezeiten- und Wellenkraftwerke. Auch der erhöhte Mülleintrag trägt dazu bei, dass die Ephyrenproduktionsrate steigt.³² Im Zuge der Errichtung von Offshore-Windparks, die in Folge der Umstellung auf erneuerbare Energien errichtet werden, muss mit einem Anstieg der potenziell nutzbaren Hartsubstrate im Meer gerechnet werden.³³ Durch diese verschiedenen möglichen Siedlungssubstrate ist es unklar und schwer zu erforschen, wo sich die Polypengenerationen in den Meeren befinden.³⁴ Dazu kommt noch, dass sich die Planularlarven an der Unterseite der Substrate ansiedeln, dass sie erst freischwimmend sind, dann auf dem Boden „landen“ und aufschwimmen um geeignete Substrate zu finden.

Wegen der neuen variablen Möglichkeiten für die Planularlarven sich an verschiedenste Substrate ansiedeln zu können, hat die Tiefe der Substrate für die weitere Entwicklung der Planularlarven keine entscheidende Bedeutung. Geeignete Substrate zur Besiedlung sind durch den Auftrieb oder durch die Befestigung am Meeresgrund wie beispielsweise im Falle von Offshore-Anlagen in allen Tiefenschichten der Nordsee vorhanden.

Die Rolle des Lichteinflusses auf die Polypen und die Strobilation ist größtenteils unerforscht, hier lassen sich nur Vermutungen anstellen. Da sich die Planularlarven hauptsächlich an den Unterseiten der Substrate ansiedeln, eine Metagenese durchführen und sich zum Polyp entwickeln, kann man annehmen, dass Polypen Habitate, die sich in dunkleren Bereichen des Meeres befinden, bevorzugen.³⁵

Die Abbildung 6 zeigt einen Laborversuch, der die prozentualen Anteile strobilierender Polypen und die Anzahl produzierter Ephyren pro Strobila bei Abbildung 6a. *Aurelia aurita* und b. *Cyanea capillata* grafisch in einem Säulendiagramm darstellt. Der Versuch wurde jeweils bei Dunkelheit und Tageslicht durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die *Aurelia aurita* einen höheren Anteil strobilierender Polypen bei Licht (23%) als bei Dunkelheit (19%) hat.

²⁸ Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) S.191f

²⁹ Jennifer E.Purcell (2012) S.219

³⁰ Sabine Holst (2011) Biologie unserer Zeit S.245

³¹ Ebenda

³² Sabine Holst (2008) Dissertation S.131

³³ J.E.Purcell (2012) S.219

³⁴ Kristina Barz & Hans-Jürgen (2006) S.1028

³⁵ Sabine Holst (2008) Dissertation S.122

Die Anzahl der produzierten Ephyren unter Lichteinfluss (5,8%) ist nahezu gleich wie der bei Dunkelheit (5,5%) pro Strobilation. Daraus lässt sich schließen, dass die Strobilation bei Dunkelheit etwas effektiver ist.

Doch der Versuch zeigt ebenfalls, dass es hier nur um geringe Unterschiede geht, die sich nicht zwingend in eine natürliche Umgebung übertragen lassen können. Bei der Abbildung 6b. zeigt sich der Effekt genau umgekehrt; der Anteil strobilierender Polypen ist hier bei Dunkelheit

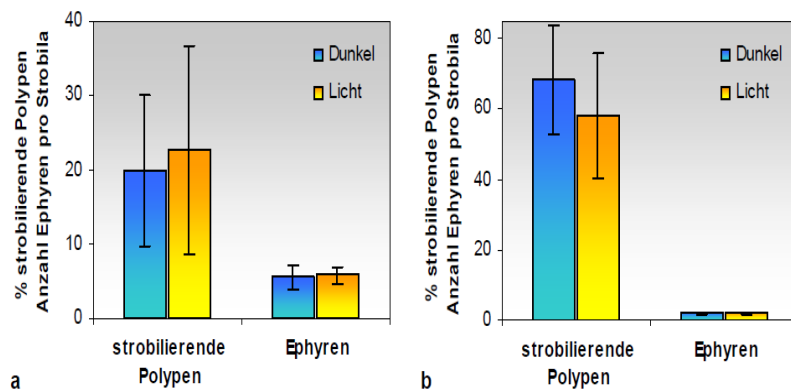


Abb. 6: Laborversuch von *Aurelia Aurita* a. und *Cyanea capillata* b. auf die Anzahl in % der strobilierenden Polypen und die produzierten Ephyren pro Strobila, die bei Dunkelheit und Tageslicht gehalten wurden
Quelle: Holst, S. (2008)

(68%) höher als bei Tageslicht (58%), doch die Anzahl der Ephyren pro Strobila ist nahezu exakt gleich (2.0% und 2.1%) und deutlich geringer als bei der Anzahl der *Aurelia aurita*.³⁶ Die *Cyanea capillata* hat eine geringere Ephyrenstrobilationsrate als die *Aurelia aurita*, daraus folgt, dass die *Aurelia aurita* mehr Nachkommen in kürzerer Zeit produziert und ihre Fortpflanzung somit effektiver ist.

Die Laborversuche haben somit bewiesen, dass der Lichteinfluss keine signifikanten Auswirkungen auf die Strobilationszeiten und Strobilationsraten hat.³⁷ Die Auswirkung des Lichts ist bei jeder Scyphozoa verschieden, deshalb ist möglich dass das Licht auf andere Quallenarten eine größere Auswirkung hat, doch diese sind nicht erforscht bzw. bekannt. Hier lässt sich vermuten, dass andere abiotische Faktoren wie beispielsweise die Temperatur einen größeren Einfluss auf die Strobilationszeiten und Raten haben. Bezogen auf die Siedlungssubstrate ergibt sich daraus, dass der entscheidende Faktor nicht die Tiefe der Substrate sondern ausschließlich die Eignung zur Besiedlung ist.

Die Mortalität wird dadurch verringert, dass die Planularlarven sich an den Unterseiten der Substrate, die sich als Überhang am Boden befinden, ansiedeln. Denn der Polyp wird vor der Sedimentation, den Prädatoren, hypoxischen Bedingungen und vor der UV-Strahlung geschützt. Außerdem führt es dazu, dass sich die Erreichbarkeit der Futterorganismen verbessert.³⁸

Der anthropogene Einfluss durch die künstlichen Siedlungssubstrate ist ein durchaus positiver Faktor für die Polypengenerationen und trägt dazu bei, dass sich die Scyphozoa in Zukunft stärker vermehren und in anderen Regionen der Nordsee auftauchen werden.³⁹

4.3 Einfluss der Eutrophierung

Die Eutrophierung ist zur Zeit eines der größten Umweltprobleme (Stand 2011).⁴⁰ Die durch die Landwirtschaft eingetragenen Nährstoffe ins Meer⁴¹ führen dazu, dass sich das algenfressende Zooplankton stark vermehrt⁴² und sich die Biomasse im Meer dadurch erhöht.⁴³

³⁶ Sabine Holst (2008) S.86

³⁷ Sabine Holst (2008) S.86

³⁸ Sabine Holst (2008) Dissertation S.97

³⁹ Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) S.191f

Scyphomedusen ernähren sich von Zooplankton. Damit trägt die Eutrophierung dazu bei, dass die Medusen und Polypen⁴⁴ ein höheres Nahrungsangebot zur Verfügung haben, was zur Folge hat, dass die Medusen größer werden und die asexuelle und sexuelle Reproduktionsrate steigt.⁴⁵ Das Phytoplankton, welches sich ebenfalls drastisch durch die Eutrophierung vermehrt, vom Zooplankton gefressen wird, trägt dazu bei, dass der Sauerstoffgehalt in Teilen der Nordsee sinkt. Dafür gibt es zwei wesentliche Ursachen. Phytoplankton hält sich in den belichteten Teilen des Meeres auf und verhindert, dass Licht in die unteren Schichten des Meeres kommen kann.⁴⁶ Dieses führt zu verringerten Photosyntheseleistungen in den tieferen Wasserschichten. Zudem sorgt die steigende Biomassenproduktion in den oberflächennahen Schichten auch für eine höhere Detrituskonzentration in den tieferen Schichten. Die abgestorbenen Organismen werden unter aeroben Bedingungen zersetzt. Mit steigender Detrituskonzentration erhöht sich damit auch die Sauerstoffzehrung. Diese führt dazu, dass die Sauerstoffbilanz negativ wird und im Bodenbereich anaerobe Bedingungen entstehen können. Im Zuge der anaeroben Abbauprozesse bilden sich zudem giftige Abbauprodukte wie Schwefelwasserstoff, die zusätzlich zum Sauerstoffmangel kritische Bedingungen für viele Lebewesen schaffen.

Fische meiden Bereiche mit weniger als 2-3 mg Sauerstoff pro Liter⁴⁷ oder können unter diesen Bedingungen absterben. Das hat einen starken Einfluss darauf, dass die Quallen verstärkt in Massen auftreten, denn die Konkurrenz kann in diesen anaeroben Bereichen des Meeres nicht leben. Medusen dagegen können sich sehr gut an diese hypoxischen (Sauerstoffkonzentration <2 mg pro Liter) Bereiche des Meeres anpassen, sie tolerieren eine Sauerstoffkonzentration von weniger als 1mg pro Liter. Erstaunlich ist, dass die geringe Konzentration zwar einen Einfluss auf die Strobilation und die Verknospung (s. 9. Anhang) hat und diese bei einer Sauerstoffkonzentration von <2mg pro Liter eingestellt wird, aber der Polyp überlebt. Ein Laborversuch mit der *Aurelia aurita* zeigte, dass die Planularlarve die Substrate bei einer Konzentration von 0.2mg pro Liter am „schnellsten“ (sie ist freischwebend) besiedeln konnte und der Polyp weniger als 7 Tage überlebte.

Die Eutrophierung hat auf die verschiedenen Stadien des Lebenszyklus unterschiedliche Einflüsse und die Auswirkungen lassen sich nicht auf die Qualle verallgemeinern, sondern nur auf die Planularlarven, Polypen und Medusen als verschiedene Generationen schließen.⁴⁸ Die analysierten Ergebnisse zeigen, dass die Eutrophierung dennoch ein positiver Faktor für die Qualle ist und sie dadurch in den tieferen Wasserschichten einen Vorteil gegenüber der Konkurrenz, vor allem durch die sinkende Sauerstoffkonzentration hat.

4.4 Einflüsse der Fischerei

Durch die immer weiter steigende Nachfrage nach Fisch, kommt es in der Nordsee und den anderen Meeren auf der Erde zu zunehmenden Problemen im Bereich der Überfischung. Da die Quallen zum Teil die gleiche Nahrung fressen wie viele andere Fischarten, hat die Überfischung einen positiven Einfluss auf die Quallenpopulation. Das Nahrungsspektrum der Fischarten fällt meistens sehr gering aus. Demgegenüber sind die Quallen polyphag und demzufolge nicht wählerisch. D.h.

⁴⁰ Jennifer E. Purcell (2012) S.217

⁴¹ Gerhard .Jarms & Sabine Holst (2011) S.193

⁴² Ebenda

⁴³ Jennifer E. Purcell (2012) S.217

⁴⁴ Gerhard .Jarms & Sabine Holst (2011) S.193

⁴⁵ Jennifer E. Purcell (2012) S.217

⁴⁶ Umweltbundesamt (Hrsg.)(2013b)

⁴⁷ Jennifer E. Purcell (2012) S.218

⁴⁸ Ebenda

wenn es zu einem verringerten Fischbestand in der Nordsee aufgrund von anthropogenen Einflüssen kommt, profitieren die Quallen.⁴⁹

5. Auswirkungen der Qualleninvasionen

5.1 Wirtschaft

Die steigenden Populationen der Scyphomedusen und anderen Klassen der Nesseltiere haben Auswirkungen im wirtschaftlichen Bereich. Der Tourismus, die Fischerei und Kraftwerke mit Kühlsystemen, sowie Aquakulturen werden negativ von massenhaftem Auftreten der Quallen beeinflusst. Erst in den 50er Jahren⁵⁰ erkannte man die Gefahren, die die Zunahme der Medusen mit sich bringt. Für die Nordsee fehlen noch Untersuchungen über mögliche Auswirkungen einer steigenden Population von Quallen. Allerdings gibt es für Japan entsprechende Untersuchungen, die vergleichbare Probleme im Bereich der Nordsee aufzeigen können. Abbildung 7 zeigt die Auswirkungen der steigenden Population der Quallen in Japan.

Der Graphik ist deutlich zu entnehmen, dass es ab 1920 immer wieder Phasen mit Anstiegen und Rückgängen gab, jedoch fielen die Anstiege im Vergleich zu den Rückgängen stärker aus. Außerdem gab es in der letzten Phase einen massiven Anstieg zu verzeichnen. Von den 1920er bis zu den 2000er gab es ungefähr eine Verzehnfachung der Probleme. Hierbei kamen

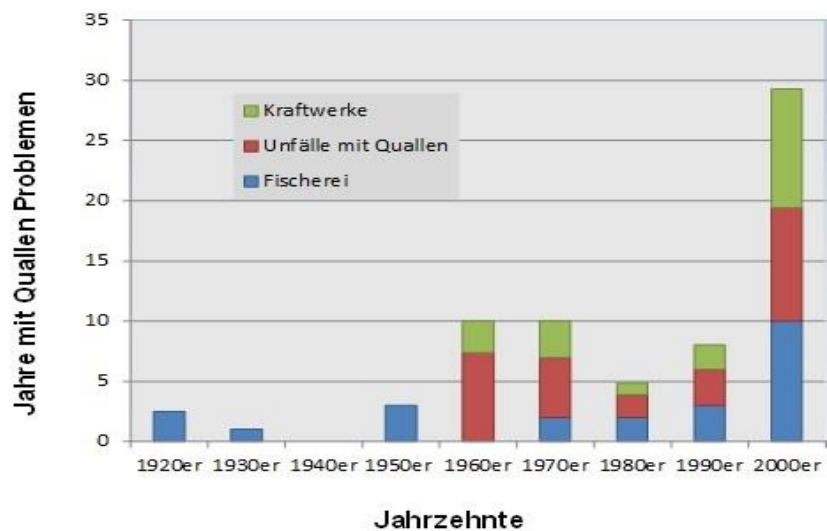


Abb. 7: Jahrzehnte mit angegebenen Problemen von Menschen mit Quallen in Japan
Quelle: nach Purcell, J. (2012)

im Verlauf der Jahre auch noch die Probleme anderer Bereiche dazu. Die Graphik spricht deutlich für eine Zunahme der Quallenpopulation in der jüngsten Vergangenheit. Sie spricht ebenfalls für die Zunahme der damit verbundenen Probleme, die die steigende Population mit sich bringt.⁵¹ Es stellt sich nun die Frage, wie wohl die Werte für das nächste Jahrzehnt ausfallen würden.

5.1.1 Auswirkungen auf den Tourismus

Scyphomedusen und andere Klassen der Nesseltiere sind unbeliebte Lebewesen im Meer, kein Tourist schwimmt gerne mit ihnen zusammen. Berührungen mit der glitschigen Oberfläche sind für Schwimmer sehr unangenehm, auch wenn die meisten der vorkommenden Arten in der Nordsee keine ausgeprägte Nesselstärke haben, ist sie trotzdem spürbar. Besonders ungerne in der Nordsee gesehen sind die Feuerquallen, ihre Nesselkapseln beinhalten Gift, welches zu brennenden Hautirritationen führt.⁵²

⁴⁹ Sabine Holst & Gerhard Jarms (2011) S. 193

⁵⁰ Jennifer E. Purcell (2012) S.210

⁵¹ Jennifer E. Purcell (2012) S.210

⁵² Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) S.189f

Scyphomedusen tauchen häufig plötzlich über Nacht an der deutschen Nordseeküste auf. Schuld daran ist die Strömung, die die Scyphomedusen an die Küsten treibt, doch genauso plötzlich, wie die Medusen auftauchen, verschwinden sie wieder aus den Küstenregionen und die Badegäste können wieder ohne die lästigen glitschigen und teilweise auch besonders giftigen Tiere (Feuerqualle) im Meer schwimmen.⁵³ Voraussichtlich wird es in Zukunft durch die veränderten Strömungen und die angenommene stärkere Vermehrung der Quallen häufiger zu unangenehmen Besuchen, den Medusen durch Massenauftritte kommen.

5.1.2 Auswirkungen auf die Fischerei

Den positiven Effekten durch die Überfischung für die Nesseltiere stehen jedoch auch Auswirkungen für die Fischerei und den Fischbestand gegenüber. Zum einen kommt es durch die Überfischung zu positiven Effekten für die Qualle und dadurch können sie sich aufgrund der verbesserten Nahrungsgrundlage effektiver fortpflanzen. Die Nahrung für den ohnehin schon stark rückgängigen Fischbestand wird weiter dezimiert. D.h. die Quallen haben eine limitierende Wirkung auf die Fischarten in der Nordsee. Ohne die Überfischung hätten die Fische eine regulierende Wirkung auf die Quallen im Bereich des biotischen Faktors der Nahrungskonkurrenz. Genaueres in 5.2 (Marine Ökosysteme).

Als weitere Folge der Quallenvermehrung würden sich Probleme in der Fischerei ergeben, denn Quallenmassen verstopfen die Netze von Fischern. Dies erschwert die Arbeit, da Netze von ihnen befreit werden müssen und einige Quallen bei direktem Körperkontakt eine schmerzhaft Begegnung mit sich bringen. Zudem machen die Fischer keinen Umsatz mit den Medusen, denn im Gebiet der Nordsee werden diese nicht verzehrt.⁵⁴ Inzwischen gibt es aus dem asiatischen Raum Quallen „zum Essen“ erhältlich. Auch in Hamburg kann man diese „Delikatesse“ in asiatischen Lebensmittelläden erwerben.⁵⁵

5.1.3 Auswirkungen auf Aquakulturen

Die Quallen haben ebenfalls einen negativen Einfluss in dem Bereich der Aquakulturen. Aufgrund der nicht ausreichenden Datenlage bezieht sich das Beispiel, in dem es einen negativen Effekt gab, auf den Norden von Irland, jedoch liegt dieses auch nicht weit weg von der Nordsee. In Irland kam es im Jahre 2007 zu einem großen Fischsterben in einer Aquakultur. Mehr als 100.000⁵⁶ Lachse starben bei dem Angriff der „Leuchtqualle“ (*Pelagia noctiluca*). Zuvor kam es dem Besitzer der Farm nie vor, das Meer war regelrecht rot durch die Überflutung der Quallen. Das prägnante an der ganzen Sache war, dass sie sich gegen diesen plötzlichen Angriff nicht wehren konnten. Am Ende wurde der Schaden mit über 1 Million Pfund datiert. Nach diesen Einbußen war es sehr unsicher, ob der Unternehmer weiter wirtschaften kann.⁵⁷ Dies ist ein weiterer Beleg für die Zunahme von Quallen und deren massenhaften Auftreten.

5.1.4 Auswirkungen auf Kraftwerke

In der vergangenen Zeit kommt es immer häufiger vor, dass es Berichte über verstopfte Kühlwassersysteme von Atomkraftwerken gibt. Das Massenaufreten von Quallen ist hierfür verantwortlich. Die hochentwickelten Atommeiler sind gegen höchst technische Probleme eingestellt. Am 28.06.2011 konnten jedoch Quallen in Schottland am AKW Torness einen Atomreaktor an der Nordseeküste lahm legen. Eine hohe Anzahl an Quallen war in das Kühlwassersystem des Reak-

⁵³ Sabine Holst (2011) Biologie unserer Zeit S.242

⁵⁴ Gerhard Jarms & Sabine Holst (2011) S.193

⁵⁵ Sabine Holst (2013) Interview

⁵⁶ Sally Peck (2007)

⁵⁷ Ebenda

tors eingedrungen und hatte den Filter für das kühlende Wasser verstopft. Aus Sicherheitsgründen wurde der Atomreaktor abgeschaltet. Im Laufe der Jahre kommt es immer häufiger zu Verstopfungen.⁵⁸ Dies wird durch den Wachstum und die Veränderung der Strömung auf die Quallen zurückgeführt.⁵⁹ An der Nordsee zwischen den Niederlanden und Dänemark gibt es keine Atomkraftwerke, aber andere Anlagen mit Kühlwasserbedarf, wo dieses „Verstopfungsproblem“ durch Quallen ebenfalls auftreten kann.

5.2 Auswirkungen auf marine Ökosysteme

Die Quallenvermehrung hat vielseitige Auswirkungen auf das marine Ökosystem. Quallen sind carnivor und fressen folglich Zooplankton, Fischeier und Fischlarven, sowie tierische Kleinstlebewesen. Aus diesem Grund sind sie der regulierende Faktor für die Artenzusammensetzung des Planktons im Meer. In kleineren Größen gehören die Quallen selbst noch aufgrund ihrer schwebenden Bewegung zum Plankton.

Nicht nur Plankton, welches die Nahrungsbasis vieler Fische darstellt, fressen die Nesseltiere weg, in ihr Nahrungsspektrum fallen auch noch die Eier und Larven der Fische.⁶⁰ Diese Problematik wurde insbesondere anhand der eingeschleppten Rippenqualle bekannt. Diese hat bereits im Schwarzen Meer für Aufmerksamkeit gesorgt, denn sie trat einerseits den Fischen gegenüber als Nahrungskonkurrent um das Plankton auf und fraß gleichzeitig Fischeier und Fischlarven. Die Rippenqualle (*Mnemiopsis leidyi*) ist damit eine Ursache für den starken Rückgang der Fische im Schwarzen Meer. In der Nordsee gibt es diese Art auch, ihr Einfluss auf das bestehende Ökosystem ist jedoch bisher kaum untersucht worden. Sicher ist, dass die eingewanderte Rippenqualle auch in der Nordsee als Nahrungskonkurrent und Räuber vorkommt. Hierdurch wird das Ökosystem modifiziert.⁶¹ Da für die Rippenqualle der optimale Wert für die Vermehrung bei einer Wassertemperatur von über 21° Celsius liegt, werden die Auswirkungen in der Nordsee nicht so exzessiv angesehen wie im Schwarzen Meer.⁶² Der Klimawandel spricht für die Einwanderung, da die Rippenqualle höhere Temperaturen benötigt, die zuvor noch nicht in der Nordsee vorhanden waren.

Fische sind zum Teil nur monophag oder haben ein kleines Nahrungsspektrum im Gegensatz zu Quallen, diese sind weniger wählerisch. Außerdem kommt die Überfischung hinzu, welche einen weiteren negativen Einfluss auf die Population der Fische hat. Hinzu kommen noch die schwankenden abiotischen Faktoren, die von Quallen gut toleriert werden können. Für Fischer kommt es dabei zu schwerwiegenden Problemen. Voraussichtlich ist die Anpassungsfähigkeit der Quallen die Ursache dafür, dass es zunehmend zu Massenauftritten von Quallen kommt und sie die klimatischen und hydrographischen Modifikationen tolerieren können. Außerdem fällt der Fraßdruck auf die Medusen sehr gering aus. Es gibt z.B. Fischarten, die diese Medusen fressen, jedoch ist das ein so marginaler Anteil, dass der Bestand der Quallen hierdurch nur im geringen Maße beeinflusst wird.⁶³

Inzwischen konnte in mehreren marinen Ökosystemen, beispielsweise vor Namibia, beobachtet werden, dass die zuvor dominierenden Fischarten jetzt zunehmend von Quallen als dominierender Spezies verdrängt werden. Sie sind zu den Topprädatoren von marinen Ökosystemen gewor-

⁵⁸ Spiegel Online (2011)

⁵⁹ Paul Madej (2013)

⁶⁰ Sabine Holst (2011) Biol. Unserer Zeit S. 242-243

⁶¹ Sabine Holst (2011) Biol. Unserer Zeit S. 240

⁶² Dr. Gerald Schernewski (ohne Jahr-b)

⁶³ Dr. Gerald Schernewski (ohne Jahr-b)

den. Es ist höchst unwahrscheinlich, dass die von Quallen als dominierende Spezies geführten Ökosysteme wieder von Fischarten beherrscht werden können.⁶⁴

6. Fazit

Unsere Ergebnisse zeigen, dass in Zukunft mit einer steigenden Quallenpopulation in der Nordsee gerechnet wird. Dabei wirken sich die anthropogenen Einflüsse, insbesondere die steigende Kohlendioxidkonzentration im Meerwasser und die damit verbundene zunehmende Versauerung sowie die steigenden Meerwassertemperaturen positiv auf die Population der Nesseltiere aus.⁶⁵ Demgegenüber wirken sich Veränderungen auf die konkurrierende Tierarten, insbesondere Fische, negativ aus.

Wie schon häufig in der Ausarbeitung angedeutet, sind die hohe Anpassungsfähigkeit und die Resistenz der Cnidaria verantwortlich für die steigende Population, dabei spielt der spezielle Lebenszyklus der Nesseltiere eine sehr bedeutende Rolle.

Durch ihre Anschmiegsamkeit verschafft sich die Qualle einen enormen Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz, denn sie konkurrieren um die Nahrung und den Lebensraum, während Fischarten beispielsweise veränderte Umweltbedingungen nicht in der Form wie Quallen tolerieren können.

Die Metagenese, die Siedlungssubstrate und die Eutrophierung, sowie die Temperaturveränderungen wirken sich positiv auf die Quallen aus. Hingegen haben die Salinität, die Strömung und die Versauerung der Nordsee eine neutrale Auswirkung. Dabei wird deutlich, dass keine negativen Folgen durch veränderte Umweltbedingungen für die Quallen festgestellt wurden. Der Ausarbeitung ist zu entnehmen, dass die Erscheinungsformen (Planularlarve, Polyp, Ephyre und Meduse) der Qualle auf die Umwelteinflüsse verschieden reagieren können, was bedeutet, dass die Untersuchungen nicht zwingend auf alle Formen der Quallen verallgemeinerbar sind.

Doch die Quallen haben negative Auswirkungen im Bereich der Wirtschaft und der marinen Ökosysteme. Inzwischen haben sie sich schon zu Topprädatoren von einigen marinen Ökosystemen entwickelt und den Fisch teilweise als dominierende Spezies verdrängt. In der Zukunft sollten weitere Forschungen im Bereich der Cnidaria erfolgen. In der Nordsee ist die Forschung der Scyphozoa fortgeschritten, jedoch ist über andere Klassen der Nesseltiere noch vieles unerforscht. Als Beispiel die eingewanderte Rippenqualle, deren Auswirkungen auf das Ökosystem Meer noch nicht bekannt sind. In Bezug auf die Modifikation durch die veränderten Umweltbedingungen sollten die Forschungen immer auf dem neusten Stand bleiben. Wie in der Einleitung erwähnt, befindet sich die Forschung teilweise noch in der „Geburtsstunde“, weshalb einige Fragen zu anderen Klassen der Nesseltiere in der Nordsee offen geblieben sind. Nach wie vor unerforscht sind einige Einflüsse der Umweltfaktoren auf die Scyphozoa, was dazu führt, dass einige begründete Vermutungen in der Ausarbeitung formuliert wurden. Auszugsweise wurde in Textpassagen mit Beispielen aus anderen Lebensräumen der Quallen gearbeitet, doch diese lassen sich gut auf die Nordsee beziehen.

Um auf die Leitfrage einzugehen, ist zu sagen, dass der Menschheit erst spät deutlich wurde, welche positiven Auswirkungen unsere anthropogenen Einflüsse auf die Nesseltiere haben können. Wir haben ihnen somit unbewusst ein Paradies in der Nordsee geschaffen und die Aussichten für

⁶⁴ Sabine Holst (2011) Biol. Unserer Zeit S. 242-243

⁶⁵ Franciscus Colijn & Hans-Ulrich Fanger (2011), S. 190

die Quallen sind äußerst viel versprechend. Die Quallen profitieren überwiegend dort, wo andere Tierarten im Ökosystem Meer benachteiligt sind. So wird die Qualle die Wirtschaft in Zukunft vor weitere Probleme stellen und das marine Ökosystem weiter modifizieren.

7. Literaturverzeichnis

- ARD (ohne Jahr): Quallen: Glibbrig, giftig, ohne Hirn. Online unter: http://www.ard.de/home/wissen/Quallen__Glibbrig__giftig__ohne_Hirn/222304/index.html [25.11.2013]
- Barz, Kristina & Hirche, Hans-Jürgen (2006): Abundance, distribution and prey composition of scyphomedusae in the southern North Sea, Bremerhafen: Springer Verlag, S. 1028
- Bund für Umwelt- und Naturschutz Schleswig-Holstein: Lebensraum Nordsee – Unendliche Watten. Online unter: http://www.bund-sh.de/start/themen_und_projekte/meeresschutz/lebensraum_nordsee/ [20.10.2013]
- Colijn, Franciscus & Fanger, Hans-Ulrich (2011): Klimabedingte Änderungen in aquatischen Ökosystemen: Elbe, Wattenmeer und Nordsee. In: von Storch, Hans & Clausen, Martin (Hrsg.)(2011): Klimabericht für die Metropolregion Hamburg. Springer Verlag, S.182 - 194
- Delvaux de Fenffe, Gregor (2013): Wattenmeer. Online unter: http://www.planetwissen.de/natur_technik/meer/wattenmeer/ [27.11.2013]
- Heidenreich, Bärbel (2009): Quallen. Online unter: http://www.planetwissen.de/natur_technik/tiere_im_wasser/quallen [30.08.2013]
- Holst, Sabine (2008): Dissertation, Grundlagen der Populationsentwicklung verschiedener Scyphozoa (Cnidaria) der deutschen Bucht, Hamburg: S.86 -122
- Holst, Sabine (2011): Biologie unserer Zeit, Quallen an Nord- und Ostseeküste, 41 Auflage, Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, S. 240-247
- Holst, Sabine (2013): Persönliche Mitteilung im Rahmen eines Gespräches im zoologischen Institut Hamburg am 5.10.2013
- Jarms, Gerhard & Holst, Sabine (2011): Warnsignal Klima, Einfluss von Umwelt- und Klimaveränderungen auf die Entwicklung von Quallen(Scyphozoa) der Nordsee, Neuerscheinung, GEO, 189-194
- Kasang, Dieter (2013): Versauerung der Meere. Online unter: http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Versauerung_der_Meere [22.12.2013]
- Madej, Paul (2013): Quallen-Invasion legt schwedischen Atomreaktor lahm. Online unter: <http://www.stern.de/wissen/natur/schweden-quallen-invasion-legt-schwedischen-atomreaktor-lahm-2062101.html> [29.11.2013]
- Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer (Hrsg.)(1999): Umweltatlas Wattenmeer Band 2: Wattenmeer zwischen Elb- und Emsmündung. Ulmer Verlag
- Neumann, Dr. Thomas (Ohne Jahr): Salzwassereinbruch: Salinität. Online unter: <http://www.ikzm-d.de/showaddon.php?video=59> [29.11.2013]

- Peck, Sally (2007): Jellyfish attack wipes out salmon farm. Online unter:
<http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/3315565/Jellyfish-attack-wipes-out-salmon-farm.html> [02.01.2014]
- Poggel, Martina (ohne Jahr): Nordsee: Wasser, Gezeiten und Meeresströmung. Online unter:
http://www.die-ganze-nordsee.de/wasser_gezeiten.html#c598
[16.10.2013]
- Purcell, Jennifer (2012): Jellyfish and Ctenophore Blooms Coincide with Human Proliferations and Environmental Perturbations, Annual Review of Marine Science
Vol. 4: 209-235
- Schernewski, Dr. Gerald (ohne Jahr-a): Der Salzgehalt in Verbindung mit Quallen. Online unter:
<http://www.ikzm-d.de/main.php?page=290,5231> [25.11.13]
- Schernewski, Dr. Gerald (ohne Jahr-b): Die Rolle der Qualle im Ökosystem. Online unter:
<http://www.ikzm-d.de/inhalt.php?page=290,5240> [01.12.13]
- Spiegel Online (Hrsg.)(2011): Schottland: Quallen legen Atomkraftwerk lahm. Online unter:
www.spiegel.de/wissenschaft/technik/schottland-quallen-legen-atomkraftwerk-lahm-a-771668.html [05.01.2014]
- Spiegel Online (Hrsg.)(2014): Molekül-Schalter: Forscher lüften Geheimnis der Quallenvermehrung. Online unter: www.spiegel.de/wissenschaft/natur/forscher-lueften-geheimnis-der-quallen-vermehrung-a-943959.html [19.01.2014]
- Umweltbundesamt (Hrsg.)(2013a): Nordsee. Online unter: <http://www.umweltbundesamt.de/daten/gewaesserbelastung/nordsee> [18.11.2013]
- Umweltbundesamt (Hrsg.)(2013b): Eutrophierung der Nordsee. Online unter:
<http://www.umweltbundesamt.de/daten/gewaesserbelastung/nordsee/eutrophierung-der-nordsee> [18.11.2013]

8. Abbildungsverzeichnis

- Titelbild:** Quelle: Wikimedia Commons:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jellyfish_at_Sydney_Aquarium.jpg; Autor: Erin Silversmith; Lizenz: Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the [GNU Free Documentation License](#) [04.05.14]
- Abb. 1:** Urheber: NASA (2004) <http://visibleearth.nasa.gov/cgi-bin/viewrecord?25413>
Online unter: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NASA_NorthSea1_2.jpg;
Lizenz: Diese Datei ist gemeinfrei ([public domain](#)), da sie von der [NASA](#) erstellt worden ist. Die NASA-Urheberrechtsrichtlinie besagt, dass „NASA-Material nicht durch Urheberrecht geschützt ist, wenn es nicht anders angegeben ist“. ([NASA-Urheberrechtsrichtlinie-Seite](#) oder [JPL Image Use Policy](#)). [01.12.13]
- Abb. 2:** Eigener Entwurf auf Basis des Datensatzes „Meeresoberflächensalzgehalt“. Datenquelle: Mathis, M., and T. Pohlmann (2013): Projected Forecast of Hydrodynamic. Conditions in the North Sea for the 21 st Century. Climate Dynamcis
- Abb. 3:** Eigener Entwurf auf Basis des Datensatzes „Bodensalzgehalt“. Datenquelle: Mathis, M., and T. Pohlmann (2013): Projected Forecast of Hydrodynamic. Conditions in the North Sea for the 21 st Century. Climate Dynamcis
- Abb. 4:** Eigener Entwurf auf Basis des Datensatzes „Meeresoberflächentemperatur im Sommer“. Datenquelle: Mathis, M., and T. Pohlmann (2013): Projected Forecast of Hydrodynamic. Conditions in the North Sea for the 21 st Century. Climate Dynamcis
- Abb. 5:** Eigener Entwurf auf Basis des Datensatzes „Meeresoberflächentemperatur im Winter“. Datenquelle: Mathis, M., and T. Pohlmann (2013): Projected Forecast of Hydrodynamic. Conditions in the North Sea for the 21 st Century. Climate Dynamcis
- Abb. 6:** Urheber: Sabine Holst (2008): Laborversuch von Aurelia Aurita a. und Cyanea capillata b. auf die Anzahl: Dissertation: Grundlagen der Populationsentwicklung verschiedener Scyphozoa (Cnidaria) der deutschen Bucht S.87, Copyright erteilt durch Sabine Holst (Mail an D. Kasang vom 2.5.2014)
- Abb. 7:** Eigene Darstellung nach: Purcell, Jennifer (2012): Jellyfish and Ctenophore Blooms Coincide with Human Proliferations and Environmental Perturbations, Annual Review of Marine Science
Vol. 4: 209-235

