



ALFRED-WEGENER-INSTITUT
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR-
UND MEERESFORSCHUNG

Praktikumsbericht

18.08-05.09

2014

Biologiepraktikum am Alfred-Wegener-Institut

Biologische Anstalt Helgoland

Medea Fux

Betreut von: Henriette Horn

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Einleitung..... | 2 |
| Allgemeines zur Ozeanversauerung | 3 |
| Wachstumsversuch: Rhodomonas salina. | 5 |
| Allgemeines zu Rhodomonas salina | 5 |
| Idee und Ziel des Versuchs..... | 5 |
| Wachstumskurven | 5 |
| Material und Methoden | 6 |
| Beobachtungen | 8 |
| Diskussion..... | 8 |
| Versuch mit Protoperidinium depressum und Mediopyxis helysia | 9 |
| Allgemeines zu Protoperidinium depressum | 9 |
| Allgemeines zu Mediopyxis helysia | 10 |
| Idee und Ziel des Versuchs | 10 |
| Weitere Einblicke in die Forschungen an der BAH..... | 10 |
| Vermessungen von Mikrozooplankton | 10 |
| BAH-Kurs..... | 11 |
| Fazit | 12 |
| Danksagung | 12 |
| Abbildungsverzeichnis | 13 |
| Anhang | 14 |
| Literaturverzeichnis..... | 15 |
| Anhang..... | 14 |

Einleitung

Mein Name ist Medea Fux, ich bin 18 Jahre alt und komme aus der Schweiz. Anfang dieses Jahres habe ich an der schweizerischen Biologie Olympiade teilgenommen und habe dort den 5. Platz erreicht. Durch diese Leistung erhielt ich die Chance diesen Sommer ein Biologiepraktikum auf der Hochseeinsel Helgoland zu absolvieren.

Die Biologische Anstalt Helgoland (BAH) ist Teil des Alfred-Wegener-Instituts für Meeres- & Polarforschung. Die Arbeitsgruppe „Food Web“, bei welcher ich mitarbeiten durfte, beschäftigt sich mit Nahrungsnetzökologie. Zurzeit setzen sich viele Personen dieser Arbeitsgruppe vor allem mit der Ozeanversauerung und deren Auswirkungen auf das Ökosystem Meer auseinander. Insbesondere wird auch untersucht, ob mögliche Veränderungen in den untersten Stufen des Nahrungsnetzes, also Veränderungen im Plankton, Konsequenzen haben können, welche sich auf das gesamte System auswirken.



Abb.1: Logo der

Meine Betreuerin Henriette Horn arbeitet für ihre Doktorarbeit an der BAH. Das Projekt, bei welchem sie mitarbeitet, ist Bioacid (Biological Impacts of Ocean Acidification). Ein Teil dieses Projekts wurde von einer interdisziplinären Forschungsgruppe in den Gewässern von Schweden durchgeführt. Dort wurden die Auswirkungen der Versauerung der Ozeane mit Hilfe von Mesokosmen in einer natürlichen Umgebung erforscht (Abb. 2). Mesokosmen sind eine Art grosse „Reagenzgläser“, welche im Meer angebracht werden (Abb. 3). Momentan arbeitet Frau Horn an den Auswertungen dieses Projekts. Spannende Informationen und Erklärungen können der folgenden Website entnommen werden: www.bioacid.de

Frau Horn und PostDoc Nicole Aberle besprachen mit mir die einzelnen Experimente und unterstützten mich während der gesamten Praktikumszeit.



Abb. 2: Mesokosmos im Meer Grafik: M. Nicolai

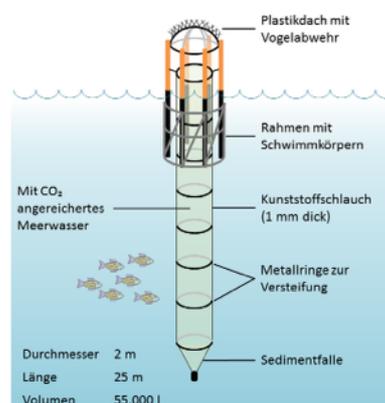


Abb. 3: Schema eines Mesokosmos, Grafik: H. Horn

Das Ziel meiner Arbeit war es, nicht ein einziges grosses Experiment von A-Z durchzuführen, sondern vielmehr verschiedene Einblicke in die Theorie und Praxis der Forschungen an der BAH zu bekommen. Dazu machte ich zwei Hauptexperimente und konnte nebenbei auch am BAH-Kurs, einem allgemeinen Kurs über die Meeresbiologie der nördlichen Gewässer, teilnehmen.

Mein erstes Experiment wurde mit der Alge *Rhodomonas salina* durchgeführt. Dies ist eine Alge, welche in meiner Arbeitsgruppe häufig verwendet wird. Mein Versuch befasste sich mit dem Wachstum dieser Alge unter verschiedenen Bedingungen. Um die Ozeanversauerung nachzustellen, kultivierte ich die *R. salina* unter zwei verschiedenen CO₂-Konzentrationen. Die Zelldichte wurde nach Beginn des Experiments jeden Tag mit Hilfe eines Zellzählgeräts gemessen. Nach Erreichen der stationären Phase wurde das Experiment eingestellt. Zum Schluss filtrierte ich eine genau abgemessene Menge jeder Algenkultur mit einem speziellen Filter, um anschliessend die chemische Zusammensetzung der jeweiligen Algenkultur zu bestimmen.

Das zweite Experiment befasste sich mit dem Dinoflagellaten *Protoberidinium depressum* und der Kieselalge *Mediopyxis helsyia*. Ziel war es diesen Einzeller aus einer Planktonnetzprobe zu isolieren, um ihn anschliessend zu kultivieren. Mit dieser Kultur und der Kieselalge sollte danach ein Frassversuch durchgeführt werden, um herauszufinden ob und in welchem Ausmass die Kieselalge *M. helsyia* von *P. depressum* gefressen wird. Dieser Versuch konnte von mir leider nicht komplett ausgeführt werden, da nicht genügend lebendige Individuen von *P. depressum* gefunden werden konnten. Daher werde ich im Bericht nur kurz auf dieses Experiment zu sprechen kommen.

Allgemeines zur Ozeanversauerung

Im letzten Jahrhundert wurde durch Folgen der Industrialisierung immer mehr Kohlendioxid in die Erdatmosphäre abgegeben. Kohlendioxid (CO₂) ist ein Treibhausgas. Sonnenlicht trifft in Form von UV-Strahlen auf die Erde und verlässt sie als Infrarotstrahlung. Ein Teil dieser Infrarotstrahlung wird von Treibhausgasen daran gehindert die Erdatmosphäre zu verlassen. Dies hat eine Erwärmung der Erdatmosphäre zur Folge. Der Treibhauseffekt ist ein natürlicher Effekt, welcher es ermöglicht die Erdoberfläche genug warm zu halten, um das Leben von Tieren und Pflanzen zu ermöglichen. Der erhöhte Ausstoss von Treibhausgasen seit Mitte des 19. Jahrhunderts hat aber dazu geführt, dass sich unsere Atmosphäre um etwa 0.9 Grad Celsius aufgewärmt hat.ⁱ Diese Erwärmung betrifft auch unsere Ozeane. Sie führt zu einer Umgebungsveränderung für viele verschiedene Tier- & Pflanzenarten. Dies verursacht zum Beispiel die Migration von Arten oder Veränderungen in deren Lebenszyklen.ⁱⁱ

Zudem führt eine erhöhte Temperatur dazu, dass das Eis an den Polen schmilzt und sich somit der Meeresspiegel erhöht. Ein weiterer Grund für den Meeresspiegelanstieg ist die Wärmeausdehnung, ein Körper dehnt sich bei zunehmender Temperatur aus.ⁱⁱⁱ Ein Meeresspiegelanstieg wird vermehrte Überschwemmungen von Küstengebieten und starke Erosionsprozesse zur Folge haben.^{iv}

Die dritte grosse Folge des Klimawandels für die Weltmeere und ihr Ökosystem ist die Ozeanversauerung. Kohlendioxid ist ein Gas, welches sich von Natur aus im Meerwasser löst und sich dort zu Kohlensäure bindet (Abb.4). Die Ozeane nehmen insgesamt etwa ein Drittel des anthropogenen Kohlendioxids auf.^v Die Ozeane werden daher auch als CO₂-Senke bezeichnet.

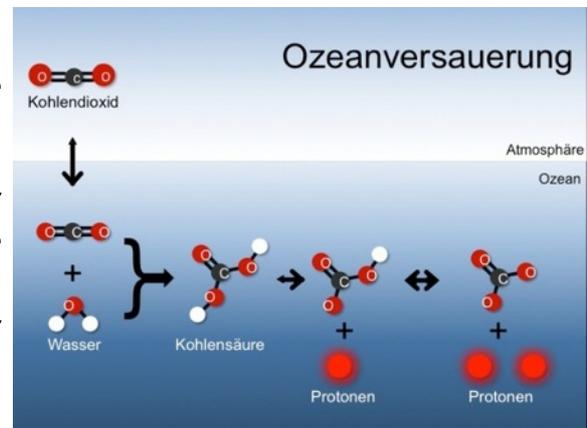


Abbildung 4: Ozeanversauerung, Grafik: S. Rokitta, Alfred-Wegener-Institut

Kohlenstoff bildet im Wasser Kohlensäure, welche zwei Protonen abgeben kann. Durch diese Abgabe entsteht Karbonat (CO₃²⁻). Die freien Protonen senken den pH-Wert und das bedeutet schlussendlich, dass das Wasser saurer wird. Karbonat kann weiter mit Kohlendioxid und Wasser zu Hydrogencarbonat (HCO₃⁻) reagieren:



Wenn der Kohlendioxidgehalt im Meer zunimmt, nimmt also der Karbonatgehalt im Wasser ab. Dies kann besonders kalkbildende Lebewesen auf Dauer beeinträchtigen, da diese das Karbonat beispielsweise dazu brauchen ihre Schalen aus Kalk (Kalziumkarbonat, CaCO₃) aufzubauen.^{vi}

Die genauen biologischen und chemischen Vorgänge im Meer im Zusammenhang mit dem ansteigenden Kohlendioxidgehalt sind sehr vielschichtig und komplex. Zurzeit wird sehr viel zu diesen Themenbereichen geforscht, um herauszufinden, was für Konsequenzen eine weitere Versauerung und Erwärmung der Ozeane, auf das Ökosystem haben könnten.

Wachstumsversuch: *Rhodomonas salina*.

Allgemeines zu *Rhodomonas salina*



Abbildung 5: *R. salina*, Grafik: Algae Resource Database

R. salina ist eine Alge, welche vorwiegend im Meer vorkommt. Die Mikroalge ist zwischen 20 und 40 μm gross und gehört zu der Klasse der *Cryptophyceae*.^{vii}

Die Alge ist normalerweise rötlich gefärbt, bei Stickstoffmangel verfärbt sie sich und wird grünlich/ gelblich. In unserem Labor wird diese Alge sehr häufig verwendet, weil sie eine gute Nährstoffzusammensetzung und Grösse hat, um als Futter für Mikro- und Mesozooplankton verwendet zu werden.

Idee und Ziel des Versuchs

Ziel des Versuchs war es, die Wachstumskurven von *R. salina* Kulturen, welche unter verschiedenen Bedingungen kultiviert wurden, zu vergleichen. In diesem Experiment wurde der Unterschied der Kulturen durch verschieden hohe Kohlendioxidkonzentrationen erzielt. Dies diente dazu, eine sehr starke Ozeanversauerung künstlich nachzustellen. Es wurde bei den Algenkulturen, welche unter höheren CO_2 -Konzentrationen kultiviert wurden, eine höhere Wachstumsrate und einen grösseren Zuwachs an Biomasse erwartet.

Das zweite Ziel des Versuchs war es, zu sehen, ob die verschiedenen Kohlendioxidkonzentrationen nicht nur Auswirkungen auf die Vermehrung der Algen haben, sondern auch auf deren Zusammensetzung. Dazu wurde die chemische Zusammensetzung der Algen im Anschluss an den Wachstumsversuch untersucht.

Der Grund, warum ich dieses Experiment machen sollte, war, herauszufinden, wie lange die Algen bei den verschiedenen CO_2 -Konzentrationen genau brauchen, um in die stationäre Phase zu gelangen und wie stark die Wachstumsunterschiede sein würden bei hohen und niedrigen CO_2 -Konzentrationen. Die Annahme meiner Arbeitsgruppe war, dass es etwa 3-4 Tage dauern würde, nun sollte ich den genauen Zeitpunkt herausfinden.

Wachstumskurven

Wachstumskurven stellen das Wachstum eines bestimmten Organismus über eine gewisse Zeitspanne dar. Bei *R. salina*. erwarteten wir einen typischen Wachstumsverlauf der sich in 3 Phasen einteilen lässt: Exponentielles Wachstum, stationäre Phase, Sterbephase. Während der exponentiellen Phase können sich die Algen ma-

ximal vermehren, da genug Ressourcen vorhanden sind. Die stationäre Phase trifft ab einer gewissen Grenze der Ressourcen ein. Ab diesem Zeitpunkt nimmt die Algenpopulation nur noch sehr wenig zu. In der Sterbephase sind dann schon fast alle Ressourcen verbraucht und es sterben vermehrt Algen. In unserem Experiment befassten wir uns hauptsächlich mit den ersten beiden Phasen und wollten den genauen Zeitpunkt des Eintretens der stationären Phase herausfinden.

Material und Methoden

Da die *R. salina* Kultur, welche uns zur Verfügung stand, eine nicht genügend hohe Konzentration besaß, mussten wir als Erstes eine Batch-Kultur anlegen (Abb. 6). Eine Batch-Kultur ist eine statische Algenkultur, bei welcher kein weiteres Medium hinzugefügt wird, um die Algendichte zu erhöhen. Diese Batch-Kultur kultivierten wir in einem 5 Liter fassenden Glasbehälter. Nach 2 Tagen war die Batch-Kultur dicht genug, das bedeutet, sie beinhaltete mehr als 1 Million Algen pro ml (gleiche Messmethode wie unten beschrieben).



Abbildung 6:
Batch-Kultur

Um das Experiment zu starten, brauchte ich acht 500 ml autoklavierte Schottflaschen, Parafilm, Messbecher und Verbindungsschläuche.

Es wurde ausgerechnet, dass, um eine Konzentration von 300.000 Algen pro ml in dem Experiment zu erreichen, je 104 ml Algen aus der Backup-Kultur mit je 396 ml F/2-Medium (allgemeines Nährmedium für Phytoplankton^{viii}) gemischt werden müs-

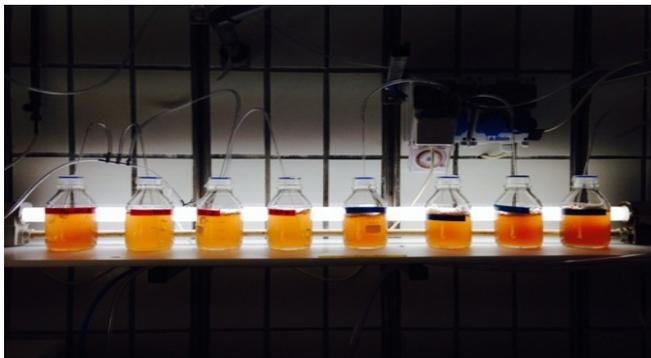


Abbildung 7: Versuchsaufbau, Schottflaschen vor UV-Lichtröhre

Flaschen links mit roten Aufkleber: mit 800 ppm belüf-

sen. Wir rundeten diese Werte auf 100 ml und 400 ml. Nach dem Rechnen füllte ich alle 8 Flaschen mit Hilfe eines Messbechers und eines Trichters mit den entsprechenden Mengen auf. Die Flaschen wurden beschriftet und mit Parafilm geschlossen. Da je 4 Flaschen mit 200 ppm CO₂ bzw. 800 ppm CO₂ belüftet wurden, brachten wir verschiedene Verbindungsschläuche und Ventile an. Die Schläuche wurden auf einer Seite an den Gasanschluss angeschlossen und auf der gegenüberliegenden Seite an dünne Glasstäbe.

Die Glasstäbe wurden dann in die jeweiligen Schottflaschen eingeführt. Die Schottflaschen wurden alle vor eine Lichtröhre gestellt, um geeignete Lichtbedingungen für das Algenwachstum zu erreichen (Abb.7). Weil die Startwerte gerundet wurden, musste direkt nach Beginn des Experiments eine Startmessung durchgeführt werden.

Nach Beginn des Experiments musste in den darauffolgenden Tagen alle 24 Stunden eine Konzentrationsmessung durchgeführt werden. Diese Messungen, sowie die

Startmessung wurden mit dem Zellzählgerät „Casy“^{ix} durchgeführt (Abb. 8 A). Das Gerät misst die Zellkonzentrationen pro ml, den maximalen und durchschnittlichen Durchmesser der Zellen sowie das maximale und das durchschnittliche Volumen der Zellen.

Um eine solche Messung durchzuführen, werden Schnappdeckgläschen, Mikropipetten (100 µl & 10 ml), Probengefäße und eine Kartonschachtel benötigt. Eine Messung läuft folgendermaßen ab: Von jeder der 8 Schottflaschen wird eine Probe von 5 ml in ein beschriftetes Schnappdeckgläschen gefüllt. Das Casy-Gerät wird gestartet, gesäubert und getestet. Nach leichtem Schütteln wird von der jeweiligen Probelösung 100 µl in ein Probengefäß gefüllt und mit 9900 µl gefiltertem CasyTon (spezifisches Lösungsmittel für den Gebrauch des „Casy“)^x vermischt. Die Probe wird unter das Gerät gestellt und die Messung wird gestartet. Das Gerät misst dreimal 200 µl der Probe und zeigt die gewünschten Durchschnittswerte an. Für unser Experiment wurden für jede der 8 Proben 3 separate Messungen gemacht und die Mittelwerte dieser errechnet. Die Kartonschachtel dient dazu, die Proben, welche gerade nicht untersucht werden, im Dunkeln zu halten, um Verfälschungen der Werte zu vermeiden. Denn ohne Lichteinstrahlung können die Algen nicht weiterwachsen. Nach jedem Gebrauch werden die Probengefäße und die Deckel der Schnappdeckgläschen gut mit destilliertem Wasser ausgespült. Die Schnappdeckgläschen wurden jeweils mit der Spülmaschine gewaschen.



A



B

Abbildung 8:

A Casy-Zellzählgerät

B Beispielmessung des Casy, der Graph

An dem Tag, an welchem die Algen die stationäre Phase erreicht hatten, wurden sie gefiltert. Pro Flasche wurde eine Probe von 4 Millionen Algen auf einen mit HCL gereinigten Filter gelegt. Wie viele ml jeweils benötigt wurden, rechnet anhand der gemessenen Konzentrationen aus. Die Proben wurden mit Hilfe einer Vakuumpumpe filtriert und danach in einen Exsikkator gelegt, um sie zu lagern. Während dieses Arbeitsprozesses mussten Handschuhe getragen werden und die Filter durften nur mit Pinzetten angefasst werden. Dies war eine Vorsichtsmaßnahme, um die Proben nicht zu verschmutzen und einer Verfälschung der Ergebnisse vorzubeugen.

Die erhaltenen Proben werden später mit einem CHN-Analyse-Gerät, welches die Kohlenstoff- Wasserstoff- und Stickstoffkonzentrationen der Proben misst, analy-

siert. Diesen Vorgang habe ich nicht mehr miterlebt, da dieses Gerät nur dann benutzt wird, wenn genügend zu messende Proben da sind.

Beobachtungen

Bis zwei Tage nach der Startmessung wuchsen die *R. salina* Kultur alle in etwa gleich schnell. Bei den späteren Messungen wurde klar, dass die Kulturen, welche mit 200 ppm CO₂ belüftet wurden, ein größeres Wachstum aufwiesen, als die Kulturen, welche mit 800 ppm CO₂ belüftet wurden.

Nach 3 Versuchstagen kamen alle 8 Kulturen in die stationäre Phase, die Wachstumskurve flachte bei allen ab. Bei den 200 ppm Kulturen wurde in der stationären Phase noch ein kleines Wachstum beobachtet. Bei den 800 ppm Kulturen gingen die

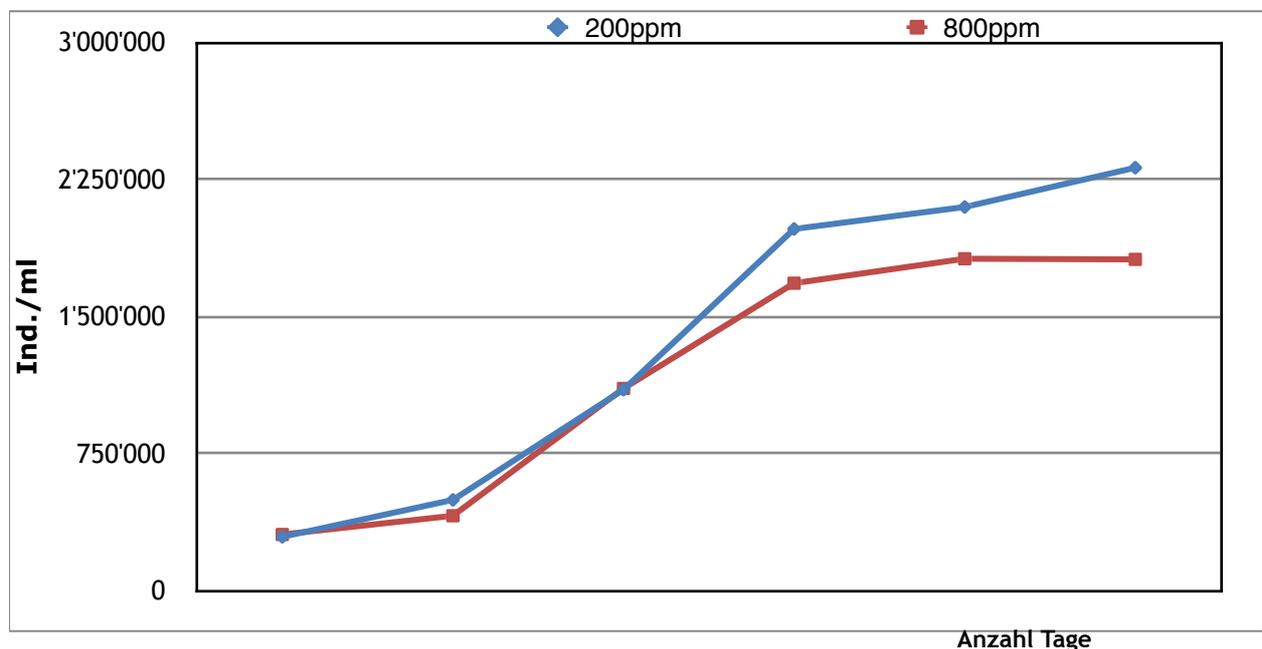


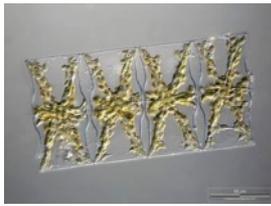
Abbildung 9: Messergebnisse, Wachstumskurven. Weitere Wachstumskurven: siehe Anhang

Algenkonzentration am fünften Versuchstag bereits leicht zurück. (Abb. 9)

Diskussion

Meine Ergebnisse sind sehr kontrovers. Unsere Annahme, dass die Algen, welche unter einer höheren Kohlendioxidkonzentration gehalten wurden, schneller wachsen würden und mehr Biomasse produzieren sollten, wurde nicht bestätigt. Durch eine gründliche Nachbesprechung des Experiments konnten wir Fehler bei der Ausführung des Experiments weitgehend ausschliessen. Nun ist weiterhin unklar, warum die *R. salina* Kulturen ein solch anomales Verhalten zeigten. Eine Hypothese war, dass die Kohlendioxidkonzentration bei allen acht Kulturen bereits so hoch war, dass der Unterschied von 200 ppm zu 800 ppm keinen grossen Einfluss mehr hat. Diese Hypothese ist aber eher unwahrscheinlich, da die Kohlendioxidkonzentration von 200 ppm unter dem Durchschnittswert im Meer liegt. Aufgrund dieser Unklar-

heiten wird das Experiment in abgeänderter Form nochmals durchgeführt werden. Wie genau dies passieren wird, ist noch unklar.



Die Annahme über die Länge des Experiments meiner Arbeitsgruppe wurde bestätigt. Es dauerte 3 Tagen bis zum Eintreffen der stationären Phase und 4 Tage bis die Wachstumskurve vollständig abgeflacht war. Dieser Zeitpunkt ist anhand der erhaltenen Resultate unabhängig von der vorherrschenden Kohlendioxidkonzentration.

Auf die Resultate der CHN-Analyse und deren Interpretation kann ich hier leider nicht eingehen, da ich diese Resultate, wie oben bereits erwähnt, noch nicht erhalten habe.

Versuch mit *Protoperidinium depressum* und *Mediopyxis helysia*

Allgemeines zu *Protoperidinium depressum*

Der Einzeller *P. depressum* gehört zu der Gruppe der Dinoflagellaten.

Diese Artengruppe wird zum Protozooplankton gezählt, also zum tierischen Teil des Planktons. Das bedeutet, sie betreiben keine Photosynthese um zu überleben, sondern ernähren sich von anderen, kleineren Planktonwesen.^{xi} Innerhalb der Gruppe der Dinoflagellaten gibt es jedoch auch Arten, die zum Phytoplankton, also dem pflanzlichen Teil des Planktons zugerechnet werden. *P. depressum* ist klar an seiner Form zu erkennen, es hat ein langes apikales (an der Spitze liegendes) Horn und zwei auseinandergelagerte Hörner auf der gegenüberliegenden Seite (Abb. 10). *P. depressum* kann in fast allen Meeren der Welt gefunden werden.^{xii}



Abbildung 10: *P. depressum* Grafik: WebSnando.cz

Wie viele andere Arten von Dinoflagellaten besitzt *P. depressum* einen komplizierten Panzer. Mit seinen zwei Flagellen kann sich der Einzeller spiralförmig bewegen.^{xiii} Da *P. depressum* auch fähig zu Biolumineszenz ist, wurde es früher mit der Alge *Noctiluca scintillans*, welche für das Meeresleuchten bekannt ist, verwechselt.^{xiv}

Allgemeines zu *Mediopyxis helysia*

M. helysia ist eine Kieselalge. Kieselalgen besitzen eine Aussenhülle aus Silikat. Die Größe einer einzelnen Algenzelle ist im Durchschnitt 50 µm auf 85 µm. Diese Alge kann einzeln vorkommen oder als Kette aus mehreren Zellen.^{xv} Auf Helgoland gibt es eine Langzeitdatenreihe von Phytoplankton Proben. Seit 1962 wird jeden Tag am gleichen Ort eine Wasserprobe genommen und untersucht.^{xvi} Bei der Analyse dieser Proben wurde 2009 zum ersten Mal *M. helysia* gefunden. 2010 war diese Alge bei der Frühjahrsblüte in den Gewässern um Helgoland sehr häufig. Danach wurde ihr Vorkommen wieder seltener. Es wird angenommen, dass ein temporär niedriger Salzgehalt zu vermehrtem Vorkommen von *M. helysia* führt.^{xvii} Aktuell werden am AWI auf Helgoland weitere Untersuchungen zu dieser Alge gemacht.

Idee und Ziel des Versuchs

Das Ziel des Versuchs war es, herauszufinden, ob und wenn ja in welchem Ausmaß *M. helysia* von *P. depressum* gefressen wird. Um dies herauszufinden, muss als Erstes eine Kultur von *P. depressum* angelegt werden.

Leider konnten wir in der Zeit, in der ich da war, nicht genügend *P. depressum* Individuen in den Planktonnetzproben finden, um eine Kultur aufzuziehen. Daher wird dieses Experiment nun von einem weiteren Praktikanten, welcher sechs Wochen hier sein wird, fortgeführt. Wegen dieser Verzögerung des Experiments werde ich an dieser Stelle nicht weiter darauf eingehen, da bis jetzt keine Resultate vorliegen. Zudem habe ich auch keinen Einblick in den gesamten Material und Methoden Teil der Arbeit, da ich nur ein Teil gemacht habe.

Weitere Einblicke in die Forschungen an der BAH

Vermessungen von Mikrozooplankton

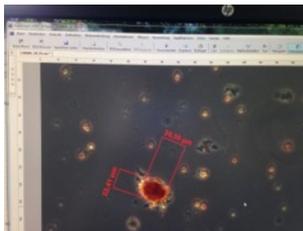


Abbildung 12: Vermessungen mit dem Computerprogramm AxioVision

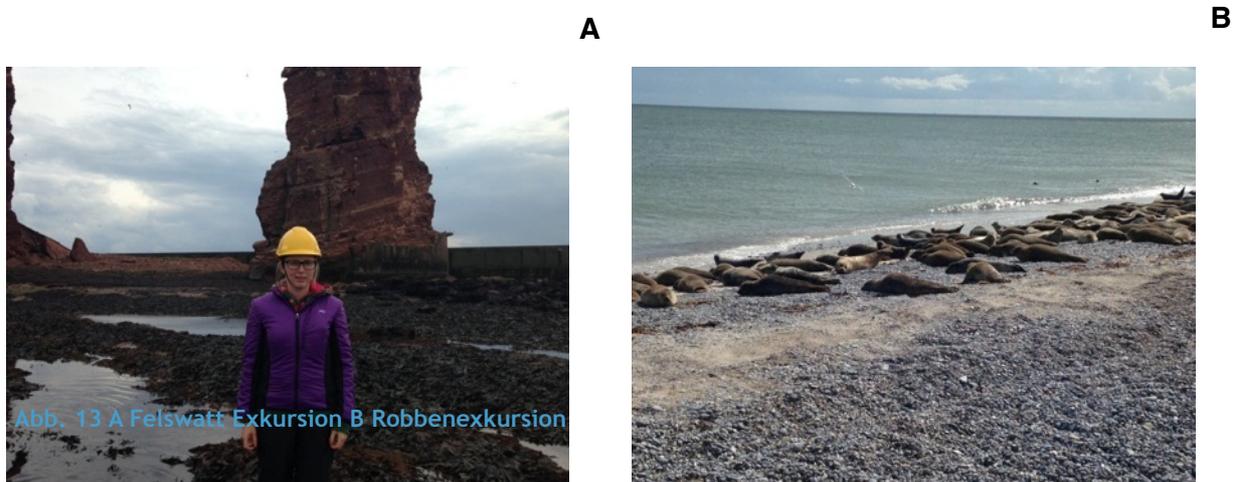
Meine Betreuerin Henriette Horn ist, wie bereits erwähnt, gerade mitten in der Auswertung und Analyse ihrer gesammelten Proben. Diese Proben sind Mikrozooplanktonproben, welche mit Lugol (Iod-Kalium-Lösung) angefärbt wurden. Diese muss sie alle auszählen und aufschreiben, welche Zooplanktonarten sie gefunden hat und wie viele davon. Zudem macht sie mit dem Mikroskop Fotoaufnahmen, um die Tierchen später vermessen zu können. Aus den Messdaten wird

Frau Horn das Volumen des Mikrozooplanktons ausrechnen, um so Biomassedaten für Ihre Arbeit zu erhalten.

Meine Aufgabe war es, die bereits sortierten Fotos mit dem Computerprogramm AxioVision zu vermessen (**Abb. 12**) und in einem neuen Ordner zusammenzutragen. Anschließend speicherte ich die Fotos als JPG Versionen ab und tippte die Messwerte in eine Excel Tabelle für weitere Berechnungen ein.

BAH-Kurs

Die Biologische Anstalt Helgoland bietet jedes Jahr einen allgemeinen Kurs über die Meeresbiologie rund um Helgoland an. Studenten wie auch Lehrer oder



andere interessierte Personen können daran teilnehmen. Als Praktikantin der BAH durfte ich auch an diesem Kurs teilnehmen. Ich besuchte nicht das gesamte Programm, sondern durfte auswählen an welchen Vorlesungen und Exkursionen ich teilnehmen möchte. Der Kurs war sehr spannend und lehrreich. Am besten hat mir die Felswattexkursion (**Abb. 13 A**), die Robbenführung (**Abb. 13 B**) und der Kurs über die Frühentwicklung mariner Wirbelloser gefallen. Weiter nahm ich teil an Vorlesungen über Phytoplankton, Interaktion zwischen Phyto- und Zooplankton und über die Langzeitdatenreihe der Helgoland Reede. Zusätzlich durften wir bei der Ausfahrt des Forschungskutters Uthörn mitfahren und die Vogelwarte, den Lummenfelsen und das Aquarium besichtigen.

Fazit

Das Praktikum auf Helgoland in der BAH hat mir gefallen und ich habe viele neue Sachen gelernt. Neben dem Fachwissen über verschiedene Bereiche des Planktons habe ich auch neue Arbeitstechniken kennengelernt. Zudem hat mir dieses Praktikum einen Einblick in wissenschaftliches Arbeiten allgemein gegeben. Nun weiß ich, dass Experimente nicht alles sind, was man als Forscher macht. Vielmehr braucht es eine gute und lange Vorbereitung sowie eine Auswertung. All diese Sachen nehmen mehr Zeit in Anspruch, als ich dachte. Was ich ein bisschen schade fand ist, dass ich nicht allzu selbstständig etwas arbeiten konnte. Dies ist aber natürlich verständlich, da ich in vielen Bereichen noch nicht genügend fachliche Kenntnisse hatte.

Die Insel Helgoland hat mir auch abgesehen vom Praktikum sehr gut gefallen. Auf Helgoland gibt es, obwohl es eine kleine Insel ist, viel zu entdecken. Ausserdem waren das Inselleben und das Hochseeklima neue Erfahrungen für mich.

Und obwohl ich das Praktikum und die Themen, an welchen die Mitarbeiter meiner Arbeitsgruppe forschen, interessant finde, möchte ich in Zukunft nicht Meeresbiologie oder überhaupt reine Biologie studieren. Es hat mich bis jetzt einfach nicht so sehr fasziniert, dass ich sagen kann: „Ja, in diesem Bereich möchte ich den Rest meines Lebens arbeiten.“ Ich habe gemerkt, dass ich mich mehr für chemische oder auch physikalische Vorgänge interessiere als beispielsweise für ökologische Zusammenhänge. Diese Einsicht beruhigt mich sehr, da ich lange überlegt habe nicht doch Biologie zu studieren, weil es so spannend ist. Jetzt bin ich viel überzeugter von meiner Studienwahl als bisher. In knapp zwei Wochen werde ich an der ETH Zürich mein Studium in Interdisziplinäre Naturwissenschaften (chem.-phys. Richtung) beginnen.

Danksagung

Als erstes möchte ich mich bei Henriette Horn und Nicole Aberle für ihre Betreuung bedanken. Sie waren immer sehr nett und hilfreich und erklärten mir alles. Weiter möchte ich mich bei der ganzen Arbeitsgruppe und bei den weiteren Mitarbeiter am AWI, welche mir geholfen haben mich in der BAH zurechtzufinden, bedanken. Es herrschte insgesamt ein sehr gutes Klima. Bei Fragen oder Problemen bei den Experimenten konnte ich immer jeden beliebigen Mitarbeiter fragen und mir wurde auf der Stelle geholfen.

Ich möchte mich auch bei Prof. Maarten Boersma bedanken, dass ich in einer seiner Arbeitsgruppen mein Praktikum absolvieren durfte.

Weiter möchte ich mich beim Förderverein der Biologieolympiade e.V., welcher dieses Praktikum organisiert hat, bedanken.

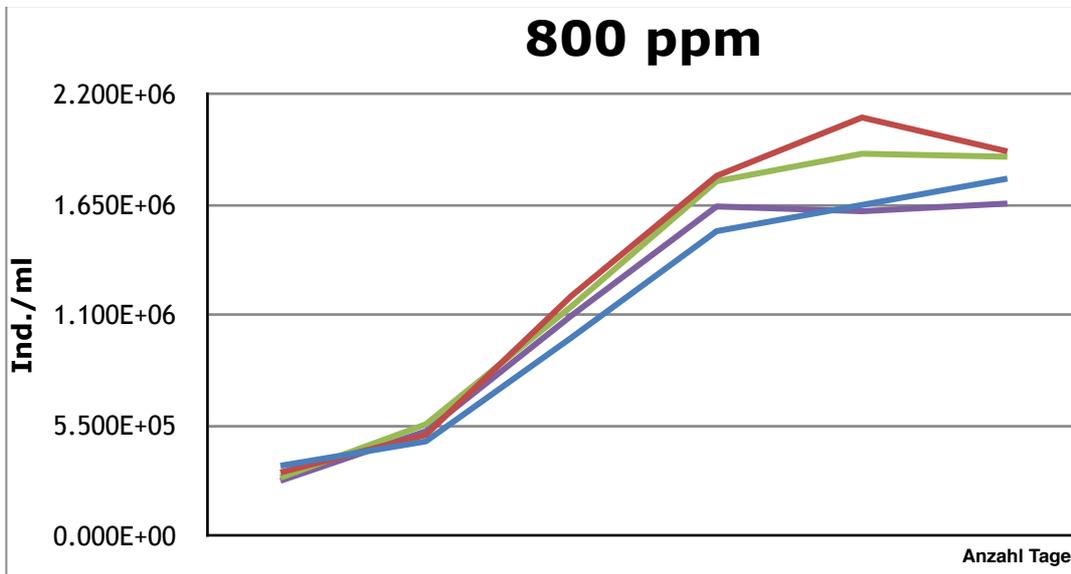
Mein Dank geht auch an das Team der Schweizer Biologie Olympiade, welches die spannende Biologieolympiade organisiert hat und mir das Praktikum ermöglicht hat.

Abbildungsverzeichnis

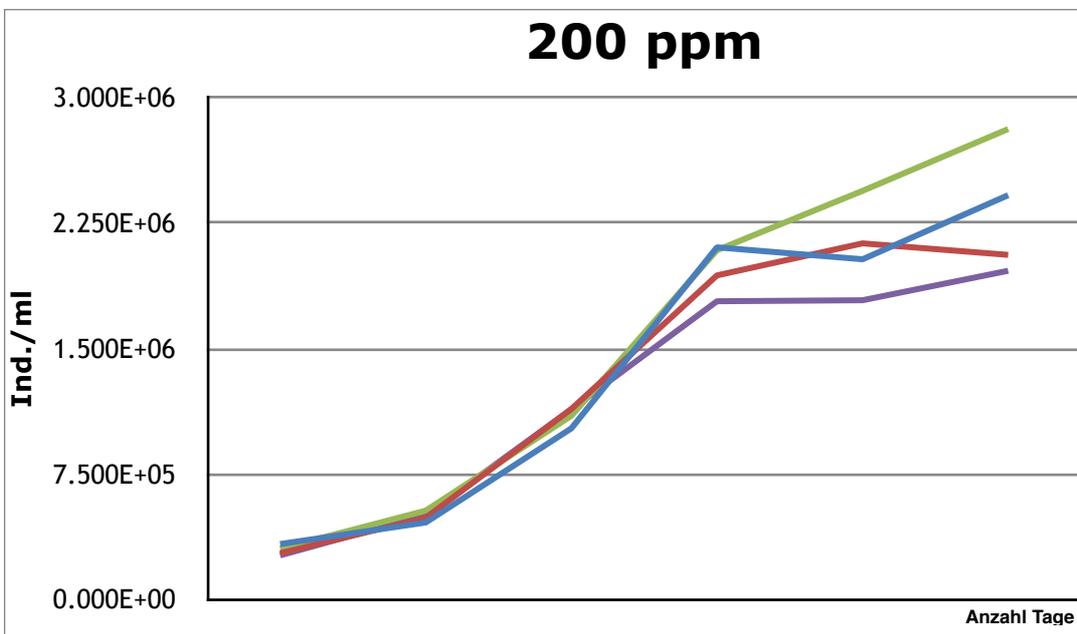
| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Logo der BAH | 2 |
| Abbildung 2: Mesokosmos im Meer Grafik: M. Nicolai..... | 2 |
| Abbildung 3: Schema eines Mesokosmos, Grafik: H. Horn..... | 2 |
| Abbildung 4: Ozeanversauerung, Grafik: S. Rokitta, Alfred-Wegener-Institut, http://www.awi.de/de/aktuelles_und_presse/im_fokus/im_fokus_themen_2013/ozeanversauerung/ozeanversauerung_eine_einfuehrung/ | 4 |
| Abbildung 5: <i>R. salina</i> , Grafik: Algae Resource Database http://www.shigen.nig.ac.jp/algae/ | 5 |
| Abbildung 6: Batch-Kultur | 6 |
| Abbildung 7: Versuchsaufbau, Schottflaschen vor UV-Lichtröhre..... | 6 |
| Abbildung 8: A Casy-Zellzählgerät..... | 7 |
| Abbildung 9: Messergebnisse, Wachstumskurve | 8 |
| Abbildung 10: <i>Protoperidinium d.</i> Grafik: WebSnando.cz, http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fmoreaoceany.wbs.cz%2Fprotoperidinium_depressum_1_.gif&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.moreaoceany.wbs.cz%2FDinophyta-obrnenky.html&h=203&w=163&tbnid=W-pL2nvm-o2QWM%3A&z | 9 |
| Abbildung 11: Algenkette aus <i>Mediopyxis helysia</i> Grafik: Encyclopedia of Life, http://eol.org/pages/6980394/overview | 10 |
| Abbildung 12: Vermessungen mit dem Computerprogramm AxioVision | 11 |
| Abbildung 13: Felswattexkursion und Robbenführung | 12 |

Alle nicht spezifizierten Abbildungen sind eigene Aufnahmen.

Anhang



Anhang 1: Kulturen welche mit 800 ppm CO2 belüftet wurden



Anhang 2: Kulturen welche mit 200 ppm CO2 belüftet wurden

Literaturverzeichnis

ⁱ <http://www.nabu.de/themen/klimaschutz/klima-special/11420.html>

ⁱⁱ Duarte C., Institut Ranke-Heinemann, 2013, <http://www.ranke-heinemann.de/neuseeland/news-detail/article/waermere-ozeane-verursachen-migration-von-meeresbewohnern.html>

ⁱⁱⁱ Hüne J., *Der Meeresspiegelanstieg*, 2007, http://www.loicz.org/imperia/md/content/schulprojekt/schuelerarbeiten_pdf/athenaeum/stade_meeresspiegelanstieg.pdf

^{iv} Anonymus, 2003, Sterr, 1995, *Sitzungsprotokoll des Wattenmeerforums*, <http://www.ikzm-d.de/inhalt.php?page=125,2615>

^v BIOACID/ Hemholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (Geomar), 2012, *Das andere CO2-Problem: Ozeanversauerung*, http://www.geomar.de/fileadmin/content/entdecken/schule/Downloads_Schule/BIOACID_Experimente_2012.pdf

^{vi} Kasang D., *Der Kohlenstoffkreislauf im Ozean*, Hamburger Bildungsserver, <http://bildungsserver.hamburg.de/treibhausgase/2055556/kohlenstoffkreislauf-ozean-artikel/>

^{vii} Encyclopedia of Life, *Rhodomonas salina*, 2011, <http://eol.org/pages/904220/overview>

^{viii} Guillard, *f/2 Medium* 1975, http://mel.xmu.edu.cn/UserFiles/Image/gomap/pdf/f_2_medium.pdf

^{ix} OLS OMNI Life Sciences, *Casy Cell Counter + Analyzer*, <http://www.ols-bio.de/zellkultur-zellanalyse/zell-zaehlung-casy/>

^x OLS OMNI Life Sciences, *CasyTon*, <http://www.ols-bio.de/zubehoer/zellkultur-zellanalyse/zell-zaehlung-casy/101/casyton>

^{xi} *Dinoflagellaten*, http://www.mnf.uni-greifswald.de/fileadmin/Mibi_Oekologie/Dinoflagellaten_Katrin_R_oder.pdf

^{xii} Encyclopedia of Life, *Protoperdinium depressum*, 2014, http://eol.org/data_objects/27474330

^{xiii} Oceana, *Protoperdinium depressum*, 2012, <http://oceana.org/en/explore/marine-wildlife/protoperdinium-depressum>

^{xiv} Hart P., *A long Exposure Captures Bioluminescence Below, a Swirling, Starry Night Above*, 2011, <http://www.popsi.com/science/article/2011-03/long-exposure-captures-bioluminescence-below-swirling-starry-night-above?dom=PSC&loc=recent&lnk=1&con=read-full-story>

^{xv} NorSAS, *Mediopyxis helysia*, 2012, <http://www.norsas.eu/species/mediopyxis-helysia>

^{xvi} Alfred-Wegener-Institut, *50 Jahre Helgoland Reede Langzeitdatenreihe*, 2012, <http://www.helgoland.de/service/pressebereich/presseberichte-2012/presseberichte-aus-dem-jahr-2012/50-jahre-helgoland-reede-langzeitdatenreihe-meeresdaten-fuer-klimamodellierer-biologen-und-betonforscher.html>

xvii Kraberg A., *The diatom Mediopyxis helysia [...] a success story?*, 2011, <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10152-011-0277-9>