

PlasticSchool

Sek II

# Arbeitsblätter

für Schülerinnen und Schüler



# ARBEITSBLATT

## Unterrichtseinheit 1:

### Aufnahme von Mikroplastik durch Ostseeorganismen

Am Leibniz-Institut für Ostseeforschung in Warnemünde haben sich Forscher damit beschäftigt, wie gut oder schlecht verschiedene Sorten von Mikroplastikpartikeln von Ostseebewohnern aufgenommen werden. Hierfür wurden der Wattwurm und die Miesmuschel als Modellorganismen untersucht.

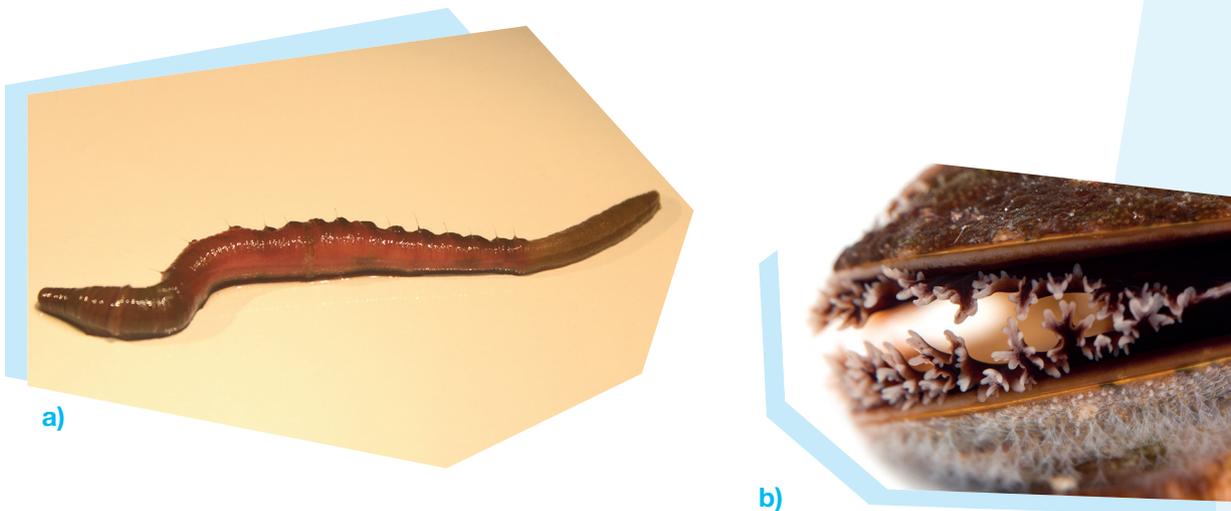


Abbildung 1:

a) der Wattwurm *Arenicola marina* und  
b) die Miesmuschel *Mytilus edulis*.

Aus der Vielzahl von Plastiksorten wurden für die Experimente die von der Industrie in großen Mengen produzierten Sorten Polystyrol (PS) und Polyethylen (PE) als Untersuchungsmaterial gewählt.

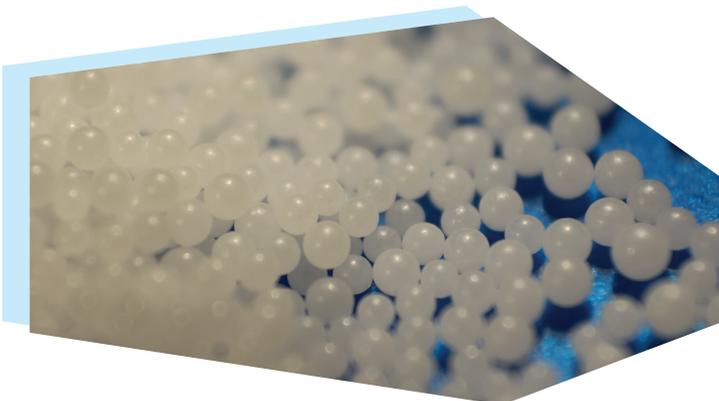
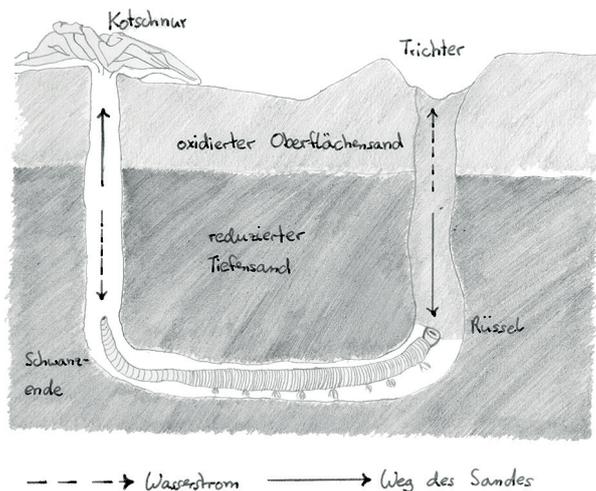


Abbildung 2:

Polystyrol-Kugeln (600 - 900 µm).

## A. Wattwurm (Sand- oder Pierwurm)



<b>Lateinischer Name:</b>	<i>Arenicola marina</i> (Linnaeus, 1758)
<b>Stamm:</b>	Ringelwürmer
<b>Größe:</b>	bis 30 cm
<b>Gewicht:</b>	40 – 50 g
<b>Alter:</b>	5 Jahre
<b>Nahrung:</b>	Organische Partikel aus dem Meeresboden (Sand oder Schlick). Der unverdauliche Sand wird als „Spaghetti-Häufchen“ am Ende des Tunnels ausgeschieden.
<b>Art der Nahrungsaufnahme:</b>	Sedimentfresser
<b>Körperbau:</b>	Runde Körperform Verschiedene Färbung: gelblich, rötlich bis rötlichbraun oder bläulichrot, grünlich oder dunkeloliv bis schwarzbraun, vorne fingerdick, hinten dünner, da vorne alle Organe liegen, hinten nur der Darm Ausstülpbarer Rüssel Mittelpatte des Tieres besitzt 13 Paar büschelartige rote Kiemenhänge, das dicke Vorderende nicht. Geht bei einem Angriff das Schwanzende verloren, kann das Wattwurm vorderteil weiterleben.
<b>Verbreitung:</b>	Nordsee, Teile der Ostsee (bis Darßer Schwelle), Atlantik, Mittelmeerraum
<b>Lebensraum:</b>	Lebt in U-förmigen Wohnröhren, die 20 – 30 cm in den Sand hineingehen, Eingang: Fresstrichter, Ausgang: Kotsandhaufen Der Wattwurm hält sich überwiegend im horizontalen Teil der Wohnröhre auf. Die Wände festigt er mit Schleim. Bevorzugt Sand- und Schlickböden.
<b>Fortpflanzung:</b>	Das Männchen gibt seine Spermien frei in das Wasser ab. Diese gelangen in die Atemhöhle des Weibchens und befruchten so die dort bereits abgelegten Eier. Das Weibchen bewacht die Eier bis kleine Schwimmlarven schlüpfen, die mit dem Wasserstrom weggleiten. Es sind planktotrophe Larven mit nur kurzem pelagischem Leben. Nach einer Metamorphose gehen sie in das Bodenleben über. Zunächst werden Muschelbänke bevorzugt, bis sie nach einiger Zeit in das Sediment eintauchen.
<b>Besonderes:</b>	Wichtige Nahrung zum Beispiel für Fische und Watvögel. Durch das Umwühlen der oberen Sedimentschicht wird diese immer wieder mit neuem Sauerstoff versorgt.

In einem Fütterungsexperiment wurden Wattwürmern zu ihrer natürlichen Nahrung, dem Sediment (Korngröße circa 100 µm), verschiedene Sorten und Größen von Mikroplastikpartikeln beigemischt. Die folgende Tabelle zeigt eine Auflistung der beigemengten Kunststoffe.<sup>2</sup> Hier sollte herausgefunden werden, welche Partikelgrößen aufgenommen werden, und ob man dabei Unterschiede zwischen verschiedenen Plastik-Sorten herausfinden kann. Dafür wurden Wattwürmer einzeln in sandgefüllten Aquarien gehalten und je Aquarium eine bestimmte Plastiksorte in Mikroplastik-Größe in definierten Mengen in die obersten Sedimentschichten gemischt. Als Nachweis für die Aufnahme der Partikel galt, wenn diese in den von den Würmern ausgeschiedenen Sandhäufchen gefunden wurden und somit den Verdauungstrakt der Tiere passiert hatten.



Abbildung 3:  
Aufbau des Versuchs von Katharina Kesý. In jedem Eimer befindet sich ein Wattwurm, Sediment mit Mikroplastik und Ostseewasser.

Mikroplastikpartikel	Aufnahme durch den Wattwurm
PE 212 - 630 µm mit 0,2 g/0,5 kg Sediment	nein
PS 1000 µm mit 8 g/0,5 kg Sediment	nein
PS 212 - 630 µm mit 6,3 g/0,5 kg Sediment	ja
PS 630 - 1000 µm mit 28 g/0,5 kg Sediment	nein

Tabelle 1:  
Auflistung der verschiedenen getesteten Mikroplastikpartikel und Größen und dem Aufnahmeverhalten durch den Wattwurm; PE: Polyethylen, PS: Polystyrol.

<sup>2</sup> Originaldaten aus der Masterarbeit von Katharina Kesý („Composition of microbial biofilms on microplastic particles after the passage through the digestive tract of Arenicola marina“, 2013).



### Info:

1000 µm entsprechen  
1 mm



### Aufgabe 1:

- A) Fassen Sie kurz die Ergebnisse der Tabelle zusammen. Wie könnten Sie die Ergebnisse erklären?
- B) Welche Bedeutung könnte die Größe der Sandkörner auf das Aufnahmeverhalten der verschiedenen großen Mikroplastikpartikel durch den Wattwurm haben?

## B. Gemeine Miesmuschel



<b>Lateinischer Name:</b>	<i>Mytilus edulis</i> (Linnaeus, 1758)
<b>Stamm:</b>	Mollusca
<b>Größe:</b>	Bis zu 15 cm lang in der Nordsee, in der Ostsee entlang des Salzgradienten kleiner und dünnschaliger werdend
<b>Alter:</b>	15 Jahre oder älter
<b>Nahrung:</b>	Plankton
<b>Art der Nahrungsaufnahme:</b>	Filtrierer, Filtrationsraten 2 - 3 l/h
<b>Körperbau:</b>	<p>Zwei Kalkschalen, die mit einem Band und Schließmuskel verbunden sind.</p> <p>Schale oft von anderen Meeresorganismen bewachsen, z.B. Seepocken, Käfer-, Strand und Pantoffelschnecken, Blumentiere.</p> <p>Blau-schwarze, dünne Schale, die sich nach vorne hin zuspitzt und nach hinten abrundet.</p> <p>Innenseite perlmuttfarben</p> <p>Zwei Öffnungen für den Filtriervorgang -&gt; kurze Siphonen.</p> <p>Braun-violetter, starker Fuß mit Byssus-Drüse an dessen Ende, die Byssus-Fäden produziert -&gt; wichtig zur Fortbewegung und Befestigung.</p>
<b>Verbreitung:</b>	Nordsee, Ostsee (bis Ålandinseln), Mittelmeer, Atlantik, Pazifik
<b>Lebensraum:</b>	<p>Haften sich an den Untergrund (Wattenmeer, künstliche Strukturen, wie Pfähle oder Steine) -&gt; sind festsitzende Organismen.</p> <p>An geringe Salzgehalte bis 6 ‰ angepasst, dies führt jedoch zu einer Reduktion der Körpergröße und Schalendicke.</p>
<b>Sozialverhalten:</b>	Bildung von Muschelbänken aus vielen Tausend Individuen.
<b>Fortpflanzung:</b>	<p>Getrenntgeschlechtlich</p> <p>Weibchen legt im Frühjahr bis Frühsommer fünf bis zwölf Millionen Eier, die von den Männchen der Umgebung befruchtet werden -&gt; planktonische Larven mit einem langen Larvenleben -&gt; große Verluste durch Feinde in dieser Zeit.</p>
<b>Besonderes:</b>	Trägt aufgrund der Lebensweise zur Wasserreinigung bei.



## Info:

### Faeces

sind Verdauungsprodukte, Darmausscheidungen, auch als Kot bezeichnet.

### Pseudofaeces

Filternde Muscheln können Stoffe abgeben, die den Faeces ähnlich sehen, aber den Verdauungstrakt nicht passiert haben müssen. Sie enthalten unverdaute und unerwünscht einfiltrierte Partikel. Dass Muscheln Pseudofaeces ausscheiden, zeigt, dass sie über die Fähigkeit verfügen, ihre Nahrung selektiv aufzunehmen.

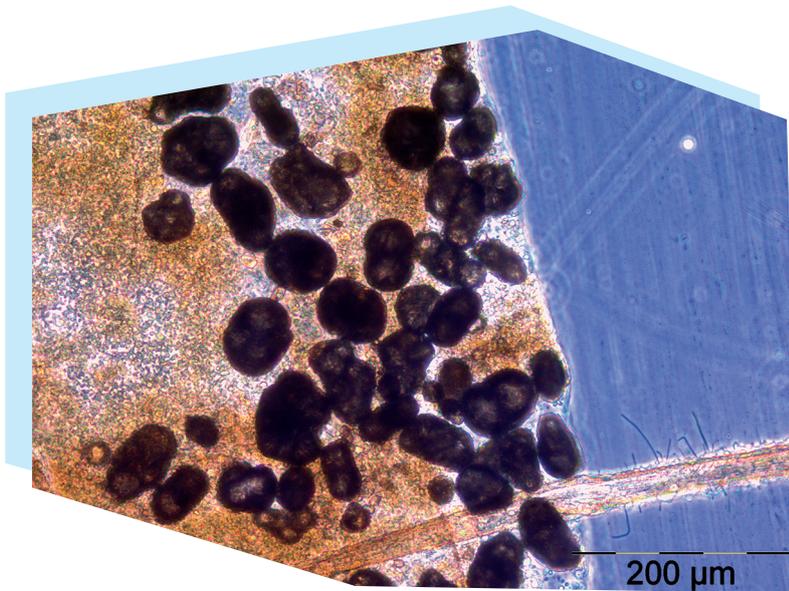


Abbildung 4:  
Aufnahme des Faeces der Miesmuschel (brauner Hintergrund) mit Plastikpartikeln (in schwarz) unter dem Mikroskop.

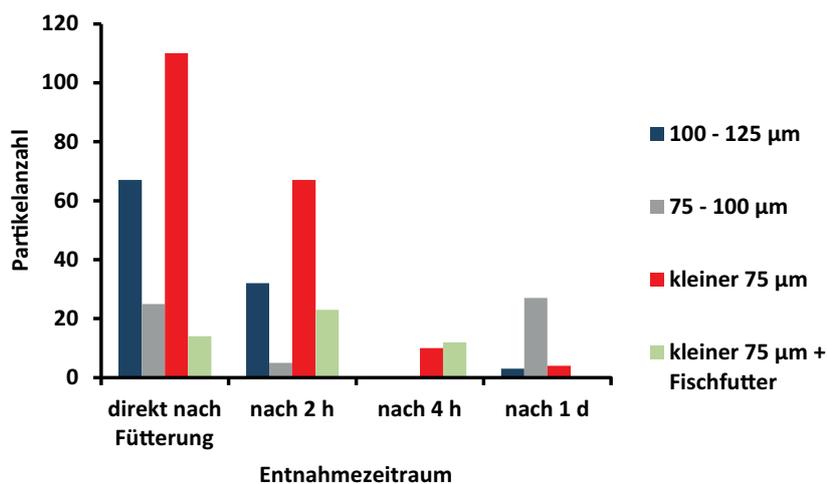
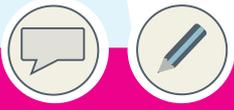


Abbildung 5:  
Ergebnisse der Untersuchung des abgegebenen Pseudofaeces auf Mikroplastikpartikel direkt nach der Fütterung, nach zwei, vier und 24 Stunden.

<sup>3</sup> Originaldaten aus der Masterarbeit von Alexander Hentzsch: („Zusammensetzung mikrobieller Biofilme auf Mikroplastik nach Passieren des Verdauungstraktes von *Mytilus edulis*“, 2013).



## Aufgabe 2:

- A) Beschreiben Sie die Abb. 5 und Abb. 6. Achten Sie dabei auf die x- und y-Achsen.
- B) Was fällt Ihnen auf, wenn Sie die beiden Abbildungen vergleichen? Wie könnte dieser Effekt zu erklären sein?
- C) Warum wurde einer Versuchsgruppe zusammen mit den Mikroplastikpartikeln auch Fischfutter verabreicht? Wie passt das zu den Ergebnissen aus Abb. 6 für diese Versuchsgruppe?

## Aufgabe 3:

Kann man aufgrund des beobachteten Aufnahmeverhaltens von Mikroplastikpartikeln Aussagen darüber ableiten, ob Wattwürmer und Miesmuscheln unterschiedlich stark durch eine Anreicherung von Mikroplastik in der Ostsee gefährdet sind?

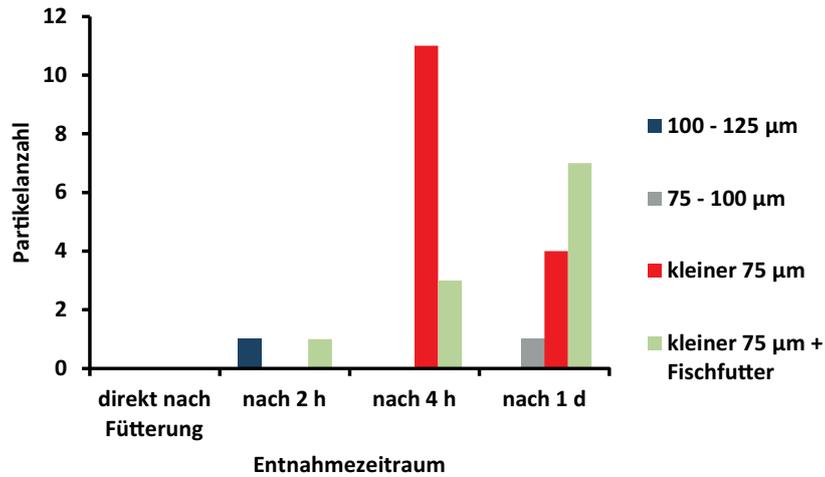


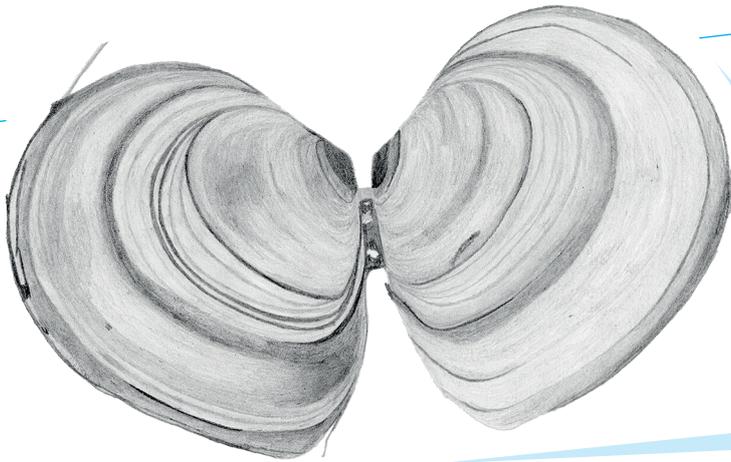
Abbildung 6:  
Ergebnisse der Untersuchung des abgegebenen Faeces auf Mikroplastikpartikel direkt nach der Fütterung, nach zwei, vier und 24 Stunden.

In beiden Masterarbeiten konnte gezeigt werden, dass Plastik von den Organismen aufgenommen wird. Die Auswirkungen des aufgenommenen Plastiks können vielfältig sein. Sie reichen von Gewebeschädigungen durch die Oberflächenstrukturen der Partikel bis zu den Auswirkungen der Aufnahme von Schadstoffen, die auf den Partikeln angelagert waren. In einer weiteren Masterarbeit (siehe Arbeitsblatt Unterrichtseinheit 2) wurden solche Auswirkungen von Mikroplastik auf die Plattmuschel *Macoma balthica* getestet.

# ARBEITSBLATT

## Unterrichtseinheit 2:

### Auswirkungen von Mikroplastik auf Ostseeorganismen am Beispiel der Baltischen Plattmuschel (*Macoma balthica*)



<b>Lateinischer Name:</b>	<i>Macoma balthica</i> (Linnaeus, 1758)
<b>Familie:</b>	Tellinidae
<b>Größe:</b>	Bis zu 3 cm, keine Größenreduktion durch den sinkenden Salzgehalt in der Ostsee.
<b>Alter:</b>	Im Wattenmeer ca. 7 Jahre, im kälteren Wasser ca. 25 Jahre
<b>Nahrung:</b>	Kieselalgen, mit Bakterien besetzter Detritus, Plankton
<b>Art der Nahrungsaufnahme:</b>	Filtrierer, Pipettierer Pipettieren mit langen Einstromsiphonen den Meeresboden um sich herum ab und gehören somit zu den „Tastern“.
<b>Körperbau:</b>	Dreieckige bis ovale, gewölbte, dicke Schale Besonders lange Einstromsiphonen, kürzere Ausstromsiphonen Großer, beweglicher Grabfuß, mit dem sie sich eingraben und kriechen kann. Färbung: Innen: rosa -> Rote Bohne Außen: gelb, grün, rot, braun mit weißen Streifen, gräuliches Periostracum
<b>Verbreitung:</b>	Nord- und Ostsee, Atlantik
<b>Lebensraum:</b>	Gräbt sich 5 - 6 cm tief in den Meeresboden, kriecht dort in Sand- und Schlickböden, in der Ostsee vermehrt auf Weichböden, ab der Flachwasserzone bis 15 m Tiefe, in der Ostsee bis 100 m Tiefe (da Nahrungskonkurrenten/Fressfeinde fehlen).
<b>Bedeutung/Besonderheiten:</b>	Häufigste und wichtigste Muschel der Ostsee

## Versuchsaufbau und Durchführung:

Zwei Versuchsgruppen von Plattmuscheln wurden acht Wochen lang einzeln in Aquarien gehalten (Abb. 7). Dafür wurde bei Versuchsgruppe 1 in die obersten cm des Sedimentes eine definierte Menge an Mikroplastikpartikeln (200 - 500 µm Polystyrolstücke) zugegeben, bei Versuchsgruppe 2 hingegen nicht. Versuchsgruppe 2 fungierte als Kontrollgruppe.<sup>4</sup>

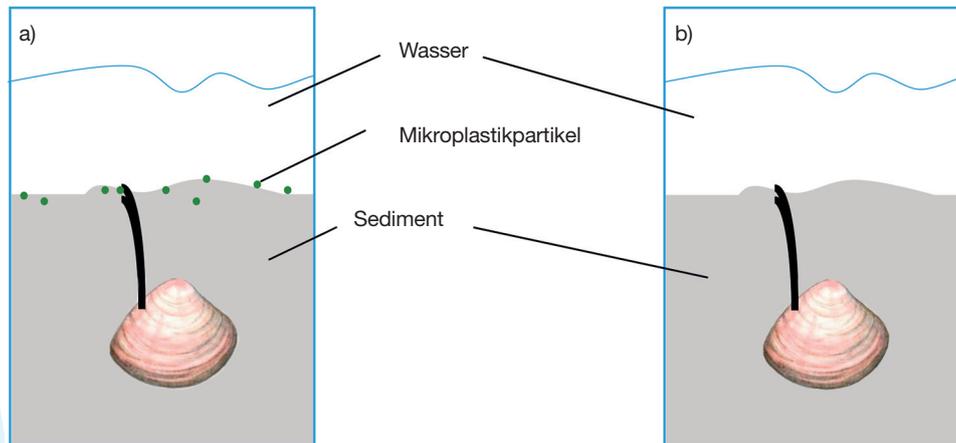


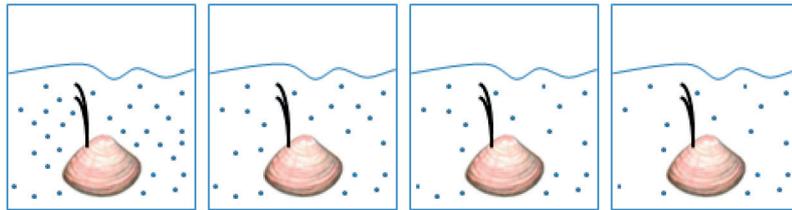
Abbildung 7:  
Versuchsaufbau des  
a) achtwöchigen Expositionsversuches der Muscheln mit Mikroplastikpartikeln und des  
b) Kontrollversuches ohne Mikroplastik.

Es sollte untersucht werden, ob das ständige Aufnehmen von Mikroplastikpartikeln mit der Nahrung bei Versuchsgruppe 1 im Vergleich zu Versuchsgruppe 2 Auswirkungen auf die „Fitness“ der Plattmuscheln hat. Die „Fitness“ sollte in einem Filtrationsversuch überprüft werden. Nach einer Dauer von acht Wochen, während denen die Muscheln der Versuchsgruppe 1 regelmäßig die Mikroplastikpartikel zusammen mit der Nahrung aus dem Sediment aufgenommen hatten, sollte mithilfe von Filtrationsversuchen untersucht werden, ob die Plattmuscheln Veränderungen in der Filtrationsgeschwindigkeit zeigen.

Dafür wurden die Plattmuscheln einzeln in Aquarien ohne Sediment gesetzt und eine definierte Menge einer Mikroalgenlösung (Futterpartikel) zu dem Wasser hinzugegeben. Mit einem Trübungsmesser (Nephelometer) wurde die Veränderung der Trübung direkt nach der Zugabe, nach 10 Minuten, 20 Minuten und 30 Minuten gemessen. Je weniger trüb die Lösung wird, desto mehr Futterpartikel hat die Muschel aus dem Wasser filtriert. Diese Leistung wird als Maß der „Fitness“ gewertet.

<sup>4</sup> Diese Versuchsbeschreibung orientiert sich an dem Originalexperiment aus der Masterarbeit von Ulrike Grogoll („Vorkommen von Mikroplastikpartikeln und deren Einfluss auf benthische Invertebraten im Finnischen Archipel“, 2013).

Versuchsgruppe 1 - „Mikroplastik“



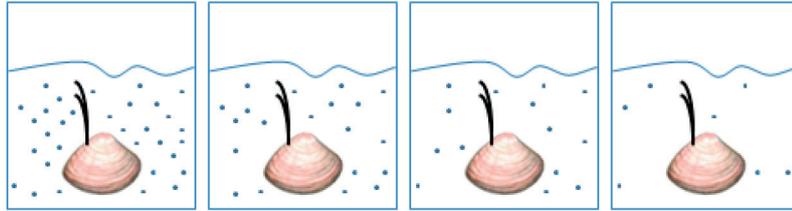
Zeitpunkt: 0 min

Zeitpunkt: 10 min

Zeitpunkt: 20 min

Zeitpunkt: 30 min

Versuchsgruppe 2 - Kontrollgruppe ohne Mikroplastik



Zeitpunkt: 0 min

Zeitpunkt: 10 min

Zeitpunkt: 20 min

Zeitpunkt: 30 min

Abbildung 8:

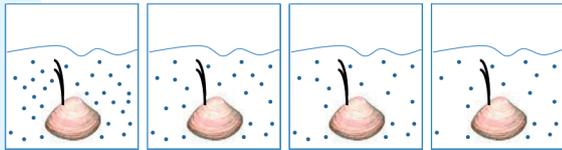
Bilderzeitreihen der Filtrationsversuche der beiden Versuchsgruppen 1 ‚Mikroplastik‘ und 2 ‚ohne Mikroplastik‘ zur Überprüfung der „Fitness“.

**Aufgabe 1:**

- Was sehen Sie in der Bilderzeitreihe der beiden Versuchsgruppen in Abbildung 8?
- Fertigen Sie eine Tabelle über die Futterpartikelanzahl zum jeweiligen Messzeitpunkt und erstellen Sie eine Grafik von der Futterpartikelabnahme über die Zeit (x-Achse: Zeit [min] / y-Achse: Futterpartikelanzahl).
- Wie würden Sie das Ergebnis interpretieren?
- Warum könnten die Mikroplastikpartikel Auswirkungen haben?
- Wie kommen die Mikroplastikpartikel während der achtwöchigen Versuchszeit in die Muscheln? Welche Ernährungswege kennen Sie für die Baltische Plattmuschel?

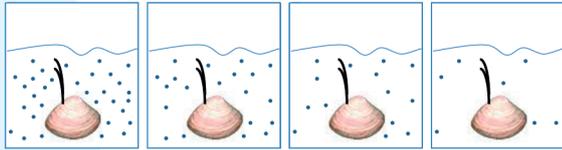
### Parallele 1

Versuchsgruppe 1 - „Mikroplastik“

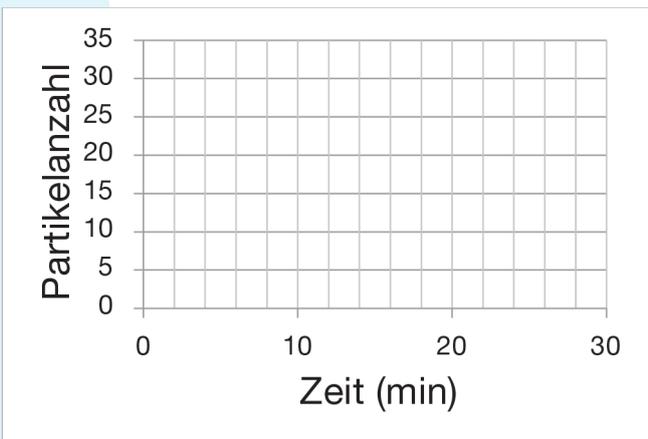


Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min

Versuchsgruppe 2 - Kontrollgruppe ohne Mikroplastik

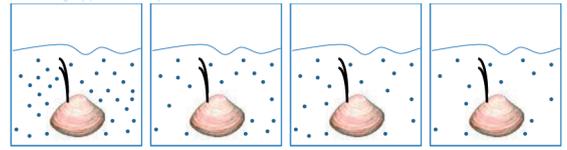


Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min



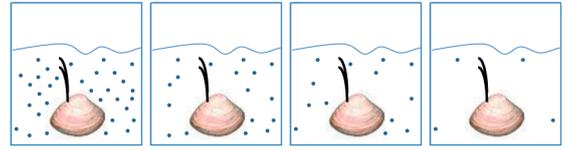
### Parallele 2

Versuchsgruppe 1 - „Mikroplastik“

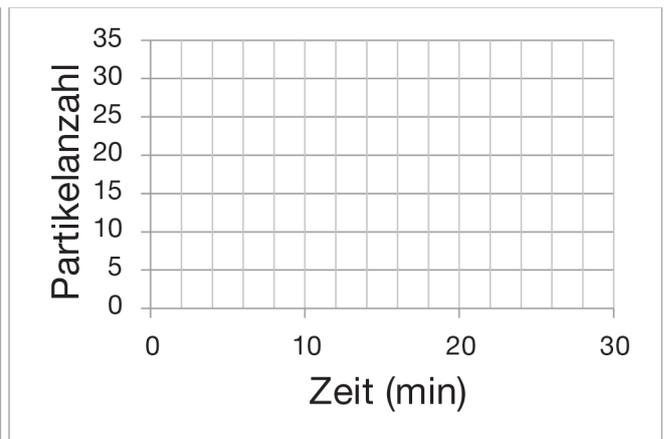


Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min

Versuchsgruppe 2 - Kontrollgruppe ohne Mikroplastik

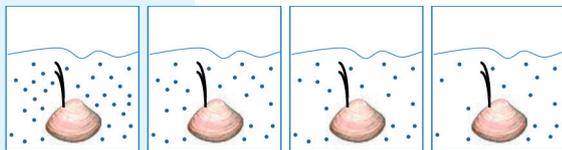


Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min



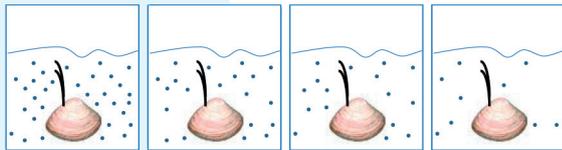
### Parallele 3

Versuchsgruppe 1 - „Mikroplastik“

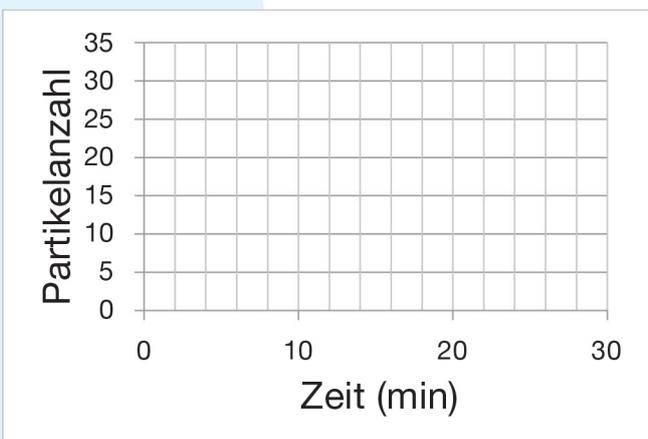


Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min

Versuchsgruppe 2 - Kontrollgruppe ohne Mikroplastik

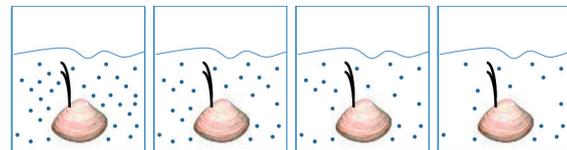


Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min



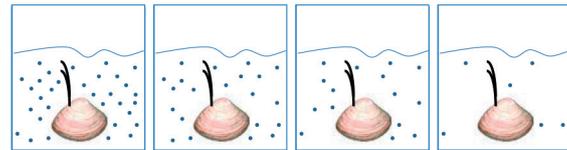
### Parallele 4

Versuchsgruppe 1 - „Mikroplastik“

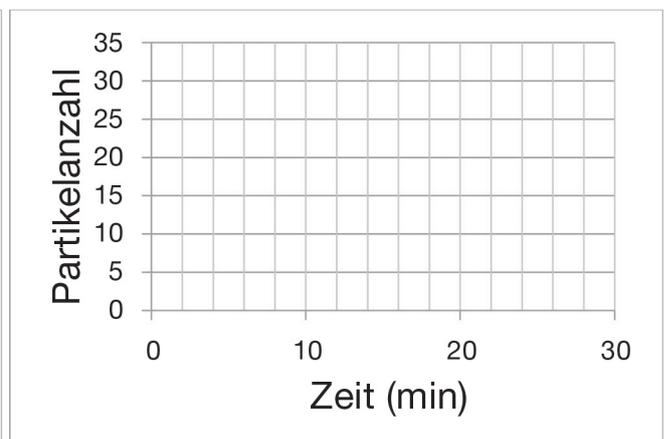


Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min

Versuchsgruppe 2 - Kontrollgruppe ohne Mikroplastik

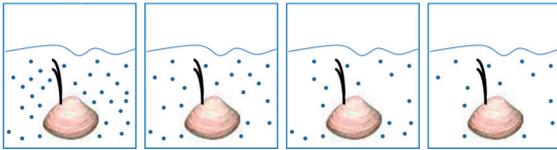


Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min



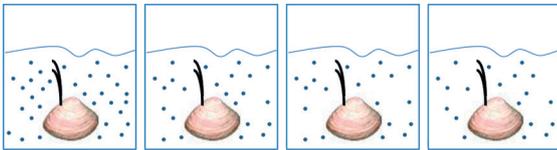
## Parallele 5

Versuchsgruppe 1 - „Mikroplastik“



Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min

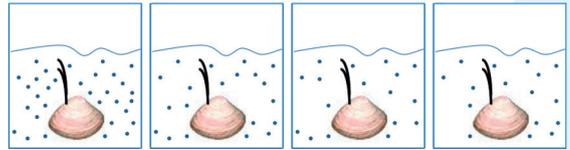
Versuchsgruppe 2 - Kontrollgruppe ohne Mikroplastik



Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min

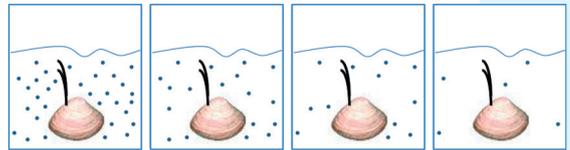
## Parallele 6

Versuchsgruppe 1 - „Mikroplastik“

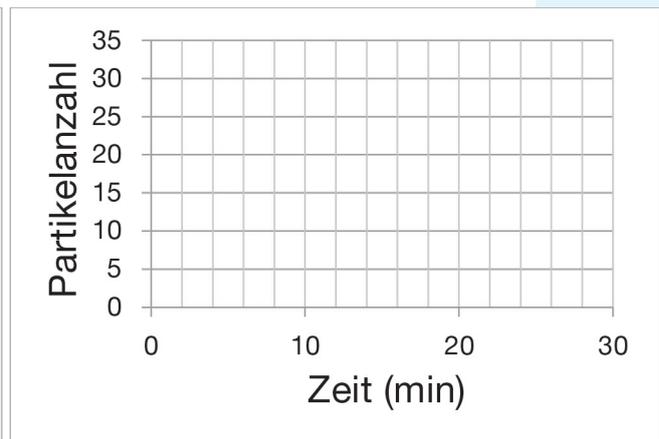
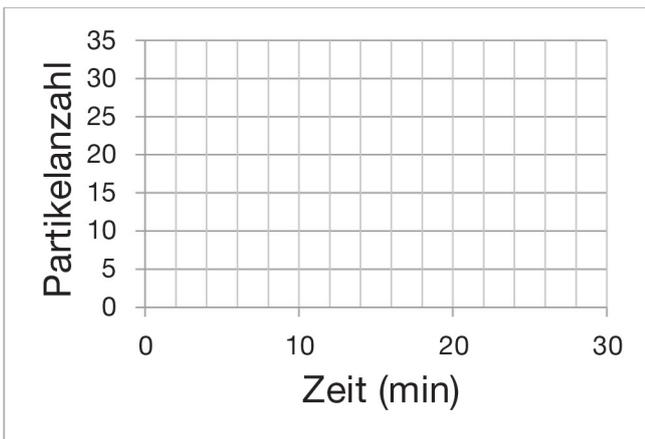


Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min

Versuchsgruppe 2 - Kontrollgruppe ohne Mikroplastik



Zeitpunkt: 0 min    Zeitpunkt: 10 min    Zeitpunkt: 20 min    Zeitpunkt: 30 min



**Aufgabe 2:** Bei wissenschaftlichen Experimenten wird ein Versuch parallel mehrfach durchgeführt, um zu überprüfen, wie verlässlich das Ergebnis ist. Je größer die Anzahl an parallelen Versuchen, desto repräsentativer ist am Ende das Ergebnis. Allerdings muss die Anzahl in einem Ausmaß gehalten werden, die das Auszählen in einer vertretbaren Zeit möglich macht. Versuchen Sie es selbst:

Fertigen Sie eine Tabelle über die Futterpartikelanzahl der fünf Parallelversuche zum jeweiligen Messzeitpunkt an und erstellen Sie Grafiken von der Futterpartikelabnahme über die Zeit (x-Achse: Zeit[*min*] / y-Achse: Futterpartikelanzahl). Fällt dabei eine Parallele besonders auf?

**Aufgabe 3:** Berechnen Sie die Mittelwerte der Futterpartikelabnahmen für die Versuchsgruppe Mikroplastik und die Kontrollgruppe für die Zeitpunkte 10 min, 20 min und 30 min. Nutzen Sie dafür die Werte der von Ihnen vorher angefertigten Tabellen der Futterpartikelanzahl für die beiden Versuchsgruppen.

**Aufgabe 4:** Welche Konsequenzen für die Ostsee ergeben sich aus der Beeinträchtigung einzelner Organismengruppen durch Mikroplastik-Partikel? Stellen Sie Vermutungen auf.