



Meeresfauna & Klimaereignisse

Endemische Meeressäuger des arktischen Meereises  
„Verlierer des Klimawandels?“



Klappmütze  
*Cystophora cristata*



Walross  
*Odobenus rosmarus*



Sattelrobbe  
*Phoca groenlandica*



Ringelrobbe  
*Phoca hispida*



Bartrobbe  
*Erignathus barbatus*



Bandrobbe  
*Phoca fasciata*

Grafiken: Sandra Doyle/Wildlife Art Ltd. from Kays and Wilson's Mammals of North America, © Princeton University Press (2002)



Meeresfauna & Klimaereignisse

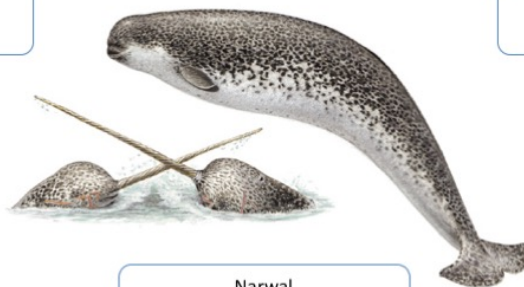
Endemische Meeressäuger des arktischen Meereises  
„Verlierer des Klimawandels?“



Grönlandwal  
*Balaena mysticetus*



Weißwal  
*Delphinapterus leucas*



Narwal  
*Monodon monoceros*

Grafiken: Sandra Doyle/Wildlife Art Ltd. from Kays and Wilson's Mammals of North America, © Princeton University Press (2002)



Meeresfauna & Klimaereignisse



FILME:  
Lebensraum Arktisches Meereis  
Lebensraum Antarktisches Meereis



Meeresfauna & Klimaereignisse

Wale als Gewinner des Klimawandels ?  
„Ein Grauwal im Mittelmeer“

8. Mai 2010: Ein Pazifischer Grauwal vor der Küste Israels



Grauwal  
*Eschrichtius robustus*

**Beobachtungen in der Arktischen Region:**

In den letzten Jahren wurden um Spitzbergen vermehrt folgende dort normal nicht heimische Wale gesichtet:

Bartenwale (Mysticeti): Seiwale (*Balaenoptera borealis*) Finnwale (*B. physalus*)  
Zergwale (*B. acutorostrata*) Blauwale (*B. musculus*)

Zahnwale (Odontoceti): Schweinswale (*Phocoena phocoena*)





Meeresfauna & Klimaereignisse

Eisschmelze - Meeresspiegelanstieg

- ➔ Globaler Meeresspiegelanstieg durch:
  - Ausdehnung der Wassersäule
  - Abtauen von Gebirgsgletschern
  - Abschmelzen des grönländischen Eises
  
- ➔ Für die letzten 15 Jahre wird der Beitrag zum Meeresspiegelanstieg, der durch Abschmelzen von Grönlandeis kam, auf ein Drittel geschätzt

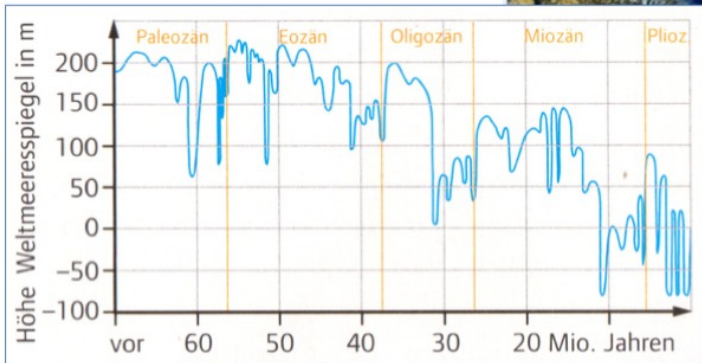
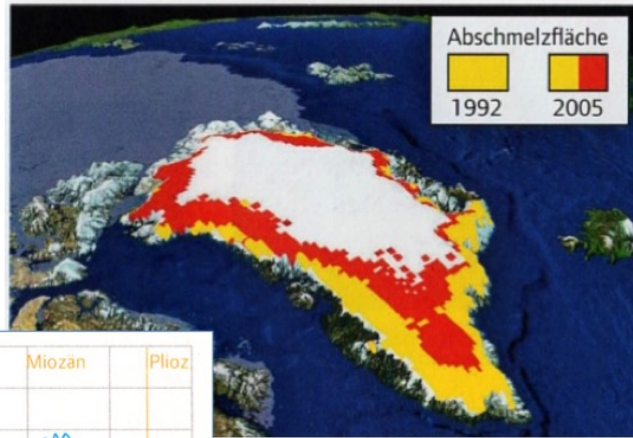


Abb oben: Abschmelzfläche des Grönlandeises – Vergleich der Jahre 1992 und 2005 Quelle: WBGU, Steffen u. Huff

Abb: Veränderungen der Höhe des Weltmeeresspiegels



Meeresfauna & Klimaereignisse

Das Grönlandeis





Meeresfauna & Klimaereignisse

Das Grönlandeis



© HERWIG SCHELLAUF



Der Klimawandel

Treibhauseffekt & Meeresspiegelanstieg

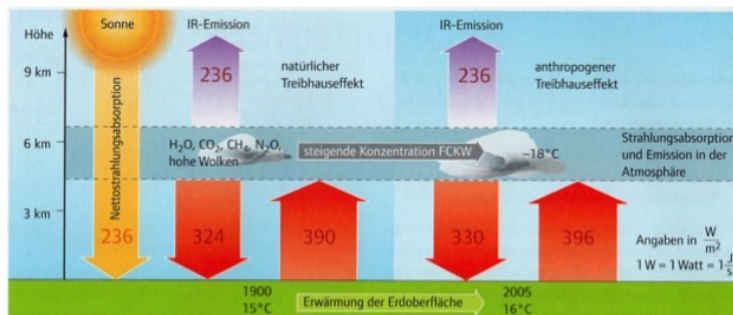


Abb oben: Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt im Vergleich

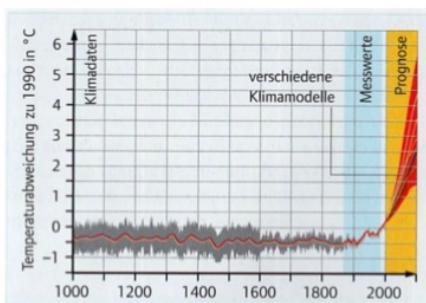


Abb: Temperaturanstieg: Vergangenheit - Gegenwart - Zukunft

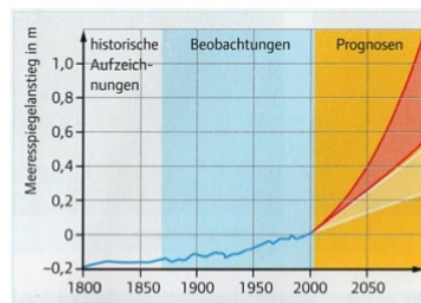


Abb: Meeresspiegelanstieg bis zum Jahr 2100





Meeresfauna & Klimaereignisse

Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf die belebte Umwelt:

- ➔ Arten und Lebensgemeinschaften haben **unterschiedliche Flexibilität** hinsichtlich des Klimawandels.
- ➔ **Unwahrscheinlich ist daher:**  
Eine Wanderung von ganzen Pflanzengesellschaften, von Vegetationszonen, von Habitaten oder erst recht eine gemeinsame Wanderung von Arten in komplexen Funktionsbeziehungen.
- Arten werden sehr individuell reagieren:**
  - ➔ - *Phänologische Plastizität*  
z.b.: Fortpflanzungsbiologie
  - *Genetische Variabilität*  
z.b.: Erweiterung der Standortamplitude
  - *Wanderungsbewegungen*  
Können nur erfolgen wenn:
    - 1) geeignete Habitats zum Einwandern vorhanden sind und
    - 2) die Arten die Möglichkeit haben, diese zu erreichen und sich dort erfolgreich zu etablieren



Meeresfauna & Klimaereignisse

„Gewinner und Verlierer“ des Klimawandels

**Potenzielle Verlierer:**

- ➔ Arten mit hoher Standorttreue und -spezialisierung
- ➔ Sich langsam reproduzierende Arten
- ➔ Arten mit geringer Anzahl an Nachkommen
- ➔ Arten mit geringer genetischer Vielfalt
- ➔ Arten mit engen funktionalen Beziehungen zu anderen Arten
- ➔ Ökosysteme mit langer Entwicklungsdauer

**Potenzielle Gewinner:**

- ➔ Wärmeliebende Arten
- ➔ Euryöke und nährstoffliebende Arten
- ➔ Arten mit hohem Ausbreitungspotential
- ➔ Arten mit hoher/schneller Reproduktion
- ➔ Dominante Neophyten/Neozoen





## Der Klimawandel

## Zeit zu handeln

- ➔ **Der Klimawandel** wird sich in vielerlei Hinsicht auf die Meere auswirken. Unter anderem auf Strömungen und den Wärmehaushalt der Ozeane. Vor allem aber stellt er eine **Zusatzbelastung** zu vorhandenen Belastungen in einer für viele Arten und Lebensräume schon jetzt kritischen Situation in den Meeren dar.
- ➔ **Steigende Kohlendioxidkonzentrationen** in der Atmosphäre bringen steigende Konzentrationen in den Ozeanen mit sich. Dadurch bildet sich **verstärkt Kohlensäure im Wasser**. Die Folgen für die Lebewesen sind heute noch kaum absehbar
- ➔ Ebenso wenig weiß man, wie sich das **Abschwächen der thermohalinen Zirkulation** oder der großen Oberflächenmeeresströmungen konkret auf die Lebensgemeinschaften im Meer auswirken wird
- ➔ Die meisten Fachleute sind sich einig, dass der **Meeresspiegel bis zum Ende dieses Jahrhunderts um etwa einen Meter steigen wird**. Für Inselstaaten wie etwa die Malediven ist das fatal
- ➔ **Das Klimasystem reagiert träge auf die menschengemachten Veränderungen**. Damit besteht die Gefahr, dass bestimmte Entwicklungen schon heute irreversibel sind
- ➔ Vieles deutet darauf hin, dass sich die ärgsten Folgen des Klimawandels noch vermeiden lassen, wenn heute in **CO<sub>2</sub>-arme Technik** investiert würde



## Der Klimawandel







## Meeresverschmutzung

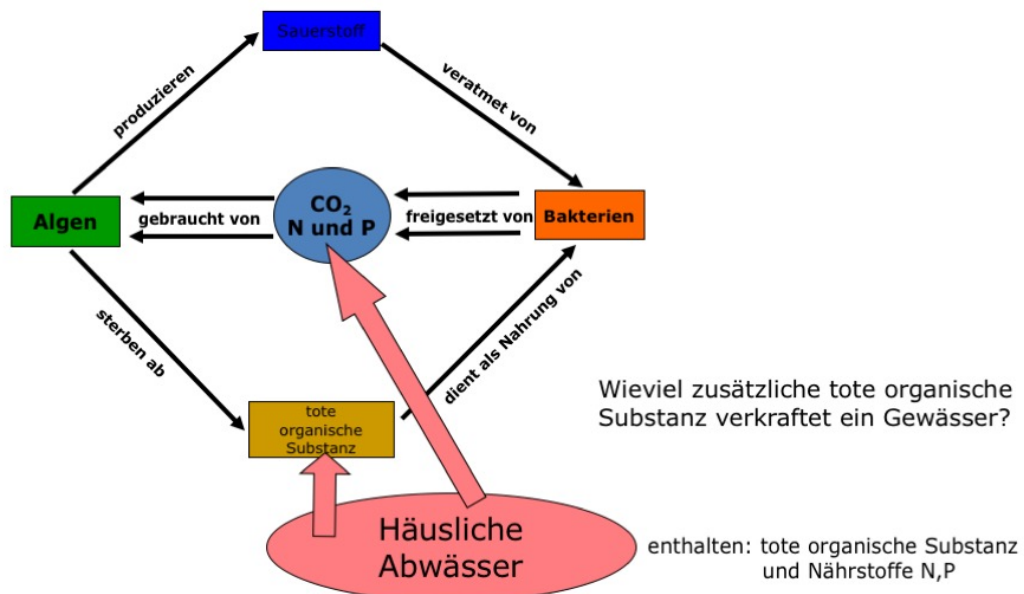
- ➔ Häusliche Abwässer
- ➔ Industrielle Abwässer
- ➔ Versenkung von Abfällen auf hoher See
- ➔ Ölverschmutzung
- ➔ Persistente Schadstoffe
- ➔ Quecksilber
- ➔ Blei
- ➔ Andere Schwermetalle & Spurenelemente
- ➔ Chlorkohlenwasserstoffe



## Häusliche Abwässer

### Abbau der organischen Substanzen

- Fäkalien -> unverdaute organische Reste
- Zersetzer (Bakterien Mikropilze) decken ihren Energiebedarf aus toter org.S.
- Kohlenstoff & Sauerstoffkreislauf (unter idealen Bed. Ausgeglichen)



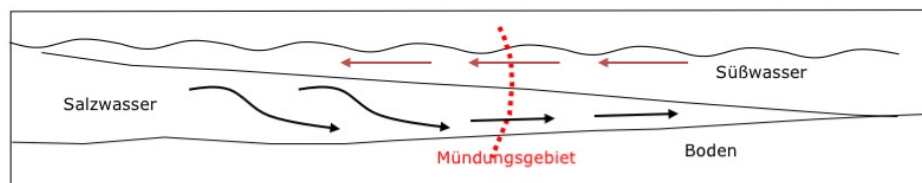


Abbau der organischen Substanzen

**Ästuarie – Die „Sinkstoff-Falle“**

In der Brackwasserzone eines Ästuariums ist bereits die natürliche Belastung sehr hoch. Sowohl die marinen Plankter als auch die Organismen des Süßwasserplanktons sterben hier ab, und durch den Effekt der „Sinkstoff-Falle“ kommt es zu einer bis zu **200fachen Konzentration von Schwebstoffen** aller Art nahe der Brackwassergrenze.

Dank der Salzgehaltsschichtung ist nämlich an der Flusssohle die Transportkraft der Wasserströmung im Mittel stärker stromauf als stromab gerichtet. **Suspendiertes Sediment und andere Materialien in Bodennähe werden dadurch flussaufwärts transportiert.**



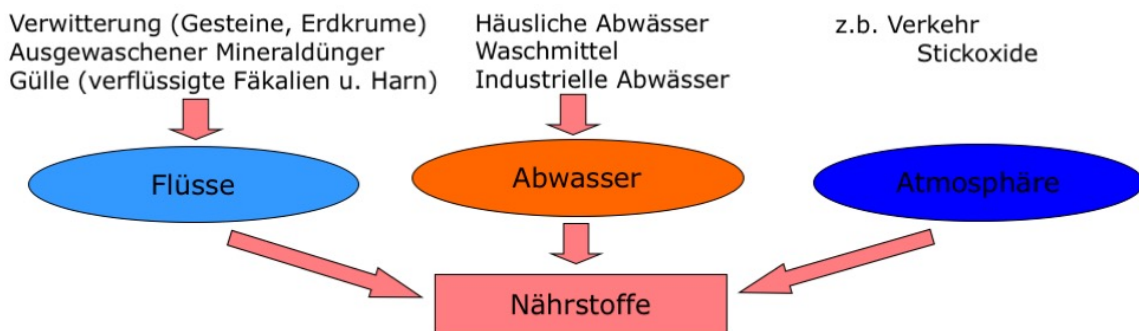
Aus dem Meeresbereich in die Ästuarie beförderter Detritus trägt also zur **schlechten Sauerstoffbilanz** bei



Abbau der organischen Substanzen

Wenn Bakterien häusliche Abwässer abbauen, dann entsteht Kohlendioxid, Wasser und Stickstoff und Phosphor als anorganische Verbindungen. **Nitrate, Phosphate** und andere Salze sind wichtige Nährstoffe für das Pflanzenwachstum.

Würde ein Landwirt düngen ohne zu ackern, wäre nur Unkraut die Folge. Im Meer kann man nicht jäten, bei Überdüngung entwickelt sich eine Flora, welche nicht immer erwünscht ist, weil sie die normale Algenflora verdrängt.



Vollbiologische Kläranlagen halten etwa ein Drittel des Phosphors zurück, denn die Abwasserbakterien setzen Phosphat in gelöster Form frei. Nur mit besonderen chemischen Methoden der Abwasserreinigung, durch **Fällung mit Eisen- oder Aluminiumsulfat**, lassen sich Nährstoffe wirkungsvoll aus dem Abwasser herausholen.





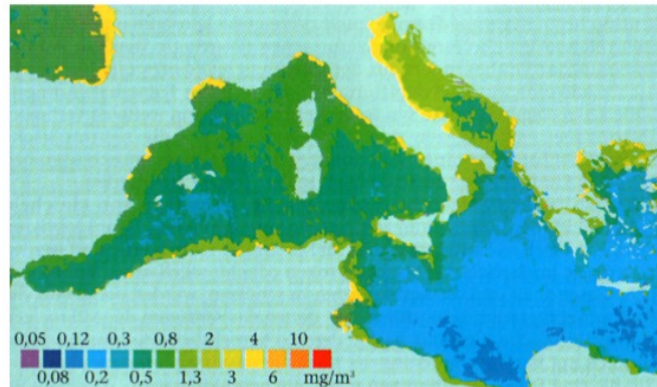
## Gefahren der Eutrophierung

**Eutrophierung**

Anreicherung mit Nährstoffen, in erster Linie **Phosphate** und **Nitrate**, die zu einer **gesteigerten Primärproduktion** führt.

Der oligotrophe Charakter des Mittelmeeres macht seine Lebensgemeinschaften besonders sensibel gegen Störungen im Nährstoffhaushalt.

Einzellige, planktonische Algen sind die wichtigsten Primärproduzenten der Meere.



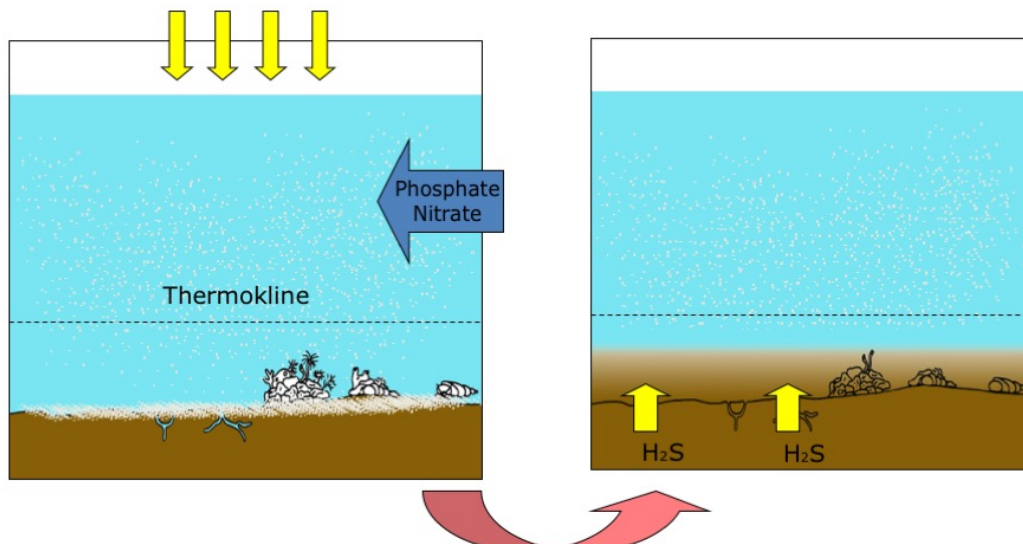
Rekonstruktion des Chlorophyllgehaltes des Meerwassers aufgrund von Satellitenmessungen zwischen 1979 und 1985



## Gefahren der Eutrophierung

**Anoxie der Tiefenböden**

Hypertrophierung verursacht einen starken Anstieg des organischen, toten Materials auf den Meeresböden. Sauerstoff wird von den Bakterien verbraucht, bis er nicht mehr verfügbar ist, und dann entsteht durch anaerobe Bakterientätigkeit Schwefelwasserstoff, die Bodenfauna stirbt ab. **1g Phosphor** kann eine Pflanzenproduktion von 50g Kohlenstoffäquivalenten zur Folge haben. Tote organische Substanz mit **50 Kohlenstoffäquivalenten** braucht aber **150g Sauerstoff** beim bakteriellen Abbau.

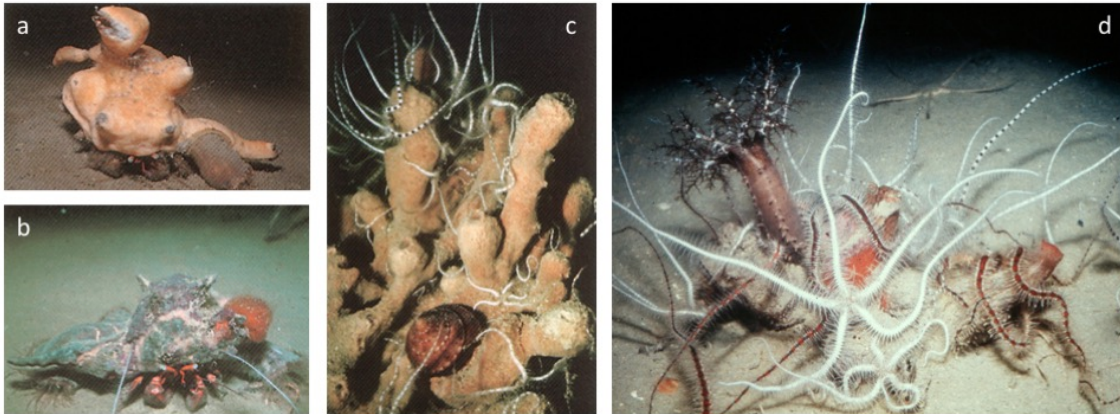




Gefahren der Eutrophierung

Anoxie der Tiefenböden

Die Wiederbesiedelung der Tiefenböden wird durch Einsiedlerkrebse unterstützt



- a,b Einsiedlerkrebse (*Paguristes oculatus*) mit stark bewachsenen Schneckenhäusern
- c Schwamm mit aufsitzenden Schlangensterne
- d Aggregation aus solitären Seescheiden (*Microcosmus sp.*), einer Seegurke (*Cucumaria sp.*) und suspensionsfressenden Schlangensterne (*Ophiothrix fragilis*)  
Eine typische Hochbiomassegesellschaft

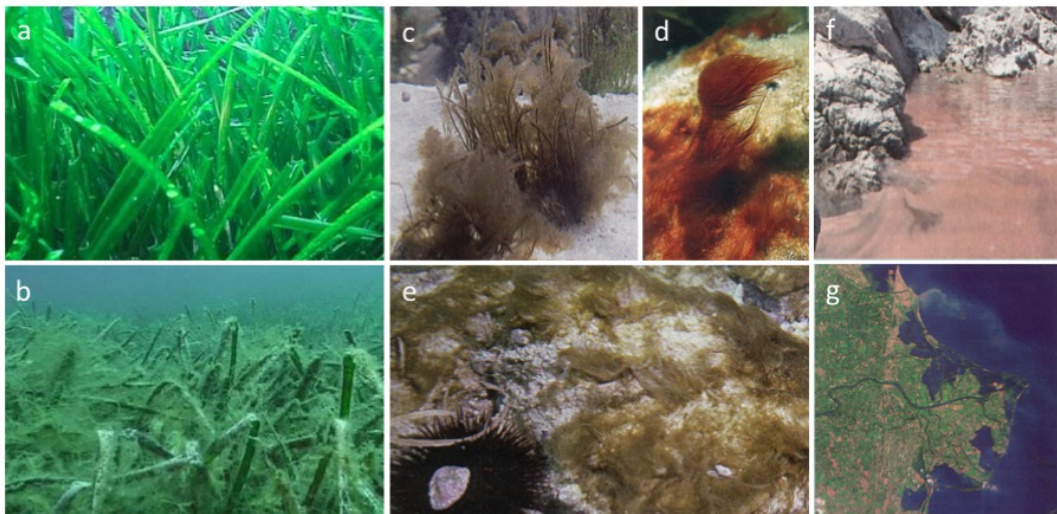


Gefahren der Eutrophierung

„Algen“blüte:

- Mikro- oder Makroalgen, Bakterien, Protozoen, Cyanobakterien
- Massenhaftes Auftreten unter idealen Wachstumsbedingungen
- Benthisch (am Boden) oder pelagisch (im freien Wasser)
- Mit oder ohne Schleimbildungen
- Pelagische Mikroalgen können auch toxisch sein („Killeralgen“)

Epiphytischer Aufwuchs durch Mikro- und Makroalgen ist ein natürliches Phänomen, kann aber in Folge von Eutrophierung überhand nehmen und benthische Pflanzenbestände gefährden.



- a,b Seegraswiese mit und ohne epiphytischem Mikro- und Makroalgenaufwuchs
- c Epiphytische Braunalge *Ectocarpus siliculosus*
- d Cyanobakterien *Oscillatoria sp.*
- e Schleimige Kieselalgenüberzüge *Navicula sp.*
- f Massenaufreten von pelagischen Mikroalgen
- g Satellitenaufnahme der Poebene mit pelagischer Algenblüte





Gefahren der Eutrophierung

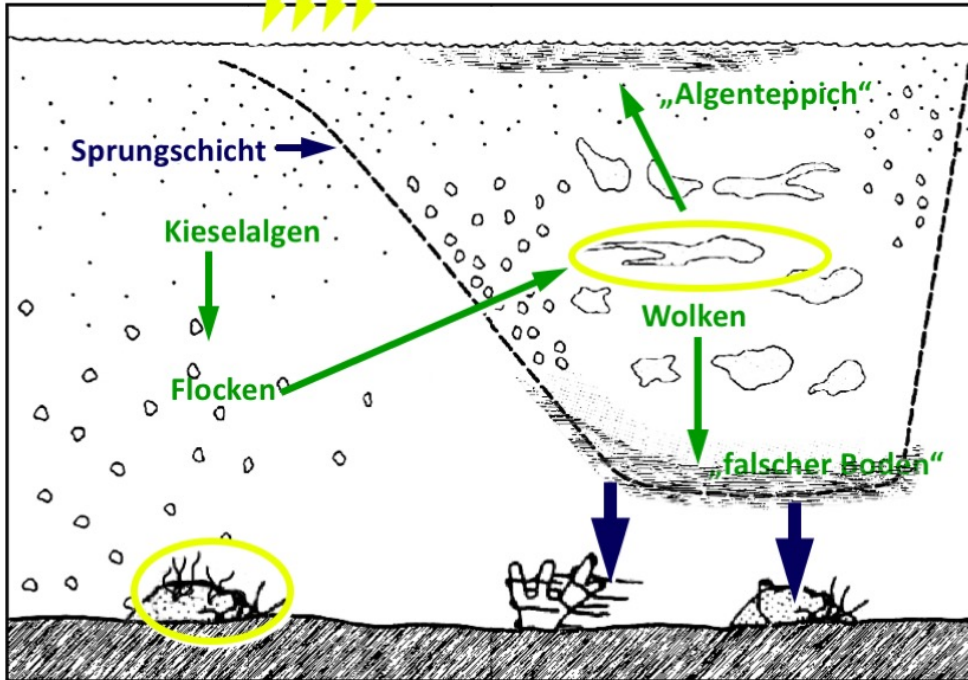
Meeresschnee und Schleimteppiche

Winter

Frühling

Sommer

Herbst



Gefahren der Eutrophierung

Meeresschnee und Schleimteppiche







Gefahren der Eutrophierung

Meeresschnee und Schleimteppiche



Schleichende Veränderungen an den Küsten

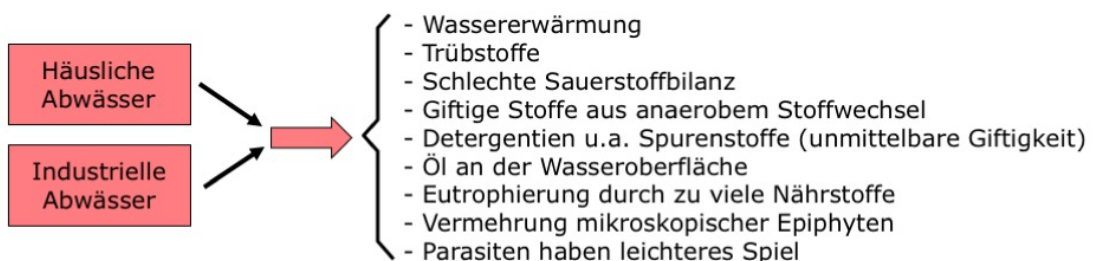
Verarmung der Tier- und Pflanzenwelt

Weltweit beobachtet man überall in der Nähe von Küstenstädten eine **Verarmung der Tier- und Pflanzenwelt**, am augenfälligsten in der Gezeitenzone oder im Flachwasser.

Meist verschwinden die Tange (z.b. *Cystoseira sp.*) aus der Nähe der Ortschaften; es breiten sich andere Algen dafür aus: *Cladophora*, *Enteromorpha* und Blaualgen.

Im Mittelmeer ist das Seegras *Posidonia* in der Nähe vieler Ortschaften verschwunden, stattdessen haben sich die Algen *Ulva* und *Halopteris* vermehrt. Auch in der Bodenfauna sind Veränderungen geschehen.

Die Einleitung von häuslichen und industriellen Abwässern Kann vielfältige Wirkungen haben:





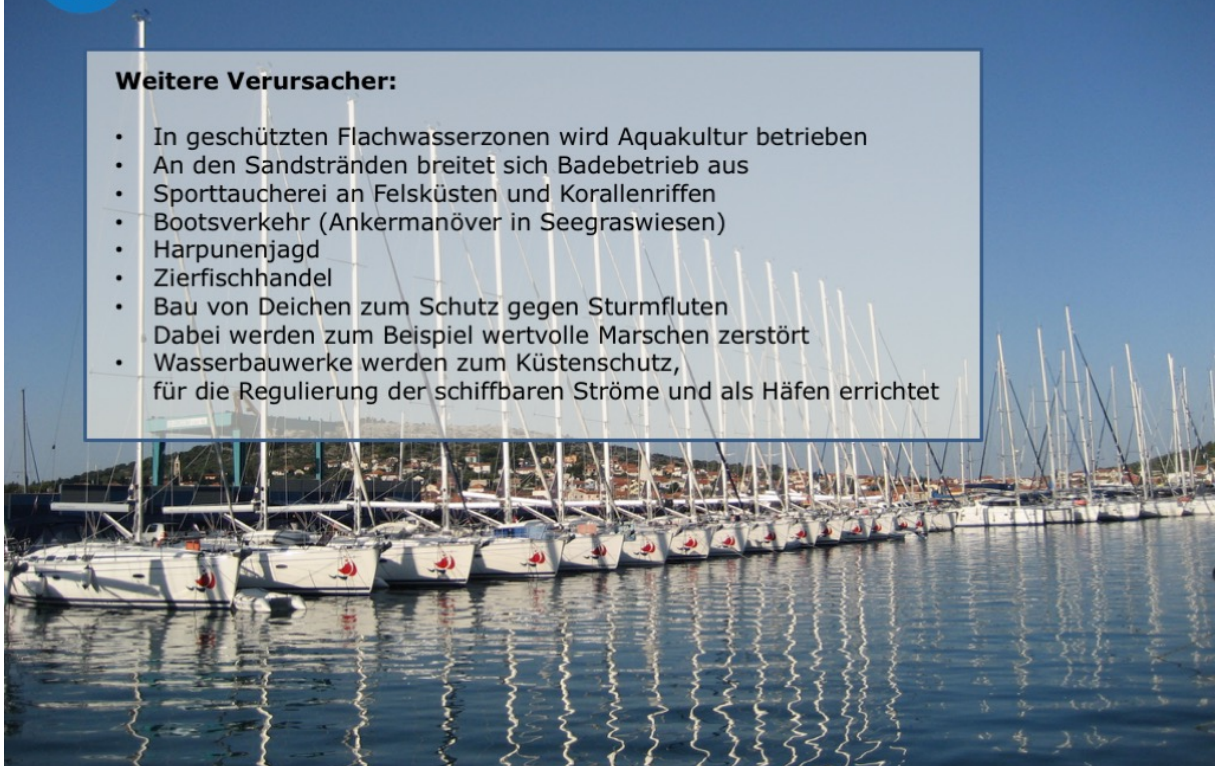


Schleichende Veränderungen an den Küsten

Verarmung der Tier- und Pflanzenwelt

**Weitere Verursacher:**

- In geschützten Flachwasserzonen wird Aquakultur betrieben
- An den Sandstränden breitet sich Badebetrieb aus
- Sporttaucherei an Felsküsten und Korallenriffen
- Bootsverkehr (Ankermanöver in Seegraswiesen)
- Harpunenjagd
- Zierfischhandel
- Bau von Deichen zum Schutz gegen Sturmfluten  
Dabei werden zum Beispiel wertvolle Marschen zerstört
- Wasserbauwerke werden zum Küstenschutz,  
für die Regulierung der schiffbaren Ströme und als Häfen errichtet



Schleichende Veränderungen an den Küsten

Verarmung der Tier- und Pflanzenwelt

An den Adriaküsten vermehrt sich der Seeigel *Paracentrotus lividus* (Steinseeigel)  
Die Folgen sind ein „**destruktiver Kahlfraß**“

**Mögliche Ursachen:**

- Eutrophierung
- Überfischung
- Illegaler Abbau von Bohrmuscheln (*Lithophaga lithophaga*)  
u.a.







Schleichende Veränderungen an den Küsten



Erhöhte Küstenerosion und Verlust von Lebensräumen durch Abbau von Sand

FILM: „Der Sandraub“



Schleichende Veränderungen an den Küsten

FILM: „Der Sandraub“



Sand in unserem Alltag: Glas, Siliziumdioxid, Waschmittel, Papier, getrocknete Nahrungsmittels, Kosmetika, Haarspray, Zahnpasta



Computerchips, Elektronik, Kreditkarten, Handys



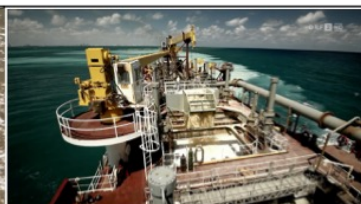
Die Bauwirtschaft. Seit 150 Jahren wird Sand mit Zement zu Beton vermischt. Niedrige Produktionskosten + perfekte technische Eigenschaften



Beton ist das weltweit meistbenutzte Material. 200t Sand für ein Haus mittlerer Größe. Mindestens 30.000t Sand pro km Autobahn



Weltweiter Sandverbrauch beträgt über 15 Miard. Tonnen pro Jahr. Sand ist nach Luft und Wasser das meistverbrauchtete Wirtschaftsgut der Welt



Alle leicht und kostengünstig abbaubare Ressourcen sind bereits erschöpft. Daher haben wir begonnen Sand aus Flüssen und Meeres auszubaggern





Schleichende Veränderungen an den Küsten

FILM: „Der Sandraub“



Ein Großteil kommt vom Meeresgrund. Ein Schwimmbagger pumpt bis zu 400.000m<sup>3</sup> pro Tag. Ein Schwimmbagger kostet 20-50 Mio Euro



Das ist nur möglich, da Sand kostenlos ist. Sandverbrauch zur Landgewinnung durch Aufschüttung. Das Projekt „The Palm“ in Dubai. 150 Mio t Sand dazu benötigt



Wüstensand ist unbrauchbar weil die Körner durch den Wind rundgeschliffen sind. Nur Meeressand ist durch seine Kantigkeit brauchbar



Sand ist keine nachwachsende Ressource. Das weltweite Handelsvolumen liegt bei 70 Miard Dollar pro Jahr. Singapur hat durch Aufschüttung 130km<sup>2</sup> Land gewonnen



Der illegale Sandhandel wächst. Der Schwarzmarkt blüht.

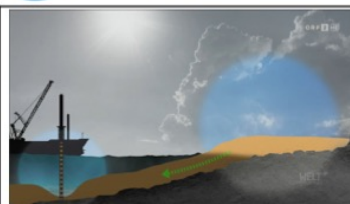


Die Nebenwirkungen des Unterwasserabbaus betreffen wertvolle Lebensräume. Hunderttausende Jahre alte Sandgemeinschaften werden zerstört.

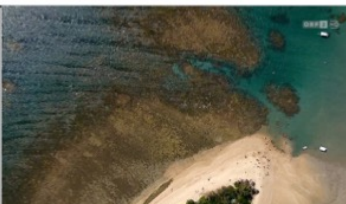


Schleichende Veränderungen an den Küsten

FILM: „Der Sandraub“



Der Sandabbau vernichtet Korallenriffe, Fischreichtum und lässt vor allem im indonesischen Raum ganze Inseln verschwinden



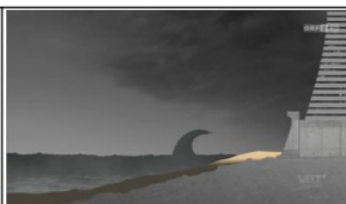
25 indonesische Inseln sind bereits von der Weltkarte verschwunden.



An der Marokkanischen Küste betreibt die Mafia Raubbau. 45% des Sandes an Marokkanischen Baustellen wurden illegal am Strand abgebaut



Der ungebremste Sandabbau lässt Küstenlandschaften verschwinden. Weltweit befinden sich 75-90% der Strände auf dem Rückzug



Sandstrände können durch den Verbau von Küsten in den Winterstürmen nicht mehr ausweichen und werden dann ins Meer gespült.



Die Hälfte der Weltbevölkerung lebt an Meeresküsten. Jeder dritte Tourist weltweit verbringt seinen Urlaub am Strand.



Schleichende Veränderungen an den Küsten

FILM: „Der Sandraub“



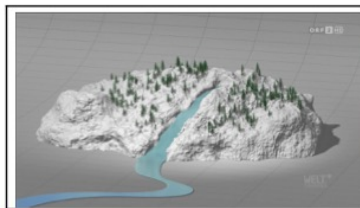
In Staaten wie Florida hängt die Hälfte des Bruttoinlandsproduktes direkt von den Stränden ab. Sand wird von einem Schwimmbagger vor der Küste direkt an den Strand gepumpt



Diese „Sandvorspülung“ vernichtet Lebensräume, kostet zig Millionen Dollar. Nach 1-2 Jahren hat das Meer den Sand wieder abgetragen. Zur Freude der Aufschüttungsfirmen



Deiche, Wellenbrecher und andere Brandungsschutzmaßnahmen nützen nur der Bauwirtschaft. Meeresküsten lassen sich nicht zähmen. Der Sand als wichtige Barriere fehlt.



Sand kommt aus den Bergen im Hinterland. Durch Erosion wird Gestein zu Sand umgewandelt und über die Flüsse bis zu den Küsten transportiert



Es braucht viele tausend Jahre bis ein Sandkorn entsteht und das Meer erreicht. Die Reise steckt aber voller Hindernisse.

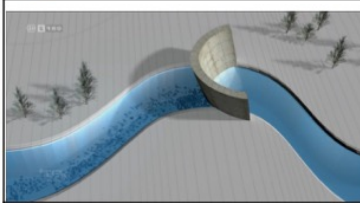


Seit 1976 wurde in Amerika ein Staudamm pro Tag errichtet (gesamt 80.000 Staudämme). Weltweit gibt es 845.000 Dämme

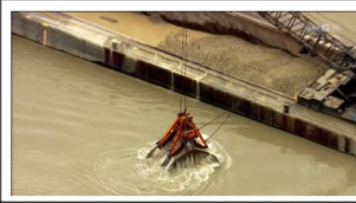


Schleichende Veränderungen an den Küsten

FILM: „Der Sandraub“



Ein Viertel der weltweiten Sandreserven ist durch Staudämme gefangen



Flussabwärts geratet der Sand in eine weitere Falle. Flüsse werden ausgebaggert (oft illegal): 50% des Sandes der Erde gelangen daher gar nie ins Meer



Häuser müssen aus recycelten Materialien gebaut werden. Glas wird aus Sand hergestellt und könnte wieder zu Sand zurückverwandelt werden.



Altglassand wäre eine Alternative zu natürlichem Sand für die Betonherstellung. Er ist aber teurer, da natürlicher Sand noch immer weitgehend kostenlos ist.

Zusammen mit dem vorhergesagten Anstieg des Meeresspiegels bildet das Verschwinden der Sandstrände eine ökologische Zeitbombe





## Zusammensetzung des Mülls

## Strandgut – Einst &amp; Jetzt:

- ➔ Vor 2000 J. (Aristoteles)  
Palmwedel, Seetang, Samen, Schiffsplanken,  
Sohle eines Lederschuhs, verwestes Seil
- ➔ Vor 100 J.  
Gleiche Abfälle nur größeren Mengen +  
Fetzen v. Fischernetzen, Stücke v. Hanfseilen,  
vom Sturm zerschmetterte hölzerne Bootssparren  
Neu dazugekommen:  
Netzschwimmer aus Glas, Fassdauben, Haufen aus  
verrottendem organischem Abfall, den die Flüsse ins  
Meer getragen haben
- ➔ Heute:  
Palette aus Plastikteilen (Kunststoff : restl. Abfall = zw. 2:1 und 9:1)



## Zusammensetzung des Mülls

## Die „Top Ten“ Fundstücke:

- 18% Zigarettenstummel
- 15% Lebensmittelverpackungen
- 8% PET-Getränkeflaschen
- 7% Deckel & Verschlüsse
- 7% Plastiksackerln
- 5% Trinkhalme & Rührstäbchen
- 4% Glasflaschen
- 3% Papiersackerln
- 3% Getränkedosen





Müll auf Abwegen

- Die Wege des Mülls:
- Mehr als 6,4 Mio t Abfälle gelangen jährlich in die Ozeane
  - 80% dieser Abfälle stammen vom Land
  - Der größte Teil des Mülls sinkt auf den Meeresboden
  - 15% des Mülls treiben auf der Oberfläche
  - 15% stranden irgendwann an den Küsten



Müll auf Abwegen

Die jährliche Produktion und der Konsum von Plastik sind von **1,5 Mio Tonnen im Jahr 1950** auf **230 Mio Tonnen im Jahr 2009** angestiegen

Ganze **90%** des Schwemmguts ist Plastik

Über **6 Mio Tonnen Müll** gelangen schätzungsweise jährlich in die Meere





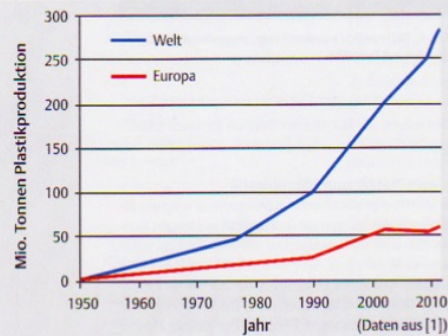
Das „Plastikzeitalter“

**Kunststoffe:** unbegrenzte Möglichkeiten – fantastische Eigenschaften

**Produktion:**

- Rohstoff: Erdöl, Kohle (2009: 8% d. weltweiten Ölproduktion als Rohstoff od. Energiequelle)
- Zusammensetzung: Grundgerüst C-Ketten  
+ veränderliche Anteile an H,O,Cl,S,N
- Typen: - 15.000 Varianten; 25.000 Handelsnamen
  - 75%: Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol, Polyester, PVC
  - Verpackungen, Konsumartikel, Bauwesen, Automobilherstellung, Elektronik
- Umfang: > 300 Mio t / Jahr  
Produktionskurve steigt derzeit um 9% pro Jahr  
8.000 kg Kunststoffe werden weltweit pro Sekunde produziert

ABB. 3 | PLASTIKPRODUKTION 1950-2011



Das „Plastikzeitalter“

**Kunststoffe:** unbegrenzte Möglichkeiten – fantastische Eigenschaften

**Eigenschaften:**

- leicht
- billig
- stabil
- thermisch & elektrisch isolierend
- formbar

**Problem:**

- ➔ Was **dauerhaft** ist, ist auch über den Zeitraum der Nutzung hinaus in der Umwelt stabil
- ➔ Was **billig** ist, läuft Gefahr, nach einmaligem Gebrauch entsorgt zu werden
- ➔ Was **leicht** ist, wird mit dem Wind verweht, es schwimmt und wird mit dem Wasser auch in entfernte Regionen verdriftet



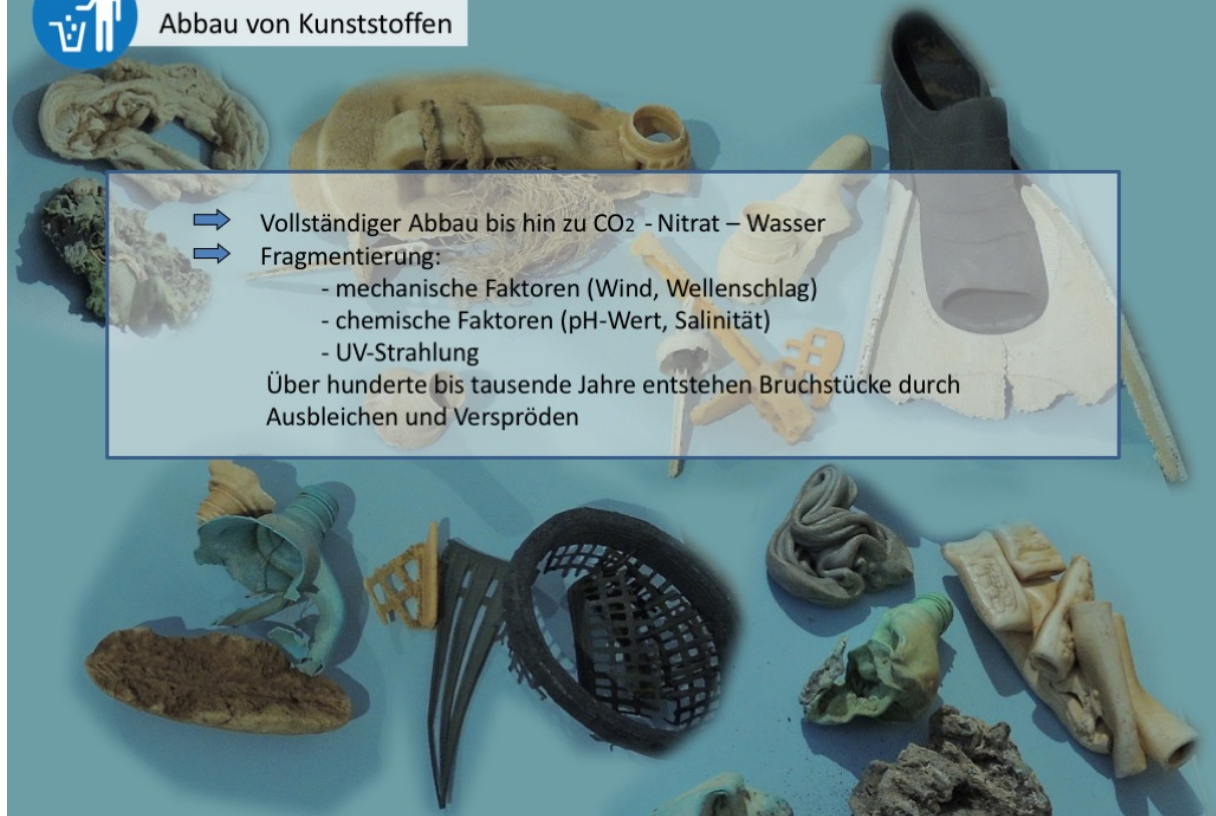


# WIE LANGE BLEIBT DER ABFALL?

Geschätzte Abbaueiten von häufigem Schwemmgut



## Abbau von Kunststoffen



- ➔ Vollständiger Abbau bis hin zu CO<sub>2</sub> - Nitrat - Wasser
  - ➔ Fragmentierung:
    - mechanische Faktoren (Wind, Wellenschlag)
    - chemische Faktoren (pH-Wert, Salinität)
    - UV-Strahlung
- Über hunderte bis tausende Jahre entstehen Bruchstücke durch Ausbleichen und Verspröden





Auswirkungen des Mülls auf die Lebewelt

95% verendeter Eissturmvögel haben Plastik in ihren Mägen

Nach Schätzungen sterben jährlich zwischen 50.000 und 90.000 Seebären weil sie sich in Meeresmüll verfangen

Ganze 70% des Mülls landen am Meeresgrund



Von über 260 Tierarten ist bekannt, dass sie sich in Müll verfangen oder diesen fressen



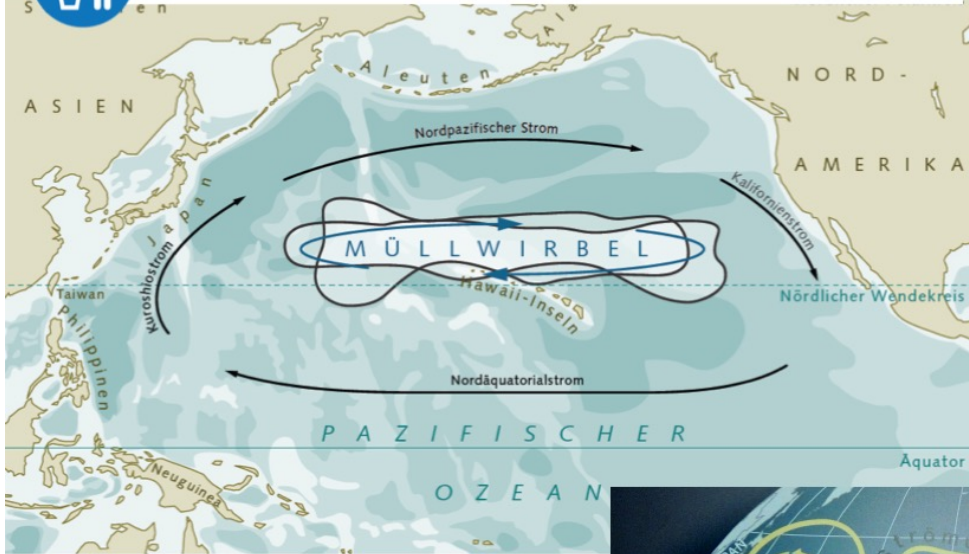
Plastikteile im Wasser

- ➔ Eintrag in Meer: 1) direkt (Schiffe, Fischerei)  
2) indirekt (Flüsse)
  - ➔ 80% des Mülls in aquatischen Ökosystemen sind Plastikabfälle
  - ➔ In Abhängigkeit von seiner Dichte und seines Zerfallstadiums:
    - 1) schwimmt
    - 2) schwebt
    - 3) sinkt
- Plastik im Meerwasser
- ➔ Ca. die Hälfte der Plastikteile ist dichter als Meerwasser und sinkt mit unterschiedlicher Geschwindigkeit ab. Schwerer wird Plastik wenn es durch Organismen besiedelt wird. In manchen Teilen Europas werden 1 Stück Kunststoff pro m<sup>2</sup> Meeresboden gefunden





Plastikteile im Wasser: Meereswirbel & Müllverteilung im Meer



4.12 > Im Great Pacific Garbage Patch zwischen Hawaii und Nordamerika kreisen Unmengen von Müll. Viele Plastikteile trieben Tausende von Kilometern über das Meer, ehe sie vom Wasserwirbel eingefangen wurden.

Video:  
Müllstrudel im Pazifik



Mikroplastik

Es gibt kaum Untersuchungen aber man findet bereits in allen Meeressedimenten Mikroplastik



- ➔ „primäres Mikroplastik“: *microbeads* (aus Kosmetika)  
*resin pellets* (aus der Kunststoffproduktion)
- ➔ „sekundäres Mikroplastik“: Durch Verwitterung von Plastikteilen





## Mikroplastik



## Auswirkungen auf die Lebewelt

- ➔ **Verletzungen:**
  - Scharfe Kanten → Schleimhäute, Kiemen, Magen-Darmtrakt
  - Verheddern:
    - Verlorene Fischernetze und Angelschnüre werden zu tödlichen Fallen für Meerestiere („ghost fishing“)
- ➔ **Vergiftungen:**
  - Anreicherung v. Giftstoffen:
    - Auf der Oberfläche von Plastikteilchen (v.a. Mikroplastik) reichern sich Giftstoffe mit einer Konzentration von mehr als 1 Mio mal höher an als im umgebenden Meerwasser. (z.B. PCB's & Quecksilber)
  - Abgabe von Giftstoffen:
    - Zusatzstoffe, die bei der Produktion den Kunststoffen beigemischt wurden (Weichmacher, Flammschutzmittel, Farbstoffe etc.), entweichen entweder bei der Verwitterung oder im Milieu des Verdauungstraktes.
    - Mögliche Folgen: Fortpflanzungsstörungen; Störungen des Hormonhaushaltes; Entstehung von Tumoren; Mutagene Wirkung; Immundefekte
- ➔ **Verhungern:**
  - Unverdauliche Stücke, die nicht ausgeschieden werden können
  - Negative Energiebilanz durch wiederholtes Fressen und Ausscheiden von unverdaulichem Material

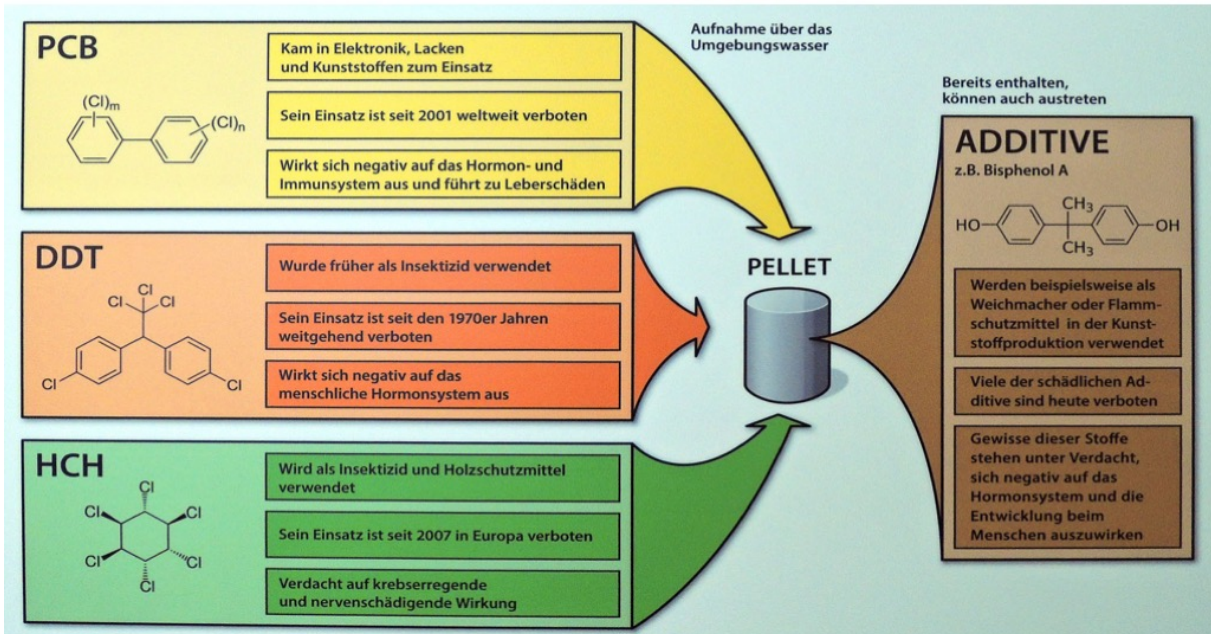




Auswirkungen auf die Lebewelt - Vergiftungen

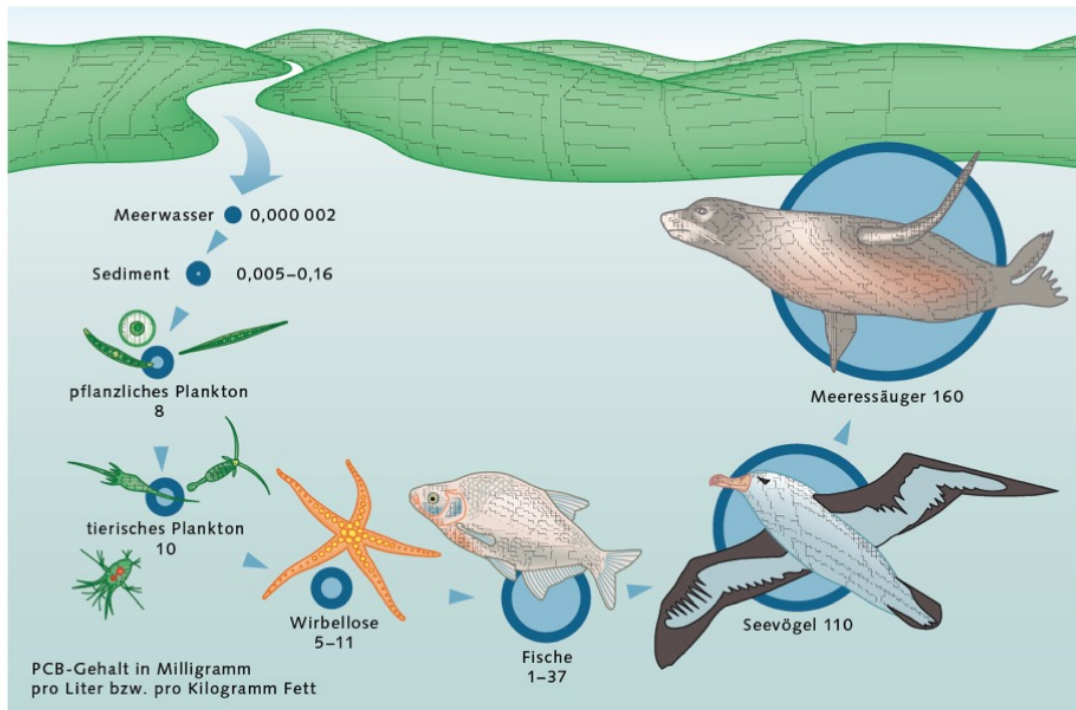
**POP's – Persistent Organic Pollutants (langlebige organische Schadstoff)**

- reichern sich auf Plastik an
- werden künstlich hergestellt
- kaum wasser- aber gut fettlöslich
- akkumulieren im Fettgewebe von Lebewesen
- reichern sich in der Nahrungskette an



Auswirkungen auf die Lebewelt - Vergiftungen

**Bioakkumulation von POP's in der Nahrungskette (am Beispiel von PCB)**







Auswirkungen auf die Lebewelt - Vergiftungen

Ein neues Sorgenkind: Polyfluorierte Verbindungen **PFCS**

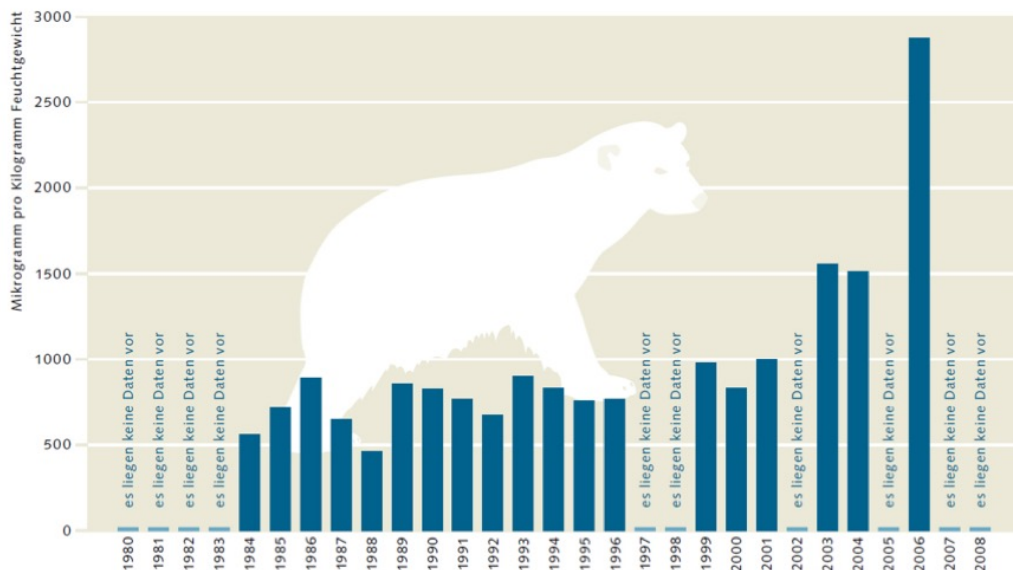
- Vor 20 Jahren erstmals in der Umwelt nachgewiesen
- Seit mehr als 50 Jahren im Umlauf:
  - > als Fluorpolymere in der Textilindustrie (z.B. Atmungsaktive Membranen für Outdoorjacken)
  - > schmutz- fett- und wasserabweisende Papiere (z.B. Fast-Food-Verpackungen)
  - > Imprägnierung von Möbel, Teppichen und Bekleidung
  - > Antihafbeschichtung von Kochgeschirr (Teflonpfannen)
  - > derzeit kennt man mehr als 350 polyfluorierte Verbindungen
  - > Perfluorooctansulfonat (**PFOS**) wurde kürzlich in die Liste der POP's aufgenommen und soll weltweit verboten werden. Nach Tierversuchen steht die Substanz unter Verdacht, leberschädigend, krebserregend und schädigend für die Nachkommenschaft zu sein.
- PFCS kommen in der Natur normalerweise nicht vor. Mittlerweile sind sie aber nachweisbar in:
  - > Wasser, Boden, Luft und in Lebewesen weltweit
  - > erhebliche Belastungen von Lebensmitteln, menschl. Blut & Muttermilch
  - > vergleichsweise hohe Konzentrationen in Fischen, Robben, Seevögeln, Eisbären u.a.
- Im Vergleich zu anderen umweltrelevanten POPs (wie z.B. PCB's) weisen PFCS beachtlich hohe Werte auf:
  - > menschliches Blut 20- bis 50-fach höher als PCB (gemessen in 1994-2000)
  - > und circa 300- bis 450-fach höher als Hexachlorbenzol



Auswirkungen auf die Lebewelt - Vergiftungen

Bioakkumulation von PFOS in der Nahrungskette (am Beispiel des arktischen Eisbären)

4.8 > In den vergangenen Jahren haben die PFOS-Konzentrationen in den Lebern ostgrönländischer Eisbären deutlich zugenommen. Die Messwerte wurden aus tiefgefrorenen Leberproben gewonnen.

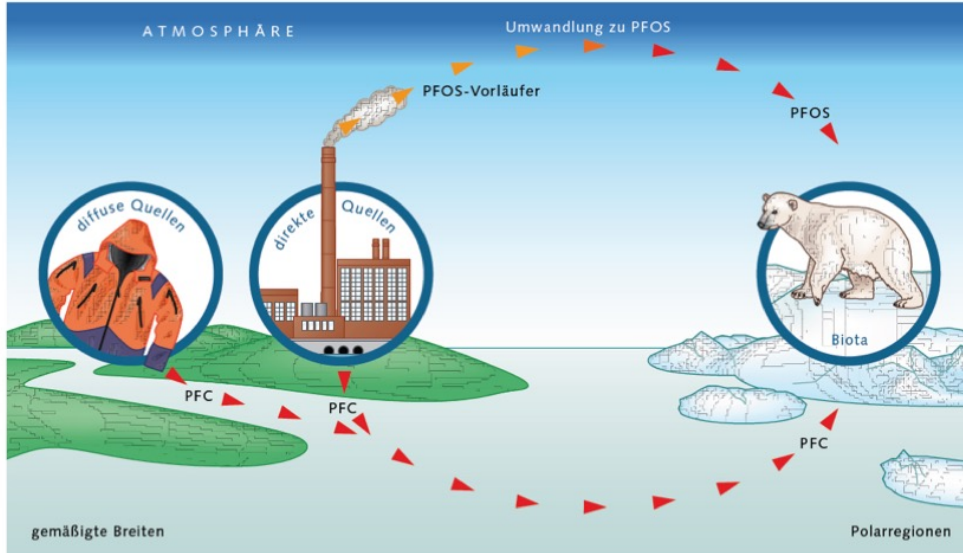






Auswirkungen auf die Lebewelt - Vergiftungen

Globale Verbreitung von PFC's über Luft und Wasser



4.9 > PFCs können entweder in Gewässern oder in der Luft über große Entfernungen transportiert werden. So gelangen sie beispielsweise auf direktem Weg über Abwasser in die Flüsse und schließlich ins Meer. Sie können aber auch indirekt über die Atmosphäre transportiert werden. So entweichen beispielsweise flüchtige PFOS-Vorläufer in die Luft, werden hier zu PFOS umgewandelt und kommen in Niederschlägen oder im Staub an anderer Stelle wieder zurück auf die Erdoberfläche.



Auswirkungen auf die Lebewelt:

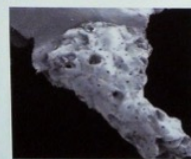
„hitch-hiking“  
Invasive Arten reisen auf Plastikmüll



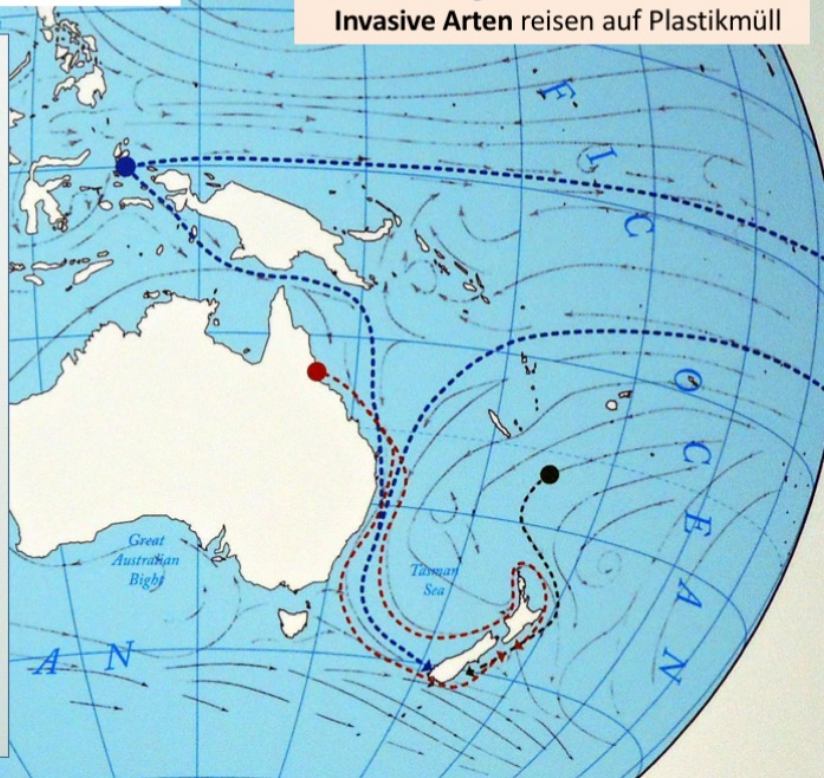
*Lopho cristagalli*  
Die im Indo-Pazifik heimische Hahnenkamm-auster wurde an der südwestlichen Küste Neuseelands gefunden.



*Membranipora tuberculata*  
Das australische Moostierchen auf einem Plastikpellet muss durch die Tasmanische See gereist sein.



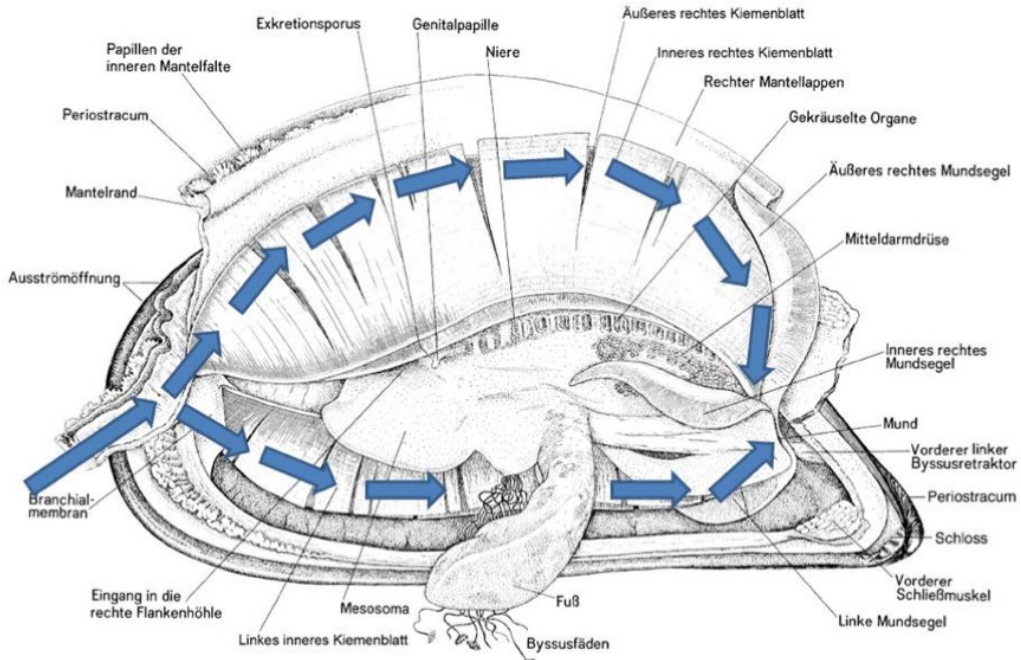
*Galeopsis mimicus*  
Dieses südöstlich vor Neuseeland gefundene Moostierchen stammt weiter aus dem Norden.





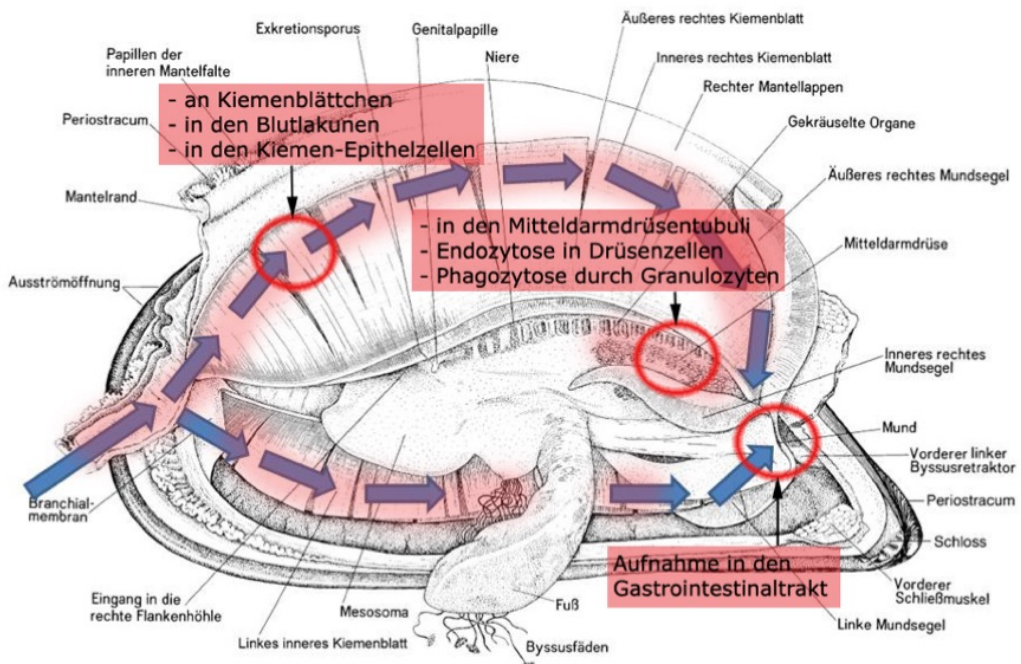


Auswirkungen auf die Lebewelt: Aufnahme von Mikroplastik durch **Suspensionsfresser**



Auswirkungen auf die Lebewelt: Aufnahme von Mikroplastik durch **Suspensionsfresser**

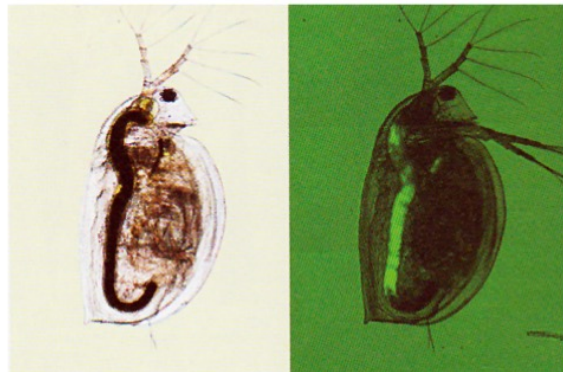
Transport & Aufnahme von Mikroplastik-Partikeln über die Kiemen der Miesmuschel







## Auswirkungen auf die Lebewelt: Fressen von Mikroplastik



- ➔ Im Großen Pazifikwirbel hatten ein Drittel der untersuchten **plantivoren Fische** Plastik im Darm
- ➔ 8 von 14 untersuchten Fischarten vor den Küsten Neuenglands nahmen mit der Nahrung Polystyrolkügelchen auf
- ➔ **Zooplankton** nimmt Mikroplastik auf (Copepoden, Chaetognathen, Salpen, Fischlarven)
- ➔ Experimente mit **Daphnien und Paramecien**: Polystyrolpartikel mit 1µm wurden in Verdauungsvakuolen und Darmtrakt aufgenommen



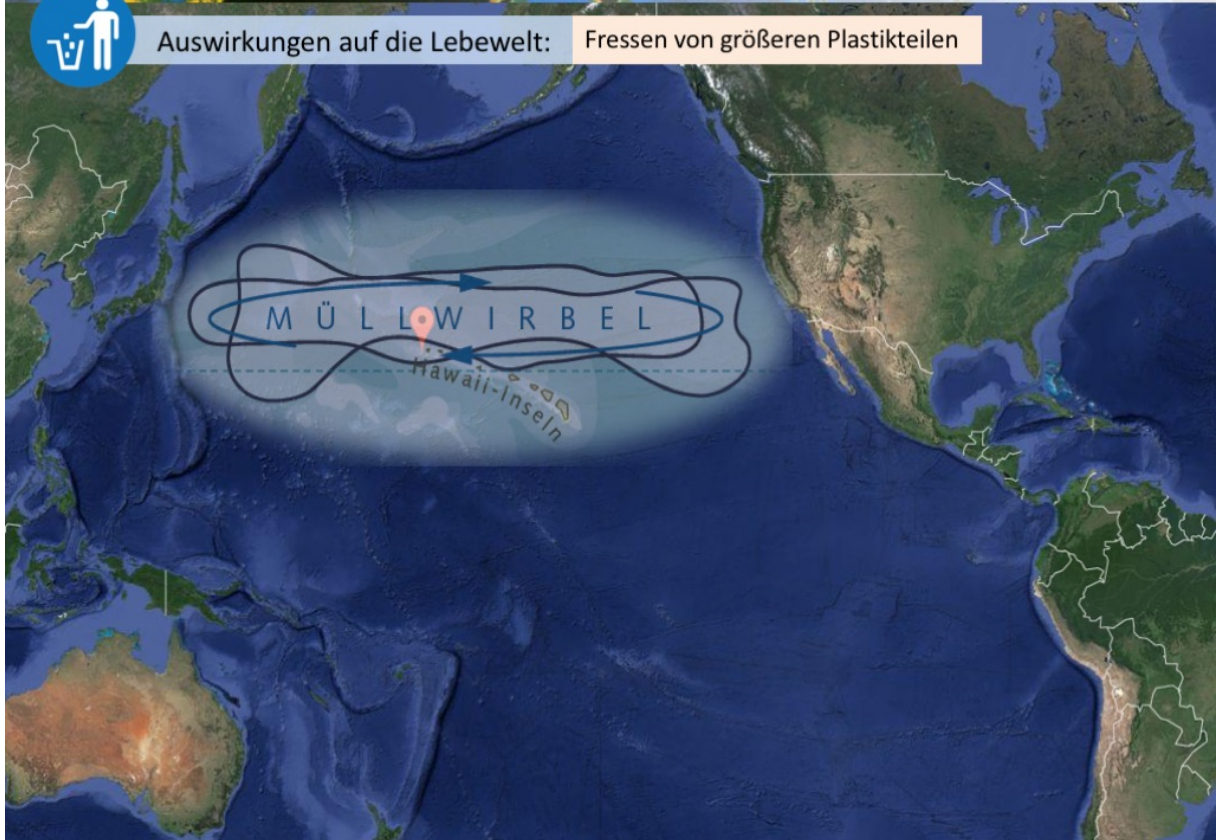
## Auswirkungen auf die Lebewelt: Fressen von größeren Plastikteilen

- ➔ Von mindestens **44% der marinen Vogelarten** ist bekannt, dass sie Plastikteile verschlucken
- ➔ **19 von 20 toten Vögeln** am Strand der Nordsee haben Kunststoffe im Magen
- ➔ In **95% der Mägen von Eissturmvögeln** der südlichen Nordsee fand man durchschnittlich 35 Plastikteile
- ➔ Drei Viertel des Plastiks im Magen eines Eissturmvogels wird zermahlen und an einem anderen Ort wieder ausgeschieden. Auf diese Weise werden weltweit hunderte von Tonnen Plastik durch die Vögel umverteilt und **zu Mikroplastik verarbeitet**
- ➔ Zwei gestrandete, tote **Pottwale** hatten über 100kg Plastik im Magen. Fischernetze, Angelleinen und Plastiktüten, die zum Teil über 20 Jahre alt waren
- ➔ **Tiefseefische** der Subantarktis fressen Plastik. In den Exkrementen der Pelzrobben, die sich von diesen Tiefseefischen ernähren fand man Plastikstücke





Auswirkungen auf die Lebewelt: Fressen von größeren Plastikteilen



Auswirkungen auf die Lebewelt: Fressen von größeren Plastikteilen



- ➔ Wenn das Fleisch der verhungerten Küken verweset, bleiben Haufen von Angelleinen, Golfbällen, Kugelschreibern, Flaschenverschlüssen und anderen Bruchstücken
- ➔ Im Körper mancher Jungvögel fand man **mehr als 500 Plastikgegenstände**
- ➔ Schon 1965 enthielten drei Viertel der tot aufgefundenen Laysanalabtrosküken Kunststoffe
- ➔ Wahrscheinlich fliegen die Albatrosse gezielt Regionen mit der höchsten Mülldichte an, weil sie diese für eine reichhaltige Nahrungsquelle halten





Auswirkungen auf die Lebewelt: Fressen von größeren Plastikteilen - Geisternetze



Auswirkungen auf die Lebewelt: Verheddern im Müll

