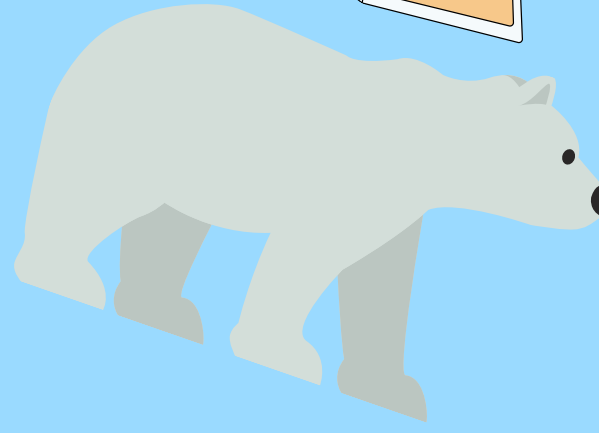
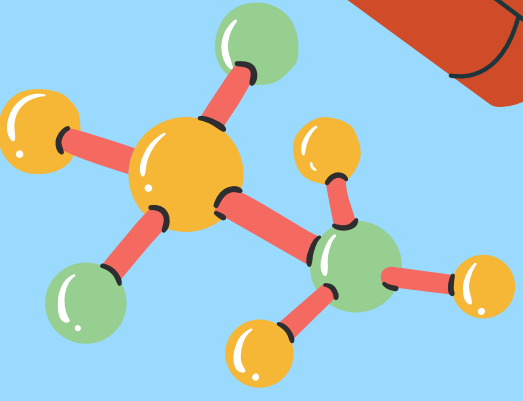


Carlotta Meyer-Hamme  
Dayana Lusina



Das Buch für

„Der Dialog  
mit der  
Arktis“



junge

Interessierte



# Vorwort

Hallo,

wir sind Carlotta und Dayana und Schülerinnen des Gymnasiums Allee. Im Zuge des Forschenden Lernens im Fachbereich Geographie und Chemie, entwickelten wir dieses Buch.

Während des Projektes ist uns noch bewusster geworden, wie wichtig es ist sich mit dem anthropogenem Klimawandel zu beschäftigen, denn er betrifft uns alle und ist brennend aktuell. Uns ist jedoch auch bewusst geworden, dass nicht alle über den anthropogenen Klimawandel und die Auswirkungen auf das Leben auf der Erde, Bescheid wissen.

Wir hoffen also, dass du nach diesem Buch ein wenig mehr über den Klimawandel weißt. Und damit ihr nicht ganz ohne Vorwissen startet, hier ein paar Fakten über die Arktis:

- Als Arktis bezeichnet man die Erdregion um den Nordpol
- Von Oktober bis März herrscht am Nordpol völlige Dunkelheit
- Im Zentrum der Arktis liegt ein ganzjährig zugefrorenes Meer: der Arktische Ozean
- In der Arktis ist es zwar kalt, aber nie so kalt wie am Südpol, der Antarktis. Der Ozean unter dem arktischen Eis ist nie kälter als minus zwei Grad Celsius.
- Im Sommer beträgt die Durchschnittstemperatur am Nordpol rund null Grad Celsius, im Winter minus vierzig Grad Celsius

Und jetzt, los geht's!



# Hallo Arktis!

Tim: Hallo Arktis, du siehst aber fertig aus.

Arktis: Ach Hallo! Ja, mir ist ziemlich heiß!

Tim: Wieso denn, es ist doch total super, je wärmer-desto besser!

Arktis: Wenn du wüsstest was dann passiert! Der anthropogene Klimawandel macht mir zu schaffen...

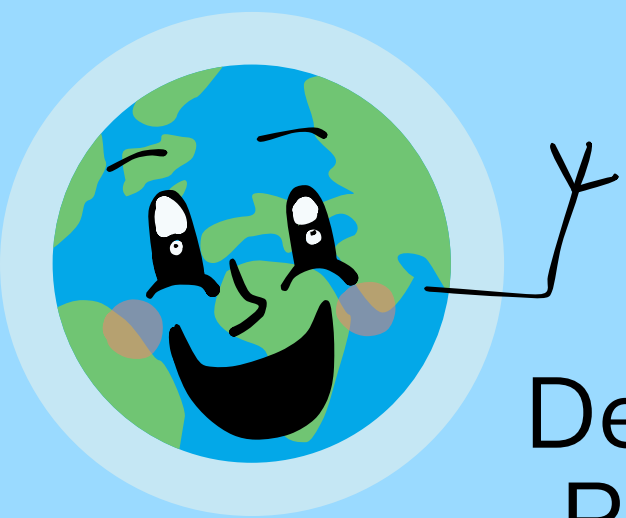
Tim: Was meinst du damit?

Arktis: Das ist ein großes Thema, aber fangen wir mal damit an, was der Klimawandel überhaupt ist. Dazu kann die Erde ein wenig erzählen!

Erde: Oh ja! Hallo an alle! Dann fangen wir mal an...



# Der Klimawandel



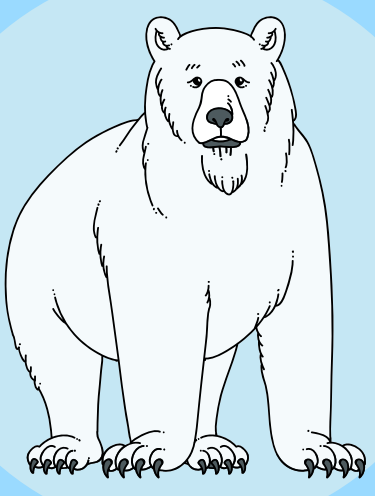
Der Klimawandel ist eine heikle Sache... Im Prinzip gibt es ihn schon mein ganzes Leben lang. Er macht sich dadurch bemerkbar, dass es eine Zeit lang richtig warm oder richtig kalt ist, also durch Wärme- und Kälteperioden. Diese werden innerhalb von 30 Jahren gemessen. Die Folgen des Klimawandels sind extrem, das Eis schmilzt, es wird immer wärmer, Seen trocknen aus, Stürme werden stärker - sozusagen verwüstet er mich. Aber wer treibt ihn voran? Das tun Menschen durch ihre kapitalistischen Lebensweisen, aber vor allem (Groß-) Konzerne. Je mehr Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen, desto stärker wird der Treibhauseffekt und damit der Klimawandel. Treibhausgase sind Gase, die aus drei oder mehr Atomen bestehen und durch ihre Konstellation anfangen zu schwingen. Die Lichtstrahlen werden reflektiert, in Wärmestrahlen umgewandelt und lassen es somit auf der Erde immer heißer werden. Zu den Treibhausgasen gehören: Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas, Wasserdampf und Ozon. Diese Gase setzen wir unter anderem durch Verbrennung frei, d.h. durch Waldbrände, durch Industrien, durch Flugzeuge, Autos & Co. Der Klimawandel ist zu komplex, um ihn dir an der ganzen Erde, also an mir zu zeigen, deswegen lass uns doch eine Region ganz genau unter die Lupe nehmen... Ich glaube die Arktis kann uns ihr Leben unter dem anthropogenen (also menschengemachten) Klimawandel zeigen!

Arktis: Ja, total gerne! Welche Fragen hast du denn an mich?

Tim: Mich würde richtig doll interessieren wie die Tiere damit umgehen. Also, ob Tiere gefährdet sind und wenn ja, wie und welche?

Arktis: Ja, tolle Frage, lass uns doch die Tiere gleich selbst befragen.





# Tiere

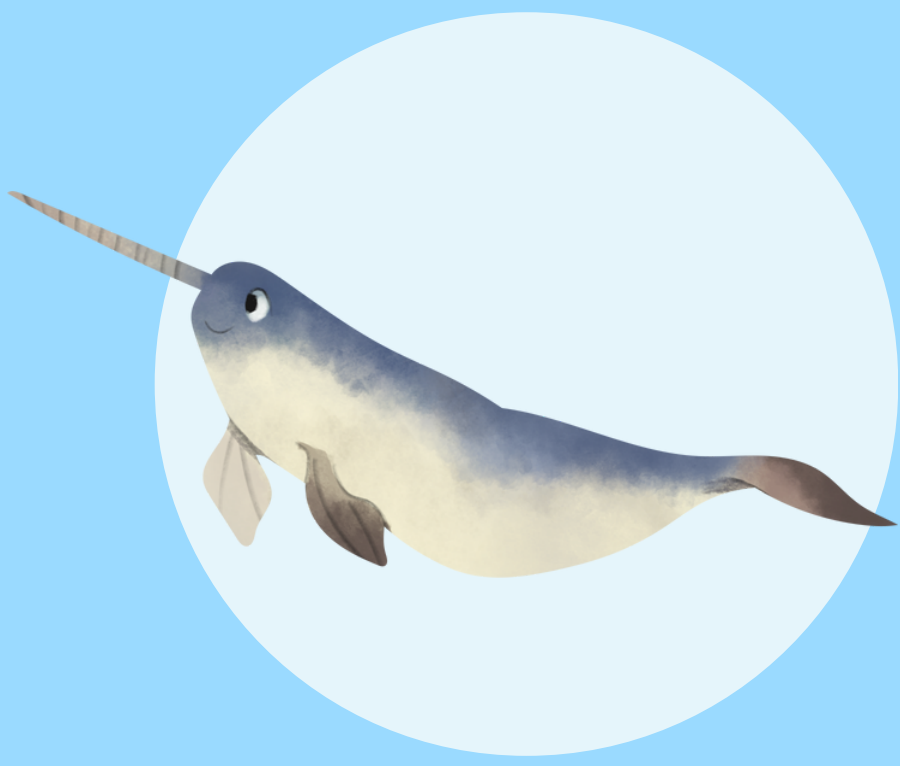
Hallo, ich bin der Eisbär! Ich bin eines der größten Raubtiere an Land und wiege bis zu 700 Kg. Auf das Meereis in der Arktis bin ich angewiesen, vor allem wenn ich Ausschau nach Robben halte. Und wenn ich das nicht mehr machen kann, muss ich immer mehr auf dem Land jagen und gerate somit in Menschensiedlungen - das kann auch schlecht ausgehen...Wir müssen dann auf Müllhalden rumwühlen und in Dörfern nach Essen suchen. Die Menschen verstehen uns nicht und bekommen Angst, ihrer Meinung nach bleibt ihnen nichts anderes übrig als das Gewehr rauszuholen und uns zu ihrem Selbstschutz zu erschießen. Und wenn wir nicht auf Menschen treffen, kommen wir in die Gegend von anderen Bären, meist Braun- und Schwarzbären. Wenn wir dann eine Beute unter uns nicht aufteilen können, steigen wir zu Nahrungskonkurrent\*innen auf, dabei kommt es oft zu Kämpfen. Ganz erschreckend für uns ist die Vorstellung, dass das Packeis ganz verschwindet. Denn dies würde zur Folge haben, dass ein Drittel der weltweiten Eisbärpopulation, bis ungefähr 2050 verschwindet! Wie gesagt, wird der arktische Sommer immer länger und das Meereis immer weniger, ich muss immer öfter ganze Hungerperioden durchstehen, weil meine Jagd davon eingeschränkt wird. Und es kommt noch schlimmer, durch die erhöhte Sterblichkeit der Eisbären kommt es auch zu weniger Nachwuchs.



Na, wie geht es euch? Ich bin das Rentier, die meisten kennen mich aus Weihnachtsfilmen - ich und meine Kolleg\*innen ziehen den Schlitten des Weihnachtsmannes. Auf jeden Fall geht es mir auch nicht so gut, denn auch ich werde vom Klimawandel beeinträchtigt. Ihr mögt doch alle wahrscheinlich nicht so gerne den Regen, da kann ich euch nur zustimmen! Denn, wenn der Regen kommt und die Schneedecke zufriert, komme ich nicht mehr an meine köstlichen Pflanzen und muss weiter auf Nahrungssuche gehen. Und wenn das Frühjahr kommt und die großen sibirischen Flüsse auftauen, bleibt uns nichts anderes übrig, als durch sie zu schwimmen. Das Wasser ist kalt und viele unserer Kälber schaffen den Weg durch die Unterkühlung nicht... Wenn wir endlich aus dem Fluss raus sind und denken, dass wir das Schwierigste hinter uns haben, treffen wir auf unserer Wanderoute auf Pipelines, Bahngleise und Industriegebiete, die uns den Weg deutlich erschweren.



Oh je! Das hört sich ja alles nicht so gut an... Aber wartet, was ich euch über uns Walrosse erzähle! Ich glaube es wurde bereits ziemlich deutlich, dass der Rückzug des Eises gravierende Folgen hat, auch bei mir kommt es zu Schwierigkeiten. Auf der Suche, nach dem jetzt fast schon kostbarem Eis, landen wir immer weiter im Norden, da wo wir uns üblicherweise nicht aufhalten, wo uns niemand kennt und wir dann total verwirrt sind, weil wir nicht wissen wo wir gelandet sind. Unsere Weibchen haben es auch ganz schön schwer, für ihre Geburten brauchen sie Eisschollen, da das Eis aber immer weniger wird, wird es auch schwieriger diese Eisschollen zu finden. Darüberhinaus müssen wir uns durch den Rückzug des Packeises an den nächstliegenden Küsten treffen, weil wir vom Schwimmen auch einmal eine Pause brauchen. Da wir immer sehr viele sind, kann es ganz schön voll werden und dabei kommt es durch Stress- und Fluchtsituationen dazu, dass Jungtiere erdrückt werden.



Hallo an alle, ich bin der Narwal und vertrete heute auch ein paar andere meiner Wal-Freund\*innen. Ich schließe mich euch allen an und erzähle mal meine Geschichte. Der erste Punkt, den ich gerne nennen würde, ist das ich jetzt auf mehr Feinde als früher treffe. Vor den Orcas habe ich ganz schön Angst, aber da das Packeis wegschmilzt, kann ich mich vor ihnen nicht mehr darunter verstecken und somit schützen. Und wo wir schon beim Eisschmelzen sind, je mehr Meereis schmilzt, desto befahrbarer wird die Arktis, dadurch wird nicht nur das Wasser mit (Mikro-)Plastik, Öl und Treibstoffaustritten verschmutzt und wirkt dann gesundheitsschädlich, sondern zusätzlich wird auch unsere Kommunikation behindert. Wir Wale kommunizieren nämlich durch Schall. Der Schiffslärm wirkt im Wasser genauso wie unser Schall, dadurch können wir nicht immer verstehen, was uns welcher Wal mitteilen will. Außerdem sind Schiffe groß sowie massiv und manchmal laufen wir Gefahr mit ihnen zu kollidieren. Auch bei unserer Nahrung ist alles nicht mehr so einfach, wir ernähren uns von Fischen, da sich aber das Wasser erwärmt, ändern Fische ihre Route und es kommt dazu, dass sich unser Nahrungsangebot verändert.

Arktis: Oh nein... es tut mir so leid, dass es euch bei mir so schlecht geht. Ich hoffe irgendwann wird alles wieder gut. Das Schlimmste, meiner Meinung nach ist, dass es noch vielen weiteren Tieren so ergeht, z.B. dem Polarfuchs, der Ringelrobbe, der Schneeammer und vielen Weiteren.

Tim: Ich würde jetzt noch meine Freundin Rocca holen, ich glaube sie hat auch noch eine Frage!

Rocca: Oh ja, hallo! Wie wirkt sich denn der anthropogene Klimawandel in der Arktis auf das Leben der menschlichen Bewohner\*innen aus?



# Die Bewohner\*innen



In der Arktis leben rund 4 Millionen Menschen, von denen etwa 10% zur indigenen Bevölkerung gezählt werden. Insbesondere die indigenen Gemeinschaften ernähren sich von der Jagd und dem Fischfang. Durch das Schmelzen des Meereises ist die Jagd auf Robben, Eisbären oder Walrosse erschwert, was nicht nur die kulturellen Praktiken beeinflusst, sondern auch dafür sorgt, dass die Ernährungssicherheit für viele wegfällt. Doch durch die Veränderungen im Ökosystem wird nicht nur die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln und traditionellen Ressourcen erschwert, das Risiko auf lebensbedrohliche Krankheiten oder Parasiten steigt beachtlich. Außerdem sorgt das Schmelzen des Meereises dafür, dass sich die Risiken von Küstenerosion (allmähliches Abtragen von Küsten) erhöhen. Diese Risiken können dazu führen, dass die Bewohner\*innen an den arktischen Küsten verstärkte Schutzmaßnahmen ergreifen müssen. In einigen Fällen werden aus ganzen Küstengemeinden sogar Klimaflüchtlinge, da das Risiko aufgrund der zunehmenden Erosionen zu hoch ist, um weiterhin vor Ort zu leben, weshalb diese Bewohner\*innen umgesiedelt werden müssen. Diese Umsiedlung bringt verschiedene soziale, wirtschaftliche und kulturelle Herausforderungen mit sich.

Doch von den Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels in der Arktis sind nicht nur die lokalen Bewohner\*innen betroffen. Das Schmelzen des Meereises führt nämlich nicht nur in der Arktis zu einem erhöhten Risiko von Küstenerosion und Überschwemmungen, sondern an Küstengebieten weltweit. Außerdem kann das Schmelzen des Meereises zu veränderten Temperaturverhältnissen in anderen Teilen der Erde führen und somit die Jetstream-Muster (Starkwindband rund um die Erde) beeinflussen, was Auswirkungen auf Wetterextreme in anderen Regionen haben kann.

Arktis: Na, habt ihr das verstanden?

Rocca: Ja! Das hast du super erklärt!

Tim: Das war fantastisch, Arktis!

Arktis: Wollt ihr vielleicht noch einen Freund oder eine Freundin herrufen? Dann haben wir noch viel mehr tolle Fragen!

Tim: Das wäre super!

Rocca: Melanie findet das bestimmt auch ganz interessant, aber bis sie herkommt können wir ja noch eine andere Frage besprechen.

Arktis: Wunderbar! Dann fragt mich mal was!

Tim: Also ich höre ja immer vom Permafrostboden, aber was ist das denn eigentlich?



# Der Permafrostboden



Als Permafrostboden bezeichnet man verschieden große Mengen an Eis, welche gemischt mit Gestein, Sedimenten oder Erde sind. Um Permafrostboden genannt zu werden, muss diese Eisschicht mindestens zwei aufeinanderfolgende Jahre unter Null Grad Celsius gelegen haben. Dieser Permafrostboden lässt sich unter anderem auch in der Arktis finden. Insgesamt nimmt der Permafrostboden 25 % unserer Landfläche auf der Nordhalbkugel ein, seine Tiefe kann bis zu 1500 m betragen. Wenn der Permafrost schmilzt, kann dies, je nach Menge, drei bis neun Zentimeter Meeresspiegelanstieg entsprechen. Außerdem werden dabei gespeicherte Kohlenstoffverbindungen durch Mikroorganismen in Methan, Wasserdampf und Kohlendioxid umgewandelt, was dem Klima schadet. Im Zuge der Erderwärmung, wird der Permafrostboden weiter schmelzen und ca. 50 cm tiefer auftauen. Das hat wiederum Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt, denn diese werden sich komplett umstellen müssen, da sich ihr „Normalverhalten“ wandeln wird. Das bedeutet, dass es in trockenen Gebieten feuchter werden kann und in feuchten Gebieten trockener. Es kann sogar dazu kommen das Seen versickern, da der Permafrost-

boden stark taut und dadurch „undicht“ wird und somit durchlässig wird. Immer wieder zeigen Eisbohrungen, dass sich Erwärmungen des Eises schon in 40 m Tiefe finden lassen. Auch die Eingriffe der Menschen sind teilweise Grund und Folge des Schmelzens des Permafrostbodens. In Sibirien können manche Eisenbahnstrecken nicht mehr befahren werden, da die Schienen in das Eis einsacken, genau das gleiche kann bei den Erdöl-Pipelines in Alaska, Russland und Kanada beobachtet werden. Es wäre sogar möglich, dass Öl ausläuft und die Natur schädigt. Sogar Teile eines Flughafens in Sibirien sind nicht mehr benutzbar und an den Küsten stürzen manche Häuser ins Meer, da diese viel schneller wegschmelzen. Wie man merkt hat dies gefährliche Auswirkungen auf Natur, Tier und Mensch.

Rocca: Wow Arktis, das war so toll!

Arktis: Danke, Rocca.

Melanie: Darf ich jetzt auch eine Frage stellen, ich bin ja endlich angekommen!

Arktis: Natürlich!

Melanie: Also, ihr habt ja jetzt über den Permafrostboden gesprochen, kannst du auch etwas zu den Gletschern erzählen?





# Die Gletscher

Sehr gerne! Vielleicht gucken wir erstmal darauf, was überhaupt Gletscher sind. Ich kann es dir gerne erzählen. Als einen Gletscher bezeichnet man riesige Eismassen in kalten Regionen, die Berge oder ganze Landmassen bedecken. Diese Eismassen bestehen hauptsächlich aus Süßwasser und bleiben das ganze Jahr über gefroren bzw. nur ein kleiner Teil von ihnen taut im Sommer auf, deshalb wird die Schneedecke auch immer dicker. Die Gletscher bei mir und meiner Schwester, der Antarktis auf dem Südpol, können tausende von Metern Dicke erreichen, sie sind meistens in der Form eines Schildes und werden daher auch Eisschild genannt. Unter ihrem eigenen Gewicht fließen sie bergab und das Wasser, welches dabei schmilzt, erleichtert ihnen das Gleiten. Ab und zu fließen auch ein paar Gesteinsbrocken und etwas Sand mit. Wenn ein Gletscher in warme Regionen fließt, schmilzt das Eis, je nach Menge kann es zu einem Bach oder einem Fluss werden. Im Falle, dass es sich in einer Art Mulde/Vertiefung ablagert, wird es zu einem Gletschersee. Die meisten solcher Gletscher gibt es bei mir in Island, der kanadischen Arktis, Spitzbergen und in Grönland. In Island ist die Eiskappe um die 8.100 km<sup>2</sup> groß. Durch den Klimawandel wurde die Eiskappe zwischen 1973 und 2004 um ganze 2 km<sup>2</sup> kleiner. Dann hat sie sich sogar 250 m in Richtung des Ozeans gezogen, doch

auch das hat sich noch im selben Jahr gewandelt und sie hat sich um 3 km in Richtung Land verkürzt. Jetzt befinden sich in der Lagune, die durch den Rückzug entstanden ist, Eisberge. Von den dortigen 40 Gletschern gingen alle bis auf einen zurück und das seit dem Jahr 2000. Die 34 Untersuchungen von 1995 bis 2000 ergaben, dass bei 28 der Untersuchungen ein Rückzug zu sehen war, vier davon Stabilität aufwiesen und sich nur bei zwei der Untersuchungen ein Wachstum ergab. Auf dem kanadisch-arktischen Archipel gibt es die beachtlichsten Eiskappen. Dazu gehören die Penny- und Barneiskappen, die Byloteiskappen und die Devoneiskappen, gemeinsam ergibt ihre Fläche ca. 573.765 km<sup>2</sup>. Doch leider schmelzen sie weg und werden somit kleiner. Die Penny- und Barneiskappen verdünnten sich zwischen 1995 und 2000 jährlich um 1m. In dem gleichen Zeitraum schmolzen bei den Eiskappen der kanadischen Arktis jährlich 25 km<sup>3</sup> weg. Auch bei der Devoneiskappe gab es keinen Erfolg und auch sie verdünnte sich. Ihr östlicher Rand geht seit 1960 1-3 km zurück. Nicht zu vergessen ist die dortige Simmoneiskappe, die seit 1959 47 % ihrer Fläche verloren hat und voraussichtlich bis 2050 ganz weggeschmolzen sein wird.

Außerdem würde ich gerne noch über Spitzbergen erzählen, eine Inselgruppe die im Nordatlantik liegt und von vielen Gletschern bedeckt ist.

Beispielsweise zog sich der Hansbreen-Gletscher zwischen 1936 und 1998 um 1,8 km zurück. Der

Blomstrandbreen verkürzte sich auch und zwar um 2 km in den letzten 80 Jahren. Die Geschwindigkeit, mit der er taut, erhöht sich immer mal wieder, durchschnittlich beträgt sie seit 1995 35 m pro Jahr.

Auch die Geschichte der Gletscher Grönlands kann ich nicht außer Acht lassen, denn seit 1950 stieg die Temperatur dort um 2,5 Grad Celsius an und dies hat enorme Folgen. Die Dynamik der Veränderung des Schmelzens der Gletscher verdoppelt sich fast alle zwei Jahre. Der drastische Verlust der dortigen Eismassen wurde das erste Mal 2005 deutlich, nachdem man nach dem Wegschmelzen einer Masse Eis eine neue Insel fand. Die zwei größten Gletscher, Kangerlussuaq und Helheim, trugen in den letzten Jahren gemeinsam 35 % zum Verlust der ostgrönländischen Gletscher bei. Doch überraschend ist, dass sich 2004 bis 2005 der Eisverlust verdoppelte und sich im folgenden Jahr wiederum auf die Geschwindigkeit von 2004 minimierte. Dies trägt zu der Ungewissheit bei, wie schnell die Gletscher schmelzen werden.

Doch es ist klar: Der anthropogene Klimawandel wird das Schmelzen der Gletscher vorantreiben und erhebliche Folgen für die Flora und Fauna haben. Ich erwärme mich sogar schneller als der ganze Rest der Welt! Meine globale Durchschnittstemperatur stieg nämlich von 1971 bis 2019 um 3,1 Grad Celsius an. Laut dem sechsten Weltklimabericht, musste sich Grönland von 1992 bis 2020 von 4.890 Milliarden Tonnen Eis trennen und trug somit zum Meeresspiegelanstieg von 14,5 mm bei. Es wird

geschätzt, dass ungefähr fünf Milliarden Tonnen Eis von den arktischen Gletschern jährlich ins Eis stürzen. Denn laut Forschungen der University of Texas schmilzt das Eis seit 2019, 100 Mal schneller. Man kann nur hoffen, dass es später gut ausgeht.

Kerem: Das hört sich ja so krass an!

Tim: Kerem? Wo kommst du denn auf einmal her?

Kerem: Ja, Melanie hat mir erzählt, dass ihr hier mit der Arktis redet.

Melanie: Oh ja, stimmt tut mir leid, habe ich vergessen zu sagen, ich war bloß so verblüfft!

Arktis: Halb so wild, Kerem, hast du auch eine Frage an mich?

Kerem: Ja, nämlich: Wenn über den Klimawandel und die Auswirkungen in der Arktis gesprochen wird, wird oftmals über das Schmelzen des Meereises gesprochen, doch was ist das Meereis überhaupt und welche Auswirkungen hat das Schmelzen des Meereises ?



# Das Meereis



Als Meereis wird Meerwasser bezeichnet, welches durch niedrige Temperaturen zu Eis gefroren ist. In der Arktis beträgt die Fläche des Meereises im Winter durchschnittlich 14 Millionen Quadratkilometer und im Sommer durchschnittlich 7-9 Millionen Quadratkilometer. Ein Teil des Meereises im Süden der Arktis schmilzt im kurzen arktischen Sommer, dieser Teil friert im Winter jedoch wieder zu. Im Norden ist die Arktis ganzjährig zugefroren. Im Laufe der letzten Jahrzehnte ist die Fläche des im Sommer schmelzenden Eises, durch den anthropogenen Klimawandel jedoch unaufhörlich größer geworden. Da durch die größere Fläche an geschmolzenem Meereis, nicht das ganze Eis im Winter wieder zufriert, wird das Meereis stetig kleiner und verschwindet von Jahr zu Jahr mehr. Dies hat zur Folge, dass sich der Klimawandel beschleunigt. Denn je mehr Meereis schmilzt, desto mehr dunkle Wasseroberfläche wird frei und durch diese setzt sich der Albedo Effekt in Gang. Der Albedo Effekt sagt aus, dass helle Oberflächen wie Eis, Schnee oder Wolkendecken einen hohen Albedo (Rückstrahlungsvermögen) haben und daher einen Großteil der Sonnenstrahlen reflektieren wodurch die Erdoberfläche kühl bleibt und dunkle Oberflächen wie Wälder, Ozeane oder Asphalt einen niedrigen Albedo haben und die Sonnen-

strahlen absorbieren was zu einer Erwärmung der Erdoberfläche führt. Dementsprechend sorgt jedes bisschen geschmolzenes Meereis dafür, dass weniger Sonnenstrahlen reflektiert und mehr absorbiert werden und es daher wärmer auf der Erde wird. Übrigens habe ich neulich meiner gute Freundin Julia Regnery, die bei der „Mosaikexpedition“ in der Arktis geforscht hat, gefragt wie sich der Klimawandel in der Arktis bemerkbar macht. Bei unserem Gespräch hat sie mir auch noch etwas über das Schmelzen des Meereises berichtet, falls du also noch mehr darüber erfahren möchtest, kannst du den QR-Code einscannen und dir anhören, was Julia darüber erzählt.



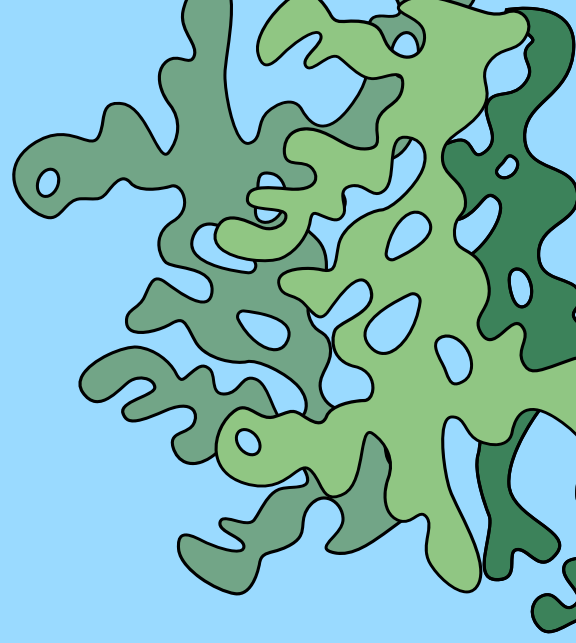
Arktis: Gerade wo ich euch das alles selbst erzähle, fällt mir auf wie vielfältig das Eis ist!

Tim: Sind die Algen genauso vielfältig?

Arktis: Hmm, lass mich mal darüber nachdenken...



# Die Algen



Algen stellen eine Besonderheit dar, auf der einen Seite nehmen Algen Kohlenstoffdioxid auf, auf der anderen Seite verringern sie den Albedo-Effekt und sind von Mikroplastik befallen - welches somit in die Nahrungskette von Meerestieren gelangt. Wie Algen es schaffen zu wachsen, wenn sie ein Großteil des Jahres ohne Sonnenlicht leben, es aber zur Fotosynthese und somit ihrem Wachstum brauchen, ist bisher jedoch unbekannt. Die Alge *Melosira arctica* bindet zum Beispiel fast ganze 45% des Kohlenstoffdioxids in der Arktis. Sie lagert sich an der Eisunterfläche ab und wenn das Eis unten schmilzt, wandert sie nach unten und wird dort zur Nahrung oder schließlich zersetzt. Jedoch ergibt sich die Erkenntnis, dass wenn das Eis schmilzt, die Algen das Wasser dunkler machen, bzw. davon selbst einen Teil bedecken und somit mehr Lichtstrahlen aufnehmen und das Wasser wärmer werden lassen. Also ist irgendwo ein Rückkopplungseffekt. Das heißt also, dass die scheinbare CO<sub>2</sub> Senke wie bereits erwähnt, das CO<sub>2</sub> aufnimmt und gleichzeitig das Wasser erwärmt mit seiner Sonnenstrahlen-Aufnahme. Aber es war unklar wie viel diese Algen bringen. Wirken sie sich positiv oder negativ aus? Daher haben Forscher\*innen das Klimamodell mit der CO<sub>2</sub> Senke laufen lassen, unter Berücksichtigung

des Albedo-Effekts. Der Versuch hat gezeigt, dass es dadurch 20% wärmer wird. Je wärmer das Wasser durch die Algen wird, desto mehr schmilzt das Eis und die Algen haben einen längeren Zeitraum in dem sie im Fokus der Sonne stehen. Außerdem ist bekannt, dass die Alge wegen ihrer klebrig-schleimigen Textur sehr schnell Mikroplastik aufnimmt. Dies passiert, wenn sie einfach mit dem Mikroplastik in Berührung kommt. Dadurch dass sie durch dieses Mikroplastik schwerer wird, sinkt sie auf den Boden und wird von Kleintieren als Nahrung benutzt. Dieses Mikroplastik hat negative Auswirkungen auf die Lebewesen des dortigen Ozeans.

Rocca: Oh nein, Mikroplastik hört sich auch so furchtbar an!

Melanie: Ja, Schrecklich!

Rocca: Kannst du uns mehr davon erzählen?

Arktis: Ach gerne!



# Das Mikroplastik



Wie schon im Vorfeld erwähnt hat Mikroplastik eine schlechte Auswirkung auf Flora und Fauna - was aber allen schon bekannt sein müsste. Es lassen sich teilweise 12000 Mikroplastikteilchen pro Liter Meereis finden, diese Teilchen sind dann ca. 5 mm groß. Bei der Expedition Polarstern von 2014/2015 konnte eine zwei bis dreimal so hohe Mikroplastikkonzentration gefunden werden, als bei Forschungen davor. Die kleinsten Teilchen sind 50 Mikrometer groß. Das Mikroplastik konnte als Polyethylen und Polypropylen (Verpackungsmaterialien), Lack, Nylon und der Stoff aus denen Zigarettenfilter bestehen - Celluloseazetat - identifiziert werden. Diese Stoffe frieren sich auch teilweise ins Eis ein. Viele Teilchen des Mikroplastiks schwammen vermutlich vorher durch den Nordpazifischen Müllstrudel. Auch der Schiffsverkehr und der Fischfang hinterließen deutliche Spuren. Dieser ganze Müll bindet sich in zwei bis elf Jahren an das Wasser. Von diesem scheinbar geringen Plastik lassen sich Muscheln entzünden und Fische sind angewiesen ihr Verhalten zu ändern. Andere Tiere können sich dadurch schlecht fortpflanzen und ihre Entwicklung wird behindert. Dabei gelangen nach jährlichen Schätzungen mehr als 10 Millionen Tonnen Mikroplastik in die Ozeane. Das Mikroplastik gelangt beispielsweise durch Mikro-

plastik in Drogerieprodukten sowie Synthetikkleidung in das Wasser. Für diese Erkenntnis können wir den Forscher\*innen von der AWI danken, welche regelmäßig, Exkursionen in die Arktis machen.

Rocca: Boah Arktis! Vielen Dank! Du bist ja eine richtige Expertin!

Arktis: Ach Rocca, du schmeichelst mir aber...

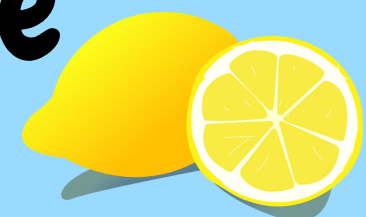
Melanie: Oh Arktis! Ich habe eine gute Frage! Mir hat mal eine Freundin von der Versauerung der Meere erzählt, aber ich hab nicht ganz verstanden was das ist... Verdünnt man das Meer mit Zitronensaft oder wie?

Kerem: Quatsch, was erzählst du denn hier! Funktioniert bestimmt ganz anders, stimmt's Arktis?

Arktis: Ja hahaha, das stimmt, hört gut zu, dass wird interessant!



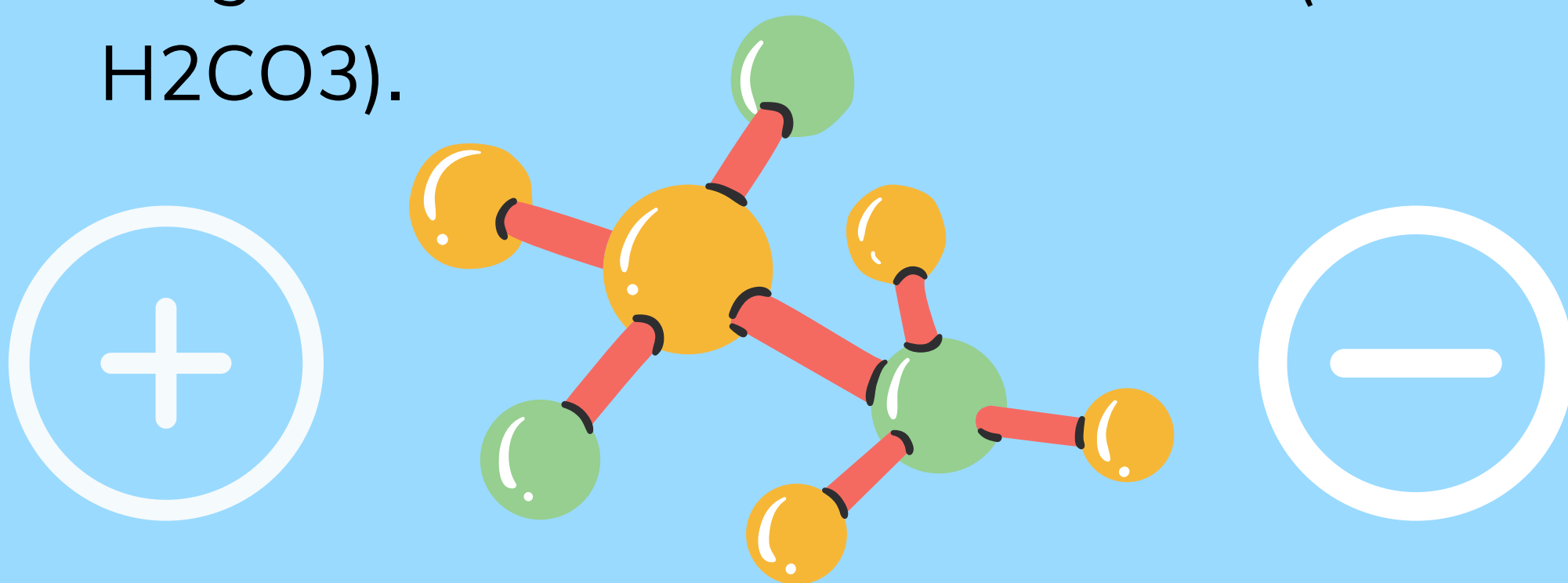
# Die Versauerung der Meere



Die Ozeane filtern jährlich mehr als 25% des Kohlendioxids aus der Luft. Allerdings kann das Wasser diesen Schadstoff nicht unbegrenzt aufnehmen, da dieser Vorgang den pH-Wert senkt und zu einer Versauerung führt. Der durchschnittliche pH-Wert liegt bei 8,2, was leicht basisch ist, ist jedoch in den letzten Jahren auf 8,1 gesunken. Auf den ersten Blick mag dies nicht viel erscheinen, aber Umrechnungen zeigen, dass es eigentlich einer Versauerung um 30% entspricht. Prognosen deuten darauf hin, dass die Ozeane bis 2100 voraussichtlich um weitere 0,3-0,4 Einheiten sinken werden, was einer Versauerung um 100-150% entsprechen würde. Diese Versauerung hat Auswirkungen auf verschiedene Organismen, wie zum Beispiel die Kalkalge *Emiliana huxleyi*, die in nahezu allen Gewässern vorkommt. Diese Algenart produziert nicht nur große Mengen an Sauerstoff, sondern bindet auch erhebliche Mengen an Kohlendioxid und transportiert es nach ihrem Absterben für Tausende von Jahren in die Tiefsee. Die Versauerung schädigt jedoch zunehmend Organismen, die teilweise aus Kalk bestehen, wie auch unsere Kalkalge. Auch Korallen, Muscheln und andere Lebewesen sind betroffen. Die Kohlensäure reduziert den Gehalt an Karbonat-Ionen, die für den Kalkaufbau wichtig sind. Die

Organismen müssen daher mehr Energie aufwenden, um ihre Gehäuse zu bilden. Ein weiterer beunruhigender Punkt ist, dass sich ab einem bestimmten Anteil von Kohlensäure oder anderen Säuren die Lebewesen aus Kalk schwer entwickeln können und sich langsam auflösen. Dies hat sogar Auswirkungen auf Fische, insbesondere während ihrer Entwicklung im Ei- und Larvenstadium, da sie noch keine Mechanismen besitzen, die sie vor der Ozeanversauerung schützen könnten. Ein gutes Beispiel sind Clownfische, deren Geruchssinn durch die Ozeanversauerung beeinträchtigt wurde. Dadurch können sie Feinde nicht rechtzeitig wahrnehmen und schwimmen ihnen quasi direkt ins Maul.

Die Ozeanversauerung, die durch den anthropogenen Klimawandel ausgelöst wird, hat Auswirkungen auf das empfindliche Gleichgewicht der Erde. Chemisch gesehen handelt es sich bei der Versauerung um eine Säure-Base-Reaktion. Hierbei handelt es sich um eine Reaktion zwischen Kohlensäure als Säure und Wasser als Base. Dabei findet eine Übertragung von Protonen, also  $H^+$ -Ionen, statt, bei der das  $H^+$ -Ion mit einem Carbonat-Ion reagiert und Kohlensäure entsteht ( $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$ ).



Die entstandene Kohlensäure zerfällt in Ionen und gibt pro Molekül zwei Protonen an Wassermoleküle ab, was das Wasser leicht sauer macht. Die höhere Konzentration an Säuren, einschließlich Kohlensäure, beeinflusst Organismen aus Kalk negativ und führt zu einer Auflösung ihrer Strukturen. Ab einem bestimmten Punkt können sich diese Lebewesen nicht mehr optimal entwickeln und sind anfällig für Schäden. Um den Einfluss der Ozeanversauerung auf Kalkorganismen zu veranschaulichen, können wir ein Experiment durchführen: Du benötigst dazu drei gleichgroße Gläser, drei Muscheln, Wasser und Essig. Fülle das erste Glas zur Hälfte mit Wasser, das zweite Glas zu einem Viertel mit Wasser und zu einem Viertel mit Essig, und das dritte Glas zur Hälfte mit Essig. Gib jeweils eine Muschel in die Gläser. Du wirst feststellen, dass sich im Glas mit reinem Wasser nichts verändert, im gemischten Glas Bläschen um die Muschel entstehen und die Muschel im dritten Glas sich nach etwa 24 Stunden auflöst und das Wasser trüb wird. Dadurch wird der Säuregehalt erhöht und der pH-Wert sinkt.

Wir können deutlich erkennen, wie stark und schnell sich der anthropogene Klimawandel auf die Meere auswirkt. Es ist dringend erforderlich, Maßnahmen zu ergreifen, um



den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren und nachhaltige Praktiken zu fördern, um die Ozeanversauerung einzudämmen und die empfindlichen Ökosysteme der Meere zu schützen.

Kerem: Das hört sich auf jeden Fall nicht gut an... aber kannst du mir kurz erklären was der pH-Wert ist?

Arktis: Na klar! Der pH-Wert gibt die Konzentration der Oxonium-Ionen an, diese entstehen immer wenn ein Säure-Molekül in Kontakt mit einem Wasser-Molekül kommt. pH-Hautneutral ist ein Stoff beispielsweise mit dem pH-Wert 5: er ist leicht sauer. Wenn etwas zu viel Säure enthält fängt es an die Haut zu reizen und womöglich zu ätzen, wenn es aber viel Base enthält fühlt es sich seifig an und ist auch ätzend.  
Kerem: Ah! Jetzt habe ich es!

Tim: Aber das alles hört sich irgendwie immer noch gruselig an...

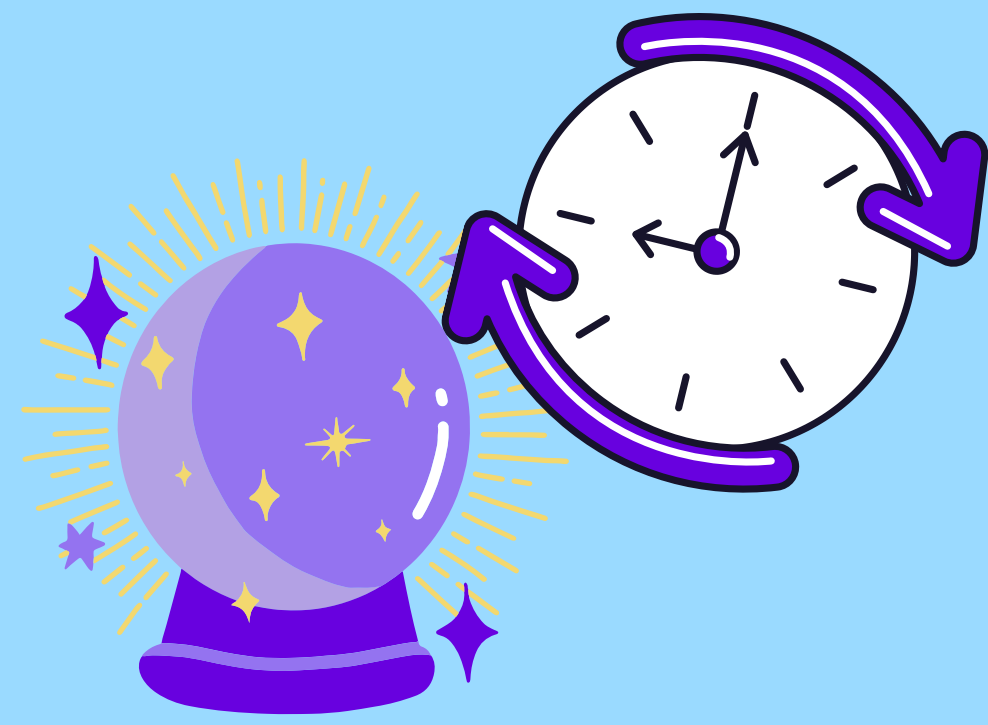
Rocca: Da kann ich dir nur zustimmen, ich bekomme ja Gänsehaut!

Kerem: Wie genau wird denn die Arktis in der Zukunft aussehen, wenn wir den anthropogenen Treibhauseffekt nicht verringern?

Arktis: Oh ja! Dazu wurde schon viel geforscht, ich erzähle euch gern davon...



# Die Zukunft



Seit Jahrzehnten friert das im kurzen arktischen Sommer aufgetaute Meereis im Winter nicht mehr komplett zu, was dazu führt, dass das Eis von Jahr zu Jahr geringer wird. In den Jahren 1992 - 2020 sind in der Arktis rund 4.890 Milliarden Tonnen Eis geschmolzen, welche den globalen Meeresspiegel um rund 13,5 Millimeter ansteigen lassen, haben. Die Durchschnittstemperatur in der Arktis, ist von 1917 – 2019 um 3,1 Grad Celsius gestiegen. Doch wie durch Klimamodelle und verschiedene langjährige wissenschaftliche Forschungen ermittelt wurde, ist das noch lange nicht das Ende der katastrophalen Veränderungen in der Arktis. Verschiedene Studien erforschten, dass sich die Arktis doppelt so schnell wie der Rest der Welt erwärmt, was bedeutet, dass bereits ab den 2030ern die Arktis zeitweise eisfrei sein könnte. Dies würde schon im Jahr 2050 katastrophale Folgen für mehr als eine Milliarden Menschen in Küstenregionen weltweit haben, denn der Meeresspiegel wäre bis dahin 24cm gestiegen (jedes Jahr 10 – 20mm).

Es gibt jedoch noch Hoffnung, denn wenn die Politik endlich anfängt die Zukunft der Erde vor den Kapitalismus zu stellen und Maßnahmen ergreift, um den anthropogenen Klimawandel zu verringern,

ist es noch möglich, dass die Erde auch in Jahrhunderten noch bewohnbar ist. Doch um das zu schaffen, muss jetzt gehandelt werden, denn fürs lange drüber nachdenken ist es zu spät!

Rocca: Oh nein! Aber es wird dir doch ganz bestimmt trotzdem gut gehen oder?

Arktis: Ja, noch ist ja nichts zu spät, wenn jetzt gehandelt wird, ist es noch möglich die Erde zu retten.

Tim: Wenn man sich anschaut, wie wenig Maßnahmen derzeit von der Politik ergriffen werden, um den anthropogenen Klimawandel aufzuhalten, habe ich das Gefühl, dass die Politik den anthropogenen Klimawandel nicht ernst nimmt, obwohl es sogar Klimamodelle gibt, die ihn darstellen. Daher frage ich mich wie zuverlässig die Klimamodelle sind?



# Die Klimamodelle



Wissenschaftler\*innen forschten schon vor Ende des 19. Jahrhunderts über den anthropogenen Klimawandel. Das Ausmaß und die katastrophalen Auswirkungen, des anthropogenen Klimawandels auf das Leben auf der Erde, waren zu diesem Zeitpunkt jedoch noch niemandem bewusst. In den 1960er Jahren haben Forscher\*innen erstmals festgestellt, dass sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß deutlich verringern muss, damit ein Leben auf der Erde auch in Zukunft weiterhin möglich ist. Um genauer auf den anthropogenen Klimawandel und die Entwicklung des Klimawandels in der Zukunft zu schauen, wurde in den 60er Jahren von dem Nobelpreisträger Syukuro Manabe das erste globale Klimamodell entworfen. Wenn man dieses Klimamodell mit Klimamodellen von heute vergleicht, sind starke Unterschiede in der Präzision und den Details zu erkennen, es ist jedoch zu bemerken, dass auch schon das erste Klimamodell die starke Erderwärmung, bei gleichbleibendem CO<sub>2</sub>-Ausstoß, darstellt. Seit dem ersten Klimamodell sind viele Jahre vergangen in denen Forscher\*innen an weiterentwickelten Klimamodellen gearbeitet haben. Diese Klimamodelle wurden auf ihre Zuverlässigkeit geprüft und es hat sich dadurch, dass sie erfolgreich das Klima und die klimatischen Verhältnisse in der Vergangenheit reproduzieren

konnten und Vorhersagen getroffen haben, die sich anschließend durch Beobachtungen bestätigt haben, gezeigt dass Klimamodelle zuverlässig sind, auch wenn ihre Vorhersagen natürlich nicht 100% genau sind. Daraus schließt sich, dass derzeitige Klimamodelle zwar noch nicht zu 100% genau sind, jedoch wurde durch verschiedene Tests belegt, dass Klimamodelle verlässlich sind und man dementsprechend auch handeln sollte.

Kerem: Wow! Verblüffend wie das auf alles aufeinander abgestimmt ist... bloß schade dass es trotzdem womöglich kein schönes Ende gibt.  
Melanie: Können wir denn irgendwie helfen? Irgendetwas tun? Irgendwo mitwirken sodass der anthropogene Klimawandel milder wird?  
Arktis: Natürlich!



# Dringend Hilfe bitte!



Der anthropogene Klimawandel ist ein Thema, bei welchem die Menschen dazu neigen, sich selbst einzureden, sie würden nicht dazu beitragen, dass der anthropogene Klimawandel kontinuierlich stärker wird und die Verantwortung somit abgeben. Denn die Verantwortung abzugeben und abzuwarten bis die Politik handelt, anstatt dem Problem ins Auge zu schauen, ist deutlich leichter. Was feststeht, die Politik muss drastische Maßnahmen ergreifen, um den anthropogenen Klimawandel zu stoppen und endlich anfangen die kapitalistische Politik in eine Politik, in der die Erde auch in Jahrhunderte noch bewohnbar ist, umzuwandeln. Jedoch kann auch jede einzelne Person etwas dazu beitragen, dass die Erde eine Zukunft hat, denn ohne uns Menschen, hätte die Erde ein unbeschwertes Leben und würde ohne eine Klimakatastrophe leben. Jede und Jeder kann zum Beispiel weniger fliegen und stattdessen mit dem Zug fahren und darauf achten so wenig Plastik wie möglich zu kaufen und benutzen, auch statt bei Marken, die in Massen Kleidungen produzieren, Vintage Kleidung zu kaufen, ist eine Möglichkeit, denn die Herstellung und der Transport dieser Kleidungen erzeugt sehr viel Treibhausgase, welche den anthropogenen Treibhauseffekt verstärken. Außerdem kann man

sich Organisationen, die verschiedene Aktionen und Demonstrationen für die Zukunft unserer Erde veranstalten, wie z.B. Fridays For Future, WWF, Betterplace oder vielen weiteren, anschließen. Falls du nicht genügend Zeit hast, dich vor Ort zu engagieren, kann man an jede einzelne dieser Organisationen auch spenden. Wie man also sehen kann, gibt es viele Möglichkeiten, auch als einzelne Person, sich aktiv für die Zukunft unserer Erde einzusetzen.



Melanie: Das werde ich auf jeden Fall tun!

Tim: Ich auch! Und ihr?

Rocca: Na klar, was denkst du denn?

Kerem: Auf jeden Fall, ich möchte doch auch mithelfen!

Arktis: Ihr seid aber nett, ich schätze eure Hilfe wirklich sehr!

Rocca: Arktis das war sooo interessant! Gibt es vielleicht noch irgendetwas wo wir Reinhören können?

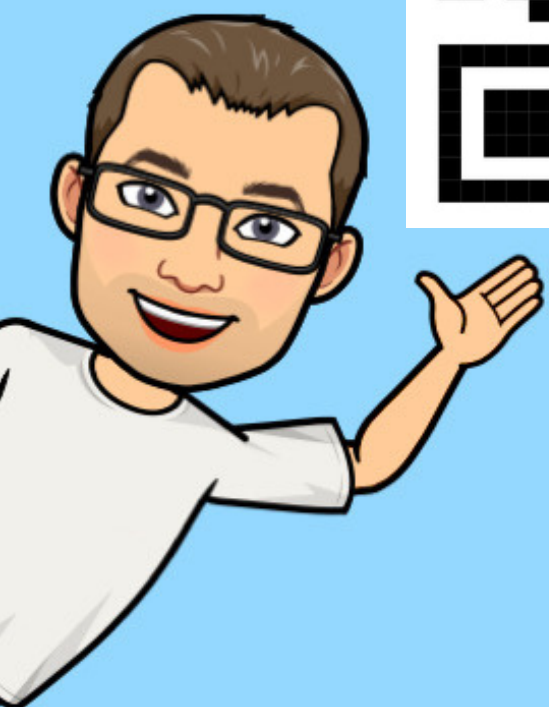
Arktis: Oh klar, ich krame da was für euch raus...



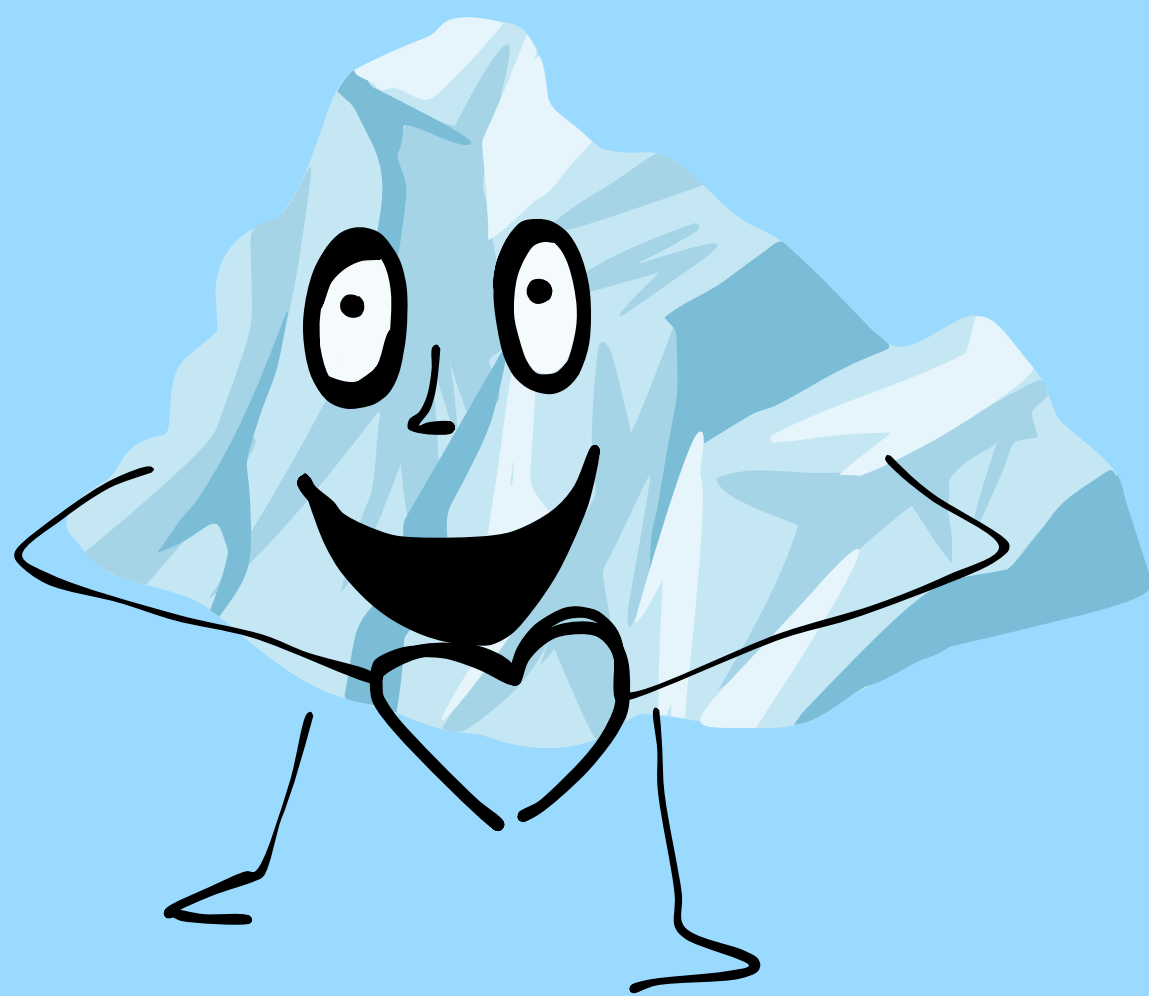
# Aufgepasst: Interessante Interviews



Meine Freund\*innen Linda Thielke, Hauke Flores, Julia Regnery und Thomas Krumpfen haben noch mehr zu sagen. Sie haben mir auf ein paar ganz interessante Fragen geantwortet - scan den QR-Code und hör doch rein!



**Danke für eure Aufmerksamkeit und  
Interesse!**



# Quellenverzeichnis

[www.awi.de](http://www.awi.de)(Versauerung-der-Meere)

[www.schubu.de](http://www.schubu.de)(Säure-Base-Reaktion)

[www.Spiegel.de](http://www.Spiegel.de)(Mikroplastik in der Arktis)

[www.awi.de](http://www.awi.de)(die produktivste Alge der Welt)

[www.Wissenschaft.de](http://www.Wissenschaft.de)(Algen in der Arktis)

[www.planet-Schule.de](http://www.planet-Schule.de)(Gletscher)

[www.klimawikie.de](http://www.klimawikie.de)(Gletscher Polarregionen)

[www.ardalpha.de](http://www.ardalpha.de)(Gletscher in der Arktis)

[www.futurezone.de](http://www.futurezone.de)(Gletscher in der Arktis Erschreckend)

[www.eskp.de](http://www.eskp.de)(Permafrostboden)

[www.klimawiki.de](http://www.klimawiki.de)(Permafrostboden)

[www.Wiki-bildungserver.de](http://www.Wiki-bildungserver.de)(Gletscher)

[www.worldoceanreview.com](http://www.worldoceanreview.com)(die vielen Gesichter des Eises)

[www.sueddeutsche.de](http://www.sueddeutsche.de)(Gletscherschwund auf Grönland)

[www.oekotest.de](http://www.oekotest.de)(Algen in der Arktis mit Mikroplastik belagert)

[www.sueddeutsche.de](http://www.sueddeutsche.de)(Algen statt Eis)

[www.FAZ.de](http://www.FAZ.de)(Algen mit Mikroplastik)

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/arktis/menschen-in-der-arktis>

<https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/33511/die-traditionellen-arktisbewohner-und-der->

[klimawandel/#:~:text=Grönland%3A%20Inuit%3B,%2C%20Tschuktschen%2C%20Ewenken%2C%20Nentzen.](https://www.klimawandel/#:~:text=Grönland%3A%20Inuit%3B,%2C%20Tschuktschen%2C%20Ewenken%2C%20Nentzen.)

[https://www.klimafakten.de/behauptungen/behauptung-klimamodelle-sind-nicht-verlaesslich#:~:text=Die%20ersten%2C%20noch%20relativ%20simplen,den%201960er%20Jahren%20entwickelt%20\(vgl.](https://www.klimafakten.de/behauptungen/behauptung-klimamodelle-sind-nicht-verlaesslich#:~:text=Die%20ersten%2C%20noch%20relativ%20simplen,den%201960er%20Jahren%20entwickelt%20(vgl.)

<https://klimasimulationen.de/modelle/#:~:text=In%20Klimamodellen%20wird%20die%20Erde,Entwicklung%20des%20Klimas%20zu%20berechnen.>

<https://zdfheute-stories-scroll.zdf.de/klimawandel-forschung-politik/index.html#:~:text=Der%20Physik%2DNobelpreisträger%202021%2C%20Syukuro,etwa%202%2C3%20Grad%20an.>

<https://www.welthungerhilfe.de/informieren/themen/klimawandel#:~:text=Dabei%20ist%20das%20Thema%20des,wenn%20die%20Temperaturen%20weiter%20steigen.>

<https://de.euronews.com/green/2023/03/20/das-meereis-am-nordpol-wird-dunner-wie-sieht-die-arktis-in-zukunft->

[aus#:~:text=Das%20%22ewige%20Eis%22%20am%20Nordpol,nicht%20alle%20Rückkopplungen%20im%20System.](https://de.euronews.com/green/2023/03/20/das-meereis-am-nordpol-wird-dunner-wie-sieht-die-arktis-in-zukunft-aus#:~:text=Das%20%22ewige%20Eis%22%20am%20Nordpol,nicht%20alle%20Rückkopplungen%20im%20System.)

<https://www.ardalpha.de/wissen/umwelt/klima/klimawandel/eisschmelze-antarktis-arktis-polkappen-schmelzen-nordpol-suedpol->

[100.html#:~:text=Laut%20dem%20sechsten%20Weltklimabericht%20hat,13%2C5%20Millimeter%20ansteigen%20lassen.](https://www.ardalpha.de/wissen/umwelt/klima/klimawandel/eisschmelze-antarktis-arktis-polkappen-schmelzen-nordpol-suedpol-100.html#:~:text=Laut%20dem%20sechsten%20Weltklimabericht%20hat,13%2C5%20Millimeter%20ansteigen%20lassen.)

Interviews mit Linda Thielke, Julia Regnery, Thomas Krumpfen und Hauke Flores (05.2023)