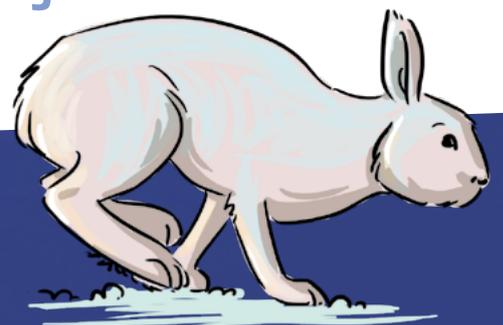


Tropf, tropf ... der Gletscher schmilzt!

Wanderausstellung des Pandamobils
2021-2024



Inhalt

Das Pandamobil in Kürze	3
Warum dieses Thema?	3
Was ist der Klimawandel?	5
Treibhausgase	5
Aufteilung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz, unterteilt nach Bereichen	7
Konsequenzen und globale Auswirkungen des Klimawandels	8
Der Klimawandel beeinflusst den gesamten Wasserzyklus	8
Extreme Wetterphänomene	9
Doppelter Effekt auf die Meere	10
Der Klimawandel beeinflusst die Biodiversität	10
Hitze und Trockenheit bedrohen die Wälder	10
Die Kryosphäre	11
Der Klimawandel beeinflusst die Gesundheit	11
SOS, unsere Gletscher schmelzen!	12
Was passiert, wenn die Gletscher und der Permafrost in den Alpen schmelzen?	14
Das Alpenschneehuhn	16
Der Schneehase	17
Das Alpenmurmeltier	18
Genau hingeschaut – Das arktische Eis und seine Bewohner	19
Das Eis auf der Welt	19
Genau hingeschaut - Die Gletscher schmelzen auch in den Anden	21
Welche Lösungen gibt es, um unsere Gletscher und unsere Erde zu schützen?	22
Ernährung	23
Konsum	24
Verkehr	25
Heizung	25
Weitere Informationen, Lesetipps und nützliche Links rund um das Thema Klimawandel	26
Aktivitäten und Unterrichtsmaterialien	26
Allgemeine Informationen zum Thema	27
Dank	27

Das Pandamobil in Kürze



Das Pandamobil ist ein Container, der durch die ganze Schweiz reist und die Schulen besucht. Von einer Animatorin oder einem Animator begleitet, tauchen die Schülerinnen und Schüler hier in eine faszinierende Entdeckungswelt ein. Eine Animation dauert 90 Minuten.

Zielgruppe: Kindergarten bis 4. Klasse

An einer Animation können bis zu zwölf Schülerinnen und Schüler teilnehmen. Die Lehrperson, die sich zusammen mit ihrer Klasse anmeldet, erhält Unterrichtsunterlagen zum Thema der Ausstellung. Die Unterlagen bestehen aus dem vorliegenden Unterrichtsdossier sowie zusätzlichen Arbeitsblättern, die als PDF-Dateien auf unserer Website zur Verfügung stehen.

Die Lehrperson bereitet somit ihre Schülerinnen und Schüler auf den Besuch vor und kann die Thematik anschliessend in der Klasse vertiefen.

Es gibt zahlreiche Links zum Klimawandel, seinen Ursachen und seinen Folgen und dazu, was man dagegen unternehmen kann. Sie sind im Kapitel «Weitere Informationen, Lesetipps und nützliche Links rund um das Thema Klimawandel» aufgeführt.

Zusätzliche Informationen: wwf.ch/pandamobil

Warum dieses Thema?

Klimawandel, Klimakrise, Treibhauseffekt: Diese Begriffe begegnen uns mittlerweile fast täglich. Doch was bedeuten sie genau? Und wie soll man sie gerade mit jüngeren Schülerinnen und Schülern behandeln? Mit Hilfe des Pandamobils erklärt der WWF den Kindern die Ursachen und die Folgen des Klimawandels und bietet dabei nicht nur Hilfsmittel, um das Phänomen zu verstehen, sondern auch konkrete Lösungen, um die Auswirkungen des Klimawandels abzuschwächen. Die Vermittlung läuft dabei spielerisch ab und bietet eine positive und aussergewöhnliche Erfahrung für die Kinder.

Der Fokus des Pandamobilbesuchs liegt auf einer Folge des Klimawandels, die ganz in unserer Nähe zu beobachten ist: dem Schmelzen unserer Gletscher. Was bedeutet das für die Lebensräume der Alpen und die lokale Fauna und Flora?

Um diese Problematik zu veranschaulichen, stellen wir drei alpine Tiere vor, die bereits jetzt unter dem Klimawandel leiden: das Alpenschneehuhn, den Schneehasen und das Alpenmurmeltier. Zusätzlich werden wir auch kurz auf die Folgen der Eisschmelze in der Arktis und in den Anden eingehen.

Allgemeine Ziele

- Kinder im Alter von 4 bis 10 Jahren für den Klimawandel sensibilisieren und ihnen seine Mechanismen erklären.
- Die Folgen des Klimawandels auf unsere Gletscher und die Fauna der Alpen aufzeigen, indem wir den Gletscher gewissermassen auf den Pausenplatz bringen.
- Die Folgen des Klimawandels an einem zusätzlichen Beispiel aus der Arktis für die 3. und 4. Klasse aufzeigen.
- Die Kinder dazu animieren, zugunsten des Klimas tätig zu werden. Dafür schlagen wir ihnen konkrete und einfach zu realisierende Aktionen vor, um sie dazu zu ermutigen, ihr eigenes Verhalten zu reflektieren.

Spezifische Ziele

Nach der Animation und der Vertiefung des Themas mit Hilfe des Unterrichtsdossiers und der Arbeitsblätter ...

- ...können die Schülerinnen und Schüler ein bis vier (vom Menschen verursachte) Quellen von Treibhausgasen nennen.
- ...können die Schülerinnen und Schüler den Mechanismus des Treibhauseffekts und die Auswirkungen des Klimawandels erklären.
- ...können die Schülerinnen und Schüler eine der Folgen des Klimawandels nennen.
- ...können die Schülerinnen und Schüler die Auswirkungen des Klimawandels auf ein alpines Tier erklären.
- ...können die Schülerinnen und Schüler eine Handlung nennen, die sie leicht umsetzen können, um dem Klimawandel entgegenzuwirken.

Bezug zum Lehrplan 21

Die Animation im Pandamobil sowie die auf den Arbeitsblättern vorgeschlagenen Aktivitäten sind an die verschiedenen Schulstufen angepasst und lassen sich leicht in den Unterricht integrieren.

Jede Aktivität stimmt mit einem oder mehreren Zielen des Lehrplans 21 überein; siehe Hinweise auf den Arbeitsblättern.

Was ist der Klimawandel?

Seitdem die Erde existiert, veränderte sich das weltweite Klima immer wieder auf natürliche Weise und beeinflusste damit die Lebewesen auf der Erde. Vor 15'000 Jahren war Europa zum Beispiel noch von Eis bedeckt, und in der Schweiz lebten Mammuts!

Der Unterschied zwischen Klima und Wetter

Das Klima umfasst die Gesamtheit der meteorologischen Bedingungen an einem bestimmten Ort, und zwar über viele Jahre hinweg. Achtung: Das Klima ist nicht das Gleiche wie das Wetter! Das Wetter beschreibt die kurzfristige meteorologische Lage.

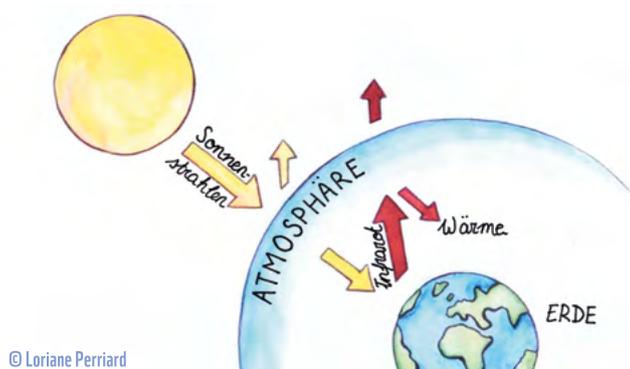
Es gibt natürliche Faktoren, die das Klima und die klimatischen Schwankungen beeinflussen:

- Die Intensität der Sonneneinstrahlung, die auf die Erde trifft, ist nicht immer gleich gross.
- Der Einfluss der Meereszirkulation spielt eine zentrale Rolle bei der Regulierung des Klimas.
- Temperaturschwankungen der Sonne sowie Vulkanausbrüche haben ebenfalls Auswirkungen auf natürliche Klimaveränderungen.

Obwohl das Klima schon immer geschwankt und sich verändert hat, geschieht der Wandel, den wir seit dem industriellen Zeitalter erleben, viel schneller und intensiver als jemals zuvor. Diese Erwärmung hängt mit menschlichen Aktivitäten zusammen, die zahlreiche Treibhausgase in die Atmosphäre freisetzen.

Der Treibhauseffekt

Ein Teil der Sonnenenergie, die auf die Erde trifft, wird von der Erdoberfläche absorbiert. Danach wird ein Teil der absorbierten Energie als Infrarotstrahlung in den Weltraum zurückgeworfen.



© Loriane Perriard

Die Erde ist von einer Hülle aus verschiedenen Gasen umgeben, die man Atmosphäre nennt.

Diese Hülle lässt den Grossteil der Sonnenstrahlen zur Erde passieren. Sie wirft aber einen Teil der von der Erde abgestrahlten Wärme

(die Infrarotstrahlen) zur Erde zurück und hindert die Wärme so daran, zu entweichen. Das geschieht mit Hilfe bestimmter Gase, die in der Atmosphäre vorkommen, den sogenannten Treibhausgasen – daher auch der Name dieses natürlichen Phänomens.

Man spricht vom «Treibhauseffekt», weil er damit vergleichbar ist, was in einem Treibhaus vor sich geht, das für die Aufzucht von Pflanzen verwendet wird. Die durchsichtigen Glaswände des Treibhauses lassen die Sonnenstrahlen passieren. Das Glas verlangsamt aber den Austritt der Wärme, was die Temperatur im Inneren des Treibhauses erhöht.

Ohne den natürlichen Treibhauseffekt wäre es mit $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ sehr kalt auf der Erde und es wäre kein Leben möglich. Die durchschnittliche Temperatur liegt heute bei $14\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Treibhausgase

Es existieren verschiedene Treibhausgase. Die wichtigsten sind:

- Kohlenstoffdioxid (CO_2),
- Methan (CH_4),
- Distickstoffmonoxid (N_2O),
- Schwefelhexafluorid (SF_6),
- Perfluorkohlenwasserstoffe (PFC) und Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC),
- Wasserdampf.

Die Herkunft der Treibhausgase

Treibhausgase kommen natürlicherweise seit jeher in der Atmosphäre vor, doch der Mensch produziert seit dem Industriezeitalter ab der Mitte des 18. Jahrhunderts immer mehr von ihnen. Das ist es, was die Klimakrise auf der Erde verursacht. Deshalb interessieren wir uns in diesem Unterrichtsdossier für die anthropogene – also die menschengemachte und nicht natürliche – Herkunft dieser Gase.

CO_2 (Kohlenstoffdioxid)

Seit Beginn des industriellen Zeitalters hat die Konzentration an CO_2 in der Erdatmosphäre wegen menschlichen Aktivitäten um fast 50 % zugenommen. Das Gas ist für zwei Drittel der Erwärmung auf unserem Planeten verantwortlich und damit der Hauptfaktor für den menschengemachten Klimawandel.



Der grösste Teil der CO₂-Emissionen entsteht, wenn fossile Energieträger wie Kohle, Erdöl oder Erdgas verbrannt werden. Der Verbrauch von fossilen Brenn- und Treibstoffen, vorwiegend für Motorfahrzeuge und Flugzeuge, aber auch für Öl- und Gasheizungen, tragen in der Schweiz zu 70 % zum Klimawandel bei.

Auch die industrielle Herstellung von Gegenständen oder Kleidern trägt zum CO₂-Ausstoss bei. Die Textilindustrie, also die Produktion von Kleidern, erzeugt jedes Jahr viele Tonnen CO₂.

Auf globaler Ebene betrachtet, wird CO₂ auch bei der Abholzung von Wäldern, Waldbränden, der Trockenlegung von Mooren und der Bodenbearbeitung durch die Landwirtschaft freigesetzt.

Die Digitalisierung trägt ebenfalls zum CO₂-Ausstoss bei. Laut gewissen Studien beträgt ihr Anteil 4 % aller Treibhausgasemissionen auf der Erde. ⁽¹⁾



CH₄ (Methan)



Methan ist das zweitwichtigste Treibhausgas nach dem CO₂. Es ist für gut 17 % des Treibhauseffekts in Zusammenhang mit menschlichen Aktivitäten verantwortlich. Die Konzentration von Methan in der Atmosphäre hat seit Beginn des industriellen Zeitalters um mehr als 250 % zugenommen. Ein einziges Methan-Molekül vergrössert den Treibhauseffekt gleich stark wie 20 CO₂-Moleküle.

Die Emissionen von CH₄ gehen hauptsächlich auf die Zunahme der intensiven Viehzucht, der bewässerten Reisfelder und der Förderung von Erdöl, Erdgas und Kohle sowie auf Mülldeponien zurück.

N₂O (Distickstoffmonoxid)

Dieses Gas, auch unter dem Namen Lachgas bekannt, wird für rund 6 % der Erderwärmung verantwortlich gemacht. Ein einziges N₂O-Molekül vergrössert den Treibhauseffekt so stark wie 200 CO₂-Moleküle und überdauert Tausende von Jahren in der Atmosphäre.

Dieses Gas stammt vorwiegend aus der intensiv betriebenen Landwirtschaft. Es ist auch ein Nebenprodukt der Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Erdöl, Erdgas und Kohle und von Biomasse (Brandrodungen in Tropenwäldern).

SF₆ (Schwefelhexafluorid)

Das ist eines der Treibhausgase mit den stärksten Folgen. Es hält eine bedeutende Menge an Wärmestrahlung zurück. Seine Auswirkung ist fast 23'000 Mal grösser als die von CO₂ und es bleibt mehr als 3000 Jahre in der Atmosphäre.

Schwefelhexafluorid wird zum Isolieren von elektrischen Installationen in der Hochspannungstechnik verwendet. Es entsteht auch in grossen Mengen bei der Produktion von Magnesium (verwendet für die Mechanik von Automobilen und Flugzeugen) und bei der Herstellung von Halbleitern (unverzichtbar für Informatik-Geräte, da sie gleichzeitig leiten und isolieren).

PFC und HFC (Perfluorierte und Halogenierte Kohlenwasserstoffe)

Diese beiden synthetischen Gase sind nur für einen sehr kleinen Teil des Treibhauseffekts verantwortlich, aber auch sie bleiben lange Zeit in der Atmosphäre. Es dauert Hunderte, ja sogar Tausende von Jahren, bis sie verschwunden sind.

Diese Gase kommen vor allem in der Kältetechnik und in Klimaanlage zum Einsatz. Sie werden auch als Treibgas in Spraydosen, bei der Herstellung von synthetischen Schaumstoffen und Halbleitern und bei der Produktion von Aluminium und elektrischen Isolatoren verwendet.

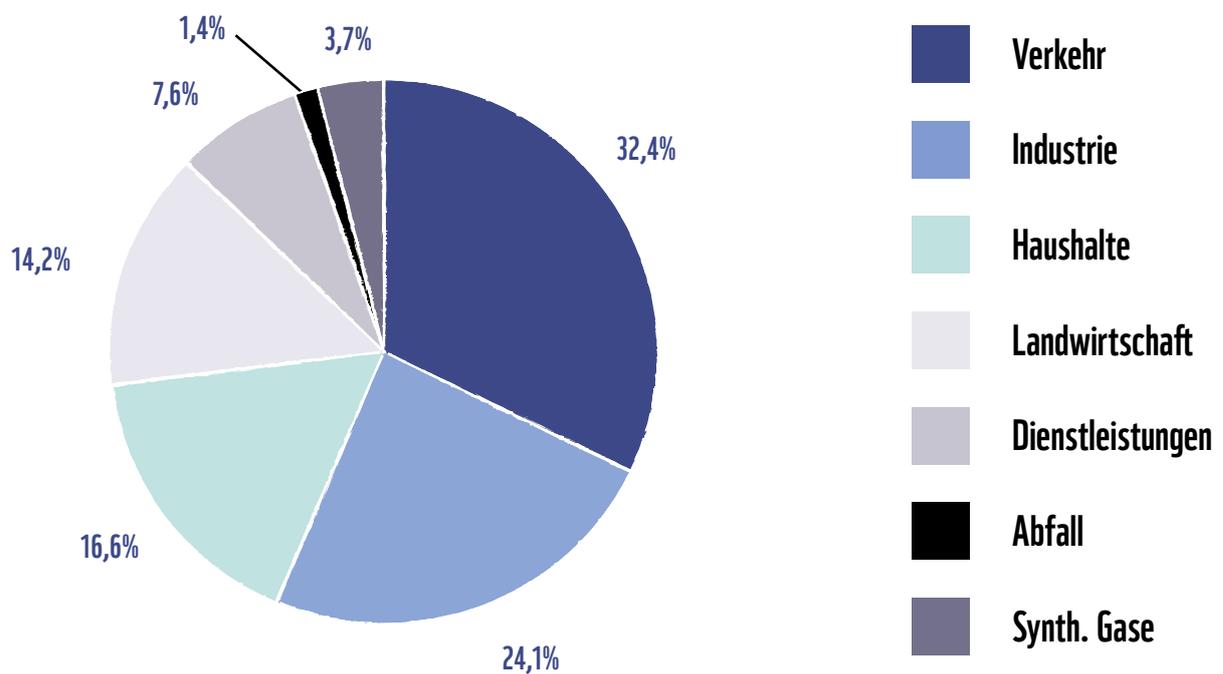
Wasserdampf

Unsere Erdatmosphäre enthält viel Wasserdampf, der zum natürlichen Treibhauseffekt beiträgt. Er wird nicht direkt durch menschliche Tätigkeiten in grossen Mengen ausgestossen, aber wegen der Klimaerhitzung verdunstet mehr Wasser, was schliesslich zu einem höheren Anteil von Wasserdampf in der Atmosphäre führt.

Aufteilung der Treibhausgasemissionen in der Schweiz, unterteilt nach Bereichen

In der Schweiz sind die Treibhausgasemissionen in den Bereichen Verkehr, Industrie und Haushalte (Heizungen) besonders gross.

Je mehr Treibhausgase vorhanden sind, desto eher bleibt die Wärme in der Atmosphäre gefangen, denn die infrarote Wärmestrahlung kann nicht in den Weltraum entweichen. Die Verstärkung des Treibhauseffekts durch einen Überschuss an Treibhausgasen, die bei verschiedenen menschlichen Aktivitäten entstehen, ist die Hauptursache für die Klimakrise.



Emissionen unterteilt nach Bereichen in der Schweiz. BAFU⁽²⁾

⁽²⁾ Quelle: Bericht «Klimawandel in der Schweiz», BAFU, 2020, S.12.
https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/uz-umwelt-zustand/klimawandel2020.pdf.download.pdf/de_BAFU_UZ_2013_Klimawandel_bf.pdf

Konsequenzen und globale Auswirkungen des Klimawandels



Die weltweite Durchschnittstemperatur hat sich seit dem Industriezeitalter bereits um 1 °C erhöht. Das Klima in der Schweiz ist seit 1864, dem Beginn der Messungen, ebenfalls um rund 2 °C wärmer geworden⁽³⁾. Diese Erhöhung mag klein erscheinen, doch vor 20'000 Jahren lag die mittlere Temperatur nur um 5 °C unter der heutigen – und die Landschaften waren mit einer dicken Eisschicht bedeckt⁽⁴⁾.

Um die Entwicklung des Klimawandels vorherzusagen, haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedene Szenarien entwickelt. Laut ihnen werden die Temperaturen bis ins Jahr 2100 um weitere 2 bis 4 °C ansteigen, wenn sich die Klimapolitik nicht weltweit ändert. Die schlimmsten Szenarien gehen sogar von einer Erhöhung von 7 °C aus.

Ein solcher Temperaturanstieg hätte gravierende Auswirkungen auf die Umwelt, die Gesellschaft und die Wirtschaft.

Gewisse Szenarien sprechen heute vom **Kipppunkt** des Klimasystems⁽⁵⁾.

Ein Kipppunkt (oder Punkt ohne Wiederkehr) in einem System ist eine Schwelle, die, einmal überschritten, riesige, nicht wieder rückgängig zu machende Änderungen im ganzen System bewirkt. Bildlich gesprochen: Wenn Sie eine Teetasse langsam Richtung Tischrand schieben, bleibt erst mal alles gleich. Doch die Situation ändert sich schlagartig, wenn die Tasse den kritischen Punkt erreicht hat, an dem sie vom Tisch kippt und am Boden zerbricht. Unsere Tasse steht für das Klima: Bis jetzt ist es noch ziemlich beständig. Doch ein internationales Team von Fachleuten hat verschiedene «Kipp»-Elemente identifiziert, die es radikal aus dem Gleichgewicht bringen könnten.

Der Klimawandel ist ein globales Phänomen, seine Auswirkungen variieren je nach Region.

Der Klimawandel beeinflusst den gesamten Wasserzyklus

Gewisse Regionen beginnen unter Wassermangel zu leiden, was grosse Probleme für Mensch und Natur mit sich bringt. Umgekehrt nehmen in anderen Regionen die Niederschläge zu.



Auswirkungen auf die Landwirtschaft

Weniger Regen bedeutet ausgetrocknete Felder. Missernten wegen der Trockenheit betreffen zahlreiche Menschen und können zu Hungersnöten führen. An anderen Orten dagegen überschwemmen sintflutartige Niederschläge die Felder, was den Ernteertrag ebenfalls schmälert.

Auch in der Schweiz wird der Wassermangel in den kommenden Jahren zunehmen⁽⁶⁾.

Überschwemmungen in Lausanne

Am 11. Juni 2018 ging ein heftiges Gewitter über Lausanne nieder. Strassen, Läden und Unterführungen wurden überschwemmt. Innerhalb von zehn Minuten fielen 41 Liter Wasser pro Quadratmeter vom Himmel – so viel wie normalerweise in zwei Wochen.



⁽³⁾ Quelle: BAFU, <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/grundlagen-zum-klima.html>

⁽⁴⁾ Quelle: WWF Magazin 2/2018

⁽⁵⁾ Quelle: IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf

⁽⁶⁾ Quelle: RTS Info, 23.03.2019, Interview Emmanuel Reynard

Extreme Wetterphänomene

Wegen den steigenden Temperaturen werden Wirbelstürme, Unwetter, Starkniederschläge, Trockenheit und Hitzeperioden immer häufiger und intensiver.

Waldbrände von noch nie dagewesenem Ausmass suchten 2019 und 2020 Australien heim und töteten oder vertrieben gegen drei Milliarden Tiere.



Ein Koala im Süden Australiens, der die verheerenden Waldbrände von 2020 überlebt hat. © Brad Fleet / Newspix



© Assianir CC BY-SA 3.0

Forellen leiden unter den stark ansteigenden Wassertemperaturen in den Flüssen während langer Hitzeperioden. Die erwachsene Bachforelle beispielsweise stirbt bei Wassertemperaturen über 25 °C. ⁽⁷⁾

Tropische Wirbelstürme sind natürliche Phänomene mit heftigen Winden, extremen Niederschlägen und verheerenden Überschwemmungen. Dorian, ein Hurrikan der höchsten Kategorie 5, hat die Bahamas 2019 getroffen und vollkommen zerstört. Es gab Dutzende von Toten und materielle Schäden im Wert von vielen Milliarden Dollar.



Hurrikan Dorian, Bahamas 2019

⁽⁷⁾ Quelle: PandaClub, Dossier Klima, <https://www.pandaclub.ch/de/klima-und-klimawandel/>

Doppelter Effekt auf die Meere

Erwärmt sich Wasser, dehnt es sich aus. Das führt zu einem Anstieg des Meeresspiegels. Zusätzlich bringt die Klimaerwärmung die Eiskappen an den Polen und die Gletscher (im Himalaya, in den Alpen usw.) zum Schmelzen. Diese zusätzliche Wassermenge fliesst in die Ozeane und erhöht so das globale Wasservolumen. Gemäss Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern wird der Meeresspiegel bis ins Jahr 2100 um mehr als 50 Zentimeter ansteigen, wenn sich die weltweite Durchschnittstemperatur um 2 °C erhöht ⁽⁸⁾.

Steigt der Meeresspiegel an, erodieren die Küstenzonen und das Grundwasser versalzt. Manche Inseln laufen sogar Gefahr, ganz im Meer zu versinken. Da ein grosser Teil der Weltbevölkerung in Küstennähe lebt, könnte der Klimawandel eine klimatisch bedingte Migration grossen Ausmasses auslösen.

Manche Inseln ragen stellenweise nur wenige Meter aus dem Wasser. Wie zum Beispiel die Inseln des Archipels Tuvalu im Südpazifik. Sie laufen Gefahr, mit dem steigenden Wasserspiegel zu verschwinden.

Das Funafuti-Atoll im Inselstaat Tuvalu © Global Warming Images / WWF



Man spricht oft von der **Klimaugerechtigkeit**, denn allgemein sind es die reichsten Länder der Welt, die am meisten Treibhausgase ausstossen, während die Folgen am stärksten in den sogenannten Entwicklungsländern zu spüren sind.

Die Ozeane absorbieren einen Viertel der globalen CO₂-Emissionen. Der Grossteil des Gases löst sich im Wasser auf und nur ein kleiner Teil wird zu Kohlensäure umgewandelt. Nehmen die Ozeane jedoch zu viel CO₂ auf, werden sie sauer und die Ökosysteme der Meere geraten durcheinander. So bleichen etwa die Korallen aus und werden geschwächt.

Korallen beherbergen mehr als einen Viertel aller marinen Tier- und Pflanzenarten. Allerdings sind heute drei Viertel aller Korallenriffe der Welt vom Aussterben bedroht ⁽⁹⁾.

Die Klimaerwärmung stört auch die **Meeresströmungen**. Diese Störungen wiederum beeinflussen das Klima und umgekehrt.



Der Klimawandel beeinflusst die Biodiversität

Auch ohne die Klimakrise ist die Biodiversität bereits stark bedroht. Laut dem «Living Planet Report» des WWF aus dem Jahr 2020 hat die Population der Wirbeltiere in den vergangenen 50 Jahren weltweit um 60 % abgenommen. Die Störung des Klimas macht die Lage noch prekärer, denn zahlreiche Arten könnten nicht genug Zeit haben, um sich an diese schnellen Veränderungen anzupassen.

Hitze und Trockenheit bedrohen die Wälder

Wälder spielen im Klimaschutz eine wichtige Rolle, denn sie sind CO₂-Senken. Die Bäume nehmen für die Photosynthese CO₂ aus der Atmosphäre auf und wandeln es in Zucker um, aus dem sie dann ihre Biomasse aufbauen. So bleibt es jahrzehntelang gebunden und wird erst freigesetzt, wenn die Bäume verbrannt oder wenn sie in Form von Totholz im Wald zersetzt werden, was sehr viel mehr Zeit beansprucht.

Seit einigen Jahren vertrocknen die Buchen in den jurassischen Wäldern der Ajoie zunehmend und sterben ab. Coeuve, 2019.



Die Kryosphäre

Die Kryosphäre umfasst alle Orte der Erde, an denen Wasser in Form von Eis vorkommt. Sie ist besonders vom Klimawandel betroffen. Wenn die Eiskappen (ausgedehnte Eisflächen auf dem Land) schmelzen, lassen die freigewordenen Wassermassen den Meeresspiegel ansteigen.

Das Schmelzen des Packeises (ausgedehnte Eisschichten, die sich auf dem Wasser bilden) bewirkt nicht direkt einen Anstieg des Meeresspiegels, aber einen indirekten, weil es die Albedo verringert.

(Mehr Infos dazu auf S. 19; Genau hingeschaut – Das arktische Eis und seine Bewohner)

Die Verringerung der Albedo

Die Albedo gibt an, wie viel der Sonneneinstrahlung von der Erdoberfläche reflektiert wird. Dunkle Farben absorbieren das Sonnenlicht besser und erwärmen sich stärker als helle Flächen, die es reflektieren. Wenn sich die Erde erwärmt, schmelzen die weissen Eisflächen und darunter kommt blaues Wasser oder dunkle Erde zum Vorschein. Das Resultat: Die Erde und das Wasser nehmen mehr Sonnenenergie auf und erwärmen sich, was noch mehr Eis zum Schmelzen bringt und so weiter ... ⁽¹⁰⁾!

Der Klimawandel beeinflusst die Gesundheit

Das Klima wird immer wärmer und an gewissen Orten auch feuchter. Das fördert die Vermehrung und die Verbreitung von Mücken. Die Tigermücke beispielsweise dringt immer weiter nach Norden vor und verbreitet dort Krankheiten. In speziell heißen Sommern kommt es wegen der Hitze gar zu Todesfällen. Auch Allergien nehmen zu.

⁽¹⁰⁾Quelle: <https://www.eskp.de/grundlagen/klimawandel/albedo-935817/>

SOS, unsere Gletscher schmelzen!

Am 6. September 2020 fand am Fuss des Trient-Gletschers eine Gedenkfeier zu Ehren der verschwundenen Schweizer Gletscher statt, organisiert von der Klima-Allianz. Diese symbolische Aktion machte auf den Rückgang der Gletscher in der Schweiz aufmerksam.



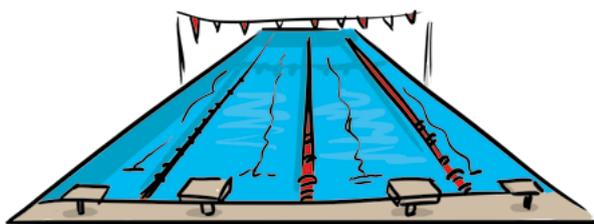
Gedenkfeier am Trient-Gletscher © François Graf

Die Alpen sind noch stärker vom Temperaturanstieg betroffen als der globale Durchschnitt, denn sie erwärmen sich zweimal so schnell. Die Folgen sind sogar von blossem Auge sichtbar: Unsere Gletscher schmelzen rapide!

In rund vierzig Jahren sind die Schweizer Gletscher **um einen Drittel geschrumpft**. Allein 2017 haben sie 1,5 Milliarden Kubikmeter Eis verloren. Wäre das Schmelzwasser in allen Schweizer Haushalten verteilt worden, so hätte jeder von ihnen ein 25-Meter-Schwimmbecken damit füllen können ⁽¹¹⁾!

Seit Mitte der 1970er-Jahre verlieren die Alpengletscher jedes Jahr etwa 1 % ihres Volumens. Die Winter bringen immer weniger Schnee, die Sommer werden immer heisser und trockener. Wenn diese Tendenz anhält, werden bis 2050 wohl 50 bis 90 % der Alpengletscher völlig verschwunden sein ⁽¹²⁾.

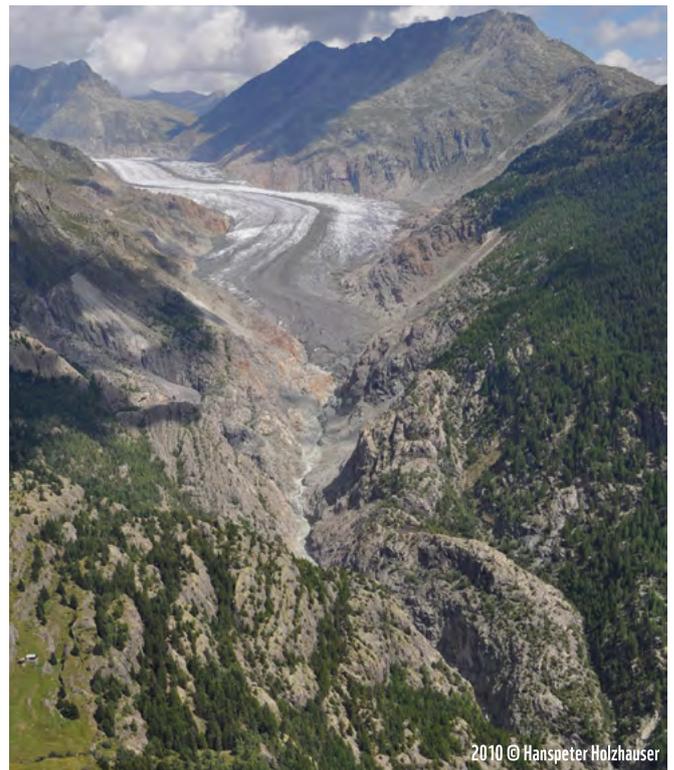
Der 23 Kilometer lange Aletschgletscher ist der grösste Gletscher der Alpen. An manchen Stellen ist er 900 Meter dick. Seit einigen Jahren schmilzt er sehr schnell, und das Eis geht in der Länge, aber auch in der Breite zurück. Fachleute schätzen, er habe seit dem Jahr 1850 rund 3,6 Kilometer Länge und 16 % seiner Oberfläche eingebüsst ⁽¹³⁾.



⁽¹¹⁾ Quelle: WWF Magazin 2/2018

⁽¹²⁾ Quelle: BAFU, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/inkuerze.html>

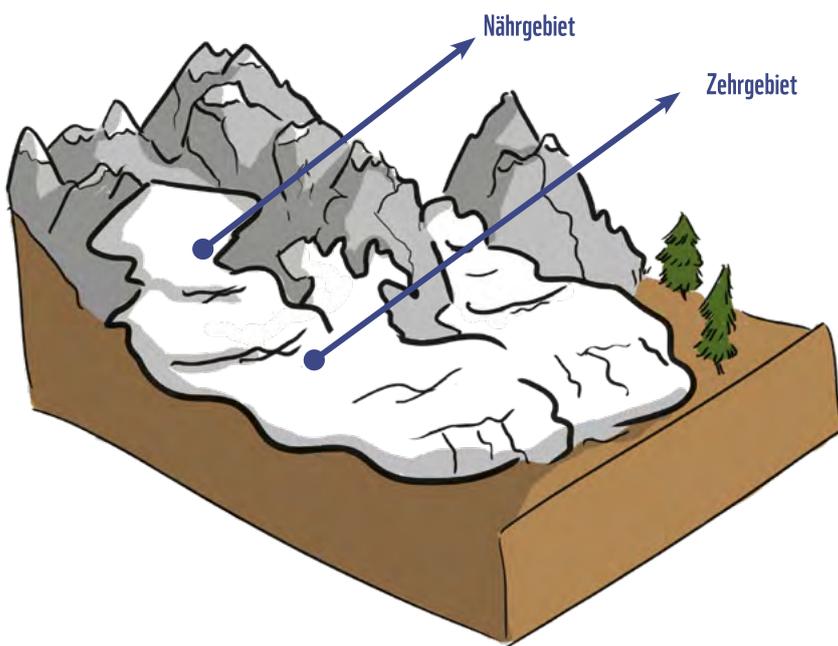
⁽¹³⁾ Quelle: www.glamos.ch



Zu allen Zeiten haben sich Gletscher zurückgezogen oder sind vorgerückt, das ist kein neues Phänomen. Der letzte grosse Vorstoss des Aletschgletschers hat 1856 stattgefunden. Doch heute schmelzen alle alpinen Gletscher aufgrund des Klimawandels mit einer besorgniserregenden Geschwindigkeit.

Was ist ein Gletscher?

Gletscher bestehen aus Schnee-, Firn- und Eismassen, die unter dem Einfluss der Schwerkraft langsam vorrücken. Gletscher können sich nur an Orten bilden, wo im Winter mehr Schnee fällt als im Sommer schmilzt, und das über mehrere Jahre hinweg. Das Eis der Gletscher entsteht aus Schnee, der sich unter wiederholtem Schmelzen und Gefrieren in körniges Firneis verwandelt hat. Unter dem Druck der Neuschneemassen wird das Firneis schliesslich zu Eis zusammengepresst. Am Fuss der felsigen Bergspitzen, in sogenannten **Akkumulations- oder Nährgebieten**, häuft sich der Schnee an und verwandelt sich in Eis. Wenn das Gewicht und der Druck gross genug sind, beginnt das Eis, langsam talabwärts zu fliessen wie Honig. Der Gletscher fliesst bis zum sogenannten **Ablations- oder Zehrgebiet**, wo das Eis schmilzt.



Ist die Akkumulation während einer langen Periode grösser als die Ablation, dann rückt der Gletscher vor. Umgekehrt zieht er sich zurück, wenn die Ablation mehrere Jahre in Folge grösser ist als die Akkumulation.

Man kann die Bewegungen der Gletscher in der Landschaft dank den **Moränen** gut nachvollziehen. Moränen sind Hügelzüge aus Steinblöcken und felsigem Geröll, die vom Gletscher mitgetragen wurden und sich beim Rückzug des Gletschers am Ende, an den Seiten oder im Zentrum des Gletschers anhäufen. Dank den Moränen können Geologinnen und Geologen die Geschichte eines Gletschers rekonstruieren.



Schuhe tauchen wieder auf!

Der Rückzug der Gletscher beschert Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern bisweilen Überraschungen. Im März 1926 brachen zwei Brüder von der Hollandia-Hütte auf, um über den Aletschgletscher zum Konkordiaplatz zu gelangen, doch sie kehrten nie zurück. 2012 tauchten zehn Kilometer weiter unten ihre Gebeine, ihre Schuhe und ein Fernglas auf. Glaziologinnen und Glaziologen konnten ein Modell der Gletscherbewegung erstellen, um zu errechnen, wo ungefähr die beiden Brüder verunfallt waren ⁽¹⁴⁾.

In unseren Alpen schmelzen nicht nur die Gletscher, sondern auch der Permafrost

Was ist Permafrost?

Von Permafrost spricht man, wenn die Temperatur eines Bodens zwei Jahre lang ununterbrochen unter 0 °C liegt. Das Wasser in diesem Boden ist also gefroren.

In der Schweiz findet man auf 5 % der Landesfläche Permafrost ⁽¹⁵⁾. In der Regel liegt er oberhalb von 2'300 Metern Höhe. Doch als Folge des Klimawandels schmilzt der Permafrost, was zu besonders instabilen Zonen führt. In gewissen Regionen der Welt werden potente Treibhausgase wie CO₂ und Methan freigesetzt, wenn der Permafrost schmilzt, was den Klimawandel noch weiter beschleunigt.



Gletschermoränen / Saas-Fee © Ariane Derron

Was passiert, wenn die Gletscher und der Permafrost in den Alpen schmelzen?

Gletscher sind Süßwasserspeicher

Schnee und Eis bedecken durchschnittlich 10 % der Erdoberfläche und machen drei Viertel der weltweiten Süßwasservorkommen aus. Wenn die Gletscher schmelzen, gehen Seen, Flüssen und Grundwasserspeichern langsam ihre Versorgungsquellen aus. Ausserdem fließt ein Grossteil des Wassers von unseren Gletschern in Stauseen, wo es für die Produktion von Elektrizität und für die Landwirtschaft genutzt wird.

Die Gletscher sind wichtig für das Klima

Die weisse Oberfläche der Gletscher reflektiert einen Teil der Sonneneinstrahlung. Verschwinden die verschneiten Flächen, wird mehr Sonneneinstrahlung absorbiert, was die Klimaerwärmung zusätzlich beschleunigt (vgl. Definition Albedo S. 11). Die Gletscher sind auch von Bedeutung, weil ihre Schönheit viele Touristen anlockt. Sie sind die Visitenkarte der Alpen. Ihr Verschwinden würde zweifellos einen wirtschaftlichen Verlust nach sich ziehen.



2073 ETHNIA PHOTOGRAPH CO. ZÜRICH

Morterschgletscher

Wegen dem Klimawandel verschwindet die Schneedecke

Seit den 1970er-Jahren hat die Anzahl der jährlichen Schneetage auf einer Höhe von 2'000 Metern in der Schweiz um 20 % abgenommen. Unter 800 Metern schneit es nur noch halb so oft wie früher⁽¹⁶⁾. Das trifft den klassischen Wintertourismus, denn die Skigebiete haben immer weniger Schnee.

Das Schmelzen des Permafrosts zieht Naturgefahren nach sich

Permafrost an sich ist keine Naturgefahr, aber wenn das Eis im Boden schmilzt, kann dieser seine Stabilität verlieren. Die Destabilisierung von Felswänden und Steilhängen aus Lockergestein ist besonders gefährlich, denn gemäss Expertinnen und Experten sind die Folgen davon Erdbeben, Steinschläge, Bergstürze und Murgänge⁽¹⁷⁾. All diese Vorfälle können Strassen, Häuser oder Seilbahnen zerstören.



Im August 2017 kam es zu einem grossen Bergsturz am Piz Cengalo in den Bergeller Alpen. Murgänge transportierten Gesteinsmassen bis ins Dorf Bondo, wo mehrere Häuser und Strassen zerstört wurden.

2019 musste die Station Aletsch Arena vorübergehend den Betrieb der Seilbahn aufs Eggishorn einstellen. Das Auftauen des Permafrosts hatte zu einem Absinken des Bodens bei der Bergstation geführt.

Auswirkungen auf die Biodiversität

«In den Alpen ist die mittlere Temperatur bereits um 2 °C gestiegen, und jedes Jahrzehnt steigt sie um weitere 0,3 bis 0,5 °C. Eine Pflanze oder ein Tier, das unter gleichbleibenden Temperaturbedingungen leben will oder muss, müsste also alle zehn Jahre 100 Meter höher steigen. Für gewisse Lebewesen ist das machbar, für andere aber bedeutet es das Ende der Welt.» (Anne Delastrade, Gründerin des Forschungszentrums CREA Mont-Blanc, Revue Nr. 256 La Salamandre)

Zahlreiche alpine Arten werden sich an neue Lebensräume anpassen oder ihr geografisches Verbreitungsgebiet ändern müssen. Dafür müssen sie entweder in die Höhe steigen oder nach Norden wandern. Manche werden sich anpassen können, doch andere werden ganz verschwinden, wenn die kälteresistenten Alpenpflanzen starke Konkurrenz von Pflanzenarten bekommen, die vorher nur in tieferen Lagen vorkamen.

In diesem Dossier wollen wir den Einfluss des Klimawandels am Beispiel von drei Tierarten vertiefen, die in den Alpen leben: **das Alpen-schneehuhn, der Schneehase und das Alpenmurmeltier.**

Weitere Informationen zu diesen Tieren finden Sie im Tierlexikon auf pandaclub.ch.

<https://www.pandaclub.ch/de/tiere/tierlexikon/>

Der Gletscherfloh hält die Kälte aus!

Ein Gletscher ist nicht frei von Leben. Eine besondere Tierart hält die Kälte im ewigen Eis aus: der Gletscherfloh!

Obwohl Gletscherflöhe springen, sind sie keine echten Flöhe. Es handelt sich dabei um winzige, 1,5 bis 2,5 Millimeter lange Gliederfüsser aus der Ordnung der Springschwänze. Doch wie überleben diese winzigen Tierchen bei Temperaturen, die dauerhaft unter 0 °C liegen? Sie produzieren ein körpereigenes Frostschutzmittel, dank dem sie Temperaturen von bis zu -20 °C überleben können. Bei grosser Kälte schlüpfen sie in Spalten, und im Winter suchen sie Zuflucht unter der Schneedecke, wo es in der Regel nicht kälter wird als -5 °C.

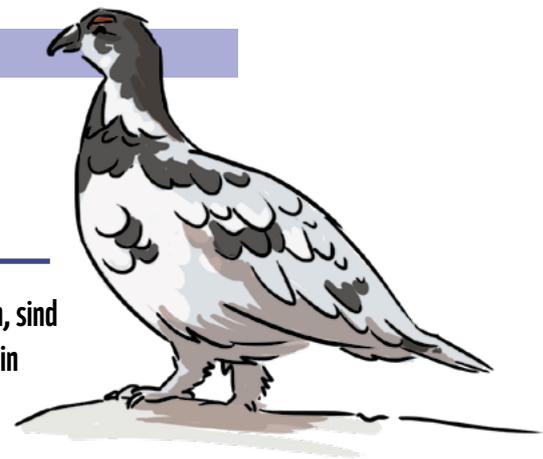


Gletscherflöhe ernähren sich von Algen und organischen Partikeln wie Nadelbaumpollen, die der Wind herangeweht hat. Wärme ertragen sie schlecht und bei Temperaturen von über 12 °C sterben sie. Trotz ihrer geringen Grösse entdeckt man die Gletscherflöhe schnell, denn sie treten oft in grosser Zahl auf und erinnern an Pfefferkörner.



⁽¹⁶⁾ Quelle: NCCS, <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/beobachtete-klimaentwicklung-in-der-schweiz.html>

⁽¹⁷⁾ Quelle: BAFU, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/klimawandel.html>



Das Alpenschneehuhn

Die Schneehühner, zu denen das Alpenschneehuhn und das Moorschneehuhn gehören, sind die einzigen Vogelarten, die ihr braunes Sommerkleid im Winter zur Tarnung gegen ein weisses Federkleid tauschen. Nur das Alpenschneehuhn kommt in der Schweiz vor.

Unterfamilie: Raufusshühner (Tetraoninae)

Gattung: Schneehühner (*Lagopus*)

Raufusshühner sind Vögel der nördlichen Hemisphäre, die an ein kaltes Klima angepasst sind. Neben den Schneehühnern gehören auch das Auerhuhn und das Birkhuhn zu dieser Gruppe.



Birkhuhn

Anpassung an den Winter

Schutz vor der Kälte

Das Schneehuhn besitzt ein dichtes, isolierendes Federkleid. Sogar seine Nasenöffnungen und seine Zehen sind mit Federn bedeckt. Die befiederten Füsse verhindern zudem, dass es im Schnee einsinkt.

Tarnung

Es mausert sich dreimal pro Jahr: Sommer-, Winter- und Balzkleid. Die Farbe seines Federkleids passt sich immer der Umgebung an, in der es sich befindet: weiss im Winter und graubraun gesprenkelt im Sommer.

Besonderheit

Um Energie zu sparen, verbringt das Alpenschneehuhn die Winternächte in einem Unterschlupf im Schnee. Den «Iglu» gräbt es mit seinen Füssen etwa 20 Zentimeter unter der Schneeoberfläche. Die Temperatur im Innern bleibt dank der isolierenden Wirkung des Schnees nahe bei 0 °C, selbst wenn die Aussentemperaturen sehr tief sind.

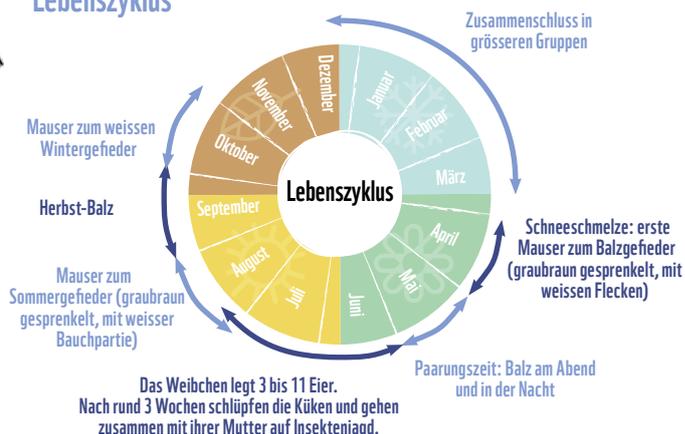
Lebensraum

Das Alpenschneehuhn lebt in den Bergen und der Tundra. In der Schweiz findet man es nur in den Alpen oberhalb der Baumgrenze. Sein Habitat besteht aus Heide Landschaften mit Zwergsträuchern, trockenen Bergwiesen und Gletschermoränen.

Nahrung

Erwachsene Alpenschneehühner ernähren sich im Winter von Trieben, Knospen und Blättern von Krähenbeeren, Alpenrosen, Weiden und Birken. Im Sommer fressen sie auch Samen, Beeren und Blüten verschiedener alpiner Pflanzen. Küken hingegen brauchen Insektennahrung.

Lebenszyklus



Die wichtigsten Gefahren durch den Klimawandel

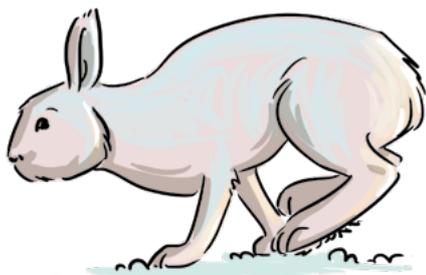
Wegen verschiedener Faktoren wie beispielsweise der zunehmenden Störungen durch menschliche Freizeitbeschäftigungen ist die Population des Alpenschneehuhns bedroht. Der Klimawandel ist ein zusätzlicher Stressfaktor.

Da die Mauser durch die Länge von Tag und Nacht bestimmt wird und nicht durch den Wechsel der Temperatur, sehen sich die Schneehühner in schneeärmeren Wintern mit einem Problem in ihrer Tarnung konfrontiert: Sie selbst sind weiss, aber ihre Umgebung ist es (noch) nicht.

Das Alpenschneehuhn ist an ein kaltes Klima angepasst. Wenn es im Sommer heisser wird, muss es sich in immer höhere Lagen zurückziehen, um kühlere Temperaturen zu finden. Auf den Berggipfeln wird der Lebensraum allerdings immer knapper. Sie verlieren ihren Lebensraum.



Die Männchen haben einen schwarzen Streifen vom Schnabel bis zu den Augen und rote Wülste über den Augen.



Der Schneehase

Der Schneehase ist in der Schweiz nicht gefährdet, doch sein Habitat ist vom Klimawandel sowie von menschlichen Aktivitäten bedroht.

Familie: Hasen (Leporidae)

Gattung: Echte Hasen (*Lepus*)

Hasen sind keine Nagetiere, aber eng mit diesen verwandt. Sie sind leicht an ihren langen Hinterläufen und ihren langen Ohren zu erkennen. In der Schweiz leben zwei Hasenarten: der Feldhase und der Schneehase.

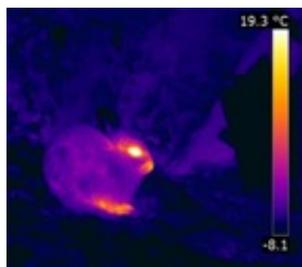
Anpassung an den Winter

Schutz vor der Kälte

Die Ohren des Schneehasen sind kürzer als die des Feldhasen. So verliert der Schneehase weniger Wärme durch die grosse Oberfläche der Ohren. Sein Körper ist gedrungen und sein Winterpelz ist dick und warm.

Tarnung

Wie das Alpenschneehuhn ändert der Schneehase je nach Jahreszeit sein Aussehen und wechselt seine Fellfarbe, wenn der Winter kommt. Weisse Haare im weissen Schnee, das ist die perfekte Tarnung, um sich vor Feinden zu schützen.



Auf diesem Wärmebild sieht man, wie gut das dichte Fell des Schneehasen isoliert. Wärme geht nur durch die Augen, die Nase und die Pfoten verloren.

Besonderheit

Seine langen Hinterläufe sind kräftig und von einem dicken Fell bedeckt, sodass er sich problemlos auf dem Schnee fortbewegen kann. Zudem haben seine stark behaarten Pfoten denselben Effekt auf dem Schnee wie Schneeschuhe, sodass er weniger einsinkt.

Der Schneehase lebt gern in Gesellschaft und ist hauptsächlich nachtaktiv. Den Tag verbringt er im Winter in einer Schneehöhle und im Sommer im Erdboden.



Lebensraum

Schneehasen leben auf alpinen Wiesen und in lichten Wäldern in den Alpen, vor allem oberhalb von 1'300 Metern.



Nahrung

Je nach Jahreszeit ernährt sich der Schneehase von Beeren, Blättern, Moos, Flechten, Rinde oder Wurzeln. Er frisst sogar seine eigenen Exkremente, um an ein Maximum an Nährstoffen zu gelangen.

Lebenszyklus



Kurz vor dem ersten Wurf kommt es zur zweiten Paarung. Schneehasen können zweimal im Jahr Nachwuchs haben. 1 bis 3 Junge pro Wurf kommen auf die Welt. Nach einigen Wochen sind sie bereits unabhängig.

Die wichtigsten Gefahren durch den Klimawandel

Der Temperaturanstieg stellt den Schneehasen vor unterschiedliche Probleme: Da er sehr gut an die Kälte angepasst ist, hat er im Sommer Mühe, seine Körpertemperatur zu regulieren und zieht sich in kältere Regionen zurück. Dazu sucht er höher gelegene Gebiete auf, weshalb sein Habitat immer kleiner und fragmentierter wird. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler schätzen, dass ein Drittel des für den Schneehasen geeigneten Lebensraums in der Schweiz bis 2100 verschwinden dürfte⁽¹⁸⁾. Zu den steigenden Temperaturen kommt ausserdem eine zunehmende Konkurrenz mit dem Feldhasen hinzu, der in der Ebene lebt und weniger wärmeempfindlich ist. Letzterer breitet sich mit den steigenden Temperaturen auch in höheren Lagen aus und dringt in die Territorien der Schneehasen ein⁽¹⁹⁾. Ausserdem geht es dem Schneehasen nicht besser als dem Alpenschneehuhn: In schneearmen Wintern findet er sich plötzlich in die «falsche» Tarnfarbe gekleidet. Er reagiert auch sehr sensibel auf Störungen durch den Menschen wie etwa den Wintersport.

⁽¹⁸⁾ Quelle: WSF, <https://www.wsl.ch/de/newsseiten/2018/03/schneehasen-im-klimawandel.html>

⁽¹⁹⁾ Quelle: Interview Anne Delastrate, CREA Mont-Blanc

Das Alpenmurmeltier

Weltweit gibt es 14 Murmeltierarten, eine davon ist das Alpenmurmeltier. Wie sein Name verrät, lebt es in den Alpen, aber auch im Jura. Sie sind bestens an das Leben in den Bergen angepasst. Lange Zeit wurden Murmeltiere gejagt, wegen ihres Fleisches, aber auch wegen ihres Fetts, aus dem man Murmeltieröl herstellte, das Muskel- und Gelenkschmerzen lindern soll.

Ordnung: Nagetiere (Rodentia)

Gattung: Murmeltiere (*Marmota*)

Das Murmeltier gehört wie die Eichhörnchen zur Familie der Hörnchen. Es misst zwischen 40 und 70 Zentimetern und wiegt nach dem Winterschlaf etwa 3 Kilo, kurz davor jedoch 7 Kilo. Es wird 15 bis 18 Jahre alt.

Anpassung an den Winter

Schutz vor der Kälte

Sein Fell ist dick und warm.

Winterschlaf

Um der Kälte zu widerstehen, hält das Murmeltier von Oktober bis April Winterschlaf. Seine Atmung und seine Verdauung verlangsamen sich, seine Körpertemperatur sinkt und es reagiert kaum noch auf äussere Reize. Während des Winterschlafs frisst das Murmeltier nichts, sondern zehrt von seinen Fettreserven.

Besonderheiten

Das Murmeltier hat gute Augen, sodass es seine Feinde wie beispielsweise den Steinadler schon von weitem sieht. Wenn es eine Gefahr wahrnimmt, pfeift es, um seine Artgenossen zu warnen. Hören diese den Alarmruf, flüchten sie blitzartig in ihre Erdlöcher. In den dunklen Erdhöhlen orientiert sich das Murmeltier mit Hilfe seiner Tasthaare, die aussehen wie ein langer Schnurrbart.

Lebensraum

Man trifft das Murmeltier oberhalb der Baumgrenze bis zu 3'000 Metern Höhe auf Alpwiesen zwischen Steinen und Geröll an. Mit seinen mit vier mächtigen Krallen bewehrten Vorderpfoten gräbt es Gänge in die Erde. Es kann selbst in sehr hartem Boden graben. Sein Bau besteht aus meterlangen Gangsystemen, welche verschiedene Kammern miteinander verbinden. Jeder Bau besitzt mehrere Ausgänge. Ein Bau kann jahrelang verwendet werden, und oft tragen mehrere Generationen von Murmeltieren zu seiner Konstruktion bei.



© Ariane Derron

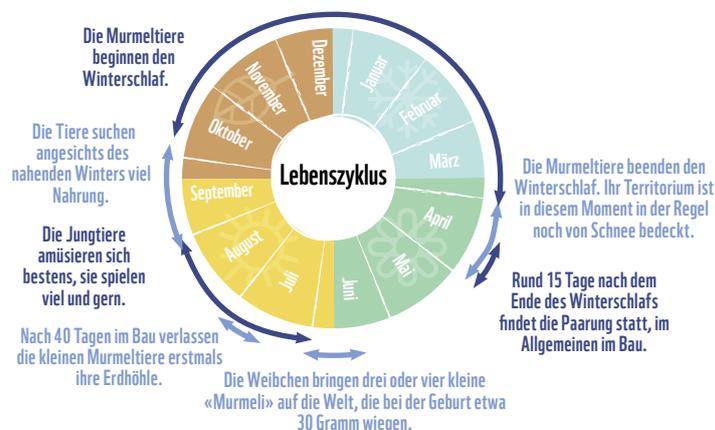


Nahrung

Als Pflanzenfresser ernährt sich das Murmeltier ausschliesslich von Pflanzen wie Kräutern, Blumen, Sträuchern usw. Wie bei allen Nagetieren wachsen auch bei ihm die Zähne ein Leben lang, weshalb es sie beim Knabbern von hartem Gebüsch abnutzen muss.

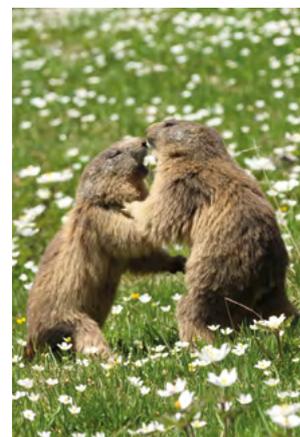
Lebenszyklus

Eine Murmeltierfamilie umfasst 2 bis 20 Individuen. Neben den Eltern gehören die Jungen der ersten Generation sowie diejenigen vom Vorjahr dazu. Im Alter von 2 Jahren werden die «Murmeli» erwachsen und graben ihren eigenen Bau.



Die wichtigsten Gefahren durch den Klimawandel

Die Zeit, in der eine Schneedecke liegt, wird immer kürzer. Zudem wird diese Schneedecke immer dünner und verliert damit ihre isolierende Wirkung. Die Murmeltiere frieren deshalb tendenziell mehr und verlieren auch mehr Gewicht, was zu weniger Nachwuchs führt. Zudem überleben weniger Jungtiere.

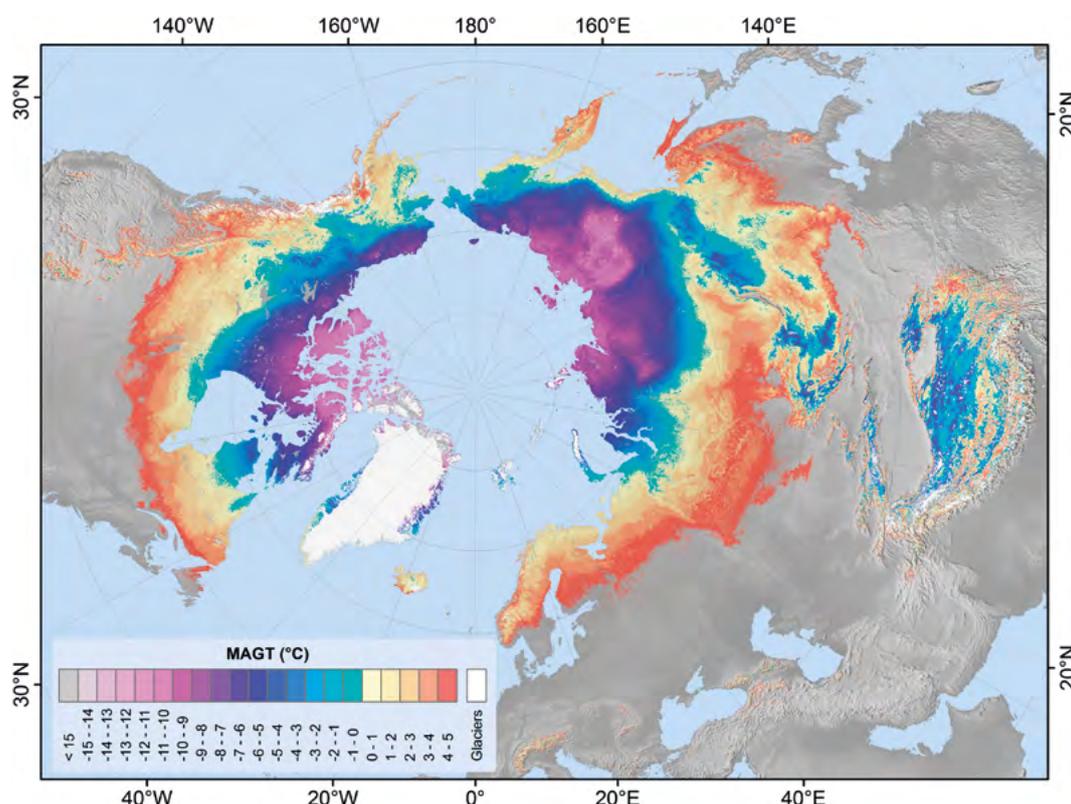


Genau hingeschaut – Das arktische Eis und seine Bewohner

Das Eis auf der Welt

Die Kryosphäre umfasst alles Wasser, das in fester Form, also als Eis, auf unserem Planeten vorhanden ist (vgl. S. 11).

Man findet Eisvorkommen in den Alpen, im Himalaya, in den Anden und in den Polarregionen, aber auch in der Luft in Form von Schnee oder Eiskristallen in den Wolken.



Die verschiedenen Arten von Eis

Permafrost – das verborgene Eis

Als Permafrost wird ein Boden bezeichnet, dessen Temperatur mindestens zwei Jahre lang in Folge unter 0 °C liegt und bei dem alles enthaltene Wasser gefroren ist. In Grönland umfasst der Permafrost 99 % der Fläche. Weltweit gesehen, macht er rund 25 % der Erdoberfläche aus.

Gletscher – das wandernde Eis

Gletscher sind Eismassen, die aus Schnee entstanden sind und sich langsam talwärts bewegen.

Eisschollen – salziges Eis

Eisschollen bilden sich, wenn das Meer zufriert. Wegen seines Salzgehalts muss das Wasser dafür auf unter -1,8 °C abkühlen. Eine frisch gebildete Eisscholle enthält noch viel wässrige Salzlösung, die sogenannte Sole, in Form von Tropfen zwischen den Eiskristallen. Doch mit der Zeit wird das Salz ins Meer abgeschieden, sodass mehrjähriges Packeis praktisch kein Salz mehr enthält.

Inlandeis – das liegende Eis

Inlandeis nennt man einen Gletscher von sehr grosser Ausdehnung, der sich wie eine Eisdecke über das Festland ausbreitet und mehrere tausend Meter dick sein kann. Es gibt auf Erden nur zwei solche Eisschilder: das Inlandeis der Antarktis und das von Grönland.

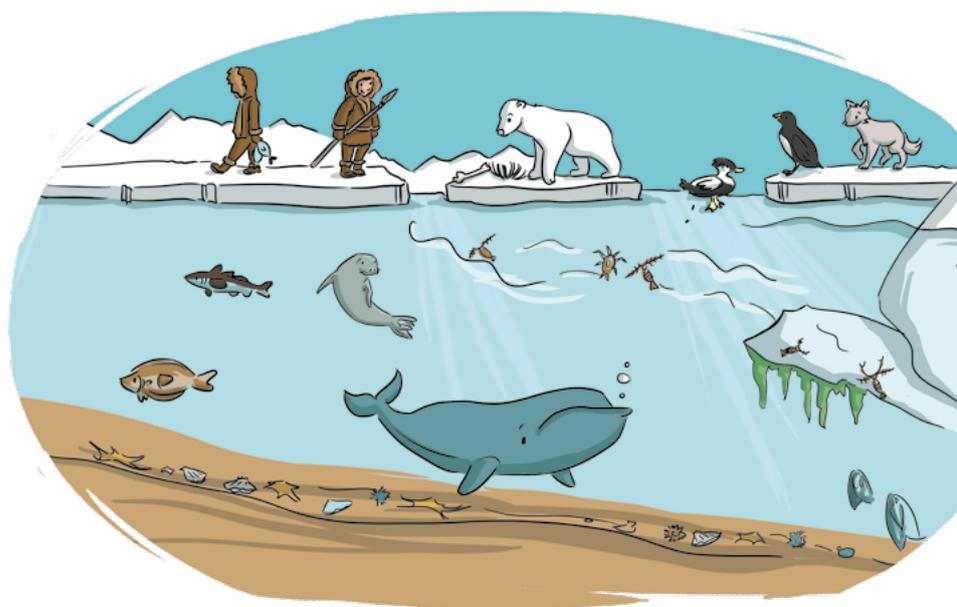
Polare Eiskappen haben grosse Ähnlichkeit mit dem Inlandeis, doch überschreiten sie nie eine Fläche von 50'000 Quadratkilometern.

Schelfeis – das Eis, das kalbt

Die Verlängerung eines Gletschers oder einer Eiskappe, die auf dem Meer schwimmt, wird Schelfeis genannt. Die Stücke, die vom Schelfeis abbrechen, schwimmen als Eisberge auf dem Meer. Dieses Abbrechen von Eisbergen nennt man «Kalben».

Das Packeis eine tote Wüste?

Auf den ersten Blick scheint es undenkbar, dass Eisschollen bewohnt sein könnten: extreme Kälte, lange Dunkelheit und Nahrungsquellen, die nur während eines sehr kurzen Sommers zugänglich sind. Doch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben mehr als 2'000 Algen- und Tierarten identifiziert, die im oder in der Nähe des Packeises leben. Es gibt auch Bakterien, Viren und Pilze, die sich an die Kälte angepasst haben.



Eisalgen, wie zum Beispiel Kieselalgen, bilden die Basis der Nahrungskette im Polarmeer. Sie sind extreme Überlebenskünstlerinnen. Sie bilden auf der Unterseite der Eisschollen grosse Teppiche, doch man findet sie auch in winzigen Kanälen im Eis die sich bilden, wenn Meerwasser gefriert. Die Algenfäden, die auf den Meeresboden sinken, sind eine wichtige Nahrungsquelle für die hier wohnenden Lebewesen wie beispielsweise die Seegurken.

In der Arktis machen Ruderfusskrebse, winzige Krustentiere, 80 bis 90 % des Zooplanktons aus und nehmen so einen wichtigen Platz in der Nahrungskette ein. Sie fungieren als Bindeglied zwischen den sogenannten Primärproduzenten, den Algen, und den grossen Konsumenten wie Fischen und Bartenwalen.

Zooplankton setzt sich aus zahlreichen winzig kleinen, tierischen Meeresorganismen zusammen, die sich von Algen oder anderen Kleinsttieren ernähren. Sie machen einen grossen Teil der Nahrungsquelle für Meerestiere aus.

Eine **Nahrungskette** ist ein Beziehungsnetz von Lebewesen, in dem jedes das vorhergehende frisst und selbst vom nachfolgenden gefressen wird.

Die Unterseite des Packeises ist nicht einfach glatt, sondern ein Labyrinth aus Tälern, Gängen und Grotten. Das ideale Versteck also für junge Fische wie etwa **Polardorsche**. Die jungen Dorsche sind ihrerseits eine Nahrungsquelle für Meeresvögel, Hundsrobben und Nar- und Belugawale. Das letzte Glied dieser Nahrungskette ist der Eisbär, der die Robben auf den Eisschollen jagt.

Der Klimawandel gefährdet das arktische Nahrungsnetz



Melosira arctica, eine Eisalgenart, hier unter der Eisscholle © Andrew Thurber

Wie die Alpen erwärmen sich auch die Polarregionen zweimal schneller als der Rest der Erde. Diese Ökosysteme stehen also gewaltig unter Druck. Mit dem Rückgang des Meereises schrumpft auch das Nahrungsangebot. Vögel und Säugetiere, die früher am Rand des Packeises Nahrung fanden, müssen jetzt längere Wege in Kauf nehmen. Der Temperaturanstieg zwingt zudem die an Kälte angepassten Meeresbewohner, in andere, kältere Regionen zu wandern.

Der Klimawandel hat einen enormen Einfluss auf die Nahrungskette. Je dünner die Eisschicht wird, desto früher im Jahr erreicht das Sonnenlicht die Algen. Das bedeutet, dass sich die Algen, welche die Basis des Nahrungsnetzes bilden, früher im Jahr vermehren. Vermehren sich die Algen sehr stark, spricht man von einer Algenblüte. Normalerweise entwickelt sich das Zooplankton parallel zum Reproduktionszyklus der Eisalgen, um diese zu fressen. Doch wenn die Algen sich zu früh im Jahr beginnen zu vermehren, kommen die tierischen Organismen des Zooplanktons zu spät. Sie finden keine Nahrung und verhungern. Das bringt die ganze Nahrungskette aus dem Gleichgewicht.

2018 hatte dieses «schlechte Timing» in der Beringsee fatale Folgen: In jenem Jahr hatte sich das Meereis besonders stark zurückgezogen. Einige Monate später beobachtete man ein Massensterben unter den Meeresvögeln. Und an der nordamerikanischen Westküste wurden 200 tote Grauwale angespült. Sie alle waren verhungert, weil das Zooplankton und die Polardorsche, die unter dem Eis leben, fehlten.

Genau hingeschaut - Die Gletscher schmelzen auch in den Anden

Die Auswirkungen des Klimawandels kennen keine geografischen Grenzen. Die klimatischen Veränderungen verstärken Naturkatastrophen wie Dürren und Überschwemmungen und verschlimmern dadurch Armut und Hunger, vor allem in südlichen Ländern ⁽²⁰⁾.



Hochplateau in den Anden

Berge sind nicht nur Heimat für ein Fünftel der Weltbevölkerung, sie versorgen auch die Hälfte der Menschheit mit Süßwasser ⁽²¹⁾. Doch in den letzten Jahren schmelzen die Gletscher in den Alpen, im Himalaya und auch in den südamerikanischen Anden. Die Gletscher der tropischen Anden finden sich in vier Ländern: Venezuela, Kolumbien, Ecuador und Peru. Sie liegen in einer luftigen Höhe von 5'000 bis 6'000 Meter über Meer. Trotzdem ist ihr Rückgang besorgniserregend und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler schätzen, dass sie bis zum Ende des Jahrhunderts zwischen 78 und 97 % ihres Volumens verlieren könnten ⁽²²⁾.

Das Schmelzwasser der Gletscher ist eine lebenswichtige Ressource für Millionen von Menschen, vor allem für die Bewohner der Anden-Hochplateaus. Die Gletscher dienen als Wasserreservoirs und zahlreiche Städte werden direkt mit diesem Wasser versorgt. Das ist etwa der Fall von Quito in Ecuador oder von La Paz in Bolivien. Bei Dürre wird das Wasser in diesen Städten rar, was zu schwerwiegenden Problemen führt.

Heute hat fast eine Milliarde Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Der Klimawandel droht, diesen Zustand noch massiv zu verschlimmern.

In den Andenregionen sind viele Täler bereits ausgetrocknet und vollständig auf das Schmelzwasser der Gletscher angewiesen, um

ihre Bewohner mit Süßwasser zu versorgen, aber auch um Elektrizität und Lebensmittel zu produzieren oder die Ökosysteme zu bewässern. Diese Länder stehen jetzt schon unter einem grossen demografischen und landwirtschaftlichen Druck, was zu Konflikten rund um den Zugang zum Wasser führt.

In Peru, in der Bergkette von Vilconato, hat die schnelle Gletscherschmelze zu einer vertikalen Migration verschiedener Amphibienarten um 150 oder gar 200 Meter geführt ⁽²³⁾.

Im Chucchún-Tal in Peru sammelte man Gletschereis, um ein Sorbet namens «raspadilla» herzustellen. Dieses war eine wichtige Einkommensquelle und eine Tradition. Heute wird die «raspadilla» aus industriellem Eis produziert. Textur und Geschmack sind völlig anders ⁽²⁴⁾.

Die Versorgung mit Trinkwasser ist nicht das einzige Problem im Zusammenhang mit dem Rückgang der Gletscher in den Anden: Auch die Sicherheit der Bewohner ist in Gefahr. In Peru beispielsweise sind viele Häuser durch überlaufende Gletscherseen bedroht. Wenn sich die Gletscher zurückziehen, staut sich das Schmelzwasser hinter den Moränen. Abbrechende Eisbrocken, Erdbeben oder starke Regenfälle können dazu führen, dass sich dieses Wasser plötzlich Bahn bricht und die Täler überflutet.

⁽²⁰⁾ Quelle: DEZA, <https://www.eda.admin.ch/deza/de/home/themen/klimawandel.html>

⁽²¹⁾ Quelle: DEZA, <https://www.eda.admin.ch/deza/de/home/themen/klimawandel/berggebiete.html>

⁽²²⁾ <https://www.notre-planete.info/actualites/1667-fonte-glaciers-Andes> (französisch)

⁽²³⁾ Barbara Meyers, <https://blog.defi-ecologique.com/fonte-glaciers-andins-paramo-danger/> (französisch)

⁽²⁴⁾ BAFU, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/klimaaenderung-schweiz.html>

Welche Lösungen gibt es, um unsere Gletscher und unsere Erde zu schützen?

Lasst uns beherzt handeln, alleine und gemeinsam!

Die heutige Situation ist besorgniserregend, doch glücklicherweise ist es noch möglich, etwas zu tun, um das schlimmste aller Szenarien zu vermeiden.

Es bleibt noch Zeit, unsere Gletscher zu retten und die Tendenz umzukehren.

Dafür gibt es nur eine Lösung: Wir müssen unsere Treibhausgasemissionen senken.

Die Schweiz, die dem Klimaabkommen von Paris zugestimmt hat, möchte ihre Emissionen bis ins Jahr 2030 um 50 % senken.

Sie hat zudem ihre Absicht kundgetan, bis 2050 das Ziel «Netto-Null-Emissionen» zu erreichen ⁽²⁵⁾.

Gesetze und politische Massnahmen, um diese Pläne umzusetzen, sind eine gute Sache, doch die Ziele selber reichen noch bei weitem nicht.

Gemäss Schlussfolgerungen der internationalen Forschung müsste die Schweiz ihre Emissionen bereits zwischen 2030 und 2040 auf Netto-Null senken. Wir müssen also wirksamere Massnahmen zum Schutz des Klimas ergreifen, und zwar schnell.

Es ist möglich, sich auf mehreren Ebenen und in jedem Alter dafür zu engagieren.

Wir zeigen hier einige Optionen auf, und zwar speziell für Kinder, die Entscheidungsträger von morgen.



Ernährung

Wenn man darauf achtet, was man isst, kann man schon viel bewirken.



ZU HAUSE AKTIV WERDEN

Saisongemüse und -früchte essen

- Indem wir Früchte und Gemüse aus der Region essen, vermindern wir Transporte, die CO₂-Emissionen verursachen.
- Indem wir saisonale Früchte und Gemüse essen, vermeiden wir, dass man sie in Treibhäusern produzieren muss, die mit fossilen Energieträgern geheizt werden, welche CO₂ ausstossen.

Gemüse und Früchte mit Bio-Label essen

- Gemüse und Früchte mit Bio-Label werden mehr und mehr in Treibhäusern produziert, die ohne fossile Energien geheizt werden. Die Bio-Produzenten haben sich verpflichtet, bis 2040 nur noch erneuerbare Energien zu nutzen.
- Der Transport von ausländischen Gemüsen und Früchten mit Bio-Label per Flugzeug wird begrenzt. Für gewisse Labels wie Migros Bio oder Bio Suisse beispielsweise ist er sogar komplett verboten.

Regelmässig vegetarisch oder vegan essen ist gut für den Planeten

- Die Produktion von Fleisch und Milchprodukten hinterlässt einen grossen klimatischen Fussabdruck.
- Es ist jedoch nicht notwendig, komplett vegetarisch oder vegan zu leben. Schon wenn man regelmässig Mahlzeiten ohne Fleisch und Käse zubereitet, reduziert man seine eigenen Emissionen an CO₂ und Methan.

<https://www.pandaclub.ch/de/helfen/umwelttipps/>



Foodwaste vermeiden

In der Schweiz landet etwa ein Drittel aller Lebensmittel im Abfall, obwohl sie noch geniessbar wären. Das ist eine enorme Verschwendung, welche die Umwelt belastet. Die Produktion von Lebensmitteln braucht viel Wasser, Energie und Rohstoffe. Weniger kaufen, seine Mahlzeiten planen und Reste in kreative, neue Gerichte verwandeln verhindert, dass Lebensmittel verschwendet werden.

MIT SEINER KLASSE UND SEINER SCHULE AKTIV WERDEN

- Saisonfrüchte und -gemüse im Schulgarten kennenlernen
- Znüni oder Zvieri mit lokalen, saisonalen Bioprodukten organisieren
- In der Schulkantine eine Umfrage starten und lokale, saisongerechte, biologisch produzierte Lebensmittel vorschlagen. Und zwei vegane Tage pro Woche organisieren.



Konsum

Nur das konsumieren, was man wirklich braucht, und dies so lokal wie möglich.

ZUHAUSEAKTIVWERDEN

Ausleihen statt kaufen

Es benötigt viel Energie, um Spielsachen, Bücher, elektrische Haushaltsgeräte und viele andere Dinge zu produzieren. Das verursacht viel CO₂.

- Gewisse Dinge, die man braucht, bei Freunden ausborgen. Und umgekehrt die eigenen Sachen seinen Freunden ausleihen.
- Secondhand-Artikel kaufen.
- Und vor allem keine Sachen fortwerfen, die man nicht mehr braucht. Sie können immer jemand anderem nützen.

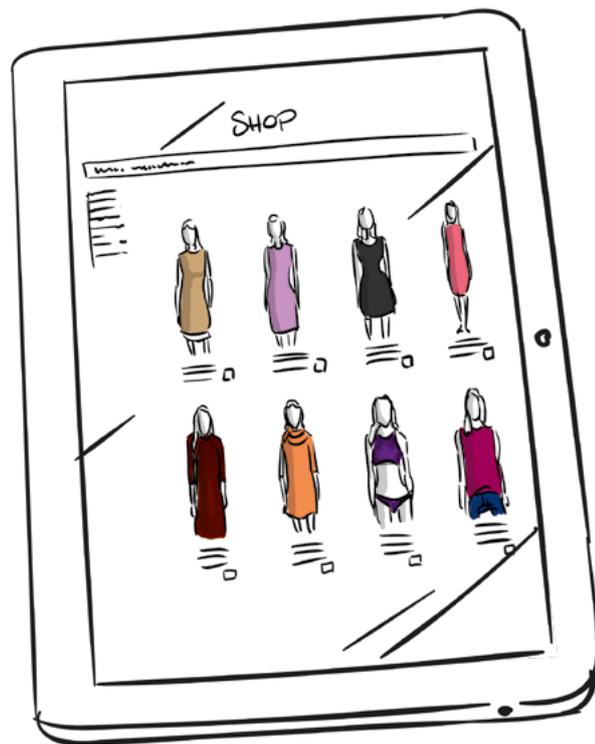
Kleider tauschen, ausleihen oder im Secondhand-Laden kaufen

Regelmässig neue Kleider kaufen, nur weil sie in Mode sind, hat sehr schädliche Auswirkungen für unser Klima. Man spricht hier von **Fast-Fashion**.

Notwendigkeit oder Lust?



Wenn man sich etwas kaufen will, sollte man sich zuerst immer die folgende Frage stellen: Brauche ich dieses Objekt wirklich oder habe ich einfach Lust darauf?



MIT SEINER KLASSE UND SEINER SCHULE AKTIV WERDEN

- In die Bibliothek gehen, um Bücher und andere Medien auszuleihen.
- In die Ludothek gehen, um Spiele auszuleihen.
- Einen Kasten zum Austauschen von Büchern im Schulhaus vorschlagen und einrichten, vielleicht im Rahmen des Werkunterrichts?



Verkehr

Indem wir auf unser Reiseverhalten und die Wahl der verwendeten Transportmittel für unsere Einkäufe achten, können wir die CO₂-Emissionen einschränken.



ZU HAUSE AKTIV WERDEN

- Wenn immer möglich zu Fuss oder mit dem Velo statt mit dem Auto in die Schule gehen oder fahren – das ist gesund, auch für die Umwelt!
- Ausserdem: Wenn man zu Fuss oder mit dem Velo in die Schule geht oder fährt, entdeckt man spannende Dinge, die man hinter der Autoscheibe übersehen hätte. Wenn der Schulweg zu lang ist, dann wählt man besser den öffentlichen Verkehr (Bus, Zug). Das ist klimafreundlicher als das Auto.
- Wenn man in der Schweiz Ferien macht, beispielsweise in einem WWF-Ferienlager, oder mit dem Zug neue Horizonte erkundet, hilft man mit, den CO₂-Ausstoss zu senken.

MIT SEINER KLASSE UND SEINER SCHULE AKTIV WERDEN

Die Möglichkeiten für die Schülerinnen und Schüler prüfen, mit dem Trottnett, dem Velo oder zu Fuss in die Schule zu kommen.

Heizung

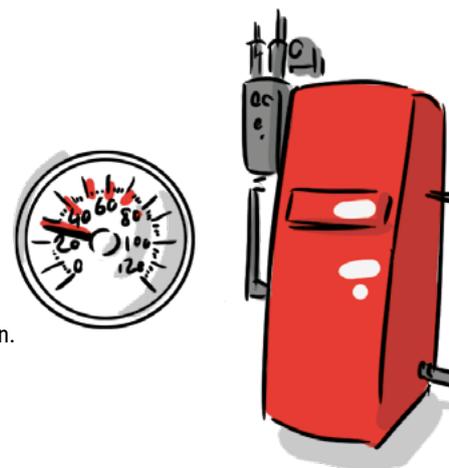
In der Schweiz verursacht eine Person im Durchschnitt 13 Tonnen CO₂ pro Jahr. Jeder einzelne von uns hat ein grosses Potenzial, diesen Ausstoss zu reduzieren. Im Klassenzimmer, in dem man viel Zeit verbringt, reicht eine Temperatur von 19 bis 21 °C absolut aus. Im Schlafzimmer genügt eine Temperatur von 16 bis 18 °C.

ZU HAUSE AKTIV WERDEN

- Die Heizung ein bisschen zurückdrehen und im Winter einen Pullover statt nur einem T-Shirt tragen.
- Sich über die Art der Heizung zu Hause informieren und, wenn es sich um eine Erdöl- oder Erdgasheizung handelt, mit den Eltern über eine klimafreundlichere Alternative sprechen.

MIT SEINER KLASSE UND SEINER SCHULE AKTIV WERDEN

- Seine Untersuchung auch in der Schule fortsetzen und sich über den Heizungstyp in der Schule informieren.
- Die Temperatur im Klassenzimmer messen und mit der Schulabwartin oder dem -abwart schauen, ob die Temperatur so reguliert werden kann, dass sie zwischen 19 und 20 °C liegt.



GEMEINSAM AKTIV WERDEN

- Vor kurzem haben Tausende von Personen in den Strassen demonstriert, um die Politiker aufzuwecken und sie zum Handeln aufzufordern. Warum sich nicht diesen Menschen anschliessen?
- Sich über Aktivitäten zugunsten des Klimas in seiner Wohngemeinde informieren. Und den Verantwortlichen Ideen vorschlagen. (https://www.wwf.ch/sites/default/files/doc-2019-07/19_07_Infopaket_Klimaschutz_Kanton_Gemeinde.pdf)

Weitere Informationen, Lesetipps und nützliche Links rund um das Thema Klimawandel

Aktivitäten und Unterrichtsmaterialien

Schule, Klima, Wandel

<https://www.schule-klima-wandel.de/wissen-materialien/klima-wissen/>

EnergieSchweiz

<https://www.energieschweiz.ch/bildung/unterrichtsthema/>

Swiss Polar Institute

<https://swisspolar.ch/>

Verschiedene Dossiers auf der Website education21

<https://www.education21.ch/de/themendossier>

Globe suisse

Globe-swiss.ch

MyClimate

<https://www.myclimate.org/de/>

UNESCO Jungfrau-Aletsch

<https://www.jungfraualetsch.ch/de/unterrichtsmaterialien/>

Klimaschule - myBlueplanet

<https://www.klimaschule.ch>

Deutscher Bildungsserver - Klimawandel

<https://www.bildungsserver.de/Unterrichtsmaterial-zum-Klimawandel-716-de.html>

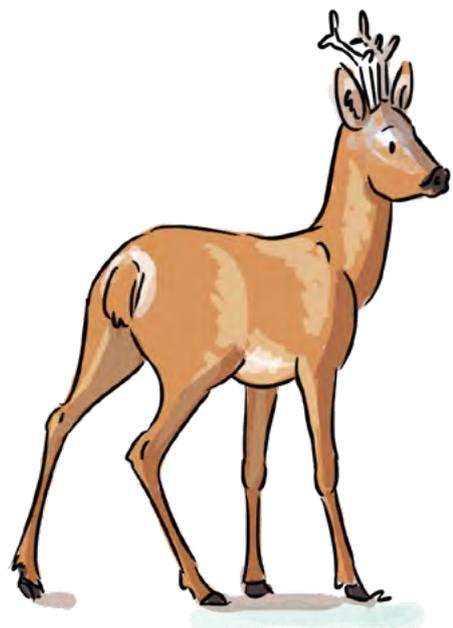
pandaclub.ch

<https://www.pandaclub.ch/de/klima-und-klimawandel/>

Pro Natura

Magazin Steini, Der Klimawandel, September 2020

<https://www.pronatura.ch/de/aktuelle-steini-ausgabe>



Allgemeine Informationen zum Thema

WWF Schweiz

<https://www.wwf.ch/de/unsere-ziele/klima-energie-globale-herausforderung>

BAFU

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/klimaaenderung-schweiz.html>

Klima-Allianz Schweiz

<https://www.klima-allianz.ch/>

WSL – Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft

www.wsl.ch

Schweizer Gletscher – Übersicht

www.glamos.ch

Schweizer Permafrost – Übersicht

www.permos.ch

Centre CREA Mont Blanc

<https://atlasmontblanc.org/>

GIEC (englisch) – Zwischenstaatliche Expertengruppe zur Klimaentwicklung

<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

Dank

Dr. Matthias Huss, Glaziologe, wissenschaftlicher Mitarbeiter WSL

Paul Ducommun und Basil Fahrländer, Swiss Polar Institute

Elmar Grosse Ruse, Klimaspezialist WWF Schweiz

Anne Delastrade, Direktorin der Forschung, CREA Mont-Blanc

Sara Guignet, Lehrerin

Hauke Flores, AWI

Impressum

Autorinnen

Ariane Derron, Maude Poirier, Aïcha Baioua

Graphik und Illustrationen

ND Création Visuelle
www.nd-creation-visuelle.ch

Übersetzungen

Eva Zwahlen (deutsch)
Amelia Sassano (italienisch)

Lektorat

Catherine Dafflon, Nadia Klemm, Fabienne Spahn, Jennifer Darras

Druck

Imprimerie Cavin, Grandson



© WWF Schweiz 2021 © 1986 Panda Symbol WWF © « WWF » ist eine eingetragene Marke des WWF.
Klimaneutraler Druck auf 100% recykliertem Papier © Graphik und Illustrationen ND Création Visuelle www.nd-creation-visuelle.ch

WWF Schweiz

Hohlstrasse 110
Postfach
8010 Zürich

Weitere WWF-Angebote
für die Schule finden Sie auf
www.wwf.ch/schule

pandamobil.de@wwf.ch