

Esther Gonstalla
Das Klimabuch

Schriftenreihe Band 10467

Esther Gonstalla

Das Klimabuch

Alles, was man wissen muss, in 50 Grafiken

006 Ein Weckruf in Grafiken

Vorwort von Prof. Hans J. Schellnhuber

008 Einleitung



118 Quellen

126 Über die Autorin

_____	Klima und CO ₂	010
_____	Klimatreiber Mensch	026
_____	Weltweite Auswirkungen	058
_____	Lösungsansätze	092

Ein Weckruf in Grafiken

In den letzten Monaten ist der Kampf für die Stabilisierung des Weltklimas – und für die Erhaltung der Lebensgrundlagen der Menschheit – auf spektakuläre Weise in die Hände der Jugend übergegangen. Bei der Fridays-for-Future-Bewegung erleben wir gänsehautnah, wie das langjährige Leugnen und Ignorieren wissenschaftlicher Erkenntnisse durch die etablierten politischen Kräfte von den Heranwachsenden nicht mehr hingenommen wird, ja einen ebenso zornigen wie unschuldigen Sturm des Protests entfacht hat. Die Mädchen und Jungen haben erkannt, dass die Zeit für eine radikale Minderung des Ausstoßes von klimaschädlichen Treibhausgasen im Sinne des Pariser Abkommens von 2015 fast abgelaufen ist und dass ihre Zukunft und die ihrer Kinder auf diesem Planeten von den älteren Generationen verjubelt wird. Durch Medien, Schulunterricht, eigene Forschung und nicht zuletzt direkten Kontakt mit Wissenschaftler*innen haben die Schüler*innen von Fridays for Future sich die entscheidenden Informationen angeeignet und die richtigen Konsequenzen daraus gezogen. Als Klimaforscher, der zu diesem Wissensfundus ein wenig beigetragen hat, schaue ich auf diese jüngste Entwicklung mit großer Spannung, kleinem Stolz und vorsichtiger Hoffnung. Denn auf einen derartigen Aufschrei haben wir seit dem Jahr 1990, als der erste Bericht des Weltklimarats (IPCC) veröffentlicht wurde, hinsichtlich Politik, Industrie und der erwachsenen (westlichen) Zivilgesellschaft vergeblich gewartet.

Für mich ist die Fridays-for-Future-Bewegung der bisher sichtbarste Beweis der Entstehung einer neuartigen Allianz zwischen Wissenschaft, Jugend und – wie in diesem Buch von Esther Gonstalla so klar dargestellt – Kunst. Wenn ich mir die wissenschaftlich fundierten und höchst originellen Grafiken der Autorin ansehe, erkenne ich die Arbeit von zahlreichen Kolleg*innen und auch von mir selbst wieder. Und gleichzeitig bin ich davon beeindruckt, wie aussagekräftig und ausdrucksstark diese Erkenntnisse werden, wenn sie kreativ aufgearbeitet werden. Ich glaube fest daran, dass ohne die »Übersetzungsarbeit« von Künstler*innen und Medien-Gestalter*innen die Anzahl von jungen Menschen, die sich nun der Fridays-for-Future-Bewegung und den zahlreichen Folgebewegungen anschließen, deutlich geringer wäre. Ich stehe fast tagtäglich vor der Herausforderung, die neuesten und manchmal auch die wohl-etablierten wissenschaftlichen Ergebnisse in Bezug auf den Klimawandel einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln – in Vorträgen, Podiumsdiskussionen, Editorials oder Artikeln. Dabei erlebe ich, wie wichtig es ist, Konzepte und konkrete Zahlen so in Bilder, Symbole und Geschichten zu übersetzen, dass die essenziellen Informationen nicht nur transportiert, sondern auch memoriert werden können. Letzten Endes wird nicht jede*r einen Vortrag von mir oder von einem meiner Kolleg*innen hören bzw. ein tabellenschwangeres Buch über den Klimawandel lesen können – die Urfakten dahinter müssen viral werden!

Dem Buch von Esther Gonstalla gelingt es, sowohl die globale als auch die regionale Sicht auf den Klimawandel einzunehmen und die Ursachen, Auswirkungen sowie mögliche Lösungsansätze in einem Panorama darzustellen. Für mich ist die Visualisierung des Beitrags des Klimawandels zur wachsenden Armut in Afrika besonders ergreifend. Anhand der Darstellung der historischen nationalen Treibhausgasemissionen wird mehr als eindeutig klar, wie die Erderwärmung ein krasser Beleg für das Versagen der modernen Gesellschaft geworden ist. Die Verheißungen der globalisierten Moderne lösen sich spätestens mit diesen Betrachtungen endgültig in Luft auf: Gerade die Länder und Bevölkerungen, die am wenigsten zum Klimawandel beigetragen haben, stehen in der Schusslinie und leiden am meisten unter dessen zum Teil drastischen Konsequenzen. Gonstallas Appell für einen persönlichen, aber auch einen weltwirtschaftlichen Wandel wird an dieser Stelle zu einem moralischen Gebot – mit der vollen Unterstützung der aktuellsten Wissenschaft.

Die Dringlichkeit des Kampfes gegen die Klimakrise und für einen radikalen Wandel der globalen Wirtschaft ist seit dem Abschluss der Arbeit an diesem Buch keinesfalls geringer geworden. Der Wirbelsturm »Idai« in Südafrika und die jüngste Rekordhitzewelle in Australien sind nur zwei von vielen Desastern, vor denen Esther Gonstalla in ihren Grafiken warnt. Die Botschaften und Fakten in diesem wichtigen Buch sind ebenso elementar wie apodiktisch.

Ich bin davon überzeugt, dass damit ein mächtiger Multiplikator für das Wissen über den Klimawandel geschaffen, aber auch ein gangbarer Weg zu einem stabilisierten Erdsystem aufgezeigt wurde. Ich hoffe, Gonstallas Buch wirkt wie ein Blasebalg, der die legitime Empörung in der Gesellschaft weiter anfeuert und die Allianz mit der Wissenschaft befeuert.



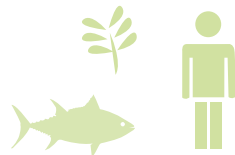
Portrait: Foto Hollin

Prof. Hans Joachim Schellnhuber,
Potsdam, Mai 2019

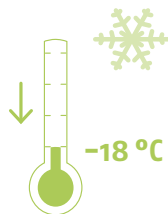
Das Klima ...

macht das Leben auf der Erde erst möglich.

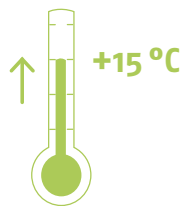
Der natürliche Treibhauseffekt macht das Leben auf der Erde erst möglich.



Ohne natürlichen Treibhauseffekt würden eisige $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ auf der Erde herrschen.



Durch unsere schützende Atmosphäre hat die Erde eine Durchschnittstemperatur von $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Natürlicher Treibhauseffekt (bis 1880)

Sonnenenergie

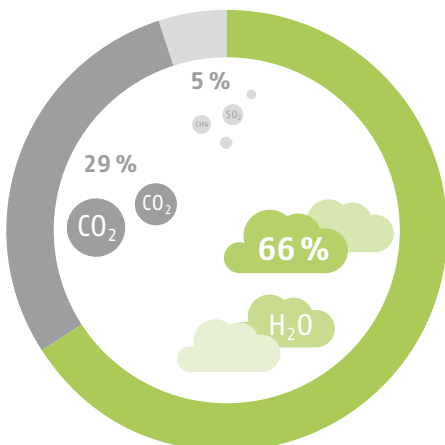
Wärmestrahlung

Durch natürliche Klimagase wird ein Teil der Wärmestrahlung von der Atmosphäre absorbiert.

Früher war die Zusammensetzung der Klimagase in der Atmosphäre mit ca. 280 ppm CO_2 im Gleichgewicht ...

CO_2

H_2O



Zwei Drittel des natürlichen Treibhauseffekts wird von Wasserdampf verursacht, knapp ein Drittel von CO_2 und ein kleiner Prozentsatz von weiteren Spurengasen wie Methan (CH_4).

... und der Mensch

verändert das Klima
mit hohen CO₂-Emissionen,
verursacht durch:

Anthropogener Treibhauseffekt (2018)



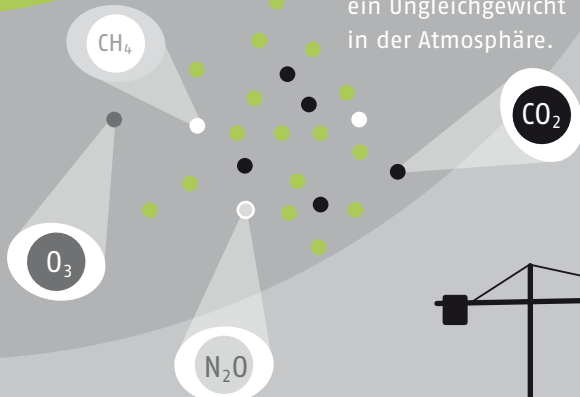
... der Rest trifft
auf die Erdober-
fläche.

Ein Teil der
Sonnenenergie
strahlt zurück
ins All ...

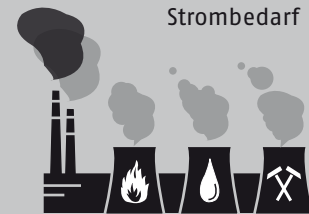
Die erwärmte
Erdoberfläche
gibt **Wärme-
strahlung** ab ...

... ein seit 1880 stetig
ansteigender Teil
wird jedoch von
Klimagasen absor-
biert und erwärmt
die Erde weiter.

... **heute** haben wir
mit ca. 410 ppm CO₂
ein Ungleichgewicht
in der Atmosphäre.



Wohnungs- und Hausbau,
Heizen und Energiebedarf
im privaten Sektor



**Verbrennung fossiler Brenn-
stoffe** wie Kohle, Öl und Gas
für den weltweit steigenden
Strombedarf



Herstellung von Waren,
Transportmitteln, Textilien
und Möbeln in energie-
intensiven Prozessen



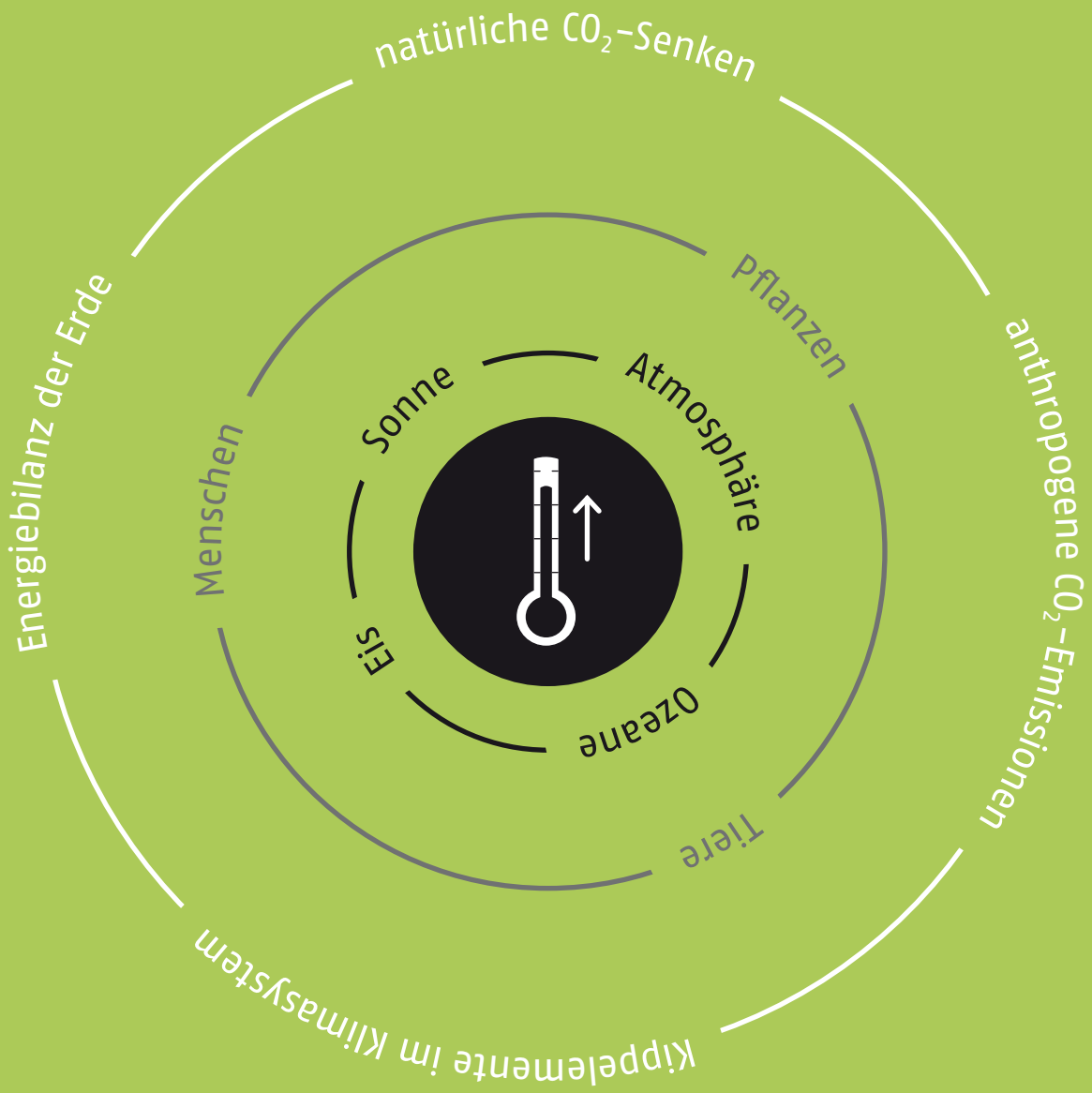
Landwirtschaft, Futter-
mittelherstellung und
Massentierhaltung sowie
Fleischverarbeitung



Waldbrände,
Waldnutzung und
Forstmanagement

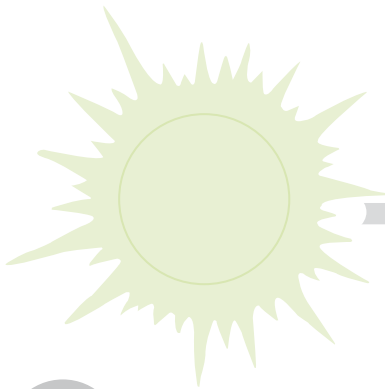


Personen- und Gütertransport
auf Straßen, Flüssen,
Meeren und in der Luft



Klima und CO₂

Wie das Klimasystem funktioniert



1 Die Sonne ist der Energielieferant der Erde und der Motor des Klimasystems.

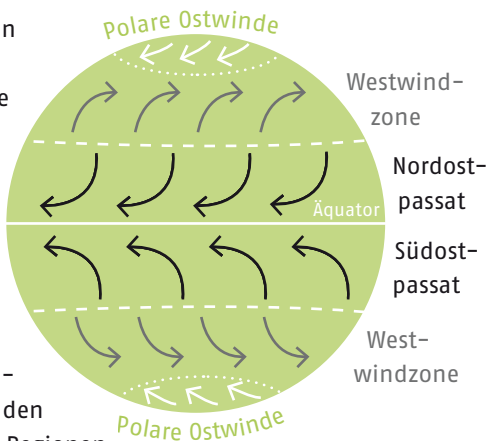
2 Die Atmosphäre ist eine Gashölle um unseren Planeten, die das Leben auf unserer Erde ermöglicht, indem sie die Temperatur reguliert und Sauerstoff speichert.



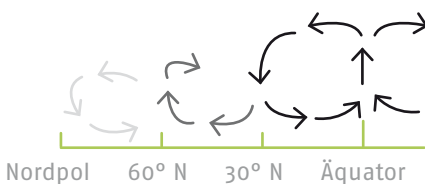
Zusammensetzung der Atmosphäre

Luftzirkulation und Wärmetransport

Warme Luft wird in Richtung der Pole transportiert, kalte Luft zum Äquator. Diese dreidimensionalen Luftbewegungen werden »atmosphärische Zirkulation« genannt und bestimmen das Klima in den unterschiedlichen Regionen entscheidend mit.



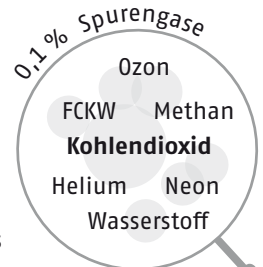
Luftzirkulation im Querschnitt



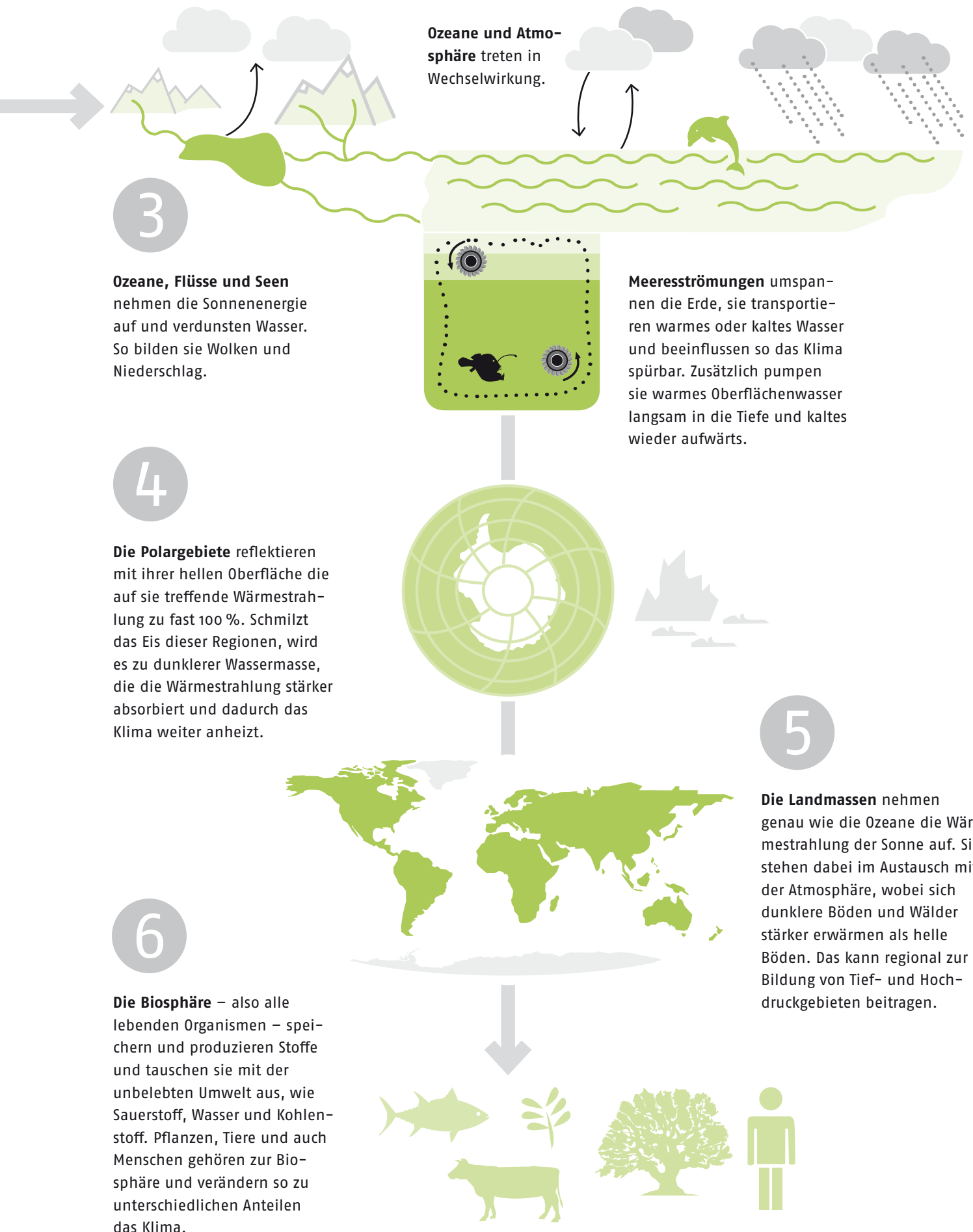
21 %
Sauerstoff (O₂)

1 % Argon

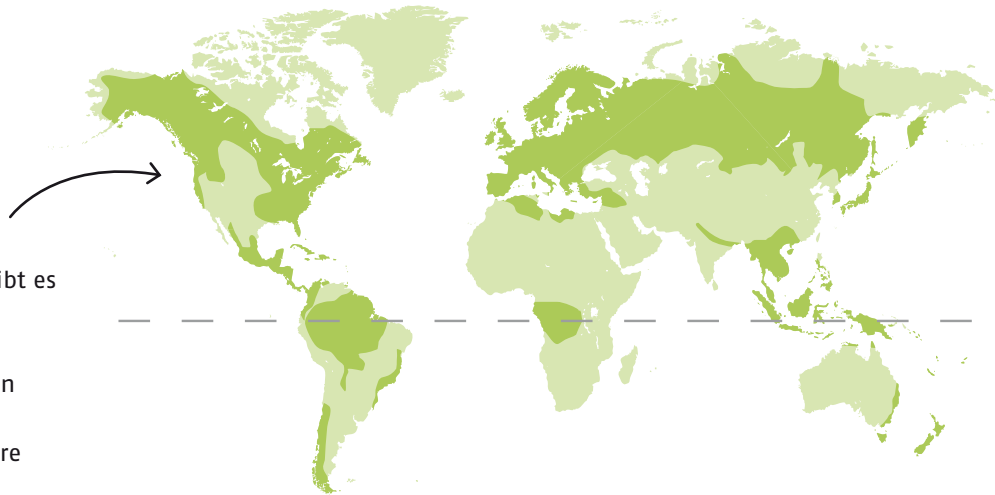
78 %
Stickstoff (N₂)



Die Atmosphäre besteht aus Gasen, Wasserdampf, Tropfen und Eis, aus denen sich Wolken, Regen und Schnee bilden. Zudem enthält sie 0,1% Spurengase, die zusammen mit dem Wasserdampf den natürlichen Treibhauseffekt bewirken. Deshalb ist die Erde im Mittel 15 °C warm – ohne natürlichen Treibhauseffekt wären es -18 °C.



Wälder und Meere: wichtige CO₂-Speicher

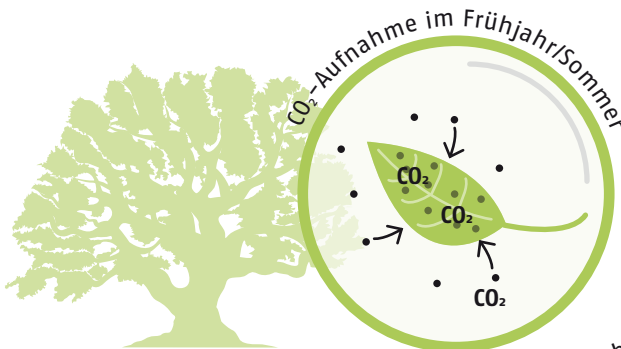


Waldgebiete

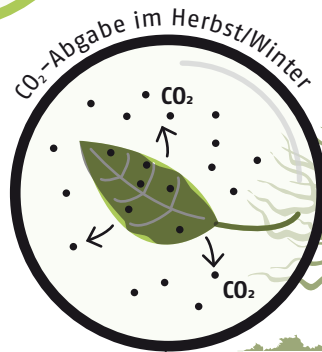
Auf der Nordhalbkugel gibt es die größten Waldgebiete der Erde, deren Saisonwechsel für die jährlichen Schwankungen des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre verantwortlich sind.

Ca. **28 %**

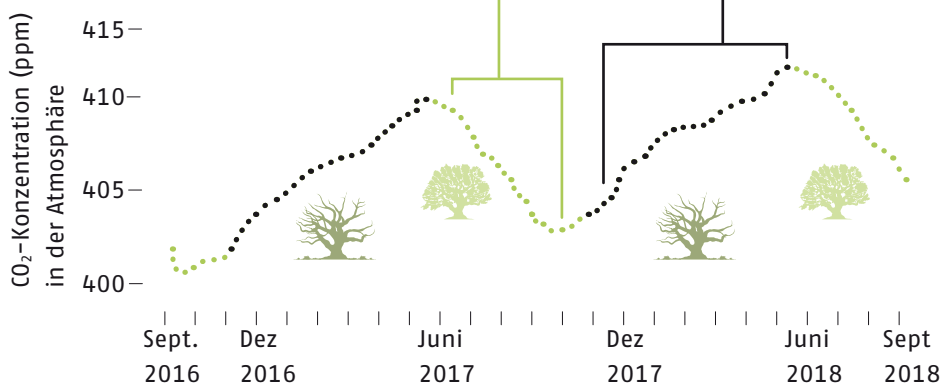
der jährlichen CO₂-Emissionen werden von den Wäldern aufgenommen.



Im Nordhalbkugelsommer sinkt die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre. Je grüner es wird, desto mehr CO₂ wird bei der Photosynthese von Blättern aufgenommen und als Kohlenstoff gespeichert.



Im Nordhalbkugelwinter steigt die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre hingegen stetig an. Je mehr Blätter von den Bäumen fallen und verwesen, desto mehr Kohlenstoff wird aus ihnen freigesetzt.



Intakte Wälder können die CO₂-Bilanz eines Landes senken, denn Wälder beeinflussen das Wetter und Klima – nicht nur regional, sondern weltweit. Sie regulieren die Bodentemperatur und wirken sich auf das Reflexionsvermögen der Erdoberfläche (Albedo), auf Wolkenbildung und Niederschlag aus.

Die Ozeane nehmen fast die Hälfte des menschengemachten CO₂ auf. Insgesamt ist in den Meeren zwar mehr als fünfzigmal

so viel CO₂ gespeichert wie in der Atmosphäre, der schnelle Anstieg des CO₂-Gehalts stört jedoch das chemische Gleichgewicht der Meere und führt zu einer Versauerung. Je saurer das Wasser, desto stärker löst es kalkhaltige Strukturen auf. Davon sind viele Lebewesen im Ozean betroffen, etwa Korallen, Plankton oder Muscheln. Sie brauchen den Kalk, um ihre Schalen und Knochen aufzubauen.

»Biologische Pumpe«

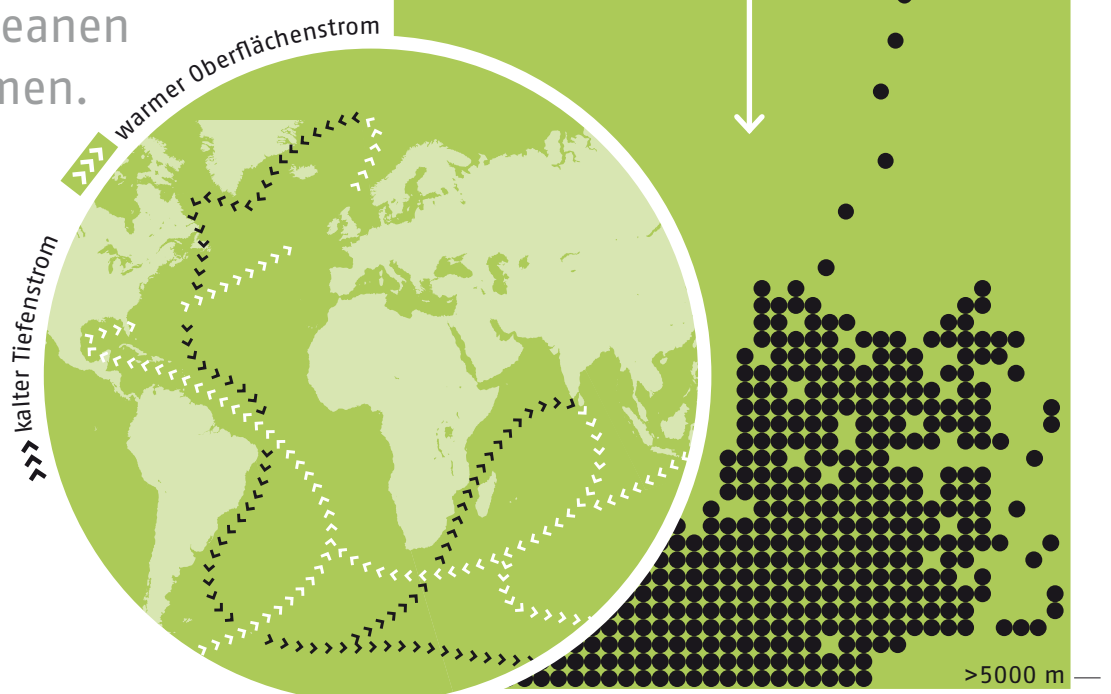
Oberflächennahe winzige Algen, sogenanntes Phytoplankton, nimmt CO₂ auf, um Photosynthese zu betreiben. Abgestorbene Algen sinken in die Tiefe, auch so wird CO₂ für längere Zeit im Ozean gebunden.

Ca. **30–40 %**

der jährlichen CO₂-Emissionen werden von den Ozeanen aufgenommen.

»Physikalische Pumpe«

Die Meeresströmungen transportieren CO₂ in die Tiefsee und sehr langsam um den Globus, bis es mit einer Aufwärtsströmung wieder an die Oberfläche gelangt.



CO₂-Emissionen im Vergleich

