

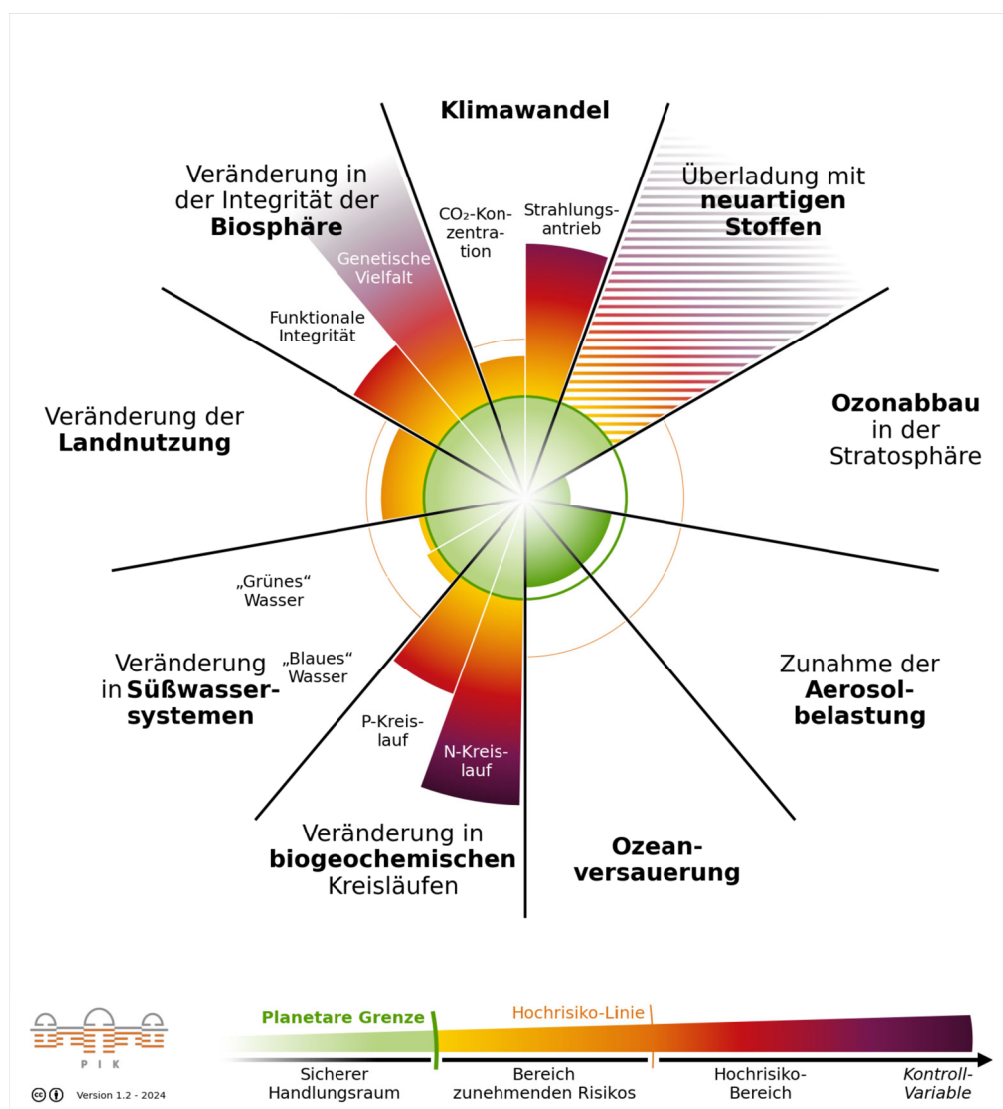
DIE PLANETAREN GRENZEN

Es gibt tausende Planeten im Universum. Unsere Erde ist aber der einzige uns bekannte(!) Planet, auf dem die Bedingungen genau so sind, dass Leben möglich ist. Zu diesen Bedingungen gehören vor allem die passenden Temperaturen, eine Atmosphäre mit ausreichend Sauerstoff und das Vorherrschen von Wasser.

Dadurch konnten sich extrem vielfältige und komplexe Ökosysteme aus fruchtbaren Böden, Bakterien, Pilzen, Pflanzen, Tieren und Menschen entwickeln – sei es in Wäldern, Wiesen, Gewässern oder in Bergen.

Durch unsere Lebensweise beanspruchen wir diese vielfältigen Ökosysteme. Die Ressourcen wurden in den letzten Jahrhunderten und Jahrzehnten immer weiter beansprucht. Dabei ist deutlich: es gibt Grenzen!

Doch wo liegen die Grenzen des Planeten? Wie viele menschliche Eingriffe verkraftet er? Und welche Faktoren haben einen so entscheidenden Einfluss auf unsere Erde, dass sie ihr ganzes System ins Wanken bringen können? Wissenschaftler*innen haben 9 globale Prozesse erkannt, welche die Belastungsgrenzen des Planeten ausmachen. Werden diese Grenzen überschritten, sind die uns angenehmen Lebensbedingungen auf dem Planeten nicht mehr gesichert. Aktueller Stand im Jahr 2024 lautet: Der Mensch greift in die eng vernetzten Prozesse ein und sechs der neun Grenzen sind bereits überschritten. Drei davon befinden sich bereits im sogenannten Hochrisikobereich!



1. Klimawandel



AUFGABE

Text lesen und Karten beschriften:

- Ursachen für (mögliche) Grenzüberschreitung
- Aktueller Stand Indikator / Grenzüberschreitung

Hintergrund: Je mehr Treibhausgase (CO₂ oder Methangas) in der Luft sind, desto größer ist der „Treibhauseffekt“. Damit wärmt sich die Temperatur in der Atmosphäre auf. Eine steigende Lufttemperatur beeinflusst wiederum das ganze Klimasystem. Das heißt auch die Winde, Meeresströmungen und Niederschläge.



Quelle: Pixabay. Urheber: Enrique

Treibhausgase wie entstehen vor allem durch die Verbrennung von Kohle (Stromproduktion), Erdöl (Verkehr) und Erdgas (Wärme, Strom). Das Treibhausgas Methan entsteht vor allem durch Viehhaltung. Die Konzentration dieser Treibhausgase wird als Parts per Million (PPM) angegeben, das heißt Anteile von CO₂ und anderen Treibhausgasen pro Million Luftpartikel. Denn hier reichen schon kleine Mengen für große Effekte:

An diesen konkreten Messwerten (Indikatoren) wird das Thema festgemacht.	Wert im Jahr 1750	Grenze der Sicherheit	Grenze zu Hochrisiko	Stand 2024
Treibhausgaskonzentration (CO ₂) in der Atmosphäre, gemessen in „Parts per Million“ (deutsch: Millionstel).	280 ppm	350 ppm	450 ppm	420 ppm
Zusätzlicher Strahlungsantrieb an der oberen Atmosphäre (im Vergleich zu vorindustriellem Niveau)	0 Watt / m ²	+1,0 Watt / m ²	+1,5 Watt / m ²	2,91 Watt / m ²

Entwicklung und aktueller Zustand: Seit der Industrialisierung hat die Menschheit enorme Mengen Treibhausgase ausgestoßen. Vor der Industrialisierung, d.h. im Jahr 1750 lag die Konzentration bei circa 280ppm. Inzwischen ist sie auf 420ppm gestiegen. In der Folge ist die Durchschnittstemperatur um über 1,2° Celsius gestiegen. Die Zahl der extremen Wetterschwankungen (Dürren, Taifune, Überschwemmungen) ist deutlich gestiegen, genauso der Meeresspiegel. Im Klimavertrag von Paris (2015) wurde das 1,5°-Ziel formuliert, mit welchem die schlimmsten Folgen verhindert werden sollen. Das entspräche ca. einer Treibhausgas-Konzentration von 350-450ppm. Wenn die Menschheit so weitermacht werden es eher 3°-6° globale Erwärmung.

Gefahren bei Grenzüberschreitung: der Meeresspiegel steigt im schlechteren Fall um mehrere Meter, weil sehr viel mehr Eis in Grönland und in der Antarktis (Südpol) schmelzen. Auch die Erwärmung des Wassers führt dazu, dass es sich ausdehnt und der Wasserspiegel steigt. In diesem Fall müssen viele Küstenbewohner fliehen. Wetterextreme wie Stürme, Dürreperioden oder intensive Niederschläge nehmen zu. Die Zahl der Ernteauffälle und hungernden Menschen nimmt drastisch zu.

Das Abschmelzen von Gletschern gefährdet zudem die Trinkwasserversorgung vieler Millionen Menschen. Denn in trockenen Regionen werden die Flüsse im Sommer aus den langsam schmelzenden Gletschern gespeist. Werden diese im Winter nicht mit Schnee und Eis aufgefüllt, bleibt es im Sommer trocken. Zudem verschieben sich durch die Klimaveränderungen die Lebensräume von Tieren und Pflanzen. Viele Tier- und Pflanzenarten sterben dadurch vermutlich für immer aus, weil sie sich nicht so schnell anpassen können.

2. Biosphäre / Artenvielfalt



AUFGABE

Text lesen und Karten beschriften:

- Ursachen für (mögliche) Grenzüberschreitung
- Aktueller Stand Indikator / Grenzüberschreitung

Hintergrund: Das Leben auf der Erde besteht aus mindestens zwei Millionen verschiedenen Pflanzen und Tierarten. Dadurch entstehen Ökosysteme mit einem natürlichen Gleichgewicht. Beispielsweise hängen Fleischfresser von den Pflanzenfressern ab und diese wiederum von den Pflanzen und diese wiederum von anderen Pflanzen und Gewässern. Je vielfältiger ein System ist, desto stabiler ist es bei Belastungen, wie zum Beispiel Krankheiten. Wenn eine Art einmal ausstirbt ist sie für immer verschwunden. Wenn andere Arten von der ausgestorbenen Art abhängen, hat das Kettenwirkungen.



Quelle: Pixabay. Urheber: Jeyaratnam Caniceus

Für die Artenvielfalt sind die verfügbaren Lebensräume wie z.B. Wälder, Wiesen oder Küsten entscheidend. Werden diese mehr von Menschen genutzt, wird es schwieriger für das ökologische Gleichgewicht.

An diesen konkreten Messwerten (Indikatoren) wird das Thema festgemacht.	Wert im Jahr 1750	Grenze der Sicherheit	Grenze zu Hochrisiko	Stand 2023
Genetische Vielfalt / Unversehrtheit: Aussterberate, das heißt jährlich aussterbende Tier- und Pflanzenarten pro 1 Mio. Arten.	1 pro Million (0,0001%)	10 pro Mio. (0,001%)	100 pro Mio. (0,01%)	100-1000 pro Mio.
Funktionale Unversehrtheit von Lebensräumen: Anteil der von der Natur produzierten Biomasse, die von Menschen verbraucht wird.	1,90 %	10,00 %	20,00 %	30,00 %

Entwicklung und aktueller Zustand: Und von den bislang untersuchten Arten sind rund 23.000 bedroht. Wenn ihrer Lebensräume durch Abholzung, Klimaerwärmung oder Siedlungen weiter so gefährdet werden, würden sie früher oder später wahrscheinlich aussterben. Pro Jahr sterben derzeit bereits 100-1000 Arten aus. Damit ist die natürliche Grenze von 10 aussterbenden Arten pro Mio. pro Jahr weit überschritten.

Dies hängt damit zusammen, dass die Menschen immer mehr Flächen für Weideland, Ackerbau oder Holzverbrauch beanspruchen. So beansprucht die Menschheit jährlich circa 30% der Biomasse (Pflanzen, Holz, etc.).

Gefahren bei Grenzüberschreitung: Durch aussterbende Arten geraten Umweltsysteme aus dem Gleichgewicht und können wichtige Funktionen nicht mehr bieten. Ein Beispiel ist das Aussterben von Insekten. Dadurch werden weniger Blüten bestäubt, sodass die Pflanzen keine Früchte mehr tragen. Sterben auf der anderen Seite bestimmte Vogelarten aus, werden bestimmte Insekten nicht mehr gefressen. Wenn es Pflanzenschädlinge sind, wird das zum Problem für die Pflanzen. Wenn ansteckende Krankheiten auftreten, gibt es meistens Arten, welche eine bessere Immunität gegen diese Krankheiten aufweisen. Gibt es aber z.B. von Obstsorten nur noch eine Art, dann sterben quasi alle Bäume, sobald eine Baumkrankheit auftritt. So werden Ökosysteme mit sinkender Artenvielfalt anfälliger gegenüber Krankheiten und Katastrophen.

3. Ozonschicht in der Atmosphäre



AUFGABE

Text lesen und Karten beschriften:

- Ursachen für (mögliche) Grenzüberschreitung
- Aktueller Stand Indikator / Grenzüberschreitung

Hintergrund: Ozon ist ein Gas in der oberen Atmosphäre in rund 30 km Höhe, das wie ein Filter wirkt. Konkret hält es den gesundheitsschädlichen Teil der Sonnenstrahlung zurück, nämlich das sogenannte UV-Licht.

Durch bestimmte Chemikalien, vor allem durch von der chemischen Industrie erfundenen Fluorkohlenwasserstoffe (=FCKW), wird das Ozon in der Atmosphäre reduziert. Dann dringt das schädliche UV-Licht bis zur Erdoberfläche durch und verursacht gesundheitliche Schäden auf der Haut von Mensch und Tier.



An diesen konkreten Messwerten (Indikatoren) wird das Thema festgemacht.	Wert im Jahr 1750	Grenze der Sicherheit	Grenze zu Hochrisiko	Stand 2023
Stratosphärischer Ozonabbau: Konzentration des Gases „Ozon“ in der Atmosphäre in 15-50 km Höhe (Stratosphäre). Gemessen in Dobson Unit (DU).	290 DU (entspricht 0,01mm Schicht reines Ozon an der Erdoberfläche)	~ 276 DU (wenn 5% Reduktion)	~ 261 DU (wenn 10% Reduktion)	284,6 DU (punktuell in Antarktis bei 200 DU)

Entwicklung und aktueller Zustand: In den 1980er Jahren hat die Ozonschicht rasant abgenommen, da bis dahin die Fluorkohlenwasserstoffe breitflächig verwendet wurden. Diese wurden vor allen im Kühlschränken als Kühlmittel eingesetzt oder in Spraydosen. Nachdem sich das als großes Umweltproblem herausstellte, wurden diese ozonschädlichen Chemikalien im Jahr 1987 weltweit verboten.

Daraufhin erholt sich die Ozonloch tatsächlich langsam wieder. Bis 2050 sollten es vermutlich kein Problem mehr darstellen. Ausnahme: rund um den Südpol ist die Ozonschicht besonders dünn.

Gefahren bei Grenzüberschreitung: Sollten die Grenzwerte überschritten werden und die Ozonschicht wieder dünner werden, erreichen die gefährlichen, krebserregenden Teile der Sonnenstrahlen die Erdoberfläche und damit die Lebensformen. Die menschliche Haut und Gesundheit ist davon besonders schwer betroffen. UV-Strahlung kann in erster Linie zu Augenentzündungen und Sonnenbrand führen. Langfristig kann es mit erhöhter Wahrscheinlichkeit zu Krebserkrankungen führen.

4. Ozean-Versauerung



AUFGABE

Text lesen und Karten beschriften:

- Ursachen für (mögliche) Grenzüberschreitung
- Aktueller Stand Indikator / Grenzüberschreitung

Hintergrund: Ein Großteil des von uns ausgestoßenen Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (CO₂) landet nicht in der Atmosphäre (Luft), sondern wird von den Weltmeeren aufgenommen. Dadurch wird das Wasser saurer. Oder in chemischen Fachbegriffen ausgedrückt: dadurch sinkt der pH-Wert des Wassers.

Das hat vor allem Einfluss auf die unzähligen kalkhaltigen Schalentiere im Ozean (Schnecken, Muscheln, Korallen etc.). Denn die Säure im Wasser löst die Kalkschalen potentiell auf, je höher der Säuregehalt ist. Dann verlieren diese Schalentiere ihre Schutzhüllen, können sie nicht mehr nachbilden und können sich nicht mehr fortpflanzen.

An diesen konkreten Messwerten (Indikatoren) wird das Thema festgemacht.	Wert im Jahr 1750	Grenze der Sicherheit	Grenze zu Hochrisiko	Stand 2023
Carbonat-Ionen (Aragonit) Konzentration an der Ozeanoberfläche im globalen Durchschnitt. Dies zeigt quasi den pH-Wert oder auch Säuregrad des Oberflächenwassers an.	3,44 (100%)	2,75 (≥ 80% des vor-industriellen Wertes)	2,4 (<70% des vor-industriellen Wertes)	2,8 (84%)

Entwicklung und aktueller Zustand: Die Emissionen von Kohlenstoffdioxid (CO₂) sind seit Beginn der Industrialisierung im Jahr 1750 stetig gestiegen. Entsprechend ist auch der Anteil in den Weltmeeren stetig gestiegen. So nimmt die Versauerung der Weltmeere auch stetig zu und nähert sich langsam einer kritischen Grenze. In den letzten zwei Jahrhunderten wurde das Wasser bereits um rund 20% saurer. Dadurch sind schon ein Großteil der Korallenriffe akut bedroht und teilweise schon abgestorben. Bis zum Jahr 2100 wird das Wasser wohl um 100-150% saurer werden.

Gefahren bei Grenzüberschreitung: Viele Lebewesen im Ozean können aussterben, wenn das Wasser zu sauer wird. Das betrifft in erster Linie alle Schalentiere (Muscheln, Schnecken, Korallen, etc.). Aber auch Korallenriffe sind davon massiv beeinträchtigt. Konkret sterben einige Korallenriffe dadurch einfach ab. Dadurch sind ganze Nahrungsketten und Umweltsysteme gestört. Das entzieht wiederum weiteren Lebewesen die Lebensgrundlage, wie zum Beispiel Algen, Fischen und letzten Endes auch uns Menschen.



Quelle: Pixabay

5. Düngemittel/Biochemische Kreisläufe



AUFGABE

Text lesen und Karten beschriften:

- Ursachen für (mögliche) Grenzüberschreitung
- Aktueller Stand Indikator / Grenzüberschreitung

Hintergrund: In der Landwirtschaft werden seit der Industrialisierung viele künstliche Dünger eingesetzt (v.a. Phosphor und Stickstoff). Auch durch die Massentierhaltung entstehen große Mengen an überflüssigen Gülle- und Mistmengen mit viel Nitrat. Wenn diese Stoffe im Übermaß im Boden sind, gelangen sie auch in Gewässer.



Bei Phosphor ist zum einen der Verlust das Schlimme, denn es handelt sich um eine sehr knappe Ressource. Zudem führt viel Phosphat in Gewässern zu einem übernatürlichem Pflanzenwachstum (z.B. Algen). Das führt zu einem schnellen Verbrauch des Sauerstoffs im Wasser, wodurch andere Lebewesen an Sauerstoffmangel sterben (z.B. Fische). Ähnlich ist es bei Stickstoff. Hierbei können außerdem beim Abbau sogenannte Nitrite entstehen, welche für einige Lebewesen sehr giftig und damit tödlich sind.

An diesen konkreten Messwerten (Indikatoren) wird das Thema festgemacht.	Wert im Jahr 1750	Grenze der Sicherheit	Grenze zu Hochrisiko	Stand 2023
Globaler Phosphorfluss von Frischwassersystemen in den Ozean (Pro Jahr) - (Tg = Terragramm = 1 Mrd. Kilo = 1 Mio. Tonnen)	0 Tg	11 Tg	100 Tg	~ 22,6 Tg
Regionaler Phosphorfluss von Dünger in „erosive“ Böden (Ackerland) - (im globalen Durchschnitt, heruntergerechnet für Regionen)	0 Tg	6,2 Tg	11,2 Tg	~ 17,5 Tg
Global: industrielle (aus der Luft) und absichtliche biologische (v.a. Tierhaltung) Bindung von Stickstoff	0 Tg	62 Tg	82 Tg	~190 Tg

Aktueller Zustand: Der Verbrauch der Kunststoffdünger hat in den letzten Jahrzehnten zugenommen. So gelangen die Stoffe zunehmend in Gewässer. Der Phosphorverlust liegt aktuell bei dem doppelten der planetaren Grenze. Die Stickstoff-Entnahme aus der Atmosphäre liegt ebenfalls mehr als 2 mal so hoch, wie die planetare Grenze.

Gefahren bei Grenzüberschreitung: Zu viel Stickstoff in den Böden und in den Gewässern, bringt natürlichen Kreisläufe durcheinander. Zunächst einmal wird das Grundwasser dadurch gefährdet. Außerdem können Gewässer für manche Lebewesen unbewohnbar werden. Nährstoffarme Pflanzen werden verdrängt und sterben aus, langfristig nimmt die natürliche Bodenfruchtbarkeit ab.

6. Veränderung Landnutzung / Waldflächen



AUFGABE

Text lesen und Karten beschriften:

- Ursachen für (mögliche) Grenzüberschreitung
- Aktueller Stand Indikator / Grenzüberschreitung

Hintergrund: Wälder sind unverzichtbar für das Leben auf der Erde. Sie bieten Lebensraum für unzählige Arten von Pflanzen und Tieren. Zudem reinigen Sie die Luft und speichern viel CO₂ in ihrem Holz. Durch die Wasserverdunstung über die Blätter sind sie ein wichtiges Teil des Kreislaufes aus Niederschlag und Verdunstung und gleichen Schwankungen von (hohen) Temperaturen mit aus. Vor allem höhere Temperaturen werden durch die kühlende Wirkung ausgeglichen. Zu guter Letzt sind Wälder natürlich eine wichtige Holzressource.



An diesen konkreten Messwerten (Indikatoren) wird das Thema festgemacht.	Wert im Jahr 1750	Grenze der Sicherheit	Grenze zu Hochrisiko	Stand 2023
Waldfläche in % der ursprünglichen Fläche	100 %	75 %	54 %	60 %
gewichteter Durchschnitt zwischen verschiedenen Wald-Ökosystemen				
- Tropischer Regenwald (Amerika, Afrika, Asien)	100%	85%	60%	84%, 54%, 38%
- gemäßigter Mischwald (Amerika, Europa, Asien)		50%	30%	51%, 34%, 38%
- Borealer Nadelwald (Amerika, Eurasien)		85%	60%	57%, 70%

Entwicklung und aktueller Zustand: Für den steigenden Verbrauch an Fleisch (z.B. Getreide- und Sojaanbau als Tierfutter), aber auch für palmöhlhaltige Lebensmittel (Schokolade, Fette, etc.) wurden in den letzten Jahrzehnten große Waldflächen gerodet. Genauso für die Ausweitung von Siedlungsflächen.

Derzeit bestehen nur noch 60% der ursprünglichen Wälder. Damit ist die Grenze von 75% bereits überschritten, bzw. unterschritten. Und in einigen Gebieten ist der Waldschwund immer noch dramatisch.

Gefahren bei Grenzüberschreitung: Viele Tier- und Pflanzenarten werden aussterben, wenn die Wälder als Lebensräume verloren gehen. Dies bedroht wiederum die Artenvielfalt und Stabilität von Ökosystemen. Außerdem wird die Luftqualität schlechter und ungesünder. Wenn die gerodeten Wälder durch Verbrennung entstehen, verstärkt sich zudem der Klimawandel, weil das CO₂ nicht mehr im Holz gebunden ist, sondern in die Atmosphäre entweicht. Zudem werden sich regionale Niederschläge und Temperaturen drastisch verändern. Wenn der Kreislauf aus Regenwald und Regen einmal unterbrochen ist, wird sich dort vermutlich langfristig Savanne oder Wüste ausbreiten.

7. Veränderung in Süßwasser-Systeme



AUFGABE

Text lesen und Karten beschriften:

- Ursachen für (mögliche) Grenzüberschreitung
- Aktueller Stand Indikator / Grenzüberschreitung

Hintergrund: Ohne Süßwasser könnten die wenigsten Arten überleben. Süßwasser befindet sich in einem Kreislauf aus Verdunstung, Niederschlag und Gewässern. Dieser Kreislauf von Süßwasser braucht seine Zeit.



Quelle: Pixabay. Urheber: Penny

Je nachdem, wo sich Wasser in diesem Kreislauf befindet, wird in blaues und grünes Wasser unterschieden. Blaues Wasser ist alles Frischwasser, wie wir es aus Flüssen, Seen oder auch dem Grundwasser kennen. Grünes Wasser ist das im Boden gespeicherte Wasser, welches Pflanzen mit ihren Wurzeln aufsaugen.

An diesen konkreten Messwerten (Indikatoren) wird das Thema festgemacht.	Wert im Jahr 1750	Grenze der Sicherheit	Grenze zu Hochrisiko	Stand 2023
Blaues Wasser – Veränderungen Gemessen in Landoberflächen, bei denen die Menge der Wasserströme stärker abweicht, als die üblichen Schwankungen in der vorindustriellen Zeit im Jahr 1750.	9,4% übliche Abweichung	10,2% Abweichung	50% Abweichung (vorläufig definiert!)	18,2% Abweichung
Grünes Wasser (=Bodenfeuchtigkeit) von Menschen verursachte Störungen des für Pflanzen verfügbaren Wassers. Gemessen in % der Landflächen, bei denen die Bodenfeuchtigkeit sich stärker verändert, als es den üblichen Schwankung vor der industriellen Zeit entspricht.	9,8% übliche Abweichung	11,% Abweichung	50% Abweichung (vorläufig definiert!)	15,8% Abweichung

Entwicklung und aktueller Zustand: Durch einen steigenden privaten Wasserverbrauch, durch eine intensivierte Landwirtschaft und durch einen hohen Wasserverbrauch in der industriellen Produktion ist in den meisten Regionen der Erde der Süßwasserverbrauch in den letzten zweihundert Jahren stark gestiegen und nimmt immer noch zu. Die Veränderungen sind natürlich regional sehr unterschiedlich. Die Bodenfeuchtigkeit hängt zum einen stark mit dem Klima zusammen. Aber auch mit der Art und Weise, wie das Ackerland und die Wälder in der größeren Umgebung bewirtschaftet werden.

Gefahren bei Grenzüberschreitung: Zunächst führt die Überschreitung der Grenze zu Wassermangel in den entsprechenden Regionen. Wird die Grenze von grünem Wasser überschritten, können Pflanzen auf Grund der geringen Bodenfeuchtigkeit schlechter oder überhaupt nicht mehr wachsen. Dies kann fatale Kettenwirkungen nach sich ziehen. Denn ohne Wasser kein Leben. So können ganze Landstriche unfruchtbar werden.

8. Aerosolbelastung/Luftverschmutzung



AUFGABE

Text lesen und Karten beschriften:

- Ursachen für (mögliche) Grenzüberschreitung
- Aktueller Stand Indikator / Grenzüberschreitung

Hintergrund: Die Verschmutzung der Atmosphäre mit sogenannten Aerosolen (kleine Teilchen in der Luft) wird vor allem durch die Feuer ohne Filter (Motoren, Industrie, private Feuer) oder durch Wind über unbewachsenen, staubigen Bodenflächen verursacht. Auch natürliche Aktivitäten wie Vulkanausbrüche können dazu führen. Dieser Feinstaub führt zu zahlreichen gesundheitlichen Schäden und vorzeitigen Todesfällen. Außerdem führt die verringerte Sonneneinstrahlung zu klimatischen Verschiebungen, wie zum Beispiel, dass der Monsun in Südasien mit seinen wichtigen Niederschlägen geringer ausfällt.



An diesen konkreten Messwerten (Indikatoren) wird das Thema festgemacht.	Wert im Jahr 1750	Grenze der Sicherheit	Grenze zu Hochrisiko	Stand 2023
Global Aerosol Optische Dicke (AOD), d.h. die Lichtdurchlässigkeit der Atmosphäre, unabhängig vom Sonnenstand.	0,03	0,1	0,25	0,076
Regionale Fallstudie Südasien (da die Daten teilweise noch nicht global vollständig vorliegen)				0,30

Hintergrund: Die Verschmutzung der Atmosphäre mit sogenannten Aerosolen (kleine Teilchen in der Luft) wird vor allem durch die Feuer ohne Filter (Motoren, Industrie, private Feuer) oder durch Wind über unbewachsenen, staubigen Bodenflächen verursacht. Auch Vulkanausbrüche können dazu führen. Dieser Feinstaub führt zu gesundheitlichen Schäden und vorzeitigen Todesfällen. Außerdem führt die verringerte Sonneneinstrahlung zu klimatischen Verschiebungen, wie zum Beispiel, dass der Monsun in Südasien mit seinen wichtigen Niederschlägen geringer ausfällt. (Exakte Wiederholung des letzten Satzes des vorhergehenden Kapitels?! Absicht??)

Entwicklung und aktueller Zustand: Durch den motorisierten Verkehr und die industrielle Produktion hat der Anteil von Feinstaub in der Atmosphäre deutlich zugenommen. Dank Luftfiltern werden in vielen Ländern die Feinstaubemissionen immerhin besser kontrolliert und minimiert. Es gibt starke regionale Unterschiede. Das heißt, es gibt Regionen mit starker Luftverschmutzung und Regionen mit sehr geringer Luftverschmutzung.

Gefahren bei Grenzüberschreitung: die erhöhten Feinstaubwerte verursachen gesundheitliche Schäden in den Atemwegen (Lunge) und können langfristig Krankheiten wie Krebs oder auch Herzinfarkte begünstigen. Zudem führt Staub in der Luft dazu, dass weniger Sonnenlicht bis zur Erdoberfläche gelangt. Damit ist es ein Eingriff ins Klimasystem, das heißt, dass sich Temperatur und vor allem Niederschläge verändern können. Da die Umwelt in der Regel an das jeweilige Klimasystem angepasst ist, führen solche schnellen Veränderungen teilweise zur Gefährdung von Ökosystemen durch Vertrocknung, Überhitzung oder Überschwemmung. Konkret könnte ab einem bestimmten Level der Luftverschmutzung z.B. der indische Monsunregen beeinflusst werden.

9. Neue Stoffe / chemische Verschmutzung



AUFGABE

Text lesen und Karten beschriften:

- Ursachen für (mögliche) Grenzüberschreitung
- Aktueller Stand Indikator / Grenzüberschreitung

Hintergrund: Der Mensch hat durch chemische Prozesse bereits über 100.000 neue Substanzen entwickelt, die in dieser Verbindung in der Natur nicht / kaum vorkommen. Prinzipiell besteht hier immer die Gefahr, dass durch solche Substanzen Lebewesen und ganze Ökosysteme geschädigt werden.

An diesen konkreten Messwerten (Indikatoren) wird das Thema festgemacht.	Wert im Jahr 1750	Grenze der Sicherheit	Grenze zu Hochrisiko	Stand 2023
Anteil der synthetischen/ künstlichen Chemikalien, welche ohne passende Sicherheitstest in die Umwelt gelangen.	0	0	Bisher nicht genauer definiert	Überschritten (einige 100.000)

Entwicklung und aktueller Zustand: bisher war es für Wissenschaftler*innen sehr schwierig einen eindeutigen Indikator und Messmethode definieren. Klar ist, dass schon viele schädliche Substanzen von Menschen erzeugt wurden. Zum Beispiel Asbest, Fluorkohlenwasserstoffe, Benzin, Pflanzenschutzmittel und viele andere mehr. Beispielsweise wurden 80% der in der EU registrierten Chemikalien für inzwischen über 10 Jahre benutzt, ohne dass angemessene Sicherheitstests dazu durchgeführt wurden. Weltweit beläuft sich das auf einige 100.000 chemische Substanzen.



Gefahren bei Grenzüberschreitung: Je mehr Substanzen in die Umwelt gelangen, desto höher das Risiko, dass Lebewesen dadurch in ihrer Gesundheit beeinträchtigt werden. Zum Beispiel wurde lange Zeit der Stoff Asbest in Gebäuden verbaut. Irgendwann hat man festgestellt, dass dieser hochgradig krebserregend ist, wenn er eingeatmet wird. Auch sogenannte Pestizide / Pflanzenschutzmittel sind darauf ausgelegt, schädliche Insekten zu töten. Dabei haben Sie auch schädliche Wirkungen auf andere Tiere, wie zum Beispiel Vögel. Aktuell wird auch immer deutlicher, dass Plastik in der Natur zu sogenanntem Mikroplastik zerkleinert wird und von allen Lebewesen einschließlich dem Menschen aufgenommen wird. Dies führt teilweise zu verringertem Wachstum und Schwierigkeiten bei der Fortpflanzung bis zur Unfruchtbarkeit.