



Eine **virtuelle Reise** in die Welt von Wald & Holz

Faszinierende
Augmented-Reality-
Erlebnisse für
Groß und Klein



CO₂-Anteil in der
Atmosphäre

Inhalt und Ziel des Erlebnisses

„CO₂-Anteil in der Atmosphäre“

Bei diesem Erlebnis können die Nutzer*innen anhand von prägnanten Beispielen herausfinden, welche Komponenten auf der Erde in welcher Form den Anteil an Kohlenstoffdioxid (CO₂) in der Atmosphäre beeinflussen.

Es soll aber auch zu Diskussionen anregen – hier einige Beispiele:

- » Was bedeutet ein höherer/niedrigerer CO₂-Gehalt in der Luft?
- » Wie wirkt sich das auf unser Klima aus?
- » Was können wir alle dazu beitragen, um den CO₂-Gehalt zu senken?

Um dieses Erlebnis durchzuspielen, brauchst du einen kostenlosen HOWARD-Würfel.

Nähere Informationen dazu findest du unter www.holzmachtschule.at/howard/



Wie ist das Erlebnis aufgebaut und wie funktioniert es?



1. Wähle aus, was du auf der Erde platzieren möchtest (Bäume, Fabriken, Holzhäuser, Holzmöbel, Autos, Kühe, Menschen).
2. Wähle die Anzahl der platzierten Komponenten aus.
3. Hier siehst du anhand des Balkens, wie sich der CO₂-Gehalt in der Luft entwickelt.
4. Nach Abschluss des Erlebnisses kannst du das erworbene Wissen bei einem Quiz testen.
5. Mit diesem Pfeil kommst du zurück zur Liste mit allen Erlebnissen



So sieht das Erlebnis am Würfel aus

ACHTUNG:

Ergänzend zu diesem Erlebnis gibt es mehrere andere HOWARD-Erlebnisse, die sich mit dem Thema Treibhauseffekt/Kohlenstoffspeicher auseinandersetzen:

Treibhauseffekt

Mit zwei symbolischen Komponenten (Bäume & Autos) wird erforscht, wie der Treibhauseffekt funktioniert und was ihn beeinflusst. Dabei kann anhand der zusätzlichen Darstellung von Sonne, Wärmestrahlung und der Grenze der Erdatmosphäre das Eindringen bzw. Reflektieren der Strahlung nachvollzogen werden.

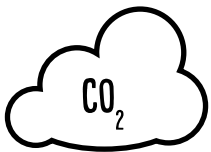
Kohlenstofffluss

Dieses Erlebnis zeigt in einer optisch anderen Form, wo auf der Erde in welcher Form Kohlenstoff vorhanden ist und wo dieser gespeichert bzw. abgegeben wird.

Fotosynthese und Zellatmung

Die grundsätzliche Kenntnis dieser beiden Vorgänge ist Voraussetzung dafür, dass die Abläufe im Erlebnis „CO₂-Anteil in der Atmosphäre“ verstanden werden.

Sachinformation



WICHTIGE INFORMATIONEN VORAB:

Was ist Kohlenstoffdioxid?

Kohlenstoffdioxid (CO₂) zählt zu den Treibhausgasen (siehe Erlebnis „Treibhauseffekt“). Grundsätzlich sind Treibhausgase in der Erdatmosphäre notwendig, um die Temperaturen in einem Bereich zu halten, der das Leben auf unserem Planeten ermöglicht. Die Sonnenstrahlung erwärmt die Erdoberfläche, welche dadurch wiederum langwellige Wärmestrahlung abgibt. Die Treibhausgase (u.a. CO₂) hindern einen Teil dieser Wärmestrahlung daran, zurück ins Weltall zu gelangen (ähnlich wie die Glasfenster in einem Treibhaus). Das nennen wir den „natürlichen Treibhauseffekt“. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt würde die Temperatur auf unserer Erde durchschnittlich nur -18°C betragen. Wenn sich aber zu viel Treibhausgas (z.B. CO₂) in der Atmosphäre befindet, erwärmt sich die Erde mehr als der natürliche Treibhauseffekt vorsieht. Der Klimawandel nimmt durch diese „Erderwärmung“ seinen Lauf.

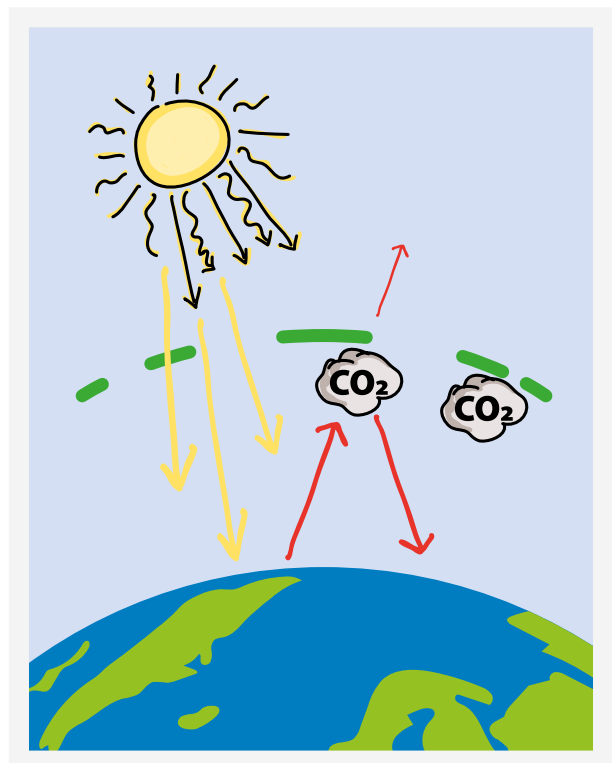


Abbildung des Treibhauseffektes



pixabay

Aha

Die Kohlenstoffmenge auf der Erde bleibt immer gleich. Wichtig für den Klimawandel ist, ob der Kohlenstoff gebunden (z.B. in Holzprodukten oder in fossilen Rohstoffen wie Erdöl oder Erdgas) oder freigesetzt (in der Atmosphäre) ist. Solange er gebunden ist, treibt er den Klimawandel nicht weiter voran. Aber in Form des Treibhausgases CO_2 in der Atmosphäre beschleunigt er diesen.

Wie wird der CO_2 -Anteil in der Luft gemessen?

Um die CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre zu analysieren, sind vor allem im Zuge von Forschungsprojekten spezielle Messgeräte im Einsatz. Diese sind meist über einen längeren Zeitraum in Verwendung, um eine möglichst langfristige Entwicklung darzustellen. Die aufwändigen Messungen einer Forscher*innen-Gruppe aus den USA haben zum Beispiel gezeigt, dass sich am Messpunkt in Nordamerika über einen Zeitraum von zehn Jahren die CO_2 -Konzentration erhöht hat. Damit verbunden war eine Veränderung der Rückstrahlung aus der Atmosphäre – der Treibhauseffekt hat sich verstärkt. Grundsätzlich wird der CO_2 -Gehalt in der Atmosphäre seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts kontinuierlich gemessen – mittlerweile gibt es ein weltweites Netzwerk an Messstationen. Um die Werte der Vergangenheit zu bestimmen, wird unter anderem mit Eisbohrkernen aus der Antarktis gearbeitet, wo winzige, jahrtausendealte Luftbläschen eingeschlossen sind. Anhand dieser Bläschen kann die Zusammensetzung der Atmosphäre der jeweiligen Zeit erforscht werden (Quelle: BR24 Wissen).

Welche Messgrößen gibt es für den CO_2 -Anteil in der Luft?

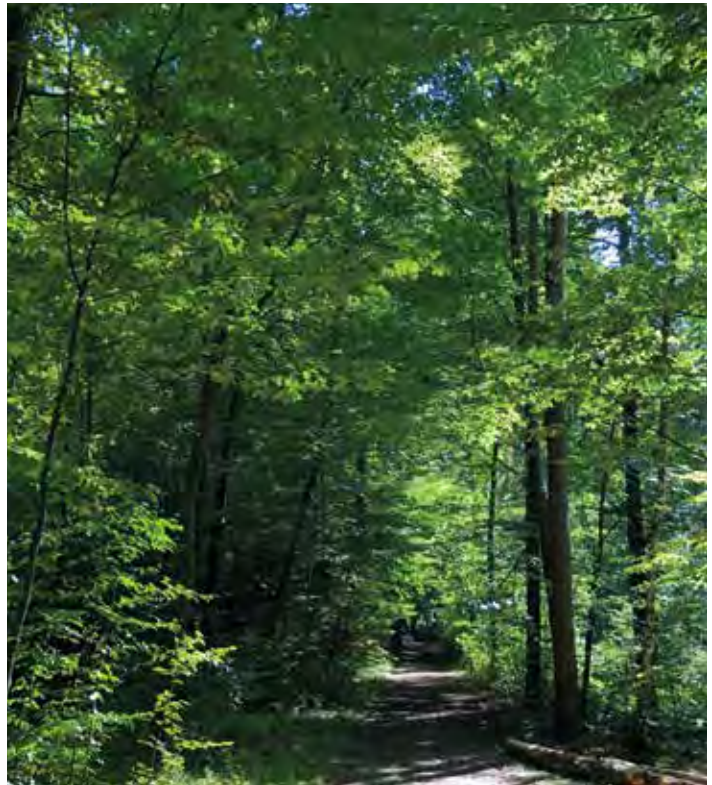
Der CO_2 -Gehalt der Luft wird in ppm (= parts per million => Anteile pro Million) oder in Prozent beziehungsweise Volumenprozent (Vol-%) angegeben. Aktuell beträgt der Anteil an CO_2 in der Erdatmosphäre durchschnittlich rund 400 ppm, das entspricht 0,04 % (Quelle: Wikipedia). Somit ist es das wichtigste Treibhausgas im anthropogenen (= von Menschen verursachten) Klimawandel.

Wie hat sich der CO_2 -Anteil in der Atmosphäre verändert?

Laut aktueller Forschungen schwankte in den letzten 600.000 Jahren der CO_2 -Gehalt in der Luft zwischen 190 und 280 ppm. Diese Werte wurden anhand der Eisbohrkerne definiert. Noch nie hat es in diesem Zeitraum eine so hohe Konzentration von über 400 ppm wie heute gegeben – vor allem in den letzten 11.000 Jahren war der Wert auf einem stabilen niedrigen Niveau. Erst in den letzten Jahrzehnten stieg die CO_2 -Konzentration wesentlich an (Quelle: BR24 Wissen).

Wird auch die laufende Aufnahme und Abgabe von CO₂ gemessen?

Weltweit wird an rund 500 Standorten über spezielle Messtürme (= Eddy-Flux-Türme) gemessen, wie viel CO₂ von Pflanzen in Richtung Atmosphäre entweicht und wie viel die Ökosysteme davon wieder aufnehmen. Diese Messungen werden zusätzlich mit Ergebnissen von Satellitenbeobachtungen kombiniert (Quelle: BR 24 Wissen). Anhand der Kombination all dieser Messdaten kann über Computermodelle simuliert werden, wie die Prozesse des CO₂-Austausches zwischen Ökosystemen und der Atmosphäre ablaufen (zum Beispiel über die Fotosynthese, die Stoffwechselprozesse von Bodenmikroben oder die Menge an Blättern, die am Boden zersetzt wird). Je mehr Messdaten vorhanden sind, desto präziser und realitätsnaher werden die Ergebnisse.



©Seebacher/proHolz Smk

Für Expert*innen:

Unter dem „Global Carbon Project“ versteht man den weltweiten Zusammenschluss von Wissenschaftler*innen, die jedes Jahr aktuelle Zahlen zur CO₂-Entwicklung zusammentragen.

Ihre aktuelle Bilanz (Quelle: BR 24 #Faktenfuchs):

Die Biosphäre (also die belebte Natur in den Ökosystemen der Erde) gibt jährlich rund 440 Gigatonnen CO₂ in die Atmosphäre ab und nimmt 452 Gigatonnen CO₂ auf. Die Ozeane geben 330 Gigatonnen CO₂ ab und binden 339 Gigatonnen. Das heißt, Landvegetation und Ozeane binden rund 21 Gigatonnen mehr Kohlenstoffdioxid als sie freigeben. Von den insgesamt 41 Gigatonnen CO₂, die die Menschen durch fossile Brennstoffe und Landnutzungsänderungen jedes Jahr erzeugen, reichert sich also nur knapp die Hälfte in der Atmosphäre an.



©geralt/pixabay

Informationen zu den sieben Komponenten, die im Erlebnis vorkommen:

In diesem Erlebnis geht es darum, trotz der „Bewirtschaftung“ und Nutzung der Erde einen möglichst niedrigen CO_2 -Anteil in der Atmosphäre zu schaffen.

Dazu vorab zwei Werte, die für die Angabe des CO_2 -Gehalts wichtig sind:

Der CO_2 -Gehalt stand vor Beginn
der Industrialisierung
bei rund 280 ppm
(realistischer Mittelwert).

Der aktuelle Mittelwert
bewegt sich zwischen 410 und 420 ppm –
Tendenz steigend.

Unter den angebotenen Komponenten befinden sich einige, die den Wert ansteigen lassen, andere senken ihn. Dazu einige Fakten im Überblick:

AUTOS

Die Autos im Erlebnis stehen für die Nutzung von fossilen Stoffen (z.B. Erdöl oder Erdgas). Diese Rohstoffe stammen aus der Entstehungszeit der Erde, als das organische Material von abgestorbenen Lebewesen auf den damaligen Meeresgrund sank. Mit der Zeit wurden diese toten Organismen von Sedimenten überlagert. Mit Hilfe von Druck und steigenden Temperaturen sowie dem Sauerstoffmangel bildeten sich in einem komplexen Prozess über Jahrmillionen Erdöl und Erdgas. Nachdem diese Urzeit-Lebewesen unter anderem aus Kohlenstoff (C) bestanden, ist dieser somit eigentlich dauerhaft „unterirdisch“ gebunden.

Werden Erdöl und Erdgas aber an die Oberfläche transportiert und verbrannt (zum Beispiel als Treibstoff für Autos), wird der

gebundene Kohlenstoff (C) freigesetzt und er reagiert mit dem Sauerstoff (O_2) der Umgebungsluft wieder zu CO_2 . Der Anteil an Treibhausgasen in der Luft nimmt zu – die Erde erwärmt sich.



©Alexei_Lotter/pixabay

KÜHE

Kühe tragen auf zweierlei Arten zur Klimaerwärmung bei. Eine davon, die Dissimilation, sorgt für einen erhöhten CO_2 -Anteil, die andere Art betrifft ein anderes Treibhausgas (Methan).

Die Dissimilation tangiert übrigens alle Lebewesen auf unserem Planeten. Es geht dabei grundsätzlich darum, dass bei jedem Lebewesen Stoffe und/oder Energien, die zuvor aufgenommen wurden (= Assimilation), unter Energiefreisetzung wieder abgegeben bzw. abgebaut werden (= Dissimilation). Beide Vorgänge (Assimilation und Dissimilation) laufen in den Zellen gleichzeitig ab.

Menschen und Tiere (wie Kühe) nehmen z.B. über die Nahrung Stoffe aus der Umwelt auf (= Assimilation). Diese werden in den Zellen unter Freisetzung von Energie umgewandelt und in Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasser abgebaut. Das CO_2 wird dabei freigesetzt und gelangt in die Umgebungsluft.

Dadurch erhöht sich der CO_2 -Anteil in der Luft.

Das von den Kühen bei der Verdauung produzierte Methan ist ein Treibhausgas, das rund 25-mal schädlicher ist als CO_2 , aber dafür eine verkürzte Lebenszeit hat (es wird in der Atmosphäre nach durchschnittlich 12,4 Jahren abgebaut – CO_2 braucht dafür bis zu 1.000 Jahre). Das Thema Kühe und Methan ist noch nicht ausreichend erforscht. Ist man bis vor kurzem davon ausgegangen, dass sich die Rinderzucht und Milchwirtschaft aufgrund des Methans negativ auf das Klima auswirken, gibt es mittlerweile Forscher*innen, die diese Behauptungen anhand von Fakten widerlegen. Faktum ist, dass Kühe im Zuge von natürlichen Prozessen Methan produzieren und rund 70 % davon für den Eigenerhalt brauchen (Quelle: Landwirtschaftskammer Steiermark). Ein Teil des Methans gelangt durch Rülpsen und Pupsen in die Umgebungsluft.



©BorgMattisson/pixabay

FABRIKEN

Ähnliches wie für Autos gilt auch für viele Fabriken. In Österreich und andern Ländern Mitteleuropas wird besonders auf nachhaltige Produktion Wert gelegt. Vor allem in der Holz- und Papierindustrie werden zum Beispiel die beim Produktionsvorgang anfallenden Reststoffe (z.B. Sägespäne, Holzabschnitte, Lignin) zur Energiegewinnung für den eigenen Betrieb und teilweise sogar für die umliegenden Haushalten genutzt. Der Einsatz von fossilen Energieträgern ist in diesen Unternehmen meist (fast) gar nicht mehr notwendig.

In anderen Ländern der Welt und in anderen Branchen ist die Situation oft eine andere: Fossile Roh-

stoffe und Energieträger wie Erdgas oder Erdöl werden bei den Herstellungsprozessen in großen Mengen genutzt – die Folge ist ein entsprechend steigender CO₂-Anteil in der Luft.



©jwern/pixabay

MENSCHEN

Der Mensch beeinflusst vor allem seit der industriellen Revolution das Klima unserer Erde enorm. Er bewirtschaftet Wälder, nützt fossile Rohstoffe und Energieträger und entwickelt und steuert umfangreiche Herstellungs- und Recyclingprozesse.

Seit der intensiven Nutzung der Erde durch den Menschen hat sich der CO₂-Anteil in der Atmosphäre wesentlich erhöht. Während es, wie erwähnt, in einigen Ländern wie Österreich bereits ein Umdenken im Sinne von klimaschonenden Maßnahmen gibt, zeigen die Bewohner*innen in vielen anderen Regionen der Erde noch absolut kein

Verständnis für diese Entwicklung und die notwendigen Aktivitäten. So lange das der Fall ist, ist der Mensch eigentlich der „Klimakiller“ Nummer eins!



©jotoler/pixabay

BÄUME UND ANDERE PFLANZEN

Pflanzen (u.a. Bäume) nehmen bei der Fotosynthese (siehe Erlebnis „Fotosynthese und Zellatmung“) Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Form von Kohlenstoffdioxid (CO_2) auf und geben einen Teil davon über die „Zellatmung“ (= Dissimilation) wieder ab. Der andere Teil wird in Glucose (= Traubenzucker) umgewandelt und in der Bio-

masse so lange gespeichert, bis diese verrottet oder verbrennt. Pflanzen, und hier vor allem die langlebigen Bäume, zählen also zu den wichtigsten Kohlenstoffspeichern unserer Erde. Durch die Speicherung verringert sich der CO_2 -Anteil in der Atmosphäre und das wirkt sich positiv auf unser Klima aus.



©Seebacher/proHolz Stmk

HOLZHÄUSER UND HOLZMÖBEL

Die Gebäude und Möbel aus Holz stehen im Erlebnis stellvertretend für alle Holzprodukte, die es auf der Erde gibt (Möbel, Böden, Spielzeug etc.). Wie erwähnt, nehmen die Bäume bei der Photosynthese Kohlenstoffdioxid auf und binden den Kohlenstoff. Wenn der Baum bzw. das Holz verrottet oder verbrennt, wird der Kohlenstoff (C) wieder freigesetzt und verbindet sich mit dem Umgebungssauerstoff (O_2) wieder zu CO_2 . Dieser Prozess ist sozusagen „ CO_2 -neutral“. Das heißt, es wird bei der Fotosynthese gleich viel CO_2 aus der Atmosphäre aufgenommen, wie schlussendlich beim Verrotten bzw. Verbrennen wieder entsteht.

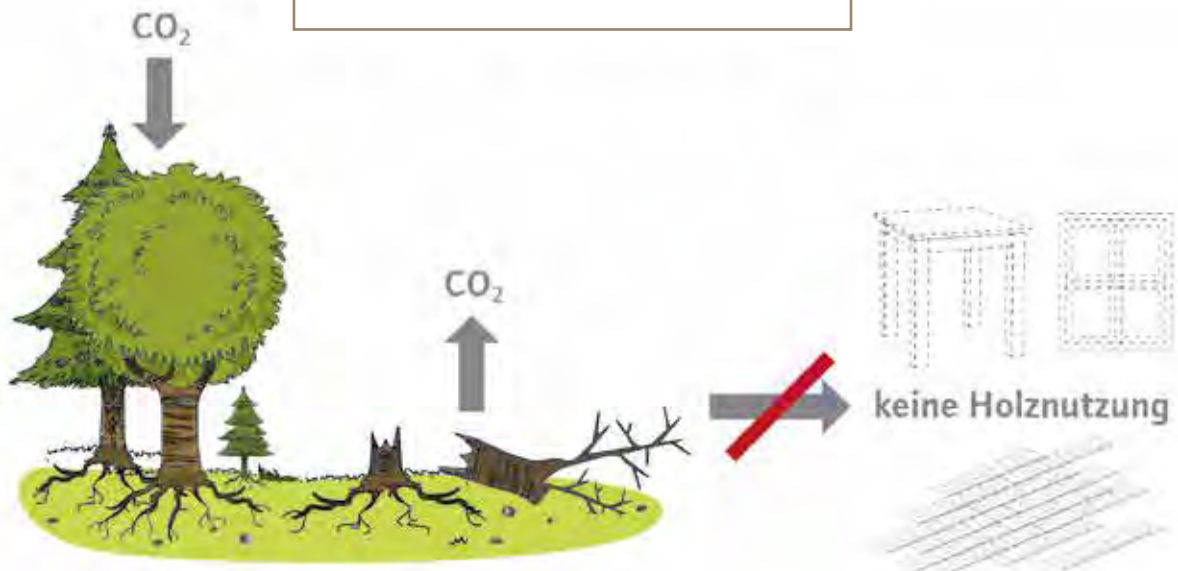
ABER: Wird das Holz in einem nachhaltig bewirtschafteten Wald geerntet (siehe Erlebnis „Waldbewirtschaftung“) und zu Holzprodukten weiterverarbeitet, bleibt der Kohlenstoff langfristig gespeichert. Das österreichische Forstgesetz schreibt vor, dass seitens der Waldbesitzer*innen dafür gesorgt werden muss, dass für jeden Baum, der aus dem Wald entnommen wird, mindestens ein neuer nachwächst (= Prinzip der Nachhaltigkeit). Diese neuen Bäume nehmen beim Wachsen im Wald wiederum CO_2 aus der Atmosphäre auf und speichern den Kohlenstoff. Parallel dazu sind die Holzprodukte, was die Kohlenstoffbindung betrifft, wie ein zweiter Wald zu sehen. Dadurch wird durch die gezielte Nutzung von Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern der CO_2 -Anteil in der Luft gesenkt.



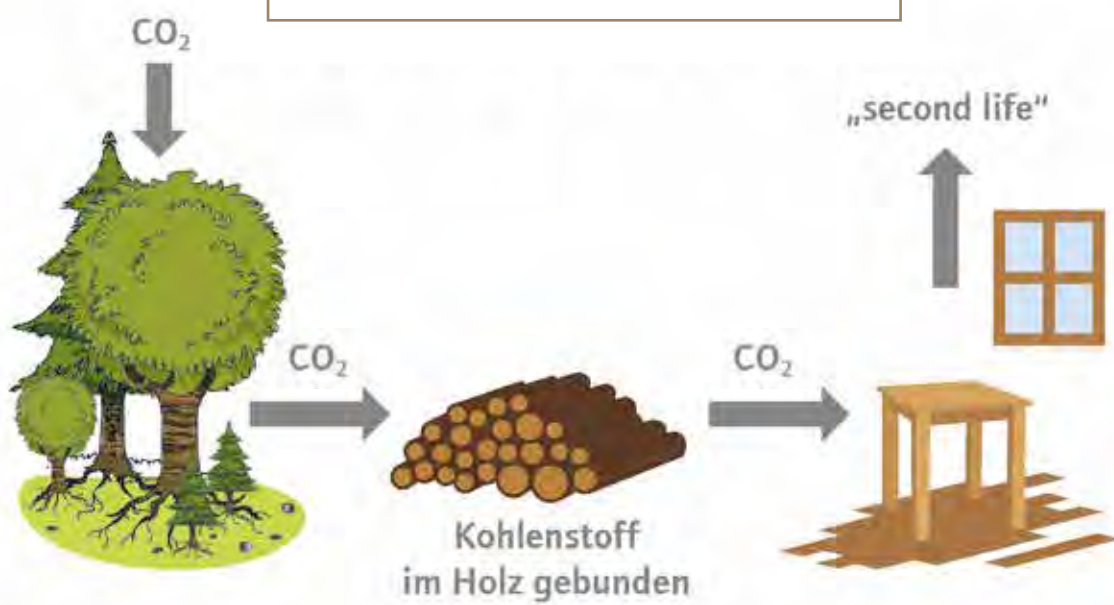
©Seebacher/proHolz Smk

Holzprodukte (z.B. dieses Holzhochhaus) senken den CO_2 -Anteil in der Luft, wenn das dafür verwendete Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt.

Wald nicht bewirtschaftet



Wald nachhaltig bewirtschaftet





WIR WÜNSCHEN
EUCH VIEL SPASS
MIT

HOWARD



HOWARD

pro:Holz Steiermark