HOWARD

Eine virtuelle Reise in die Welt von Wald & Holz

Faszinierende Augmented-Reality-Erlebnisse für Groß und Klein

Fotosynthese und Zellatmung

pro:Holz Steiermark

Mit Unterstützung von Bund, Land und Europäischer Union

Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft

LE 14-20

Das Land Steiermark
Land- und Forstwirtschaft

Inhalt und Ziel des Erlebnisses

„Fotosynthese und Zellatmung“

Bei diesem Erlebnis können die Nutzer*innen ausprobieren, wie Fotosynthese und Zellatmung funktionieren. Diese beiden Prozesse sind eine wichtige inhaltliche Grundlage für andere HOWARD-Erlebnisse (vor allem jene, die das Thema Klima und CO_2-Anteil in der Luft betreffen). Achtung: Bei diesem Erlebnis werden die komplexen Vorgänge zugunsten einer besseren Übersichtlichkeit sehr vereinfacht dargestellt. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Um dieses Erlebnis durchzuspielen, brauchst du einen kostenlosen HOWARD-Würfel.
Nähere Informationen dazu findest du unter
www.holzmachtschule.at/howard/

HOWARD

Wie ist das Erlebnis aufgebaut und wie funktioniert es?

So sieht das Erlebnis am Würfel aus.

Hier siehst du die Einstiegsseite in das Erlebnis:

1. Wähle aus, ob du die Fotosynthese oder die Zellatmung erkunden möchtest
2. Mit dem roten „i“ kannst du die grundlegende Information zum Erlebnis abrufen.
3. Wenn du das Erlebnis durchgearbeitet hast, kannst du dein Wissen bei einem Quiz überprüfen.
4. Mit diesem Pfeil kommst du zurück zur HOWARD-Seite mit allen Erlebnissen.

Startseite Fotosynthese:
Mit den drei runden Buttons in der Mitte kann der ZOOM-Grad ausgewählt werden.

Startseite der „Zellatmung“:
Mit dem „Weiter-“ und „Zurück“-Button können die einzelnen Schritte durchlaufen werden.

ACHTUNG:

Es gibt mehrere HOWARD-Erlebnisse, die sich mit dem Thema Treibhauseffekt/Kohlenstoffspeicher auseinandersetzen. Für diese sind die Vorgänge der Fotosynthese & Zellatmung eine wichtige Grundlage:

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. die Reflexion der Strahlung nachvollzogen werden.

CO_2-Anteil in der Atmosphäre
Der Aufbau ist ähnlich jenem des Treibhauseffekt-Erlebnisses. Die Auswahl der Komponenten, die die Erderwärmung beeinflussen, ist aber umfangreicher – das Erlebnis ist daher komplexer.

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.

Pflanzliche Zelle
Einige Komponenten der Pflanzenzelle sind für das Verständnis von Fotosynthese & Zellatmung essentiell.

Sachinformation

Bei Fotosynthese und Zellatmung geht es 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.

FOTOSYNTHESE

Wie funktioniert die Fotosynthese:

Pflanzen stellen im Zuge der Fotosynthese Assimilate (= ihre Nahrung) her. Der Ursprung dieses Prozesses liegt wahrscheinlich in den Anfängen der Erde (vor über 3 Milliarden Jahren), als die Atmosphäre fast ausschließlich aus giftigen Stoffen bestand. Zu dieser Zeit begannen die Algen im Wasser mit Kohlenstoffdioxid (CO_2), Wasser und Sonnenlicht Fotosynthese zu betreiben.

Grundsätzlich brauchen Bäume und andere Pflanzen Wasser, Nährstoffe, die in der Erde gespeichert sind, Licht und Wärme von der Sonne und einen Teil der Luft, nämlich Kohlenstoffdioxid (CO_2) zum Wachsen. Mit diesen Komponenten betreiben sie in ihren Blättern und Nadeln Fotosynthese. Eine wichtige Rolle dabei spielt das Chlorophyll, das sich in den Chloroplasten in einem Teil der pflanzlichen Zellen befindet (siehe Erlebnis „Pflanzenzelle“). Sie nehmen die Energie des Lichts auf und wandeln die Lichtenergie in chemische Energie um.

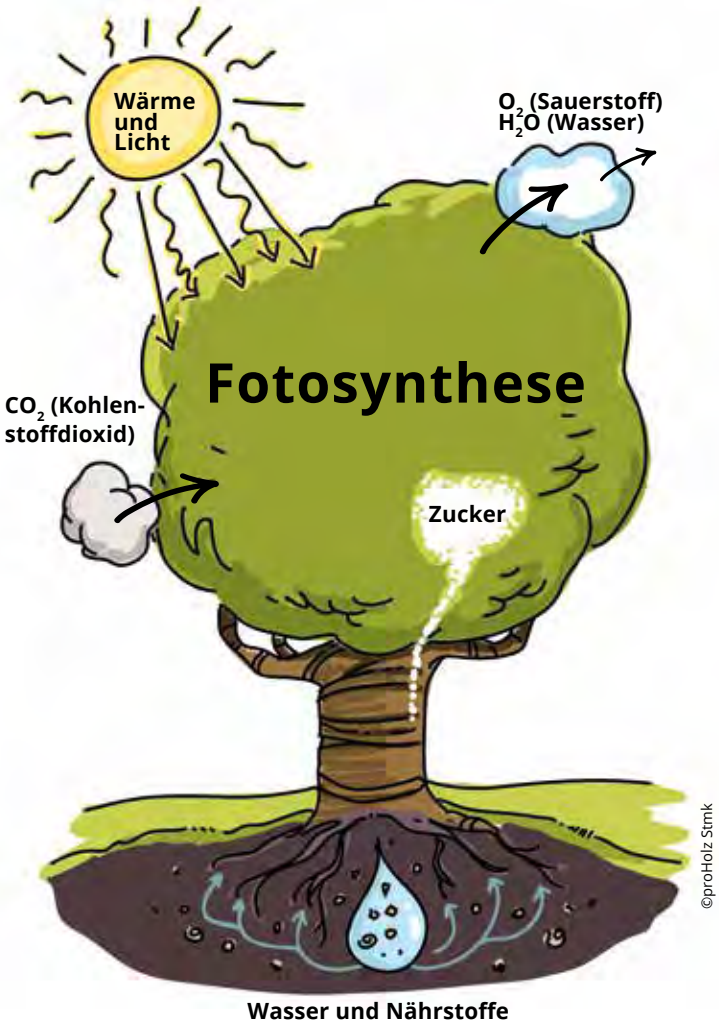
Beim Erlebnis „Blatt und Nadel“ sind in der ZOOM-Version des Blattes die Stomata an der Unterseite gut sichtbar.

Dazu kommt das CO_2, das über die Spaltöffnungen, auch Stomata genannt (siehe Erlebnis „Blatt und Nadel“) in das Blatt eindringt. Weiters das Wasser, das der Baum über die Wurzeln aufnimmt und über den Stamm, die Äste und die Zweige bis in die Blätter und Nadeln transportiert (siehe Erlebnis „Wie trinkt der Baum“).

Beim Erlebnis „Wie trinkt der Baum“ kann der Wassertransport beobachtet und gesteuert werden.

Somit wird aus Wasser (H_2O) und Kohlenstoffdioxid (CO_2) unter Einfluss von Sonnenenergie Zucker ($C_6H_{12}O_6 + 6O_2$) und Sauerstoff (O_2) hergestellt. Der Zucker wird zur Versorgung des Baumes verwendet. Ein kleiner Teil davon verbleibt in Form von Stärke im Blatt, der Großteil wird über die Assimilat-Leitungsbahnen in Zweigen, Ästen und dem Stamm zurück in die Wurzeln transportiert, wo er ebenfalls in Form von Stärke gelagert wird. Die umgewandelte Glukose sorgt unter anderem dafür, dass der Baum im nächsten Frühjahr wieder neu austreibt. Auf dem Weg von den Blättern und Nadeln in Richtung Wurzeln wird der Baum mit Nährstoffen (Assimilaten) versorgt. Dieser Prozess wird daher auch „Assimilation“ genannt.

Ein weiteres Produkt, das bei der Fotosynthese entsteht, ist Sauerstoff (O_2), den wir Menschen und zahlreiche Tiere zum Überleben brauchen. Er wird über die Stomata (Spaltöffnungen) aus den Blättern und Nadeln in die Umgebungsluft transportiert.



Für Expert*innen:

Chemisch gesehen bedeutet die Fotosynthese:
Aus Wasser, also H_2O, und Kohlenstoffdioxid (CO_2) wird, angetrieben durch die Lichtenergie, Traubenzucker $C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ und Sauerstoff (O_2) produziert.

$$6H_2O + 6\,CO_2 \Rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Aha

Nachdem die Pflanzen vor über 3 Milliarden Jahren mit der Fotosynthese begonnen und dabei Sauerstoff produziert haben, stieg der Sauerstoffgehalt in der Luft sukzessive an. Dadurch wurde das Leben auch für Tiere und in späterer Folge den Menschen möglich.

Was passiert mit dem Sauerstoffanteil in der Luft, wenn im Winter viele Bäume ihre Blätter verlieren und auch die meisten anderen Pflanzen unter eine Schneedecke verschwinden?

Natürlich ist bei Pflanzen ohne grüne Blätter und Nadeln und wenn das Wasser gefroren ist auch keine Fotosynthese möglich. Aber nachdem in vielen anderen der Regionen der Welt zu dieser Zeit trotzdem unzählige Bäume und andere Pflanzen Blätter tragen, bleibt der Sauerstoffanteil in der Luft über das ganze Jahr beinahe unverändert.

©NickyPe/pixabay

Woher nimmt die Pflanze die Nahrung, wenn keine Fotosynthese möglich ist?

Im Winter ist Ruhezeit bei allen Pflanzen, die keine grünen Blätter haben. Im Frühling treibt der Baum bzw. die Pflanze neu aus. Die Energie dafür holt sie sich aus der in den Wurzeln in Form von Stärke eingelagerten Glukose. Sobald die ersten grünen Blatttriebe sichtbar sind, beginnt der Baum erneut mit der Fotosynthese.

Betreiben auch Pflanzen, die von Natur aus bunte Blätter haben, Fotosynthese?

Pflanzen, wie zum Beispiel Blutahorn oder Blutbuche, haben auf den ersten Blick rote Blätter. Trotzdem ist in den Blättern der grüne Farbstoff Chlorophyll enthalten und die bunten Blätter betreiben, gleich wie grüne Blätter, Fotosynthese. Dies gilt nicht für Blätter, die sich im Herbst rot/orange färben. Hier wurde das Chlorophyll abgebaut oder verlagert.

©baguggi/pixabay

©Sweetaholic/pixabay

Egal ob grüne oder rote Blätter – alle enthalten den grünen Farbstoff „Chlorophyll“ und betreiben Fotosynthese.

So läuft die Fotosynthese im HOWARD-Erlebnis ab:

ZOOM 0: Baum

In einem ersten Schritt wird die Sonne (mit einem Tipp auf die Sonne oder das Sonnensymbol) eingeschaltet – der Baum erhält Licht. Das Sonnenlicht ist die Energiequelle für die Fotosynthese.
In einem nächsten Schritt wird der Baum durch das Tippen auf das Wasser-Symbol mit Wasser und Mineralstoffen aus dem Boden versorgt.
Anschließend folgt mit einem weiteren Tipp das Kohlenstoffdioxid (CO_2).
Wenn alle drei Elemente aktiviert wurden, beginnt der Baum mit der Fotosynthese. Er erzeugt Traubenzucker, der in Assimilat-Bahnen (= Phloem; direkt unter der Rinde) den Stamm hinunter in die Wurzeln transportiert wird. Dort wird er in Form von Stärke gespeichert.

Gleichzeitig gibt der Baum über die Krone Sauerstoff (O_2) und Wasserdampf (H_2O) ab. Der Sauerstoff ist für Menschen und zahlreiche Tiere lebensnotwendig. Sie atmen ihn ein. Dafür geben sie beim Ausatmen das für den Baum und andere Pflanzen wichtige CO_2 ab, das wiederum vom Baum aufgenommen wird.

ZOOM 1: Blatt von außen

Hier ist der grundsätzliche Ablauf natürlich genau gleich wie bei ZOOM 0, nur wird sichtbar, was am Blatt bei der Fotosynthese passiert: Die Sonnenstrahlung trifft auf das Blatt, das Wasser wird über den Stängel in das Blattinnere gezogen und man sieht, wie über die Stomata (= Spaltöffnungen) an der Unterseite des Blattes CO_2 aufgenommen wird. Im Zuge der Fotosynthese wird über die Spaltöffnungen Sauerstoff abgegeben.
Bei Nadelbäumen läuft dieser Prozess natürlich genau gleich ab, mit dem Unterschied, dass sich die Spaltöffnungen an den Nadeln befinden.

ZOOM 1: Blatt von außen

ZOOM 2: Das Blattinnere

Auch hier ist natürlich der Ablauf gleich wie bei ZOOM 0 und 1, nur dass hier der Blick in das Blattinnere möglich ist (siehe Erlebnis „Blatt und Nadel“) und die Chloroplasten mit dem Chlorophyll sichtbar sind (siehe Erlebnis „Pflanzenzellen“). Man sieht, wie das Wasser über die Leitbündel (Blattadern) in das Blattinnere rinnt, das CO_2 über die Spaltöffnungen aufgenommen wird, und wie das Sonnenlicht eindringt.

Auch bei dieser ZOOM-Stufe erzeugt der Baum im Zuge der Fotosynthese Glukose (d.h. es wird gezeigt, wie Wasser- und CO_2-Teilchen zu Traubenzuckerteilchen „verschmelzen“). Einige wenige der Teilchen bleiben im Blatt, der Rest wird in das Leitbündel „gezogen“, wo die Glukose bis zu den Wurzeln transportiert und in Form von Stärke eingelagert wird.

ZELLATMUNG

Eigentlich ist die Zellatmung das Gegenteil der Fotosynthese: Bei der Fotosynthese wird von der Pflanze aus Licht, CO_2 und Wasser Traubenzucker (= Glukose) hergestellt, der in Form von Stärke in bestimmten Pflanzenteilen eingelagert wird (die Energie der Sonne wird sozusagen in der Glukose „verpackt"). Der Sauerstoff wird an die Umgebungsluft abgegeben (= Assimilation).

Bei der Zellatmung wird, kurz gesagt, die eingelagerte Stärke wieder zu Traubenzucker (Glukose) umgewandelt. Die Glukose wird mit Hilfe von neu aufgenommenem Sauerstoff wieder zu Kohlenstoffdioxid und Wasser „zerlegt". Dabei wird die gespeicherte Energie wieder frei, das CO_2 wird vom Baum abgegeben (= Dissimilation).

Etwas detaillierter:

Pflanzen müssen „atmen", um in ihren Zellen den über die Fotosynthese erzeugten Traubenzucker in Energie umwandeln zu können, die sie zum Wachsen (bzw. überhaupt zum Überleben) brauchen. Bei der Zellatmung nimmt der Baum über die Blätter (also genauer gesagt über die Spaltöffnungen / Stomata) Sauerstoff auf. Um Energie zu erzeugen, gewinnen Bäume den Traubenzucker (Glukose) wieder aus der gespeicherten Stärke zurück, und das funktioniert so: Die eingelagerte Stärke wird in einem ersten Schritt wieder zu Traubenzucker umgewandelt („zerlegt"). Der Traubenzucker wird dann weiter mit Hilfe von Sauerstoff (der über die Spaltöffnungen in das Blatt eindringt) in Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasser aufgespalten. Dabei wird die gespeicherte Energie wieder freigesetzt. Einen Teil dieser Energie nutzt der Baum für die Neubildung von Zellen, also für das Wachstum von Blättern, Nadeln, Blüten, Früchten oder Holz. Aus den Blättern wird über die Stomata das CO_2 abgegeben.

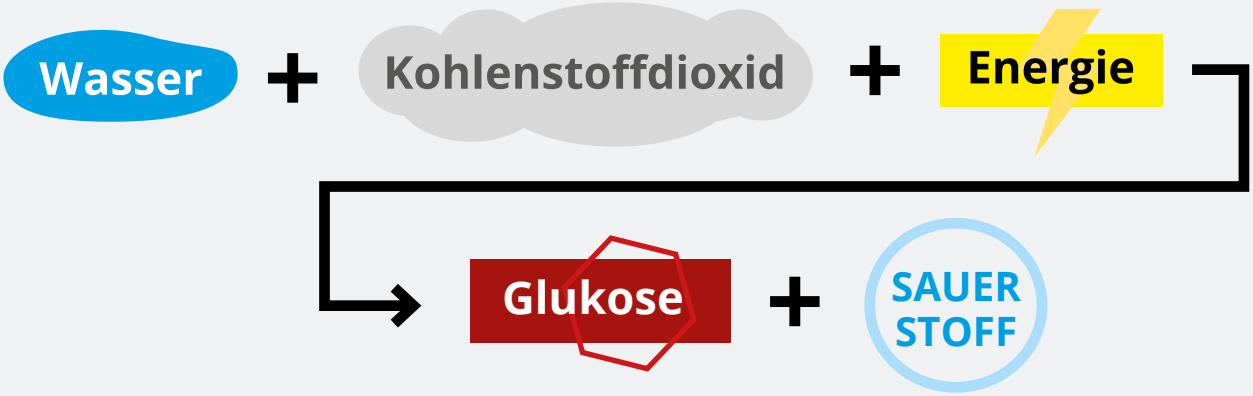
So läuft die Zellatmung im HOWARD-Erlebnis ab:

Das Erlebnis „Zellatmung" startet mit der „End-Szene" des Fotosynthese-Erlebnisses (ZOOM 2): Man sieht im Inneren des Blatts die eingelagerten Glukoseteilchen. Wird auf diese Teilchen getippt, öffnet sich die Stomata (Spaltöffnung) und Sauerstoffteilchen dringen in das Blattinnere. Diese sind auch bei Pflanzen, gleich wie bei Menschen und Tieren, für die Atmung notwendig. Die Sauerstoffteilchen „wandern" in eine Zelle, wo sich bereits ein Glukoseteilchen befindet. Die beiden „vereinen" sich und die in der Glukose gespeicherte Energie wird frei. Diese Energie wurde im Zuge der Fotosynthese erzeugt. Zu sehen sind jetzt CO_2- und Wasserteilchen – das heißt, die Glukose wurde in das ursprünglich aufgenommene Kohlenstoffdioxid und Wasser (H_2O) aufgespalten. Die bei diesem Prozess freiwerdende Energie sorgt bei der Pflanze für Wachstum und Leben.

Im Zuge der Zellatmung werden von der Pflanze viele verschiedene Stoffe erzeugt:

» 2fach-Zucker
» Stärke
» Zellulose
» Fette und/oder Öle
» Eiweiße
» Sonstige Inhaltstoffe wie Duft-, Geschmacks- und Wirkstoffe

FOTOSYNTHESE



ZELLATMUNG

Für Expert*innen:

Somit kann auch die immer wieder gestellte Frage beantwortet werden, ob ein Baum Kohlenstoff (C) oder Kohlenstoffdioxid (CO_2) freisetzt – es ist im Grund genommen beides korrekt:

Kohlenstoff (C):

Im Zuge der Fotosynthese (Assimilation) wird CO_2 und H_2O aufgenommen, der Kohlenstoff, der Sauerstoff und der Wasserstoff werden in Form von Zucker gespeichert. Der freigesetzte Sauerstoff stammt aus dem aufgenommenen Wasser. Wenn die Pflanze verrottet oder verbrennt, wird der Kohlenstoff wieder freigesetzt und vermengt sich mit dem Sauerstoff der Umgebungsluft wieder zu CO_2.

Kohlenstoffdioxid (CO_2)

Im Zuge der Zellatmung (Dissimilation) wird Sauerstoff aufgenommen. Der Traubenzucker wird, wie erwähnt, mit Hilfe von diesem Sauerstoff in CO_2 und Wasser zerlegt. Das CO_2 wird wieder an die Umgebungsluft abgegeben.

WIR WÜNSCHEN
EUCH VIEL SPASS
MIT

HOWARD

Fotos/ Illustrationen: stock adobe.com, proHolz, pixabay, iStock

PEFC
PEFC/06-39-277
PEFC-zertifiziert
Dieses Produkt stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen
www.pefc.at

HOWARD

pro:Holz Steiermark