



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

Faszinierende
Augmented-Reality-
Erlebnisse für
Groß und Klein



Wasserkreislauf

Inhalt und Ziel des Erlebnisses

„Wasserkreislauf“

Das Erlebnis zeigt den Schüler*innen, wie der Wasserkreislauf auf der Erde funktioniert und welche Rolle der Wald in diesem Zyklus spielt.

Es soll aber auch zu Diskussionen anregen, wie zum Beispiel:

- » Welche Rolle spielt der Wald im Wasserkreislauf?
- » Wird das Wasser auf der Erde mehr oder weniger, oder bleibt die Wassermenge immer gleich?
- » Wie hängen der Klimawandel und der Wasserkreislauf zusammen?

Wie ist das Erlebnis aufgebaut und wie funktioniert es?



So sieht das Erlebnis am Würfel aus

1. Tippe auf den „Weiter- und Zurück-Button“, um im Erlebnis eine Stufe nach vor oder zurück zu kommen.
2. Wenn du das Erlebnis fertig durchgespielt hast, kannst du über den „Quiz“-Button Fragen zum Erlebnis starten.
3. Mit dem Pfeil kommst du zurück zur Liste mit den verschiedenen Erlebnissen.

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



Sachinformation

Rund zwei Drittel unseres Planeten sind mit Wasser bedeckt (genauer gesagt gibt es mehr als 1000 Trillionen Liter Wasser) – der Großteil davon ist Salzwasser. Das Süßwasser ist zu einem beachtlichen Teil im Eis der Polargebiete oder im Hochgebirge als Gletscher gebunden.



©makabera/pixabay

Wie funktioniert grundsätzlich der Wasserkreislauf (= Ablauf des HOWARD-Erlebnisses)?

Die Sonne sorgt mit ihrer Wärme dafür, dass das Wasser aus stehenden und fließenden Gewässern, aber auch aus dem Boden und von anderen Oberflächen der Erde verdunstet. Der Großteil dieser Verdunstung erfolgt über dem Meer. Der Wasserdampf (= winzige Wassertröpfchen) steigt auf und wird unter anderem zu Wolken.

Der Wind und andere Luftmassenbewegungen treiben das verdunstete Wasser in Form von Wolken o.ä. über das Land.

Da es in den oberen Luftschichten kälter ist als in den unteren, kondensieren immer mehr Wassertröpfchen und fallen ab einer bestimmten Größe in Form von Niederschlag (zum Beispiel als Regen, Schnee, Hagel, Graupel etc.) wieder zu Boden oder sie gelangen als Tau zurück zur Erde.

Ein Teil des Wassers landet auf Bäumen, Häusern und anderen Oberflächen, ein weiterer Teil fällt in Gewässer oder dringt in den Boden ein. Das Wasser wird entweder von Bäumen oder anderen Pflanzen aufgenommen, rinnt unterirdisch zu fließenden bzw. stehenden Gewässern oder es kommt als Quelle oder per Brunnen wieder ans Tageslicht (= Grundwasser). Egal in welcher Form das Wasser auf die Erde zurückkommt – es verdunstet wiederum und der Kreislauf beginnt von vorne.



©ELG21/pixabay

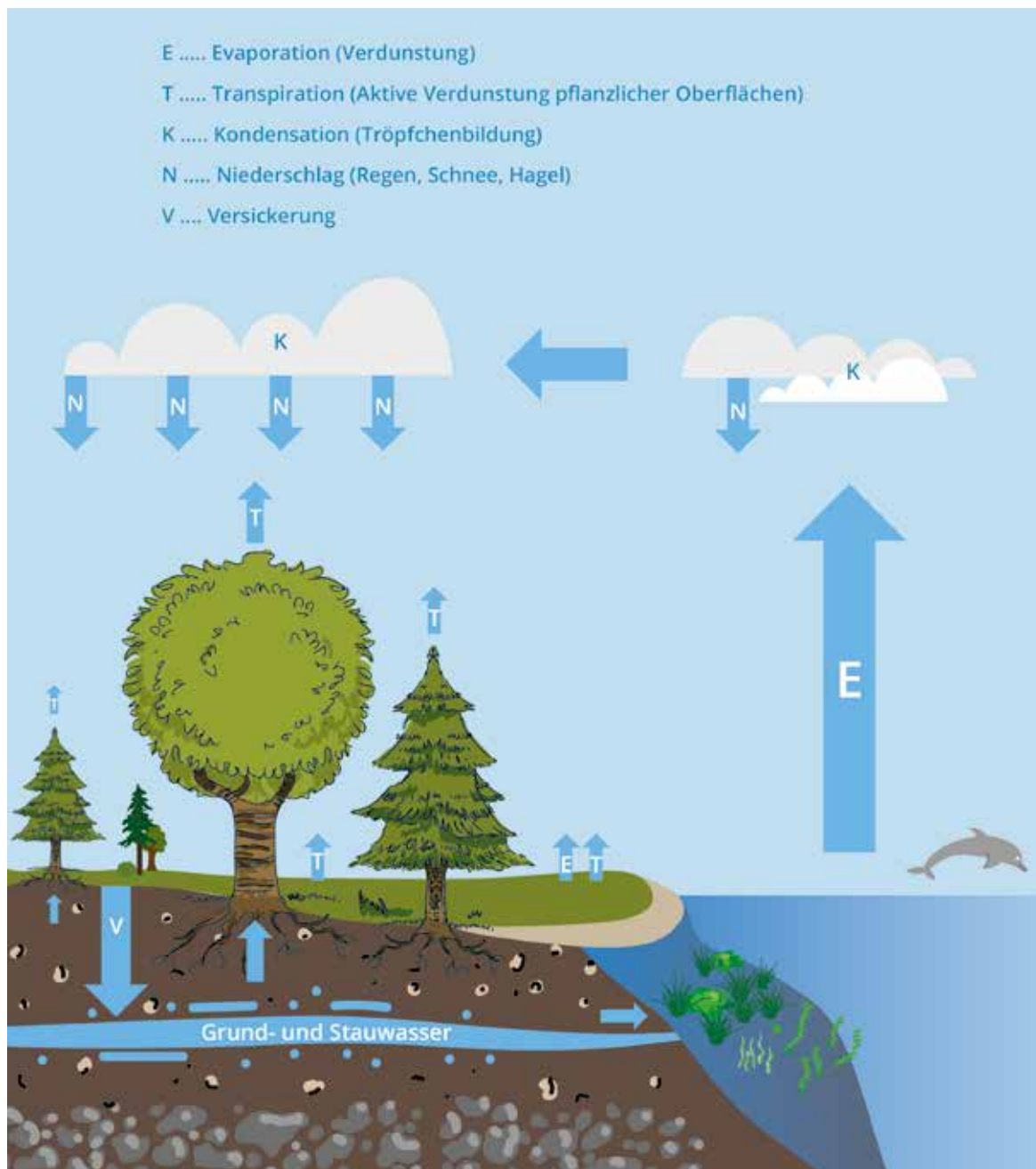
Aha

Die Gesamtmenge an Wasser auf der Erde bzw. in der Erdatmosphäre bleibt immer gleich. Das heißt, das Wasser der Erde geht nie verloren bzw. nimmt es mengenmäßig auch nicht zu – es bewegt sich immer in einem Kreislauf. Es kommt in festem (Eis/Schnee), flüssigem und gasförmigem (Wolken/Nebel/Wasserdampf) Zustand vor.

Was haben Bäume und andere Pflanzen mit dem Wasserkreislauf zu tun?

Bäume und andere Pflanzen spielen in diesem Zyklus eine bedeutende Rolle: Sie nutzen das Wasser aus der Erde für das Wachstum und die Fotosynthese. Dabei transpirieren sie das Wasser über ihre Blätter und Nadeln in Form von Wasserdampf wieder an die Luft (siehe Erlebnis „Wie trinkt der Baum“). Diese aktive Verdunstung des Wassers durch die Pflanzen und andere Lebewesen wird „Transpiration“ genannt, die passive Verdunstung des Bodens nennt man „Evaporation“. Die Kombination aus beidem fasst man unter dem Begriff „Evapotranspiration“ zusammen.

DER GLOBALE WASSERHAUSHALT VON WÄLDERN



Die blauen Pfeile in der Grafik symbolisieren die Wasserströme im globalen Wasserhaushalt. Die Größe und Breite der Pfeile korrelieren mit der Menge des Wassers.

Wie wirkt sich der Klimawandel auf den Wasserkreislauf aus?

Wenn es wärmer wird, kann die Luft mehr Wasserdampf aufnehmen und halten (1°C globale Erwärmung bewirkt eine Erhöhung der Wasserdampfkapazität um 7 %). Allgemein wird auf Basis von Klimamodellen daher angenommen, dass die Klimaerwärmung eine Zunahme an Niederschlägen mit sich bringt. Faktum ist aber, dass sich die Temperaturveränderung und der damit verbundene Niederschlag regional sehr unterschiedlich auswirken: In einigen Regionen wurde der Niederschlag im 20. Jahrhundert mehr, in anderen weniger. Expert*innen gehen im 21. Jahrhundert von einer globalen Erwärmung von 2 – 3 °C aus. Das bedeutet eine Erhöhung der Wasserdampfkapazität um rund 14 – 24 %. Konsequenzen für das Wettergeschehen wären unter anderem heftiger Starkregen und Überschwemmungen in niederschlagsreichen Regionen, noch mehr Dürreperioden in Trockengebieten und erhöhte Sturmgefahr (durch die höhere Verdunstung und Kondensation wird mehr latente Energie in die Stratosphäre transportiert, was Tornados und Hurrikans verursacht und verstärkt).

Österreich liegt in den mittleren Breiten. Laut Klimastudien wird es bei uns im Sommer eher zu einer Abnahme von Niederschlägen kommen.



pixabay

Die Zahl der klimabedingten Unwetter steigt weltweit in vielen Regionen.

Was hat die Abnahme von Niederschlägen mit unserem Wald zu tun?

Kurz zusammengefasst nehmen Bäume Wasser (mit Nährstoffen) über die Wurzeln aus der Erde auf, transportieren es über die Leitungsbahnen bis in die Blätter und Nadeln, wo sie einen Teil über die Spaltöffnungen (Stomata) in Form von Wasserdampf wieder an die Atmosphäre abgeben (siehe Erlebnis „Wie trinkt der Baum“). Diesen Vorgang nennt man, wie erwähnt, Transpiration. Wenn zu wenig Niederschlag fällt, kann der Baum nicht mehr genügend Wasser aus dem Boden „saugen“. Sobald rund 40 % des Wasserspeichers aufgebraucht sind, beginnt der Baum die Spaltöffnungen zu schließen, um zu viel Verdunstung zu verhindern. Bei diesem Prozess kann es vorkommen, dass dabei die Blätter und Nadeln abgeworfen werden. Vor allem jüngere Bäume und Flachwurzler (siehe Erlebnis „Teile eines Baumes“) sind davon betroffen, weil ihre Wurzeln eher in der oberen (trockeneren) Bodenschicht verankert sind.



» AUS DER PRAXIS



Um die Auswirkungen von Trockenperioden auf Bäume zu erforschen, werden zum Beispiel mit Dendrometern über einen längeren Zeitraum millimetergenaue Messungen des Stammumfanges durchgeführt. Fazit: Bei Trockenheit nimmt der Stammumfang ab – der Baum „zieht“ sich zusammen und dehnt sich erst wieder aus, wenn der Flüssigkeitshaushalt wieder hergestellt ist.

Was bedeutet das für den Baum bzw. für den Wald?

Mit durch Trockenheit beeinträchtigten Blättern und Nadeln kann der Baum nicht mehr ausreichend Fotosynthese betreiben und Nahrung herstellen (siehe Erlebnis „Fotosynthese und Zellatmung“). Das schwächt ihn und macht ihn anfälliger für Schädlinge (siehe Erlebnis „Borkenkäfer“). Dabei hat jede Baumart ihre eigene Trockengrenze.

Der Wald und der Wasserkreislauf stehen also in einer engen Abhängigkeit. Der Wald benötigt Wasser für eine ausgewogene Biodiversität (= alle Lebewesen des Waldes) und beeinflusst den Wasserhaushalt mit der Evapotranspiration. Wie viel Wasser ein Wald „braucht“, um das Ökosystem in Balance zu halten, hängt unter anderem von der Baumartenzusammensetzung und der Bodenbeschaffenheit ab.



Was passiert, wenn es in einem Wald regnet?

Fallen die Regentropfen auf ein dichtes Dach aus Baumkronen, verdunstet ein Teil davon sofort wieder (= Interzeption). Wie viel das ist, hängt von der Größe und Dichte der Baumkronen, der Anzahl der Blätter und der Rauigkeit der Blattoberflächen ab. Das restliche Wasser rinnt über Stamm, Äste, Zweige, Blätter und Nadeln langsam nach unten Richtung Boden. Die Humusschicht des Waldbodens nimmt einen weiteren Teil des Wassers auf (sie quillt auf). Das restliche Wasser sickert langsam durch die einzelnen Bodenschichten (= Infiltration).

Wie schnell das geht, hängt vom Bodenaufbau ab (siehe Erlebnis „Waldboden“) – ein gesunder Waldboden hat grundsätzlich ein gutes Infiltrationsvermögen. Bäume und andere Pflanzen nehmen einen Teil dieses Wassers aus dem Boden über die Wurzeln auf, transportieren es über den Stängel bzw. Stamm nach oben zu den Blättern oder Nadeln und geben es über die Transpiration wieder an die Atmosphäre ab. Der andere Teil bleibt im Boden gespeichert und dringt langsam in tiefe Bodenschichten vor. Trifft dieses Wasser auf eine undurchlässige Gesteinsschicht, bleibt es als Grundwasser im Boden oder tritt als Quelle wieder an die Oberfläche.



Trinkwasserspeicher im Wald

**Aha**

Der Großteil der Quellen, die in Österreich für Trinkwasser genutzt werden, entspringt in einem Wald. Dieses Wasser ist sehr sauber und beinahe frei von Giftstoffen.

Bei sehr langen und/oder intensiven Niederschlägen oder bei Bodenverdichtung (zum Beispiel durch Forstwege) kann es auch im Wald passieren, dass das Wasser zunächst an der Oberfläche bleibt. Es rinnt, je nach Gefälle, zum nächsten Bach- oder Flusslauf oder verdunstet mit der Zeit.

Für Expert*innen:

Laut dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) wird es in Zukunft eine jahreszeitliche Umverteilung der Niederschläge geben, was sich auch auf die Grundwasserbildung auswirken wird. Dabei ist zu beachten, dass zum Beispiel auch die Baumartenzusammensetzung eines Waldes einen Einfluss auf die Grundwasserbildung haben kann. So bilden Nadelhölzer aufgrund der Nadelstruktur eine besonders große Oberfläche, sodass die Böden unter diesen Bäumen eher trocken bleiben. Dazu kommt, dass die meisten Nadelbäume im Herbst ihre Nadeln nicht abwerfen (außer die heimische Lärche) und daher auch in der kalten Jahreszeit weniger Wasser bis zum Boden vordringt als in Laub- oder Mischwäldern. Das PIK hat zum Beispiel auch herausgefunden, dass die Grundwasserneubildung unter Buchen und Eichen deutlich größer ist als unter Kiefern (Quelle: www.naturefund.de)

Wie können Waldbesitzer*innen den Wasserhaushalt im Wald und somit den gesamten Wasserkreislauf beeinflussen?

Wurzelsysteme

Bäume haben verschieden tiefe Wurzelsysteme (siehe Erlebnis „Teile eines Baumes“). Um Wasser aus möglichst vielen Bodenschichten zu holen, ist es sinnvoll, Bäume mit unterschiedlich tiefen Wurzeln in einem Waldstück zu kombinieren

Humusreicher Waldboden

Ein gesunder Waldboden nimmt große Wassermengen auf. Wenn bei der Holzernte und Waldpflege darauf geachtet wird, dass ausreichend Material für Humusbildung im Wald bleibt (zum Beispiel Zweige, Äste, abgestorbene Bäume (= Totholz), Blätter oder Nadeln) wertet das den Waldboden auf.

Dauerwaldbewirtschaftung

Ein Dauerwald (= Plenterwald) ist ein Wald, der nicht regelmäßig abgeholzt wird, sondern sich möglichst natürlich entwickelt (= naturnahe Waldbewirtschaftung). Das heißt, es werden immer nur einzelne Bäume oder kleinere Gruppen von Bäumen geerntet, dadurch gibt es keine Kahlflächen und eine vielfältige Biodiversität. Dauerwälder sind ideal für einen funktionierenden Wasserkreislauf, da zum Beispiel der Boden aufgrund des Humusreichtums gut aufnahmefähig ist.

Forststraßenbau

Ein professionelles Wegekonzept mit Versickerungs- oder Verdunstungsmulden oder Wasserrückhalten entlang von Wegen schützt bei starken und langen Niederschlägen vor Schäden durch Hochwasser und Erosion.

Gewässer

Der Erhalt oder die gezielte Schaffung von stehenden Gewässern im Wald wirkt sich positiv auf den Wasserhaushalt im Wald aus, weil sich die Verweilzeit des Wassers im Wald erhöht. Weiters sorgt auch diese Maßnahme für eine Vielfalt bei den Waldbewohner*innen.

Auwälder

Die Pflege und/oder die Wiederaufforstung von Wäldern entlang von möglichst naturnahen Flüssen schützt vor Überschwemmungen.

Trinkwasserquellen

Befindet sich in einem Wald eine genutzte Trinkwasserquelle, gibt es genaue Richtlinien, was in der Umgebung der Quelle erlaubt und verboten ist. Meist sind diese Zonen als „Quellschutzgebiet“ ausgewiesen. In diesen Zonen dürfen zum Beispiel keine Chemikalien wie Insektizide bzw. umweltschädliche Treib- oder Schmierstoffe (z.B. bei der Holzernte) eingesetzt werden.



Für Expert*innen: Woher kommt überhaupt das Wasser, das auf der Erde zirkuliert?

Dazu gibt es zwei grundlegende Ansätze, die von Wissenschaftler*innen verfolgt werden. Welcher davon der richtige ist, lässt sich aus heutiger Sicht noch nicht abschätzen: Die erste Theorie lautet, dass Asteroiden oder Kometen vor einigen Milliarden Jahren auf die Erde stürzten und das Wasser „importierten“. Ein neueres Szenario lautet, dass das Wasser bei der Entstehung der Erde aus der Wechselwirkung der Atmosphäre aus reinem Wasserstoff mit der glühenden Erdoberfläche entstanden sein könnte (Quelle: weltderphysik.de).