

# B1 Wasserkreislauf

Teilexperiment B1.1 Der Wasserkreislauf der Erde

Teilexperiment B1.2 Wassertransport in Pflanzen

## 1 Zentrale Fragestellung

Nachfolgend werden die handlungsleitenden Fragestellungen formuliert, die den Teilexperimenten zu Grunde liegen:

- Was passiert mit dem Wasser auf der Erde?
- Was ist der Wasserkreislauf und wie funktioniert er?
- Wie können Pflanzen leben und wachsen?

## 2 Hintergrund

### 2.1 Lehrplanrelevanz

Wasser ist in vielerlei Hinsicht wichtig für den Menschen. Dies macht die Auseinandersetzung mit dem Thema sehr facettenreich. Die Schülerinnen und Schüler lernen die charakteristischen Eigenschaften von Wasser kennen und stellen den Bezug zu ihrer Umwelt her.

Neben den Eigenschaften von Wasser spielt vor allem der globale Wasserkreislauf eine Rolle. Dabei wird die Bedeutung des Wassers für die Umwelt und den Menschen in den Mittelpunkt gestellt. Zentral sind bei der Erarbeitung des Themas die einzelnen Komponenten, die den Wasserkreislauf zu einem „Kreislauf“ werden lassen.

Hervorgehoben wird hierbei die Pflanzenwelt der Erde. Die Schülerinnen und Schüler sollen typische Merkmale und grundlegende Verhaltensweisen von Pflanzen kennenlernen. Aufgegriffen wird dies am Beispiel des Wassertransports der Pflanzen.

### Themen bzw. Begriffe

Biotop, Ökosystem, Wasserkreislauf, Wassertransport

### 2.2 Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verstehen das System des Wasserkreislaufs der Erde.
- kennen die unterschiedlichen Komponenten des Wasserkreislaufs und können deren Bedeutung im Wasserkreislauf zuordnen.
- erfahren, dass Wasser in verschiedenen Aggregatzuständen vorkommen kann.
- erfassen das Prinzip des Wassertransports in Pflanzen und werden für das komplexe System des Kapillareffektes sensibilisiert.

## 3 Ergänzende Informationen zum Experiment

Zur Vorbereitung bzw. zur Vertiefung dieses Experiments finden Sie ergänzende Medien auf dem Medienportal der Siemens Stiftung: <https://medienportal.siemens-stiftung.org>

## 4 Durchführung

Hinweis: Die aufgelisteten Geräte und Materialien sind ausgelegt für das Experimentieren **einer** Gruppe von maximal **fünf** Schülerinnen und Schülern.

### 4.1 B1.1 Der Wasserkreislauf der Erde

#### 4.1.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Druckverschlussbeutel, 30 cm x 20 cm	1
Erde	3 Hände voll
Steine oder andere kleine Gegenstände aus der Natur	nach Belieben
Wasser*	50 ml

\* Gegebenenfalls in einer kleinen Gießkanne oder einem Krug bereitstellen.

#### 4.1.2 Organisatorisches

<b>Räumlichkeiten</b>	im Unterrichtsraum, an einem einfachen Tisch
<b>Zeitbedarf</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufbau des Telexperiments: ca. 45 Minuten</li> <li>▪ Durchführung und Beobachtung: einige Wochen</li> <li>▪ Auswertung und Ergebnissicherung am Ende einer ganzen Beobachtungswoche: ca. 30 – 45 Minuten</li> </ul>
<b>Sicherheitshinweise</b>	siehe Handbuchordner „Sicherheitshinweise zum Thema Umwelt“
<b>Aufräumen</b>	Die Erde und die Pflanzen aus den Plastikbehältern können in Blumentöpfe umgefüllt und im Klassenzimmer aufgestellt werden.

#### 4.1.3 Das Telexperiment im Erklärungszusammenhang

Die Schülerinnen und Schüler legen in einem luftdicht verschlossenen Gefäß ein Biotop an und beobachten die auftretenden Veränderungen.

#### Fachlicher Hintergrund

Alle Wasserreservoirs der Erde (u. a. Seen, Meere, Flüsse und auch das Grundwasser), die Sonneneinstrahlung und die verschiedenen Wetterereignisse sind die treibende Kraft des Wasserkreislaufs.

- Wenn es regnet, fällt Wasser aus den Wolken auf die Erde.
- Dieses Regenwasser bildet Pfützen und gelangt durch Versickerung und Oberflächenabfluss in den Boden, die Seen, Meere und Flüsse.
- Wenn sich die Wasseroberflächen der unterschiedlichen Gewässertypen durch die Sonnenstrahlen erwärmen, verdunstet das Wasser und steigt in Richtung Atmosphäre auf.
- In den oberen Schichten der Atmosphäre ist es kühler, die aufgestiegenen Wasserteilchen kondensieren (aus gasförmig wird wieder flüssig) zu Wolken.
- Wenn sich genügend Wassertropfen in den oberen Luftschichten gesammelt haben, fallen diese in Form von Regen, Schnee oder Hagel wieder auf die Erde.
- Das Regenwasser versickert im Boden und sammelt sich im Grundwasser, welches an unterschiedlichen Quellen wieder zutage tritt.

Nun beginnt der Kreislauf von vorn.

In den Weltmeeren befinden sich etwa 97,5 % des gesamten Wassers der Erde. Die übrigen 2,5 % des weltweiten Wasservorkommens sind Süßwasser in Form von Eis, Grundwasser, Bodenfeuchte sowie Oberflächenwasser (Seen und Flüsse) und Regenwasser. Mit dem Bau eines eigenen kleinen Biotops in diesem Telexperiment können die Schülerinnen und Schüler den Wasserkreislauf der Erde gut nachempfinden. In der Biologie wird der Lebensraum von Organismen als Biotop bezeichnet. Biotope sind die kleinsten Einheiten des Lebensraums Erde (Biosphäre). In diesem Zusammenhang erhalten die Schülerinnen und Schüler auch einen Einblick in die verschiedenen Erscheinungsformen von Wasser (hier flüssig und gasförmig).

#### 4.1.4 Vorkenntnisse und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler erfragen



Den Schülerinnen und Schülern ist es häufig noch nicht geläufig, dass Stoffe andere Erscheinungsformen („Aggregatzustände“) annehmen können. Stoffliche Übergänge von fest zu flüssig und von flüssig zu gasförmig stehen für sie noch nicht unbedingt in einem Sinnzusammenhang. Daher bietet es sich an, zur Vorbereitung auf dieses Thema mit einem Alltagsbezug zu beginnen, welcher die Aggregatzustandsänderung von Wasser verdeutlicht:




- So kann zum Beispiel anhand eines schmelzenden Eiswürfels in der eigenen Hand jede Schülerin und jeder Schüler die Erfahrung machen, dass Eis durch die Wärme der Hand zu flüssigem Wasser wird.
- Ein weiteres kleines Experiment wäre, die Schülerinnen und Schüler an eine Scheibe oder einen Spiegel hauchen zu lassen, da auch hier eine Änderung des Aggregatzustandes (unsichtbarer Dampf wird zu kleinen Wassertropfen) beobachtet werden kann.


Diese kleinen Experimente ermöglichen den Schülerinnen und Schülern einen ersten Einblick in das Prinzip der Veränderung von Stoffen und unterstützen dabei, den möglicherweise nicht erkannten Zusammenhang im Wasserkreislauf zu verdeutlichen.

#### 4.1.5 Der Forschungskreis

Wichtige Aspekte und Hinweise zu den einzelnen Prozessschritten des Forschungskreises im Experiment für Schülerinnen und Schüler:


<b>Problem/Phänomen erkennen</b> 	In diesem Experiment geht es um das Phänomen des Wasserkreislaufs der Erde.
<b>Die Forschungsfrage</b> 	Zu der in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler formulierten Forschungsfrage sind folgende Alternativen möglich: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Was ist ein Wasserkreislauf?</li> <li>▪ Wie funktioniert der Wasserkreislauf der Erde?</li> <li>▪ Wohin verdunstet das Wasser?</li> <li>▪ Woher kommen die Regenwolken?</li> </ul>

<b>Ideen und Vermutungen sammeln</b> 	<p>Mögliche Vermutungen könnten sein:</p> <p><b>Zur Forschungsfrage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ „Das Wasser aus der Pfütze wird von der Sonne „aufgeleckt“.“</li> <li>▪ „Das Wasser aus der Pfütze läuft in die Kanalisation.“</li> <li>▪ „Das Wasser aus der Pfütze gelangt wieder in Bäche, Flüsse und zuletzt ins Meer.“</li> <li>▪ „Viele Wassertropfen zusammen bilden Wolken.“</li> </ul> <p><b>Zum Experiment:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ „Der Wasserkreislauf kann nicht funktionieren, wenn man kein Wasser (von außen) hinzufügt.“</li> <li>▪ „Ohne Gießen wird die Pflanze vertrocknen und verwelken.“</li> <li>▪ Die Pflanze benötigt Luft. Sie kann ohne Luft nicht wachsen und wird sterben.“</li> </ul> <p>Leiten Sie von den Vermutungen zum Experiment über.</p>
<b>Experimentieren</b> 	<p><b>Aufbau des Experiments:</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können die Erde und die Druckverschlussbeutel auch selbst mitbringen.</p> <p><b>Durchführung:</b></p> <p>Bei der Durchführung ist darauf zu achten, dass die Schülerinnen und Schüler nicht vorschnell urteilen. Die Ergebnisse werden sich je nach Raumklima erst nach einigen Tagen zeigen.</p>
<b>Beobachten und dokumentieren</b> 	<p>Die Schülerinnen und Schüler werden die Erfahrung machen, dass ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sich die Tropfen, die sich am Inneren des Frischhaltefolien-Deckels gebildet haben, wieder auf den Boden „fallen“.</li> <li>▪ die Pflanze nicht vertrocknet, obwohl sie niemals gegossen wird.</li> </ul> <p><b>Wichtigste Beobachtungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es ist immer Wasser da, ohne dass dieses von außen zugeführt wird.</li> <li>▪ Wasser kann in verschiedenen Formen, sprich Aggregatzuständen, erscheinen.</li> </ul>

<b>Auswerten und reflektieren</b> 	<p>Bei der Auswertung und Reflexion ist in besonderem Maße darauf zu achten, dass sich die Schülerinnen und Schüler auf ihre Dokumentation stützen, da das Experiment über den Zeitraum von mindestens einer Woche beobachtet werden soll.</p> <p><b>Zu erwartende Ergebnisse:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Das Wasser kondensiert an der Folie.</li> <li>2. Das Wasser ist aus den Pflanzen verdunstet.</li> </ol> <p><b>Rückbezug zur Anlassgeschichte:</b></p> <p>Wohin geht das Wasser aus der Pfütze nach einem Wolkenbruch? Teilweise verdunstet es direkt in der Sonne, ein Teil des Wassers läuft über die Kanalisation ab oder – wenn kein Kanal da ist – über Felder und Wiesen wieder in Bäche und Flüsse.</p>
--	--

#### 4.1.6 Weiterführende Informationen

##### In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler

<b>So kannst du weiterforschen</b> 	<p>Der Auftrag zum Weiterforschen in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler bietet an, einen Transfer vom Biotop im Plastikbehälter zum globalen Wasserkreislauf herzustellen. Dieser lässt sich über die Grafik in der Anleitung in einem Unterrichtsgespräch sehr gut herstellen. Der Wasserkreislauf wird den Schülerinnen und Schülern auch in ihrer weiteren Schullaufbahn wiederholt begegnen.</p>
--	--

##### Sonstiges

Um eine weiterführende Unterrichtseinheit zum Thema „Wasser sparen“ und „Ressourcenschonung“ anzuschließen, bietet es sich an, die Folie des Biotops mit kleinen Löchern zu versehen. Die Schülerinnen und Schüler sollen das Biotop weiterhin beobachten und sehen, was mit der Pflanze passiert, wenn das Wasser aus dem Kreislauf „entnommen“ wird: Die Pflanze beginnt zu welken. Bei einem Transfer vom Biotop auf den globalen Wasserkreislauf erkennen die Schülerinnen und Schüler die Folgen, die eine Wasserentnahme haben kann.

## 4.2 Telexperiment B1.2 Wassertransport in Pflanzen

### 4.2.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Papierserviette, weiß	1
Pipette	1
Tinte, blau	5 Tropfen
Trinkgläser, farblos, gleich groß	2
Wasser	1 Glas voll

### 4.2.2 Organisatorisches

<b>Räumlichkeiten</b>	im Unterrichtsraum, an einem einfachen Tisch
<b>Zeitbedarf</b>	Aufbau, Durchführung und Auswertung: ca. 45 Minuten
<b>Durchführungsvarianten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unterschiedliche Gruppen können unterschiedlich große Gläser verwenden. Bei der Auswertung des Experiments können so eventuell auftretende Unterschiede besprochen und erläutert werden.</li> <li>▪ Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Papierstärke der Servietten zu variieren.</li> </ul>
<b>Sicherheitshinweise</b>	siehe Handbuchordner „Sicherheitshinweise zum Thema Umwelt“
<b>Aufräumen</b>	Die Pipetten sollten gründlich von Tinteresten befreit werden, bevor sie aufgeräumt werden. Dazu mehrfach mit klarem Wasser spülen.

### 4.2.3 Das Telexperiment im Erklärungszusammenhang

Die Schülerinnen und Schüler lernen den Wassertransport in Pflanzen kennen. Sie bekommen einen ersten Einblick, wie ein Kapillarsystem funktioniert.

#### Fachlicher Hintergrund

Die Papierserviette saugt sich mit Wasser voll, das Wasser steigt und steigt und erreicht irgendwann den Höchstpunkt. Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Wasser nicht unbedingt nur von oben nach unten fließt, sondern sich in bestimmten Systemen auch andersherum bewegen kann.

Das Telexperiment zeigt in einfacher Weise das Prinzip eines Kapillarsystems. Eine Kapillare ist ein sehr dünnes Gefäß (auch „Haargefäß“ genannt). Eine Flüssigkeit kann aufgrund ihrer Oberflächenspannung in einer Kapillare aufsteigen oder absinken. Das hängt davon ab, ob es sich um eine benetzende Flüssigkeit, wie z. B. Wasser, oder um eine nichtbenetzende Flüssigkeit, wie z. B. Quecksilber, handelt. Zur Benetzung durch Wasser kommt es, wenn die anziehenden Kräfte der Gefäßwände der Kapillare auf die Wassermoleküle (Adhäsionskräfte) größer sind als die zusammenhaltenden Kräfte der Wassermoleküle untereinander (Kohäsionskräfte). In engen Spalten oder Röhren wirken die Adhäsionskräfte von allen Seiten auf die Flüssigkeit (= Kapillarkräfte) und ziehen die Flüssigkeit hinein.

Das Kapillarsystem der Pflanzen beginnt schon in deren Wurzeln und endet in den obersten Blattspitzen. Das Wasser wird von den Wurzeln aufgenommen und verdunstet an den Blättern. Das durch die Wurzeln aufgenommene Wasser wird in Kapillarbündeln – sogenannten Leitbündeln – mit einem Kapillardurchmesser von 0,001 bis 1 Millimeter bis in die Blattspitzen transportiert.

Der Aufstieg des Wassers wird durch das Zusammenspiel von Osmose (Kräfte durch unterschiedliche Salz- und Zuckerkonzentrationen), Kapillarkräften und Transpiration (Verdunstung des Wassers in den Blättern) ermöglicht. Dadurch entsteht ein Sog, der das Wasser – und damit auch die darin gelösten Nährstoffe – bis auf 120 Meter hochsteigen lässt. Die Kohäsionskräfte halten dabei den dünnen Wasserfaden zusammen. Somit ist eine kontinuierliche Versorgung mit Wasser für die Pflanzen gewährleistet. Ein Kapillarsystem ist also nichts anderes als ein dünnes Netz an Rohrleitungen und gewährleistet die Versorgung bis hin zu den kleinsten Pflanzenblattstellen.




Hinweis: Im Experiment wirken die Zwischenräume zwischen den Zellulosefasern der Serviette als Kapillaren.

#### 4.2.4 Vorkenntnisse und Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler erfragen

Die Schülerinnen und Schüler vermuten, dass Pflanzen sich vom Regen ernähren, denn wenn es nicht regnet, vertrocknen Pflanzen. Auch gießen wir Blumen nah am Stängel und befeuchten bewusst die darum liegende Erde, damit die Wurzeln (von oben) viel Wasser bekommen. Die Wasserversorgung läuft gedanklich also von oben nach unten. Dass Wasser auch aufwärts fließen kann, ist den Schülerinnen und Schülern aus ihrer typischen Alltagswelt nicht präsent.

#### 4.2.5 Der Forschungskreis

Wichtige Aspekte und Hinweise zu den einzelnen Prozessschritten des Forschungskreises im Experiment für Schülerinnen und Schüler:

<b>Problem/Phänomen erkennen</b> 	In diesem Experiment geht es um das Phänomen, dass Wasser aus dem Boden nach oben in die Pflanzen transportiert wird. Hierfür kann die Lehrkraft auch eine echte Pflanze verwenden, die sich im Klassenzimmer befindet oder die sie mitbringt.
<b>Die Forschungsfrage</b> 	Zu der in der Anleitung für Schülerinnen und Schüler formulierten Forschungsfrage sind folgende Alternativen möglich: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wie nehmen Pflanzen Wasser auf?</li> <li>▪ Wie gelangt Regenwasser in die Baumspitzen?</li> </ul>
<b>Ideen und Vermutungen sammeln</b> 	Mögliche Vermutungen könnten sein: <b>Zur Forschungsfrage:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ „Die Pflanzen nehmen das Wasser über die Blätter auf.“</li> <li>▪ „Die Pflanzen saugen das Wasser aus dem Boden.“</li> </ul> <b>Zum Experiment:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ „Es passiert nichts.“</li> <li>▪ „Die Serviette wird bis zur Wasserlinie nass.“</li> </ul> Leiten Sie von den Vermutungen zum Experiment über.

<b>Experimentieren</b> 	<b>Aufbau des Experiments:</b> <p>Bitte Sie gegebenenfalls die Schülerinnen und Schüler, zwei gleich große Gläser mitzubringen, falls sich in der Schule keine ausreichende Anzahl Gläser befindet.</p> <p><b>Durchführung:</b>          Die Schülerinnen und Schüler sollen bei der Durchführung darauf achten, dass die Serviette mit den Enden weit in beide Gläser hineinreicht. Dazu kann die Serviette eingedreht und anfangs festgehalten werden.</p>  <p>Abb. 1: Aufbau des Experiments.</p>
<b>Beobachten und dokumentieren</b> 	<p>Die Schülerinnen und Schüler werden anhand des Experimentes sehen, wie sich das Wasser durch die Serviette aufwärts bewegt und so von einem Glas ins andere gelangt.</p>
<b>Auswerten und reflektieren</b> 	<p>Die Schülerinnen und Schüler erleben praxisnah, wie ein Wassertransport auch von unten nach oben verlaufen kann, und machen am Modell erste Erfahrungen. Sie sehen, wie die Serviette nach und nach das Wasser aus dem vollen Glas aufnimmt und sich vollsaugt. Ist die Kapazität der Wasseraufnahme erschöpft, dann kippt das System um, das heißt, das Wasser aus der Serviette wird nun in das zweite Glas abgegeben.</p> <p><b>Zu erwartende Ergebnisse:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der Wasserstand im vollen Glas sinkt, das anfangs leere Glas füllt sich etwas.</li> <li>2. Die Pflanzen nehmen das Wasser aus dem Boden auf und es wird in alle Pflanzenbestandteile transportiert.</li> </ol> <p><b>Rückbezug zur Anlassgeschichte:</b>          Wie funktioniert es, dass das Wasser, das du in den Pflanzentopf gießt, aus der Erde in die Pflanzen gelangt?          Durch den Sog, der durch die Verdunstung des Wassers entsteht, wird dieses nach oben gezogen (Kapillarkräfte).</p>



## 4.2.6 Weiterführende Informationen

### In der Anleitung für Schülerinnen und Schüler

#### So kannst du weiterforschen



Um die Kapillarkraft des Wassers auf eine andere Art und Weise darzustellen, kann man das blau gefärbte Wasser für eine weitere Variante des Experiments verwenden.

Schneidet man eine Blüte aus weißem Papier aus und legt sie auf das blaue Wasser, nimmt das Papier mithilfe der Kapillarkraft das Wasser auf. Die Blüte färbt sich blau und die Spitzen biegen sich nach oben. So erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass das Wasser nach oben befördert wird.



Abb. 2: Papier-Blüte mit aufgedrehten Spitzen.

#### Sonstiges

Eine weiße, zu einer Blume gedrehte Serviette (Stiel drehen und oben zur Blüte hin ausfransen) wird in ein Glas Wasser mit etwas Tinte gestellt. Nach kurzer Zeit saugt sich das Papier voll „Tinten-Wasser“ und färbt die Servietten-Blume blau.

Oder der Stängel einer Servietten-Blume wird längs von unten bis ungefähr zur Hälfte durchgeschnitten. Eine Hälfte der Blume steht in einem Glas mit zum Beispiel blauer Tinte, die andere Hälfte in einem Glas mit roter Tinte. Nach einiger Zeit verfärbt sich die Blüte rot-blau, im Grenzbereich kann es auch zu einer Mischung der Farben kommen (lila).