

Labor Wald

Experimente zum Thema Klimawandel

Ena Smidt

Unterlagen VERNETZT März 2022

Labor Wald - Experimente zum Thema Klimawandel

Um komplexe Themen, die uns heute besonders beschäftigen (z. B. Klimawandel, Kreislaufwirtschaft, Ressourcenmanagement, Nachhaltigkeitsziele usw.) für Kinder, Jugendliche, aber auch Erwachsene verständlich zu machen und das Interesse an ihnen zu wecken, wenden wir unterschiedliche Methoden an. Nicht nur theoretische Überlegungen, sondern auch praktische Tätigkeiten, Experimente, künstlerische Gestaltung helfen, den unterschiedlichen Zugängen und Fähigkeiten gerecht zu werden und letztlich das Ziel „vom Wissen zum Handeln“ zu erreichen.

Im Vorfeld oder als Einstimmung auf den Wald-/Naturpark-/Gartenspaziergang sollten einige allgemeine Überlegungen zu Kreisläufen angestellt werden.

Kreisläufe sind eine Voraussetzung, um Prozesse am Laufen zu halten und Ressourcen zu schonen. Einen Kreislauf kann man in der Natur beobachten. Der Jahreszyklus der Bäume/Pflanzen mit dem Frühlingserwachen, Wachsen, Reifen, Altern im Herbst, Absterben ist ein spannendes Thema.

Wo bleibt das Laub („Abfall“), das im Herbst von den Bäumen fällt? Wie gehen WIR mit Abfall um? Was passiert mit „Abfall“ (z. B. Laub im Herbst) in der Natur?

An dieser Stelle kann man bereits eine Diskussion starten. Später im Experiment sehen wir dann, was mit dem Laub passiert, was daraus entsteht und wohin es „verschwindet“.

Abhängig vom Alter kann ein Kreislauf auch in mehreren Details dargestellt werden (Material- und Stoffströme; bis zu einzelnen Elementen, deren Weg wir verfolgen wollen. Woher kommen sie, was wird aus ihnen hergestellt, wo sind die Probleme, wohin gehen sie?).

Beispiel Holz: woher kommt es, welche Produkte werden daraus hergestellt, was passiert am Ende ihres Lebenszyklus? Wird etwas Neues daraus gemacht? Verbrannt? Kompostiert? Zurück in den Boden?

Vorgänge, die nicht einem Kreislauf entsprechen, kommen manchmal auch in der Natur vor (Vulkanausbrüche, Hochwasser,...), Phänomene, wo Umsatzgeschwindigkeit und Menge (Konzentrationen) nicht mehr zusammenpassen. Sie werden als Katastrophen wahrgenommen. Unser Handeln entspricht diesen Vorgängen. Dass sie nicht nachhaltig sind, haben wir erkannt. Daher versuchen wir, die geregelten Prozesse der Natur, wo bestimmte Mengen in einem angepassten Zeitraum umgesetzt werden, als Vorbild zu nehmen und diesen Prinzipien zu folgen. „Kreislaufwirtschaft“ ist eine Anforderung an unser Handeln. In Zusammenhang mit dem Klimawandel interessiert natürlich besonders der Kohlenstoffkreislauf.

Um den Kohlenstoffkreislauf sichtbar zu machen, gestalten SchülerInnen selbst eine Magnettafel mit dem Wald/ Garten/ Feld als Beispiel. Dabei wird sofort deutlich, dass der Boden, Wasser und Luft zu diesem Kreislauf dazugehören. Die Pfeile und die einzelnen Komponenten (CO₂) sind auf Magnetknöpfe geklebt und beweglich.



Kohlenstoffdioxid (kurz: Kohlendioxid, CO_2) wird von den Bäumen/ Pflanzen bei der Photosynthese aufgenommen und nach dem Absterben bei ihrem Abbau wieder freigesetzt (= das CO_2 , das im Kreis geführt wird und daher keine Probleme macht). Schnelle Entnahme und Verbrennung von großen Mengen Erdöl, Kohle, Erdgas, die in sehr langen (geologischen) Zeiträumen entstanden sind, führen zu einer Einbahn (roter Pfeil) und zu einer Erhöhung der Konzentration von CO_2 in der Atmosphäre (Ursache des raschen Klimawandels). Ein Kreislauf ist hier nicht möglich, da Erdöl nicht in kurzer Zeit nachgeliefert werden kann.

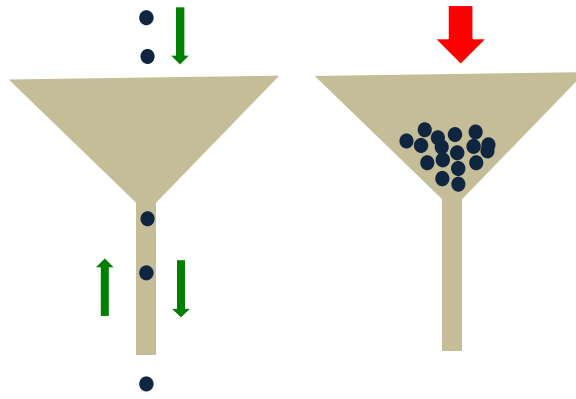
An diesem Beispiel wird klar, dass die Geschwindigkeiten von Entstehung und Verbrauch nicht zusammenpassen: zu hohe Umsatzraten in zu kurzer Zeit.

Warum das CO_2 treibhauswirksam ist, muss dem Alter der Kinder entsprechend erklärt werden. Für das Volksschulalter genügt es zu erklären, dass das Gas CO_2 besonders gerne die Wärmestrahlung der Sonne zurückbehält und daher wird es auch wärmer. Eine geringe Menge in der Luft ist vorteilhaft, sonst wäre es auf unserem Planeten ziemlich ungemütlich und kalt, aber zu viel ist auch nicht gut und bewirkt das Gegenteil.

Woher kennen Kinder CO_2 ? Prickelnde Getränke, die Kohlensäure enthalten, sind allen bekannt.

Experiment zum Thema Kreislauf

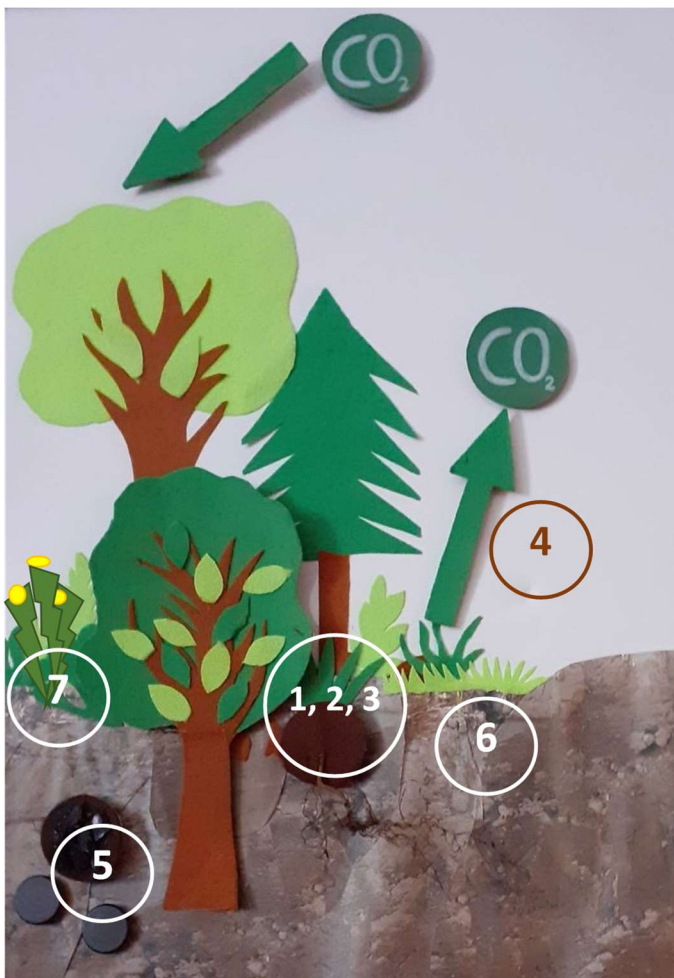
Um sichtbar zu machen, wie ein Kreislauf funktioniert und wann er gestört ist, verwenden wir einen großen Trichter und runde Objekte (z.B. Haselnüsse, Kastanien, runde Steinchen, Murmeln), die den Trichterhals gut passieren können. Einzelnen und langsam eingefüllt, fallen sie unten ungehindert heraus und können oben wieder eingefüllt werden - es entsteht ein Kreislauf. Wenn wir zu viele Haselnüsse einfüllen, wird das System blockiert, die Haselnüsse fallen nicht mehr durch. Fazit: unten kommt nichts mehr an (Knappheit), im Trichter sammeln sich alle Haselnüsse (zu hohe Konzentration). Dieses Beispiel zeigt im Prinzip die Grundlage jedes Umweltproblems: zu große Mengen und hohe Umsatzgeschwindigkeit führen zu hohen Konzentrationen auf der einen Seite (z.B. CO_2) und zu Knappheit auf der anderen Seite (z.B. Erdöl). Dieses Experiment kann auch mit einer Kugelbahn (im Wald/ in einem Innenraum) durchgeführt werden. Dieses Thema bietet einen guten Anknüpfungspunkt, um über den Klimawandel zu sprechen und ihn zu erklären.



Trichterexperiment zeigt, wann ein Kreislauf funktioniert

Wissensvermittlung in der Natur

Vorteile: Anwendung verschiedener Methoden, unmittelbares Erleben und Begreifen, Schulung der Beobachtung. Um den Kohlenstoffkreislauf und seine Bedeutung für den Klimawandel zu verstehen, begeben wir uns auf einen Waldspaziergang. Die Natur selbst zeigt am besten, wie dieser Kreislauf funktioniert. Wenn kein Wald verfügbar ist, reichen ein Garten oder eine Wiese (natürlich auch das Klassenzimmer, wenn man einige „Zutaten“ für die Experimente vorher besorgt oder die Kinder mitbringen lässt).



1. Wir suchen „Kohlenstoffspeicher“ (organisches Material)
2. Wir stellen die Abbaubarkeit fest.
3. Wer baut ab? Wir suchen die Überreste von Holz
4. CO₂-Nachweis mit einem Farbindikator
5. Etwas Besonderes: Holzkohle
6. Wir untersuchen die Eigenschaften des Bodens
7. Wir pflanzen etwas, um den Kreislauf zu schließen

Wir versuchen bei unserem Spaziergang, einen Kreislauf zu beschreiben. An wichtigen Punkten, die den Kreislauf ausmachen, gibt es eine Aktivität:

1. Erste Aktivität für die Kinder: „Kohlenstoffspeicher“ suchen

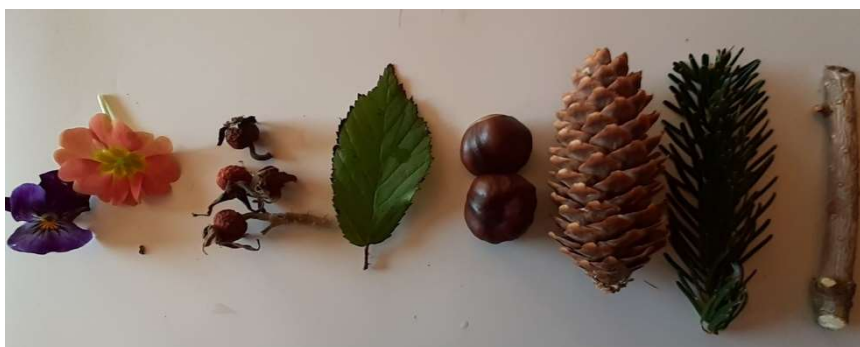
Da ist natürlich die Frage, welche Materialien Kohlenstoff enthalten. Wir stellen fest, alles was die Natur hervorbringt, was wächst, altert und abstirbt, enthält Kohlenstoff (ist organisch, wie man es chemisch ausdrückt). Falls es im Rahmen des Schulunterrichts nicht möglich ist, in den Wald zu gehen, bringen die Kinder die Objekte von ihrem Spaziergang, Garten etc. mit.



Organisches Material, das unterwegs gesammelt wird

2. Wir prüfen die Abbaubarkeit.

Manche Pflanzen/Zapfen/Holzstücke werden sich wahrscheinlich schon verändert haben. Der Abbau hat begonnen. Was wird leichter, was schwerer abgebaut? Wir legen die Fundstücke entsprechend ihrer Abbaubarkeit in eine Reihe. Aus der eigenen Erfahrung mit Lebensmitteln, Obst, Gemüse etc. wissen Kinder, was schnell oder langsam abgebaut wird. **Verschiedene Abbaustadien einer Waldbeere, einer Blume oder eines Blattes beobachten und beschreiben.**



→ Von links nach rechts immer weniger leicht abbaubar

Dieser Versuch kann im Klassenzimmer über einen längeren Zeitraum fortgesetzt werden. Was verändert sich jeden Tag (Farbe, Geruch, Form, Wassergehalt)? Wie lange dauert es, bis man das Ausgangsmaterial nicht mehr erkennt? Wie ist die

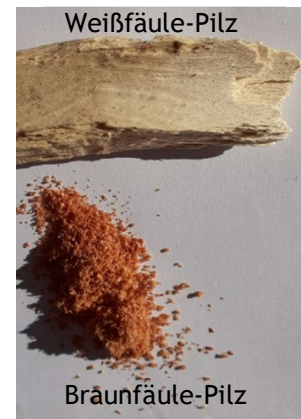
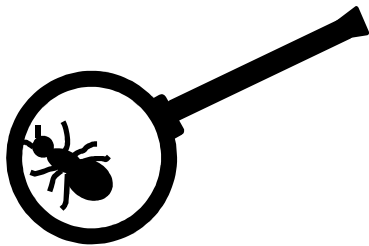
Abbaubarkeit verschiedener Materialien? Beobachtungen aus dem Haushalt (z.B. vom Verderb von Lebensmitteln) oder in der Natur (Garten, Komposthaufen, Wald).

3. Wer baut eigentlich ab?

Wir überlegen, wodurch oder durch wen in der Natur die organischen Materialien (Holz, Blätter,...) abgebaut werden. Wärme, Kälte, Licht, Sonne, Wasser, Trockenheit helfen beim Abbau mit. Hauptsächlich sind es aber Lebewesen, die den Abbau vorantreiben. Kleine Bodenlebewesen, Insekten, Würmer zerkleinern und verdauen zum Teil die Pflanzen und anderes abgestorbenes organisches Material (z.B. Tiere, Mikroorganismen).

Welche Klein- und Kleinstlebewesen entdecken wir im Waldboden? Um festzustellen, wie viel der Biomasse sie im Waldboden (z. B. in 1 m², 30 cm Tiefe) ausmachen, werden Gefäße, die mit der entsprechenden Menge Sand gefüllt sind, den Bildern (Fotos oder Zeichnungen) von Insekten, Regenwürmern, Tausendfüßern, Spinnen, Asseln, Bakterien etc.) zugeordnet. Ein wesentlicher Teil wird zuletzt von den Mikroorganismen geleistet (z. B. Schimmelpilze, Bakterien).

Wir machen uns mit der Lupe auf die Suche nach kleinen Bodenlebewesen und Schimmelpilzen.



Indirekt entdecken wir sie durch die Abbauprodukte, die sie vom Holz zurücklassen. Weißfäule Pilze lassen ganz weiche helle Holzbestandteile zurück, die Cellulose. Das Lignin bauen sie ab, können dann aber auch die Cellulose angreifen. Braunfäule Pilze hingegen haben es auf die Cellulose abgesehen und lassen das dunkelbraune Lignin zurück, das sie nicht abbauen können.

Kleinlebewesen oder auch Mikroorganismen können von den Kindern gezeichnet werden.

4. Was entsteht beim Abbau aus dem organischen Material? Wird hier tatsächlich CO₂ gebildet?

Wir machen dazu einen Versuch.

Bei jedem Abbau organischer Materialien wird unter anderem Kohlenstoffdioxid (CO₂) gebildet. CO₂ ist ein farbloses Gas. Man kann es nicht sehen, aber beobachten, dass von dem Ausgangsmaterial immer weniger übrig bleibt. Wohin verschwinden die festen Stoffe im Herbst, z. B. das Laub? (eigene Erfahrungen; vielleicht hat jemand einen Komposthaufen im Garten. Was bemerkt man da?).

In einem Farbexperiment wird das gebildete CO₂ nachgewiesen. Man befüllt 2-3 Tage bevor das Experiment gezeigt werden soll, eine leere Kunststoffflasche mit Bioabfällen aus dem Haushalt (funktioniert schneller als der Abbau von Laubstreu und Nadeln im Wald) und verschließt sie locker. In einen anderen Schraubverschluss, der dann für den Versuch verwendet wird, bohrt man ein Loch, in das ein biegsamer Strohhalm gesteckt wird.

In einem Glas befindet sich Wasser mit 1-2 Tropfen des Farbindikators Phenolphthalein. Die Lösung ist klar und farblos, da Phenolphthalein bei neutralem und saurem pH-Wert farblos ist. Mit einer Messerspitze Soda (Natriumcarbonat) wird die Lösung alkalisch gemacht. Phenolphthalein zeigt das mit einem Farbumschlag (rosa/pink) an.

Für den Nachweis des CO₂ wird das Gas durch Druck auf die Kunststoffflasche in die rosa gefärbte wässrige Lösung geleitet. Das CO₂ senkt den pH-Wert wieder, da Kohlensäure entsteht. Die Lösung wird farblos.



Experiment; CO₂ macht die basische (rosa) Lösung sauer, weil Kohlensäure entsteht. Der Farbindikator zeigt dies dadurch an, dass er wieder farblos wird.

5. Etwas Besonderes: Holzkohle

An manchen Stellen im Wald kann man auch Holzkohle entdecken. Einerseits gab es immer wieder Waldbrände, andererseits hat man früher im Wald Holzkohle hergestellt (Köhlerei). Holzkohle ist schwerer abbaubar als Holz und daher ein langfristiger Kohlenstoffspeicher im Boden. Man versucht heute den Kohlenstoffgehalt im Boden zu erhöhen, indem man zu Komposten z. B. ein bisschen schwer abbaubare Holzkohle mischt.



Holzkohle

Holzkohle selbst erzeugen: Wenn man dünne Holzstäbe (gut geeignet z. B. Weidenästchen) in Alu-Folie wickelt und im Backrohr erhitzt bis sie schwarz sind, erhält man Kohlestifte, mit denen gemalt werden kann.

6. Boden

Viele Abbauvorgänge von organischem Material finden auf oder im Boden statt. Es ist nicht egal, ob er dicht oder locker ist, ob viel Humus vorhanden ist oder nicht, aus welchem Gestein er gebildet wurde und ob er sauer oder basisch reagiert. Seine Eigenschaften zu kennen, ist daher besonders interessant, da sie Einfluss auf den Abbau haben. Wir machen einige **Experimente, um die Eigenschaften des Bodens kennenzulernen.**

a) Woraus besteht ein Boden

Wir versuchen herauszufinden, aus welchen Bestandteilen der Boden besteht: Hauptanteil: Gestein (sandig, kleine und größere Steine), organisches Material (abgestorbene Pflanzenreste), Wasser, Luft.

In Innenräumen können Fühlboxen verwendet werden. In 5 geschlossenen Boxen mit schmalen Öffnungen zum Hineingreifen befinden sich Gefäße mit den Bestandteilen des Bodens: Wasser, Luft (leeres Gefäß!), Sand, Steine, Blätter und Pflanzenmaterial. Die Bestandteile müssen durch Tasten erraten werden. Die Boxen können einfach hergestellt werden. In die Öffnung sollen Kinderhände passen, aber die Bestandteile dürfen nicht sichtbar sein. Im Freien kann man einfach beobachten und nachdenken, woraus der Boden besteht.



Fühlboxen, die Bodenbestandteile (Wasser, Luft, Steine, Sand, Pflanzen/Blätter/Gras) enthalten

b) Fingerprobe

Um fürs Erste einmal festzustellen, ob ein Boden mehr grobe (Sand) oder feine (Ton) Teilchen enthält, reibt man ein bisschen Bodenmaterial zwischen den Fingern. Grobe Sandteilchen lassen sich ganz schnell wieder von den Fingern entfernen, feine Tonteilchen bleiben in den Ritzen und Poren der Haut, Teilchen mit einer Größe zwischen Ton und Sand (= Schluff) haften zwar auf den Fingern, lassen sich aber nach dem Trocknen gut entfernen.

c) Korngrößen im Boden bestimmen - Sieben und Wiegen

Mit Sieben unterschiedlicher Lochdurchmesser können die Korngrößen und ihr Anteil am Boden durch Abwiegen bestimmt werden. Sieben und Wiegen machen Kindern großen Spaß. Nebeneffekt: Mit der feinsten Fraktion können Bodenfarben (Rezepte gibt es im Internet) fürs Drucken (z.B. mit Blättern), Malen oder für Klebebilder hergestellt werden. Falls dafür kein ganz feines Sieb vorhanden ist, kann man größere Bodenteilchen mit dem Mörser zerkleinern.



Sieben und wiegen



Malen und drucken mit Bodenfarben

d) pH-Wert

Der pH-Wert ist eine ganz wichtige Eigenschaft des Bodens, von der viele Dinge abhängen, zum Beispiel welche Pflanzen hier wachsen können, wie schnell ihr Abbau vor sich geht und was schließlich übrigbleibt. Um den pH-Wert zu messen, kann man Farbindikatoren verwenden, das sind Farbstoffe, die auf „sauer“ oder „basisch“ mit unterschiedlichen Farben reagieren (zur Erklärung kann man am Beispiel „Rotkraut“ diese Farbänderung zeigen.)



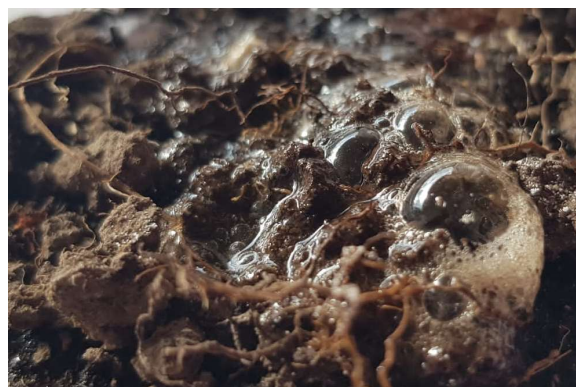
pH-Wert im Boden messen (Handelsbezeichnung: Pehameter) und pH-Indikator Papier

Für die pH-Wert Messung wird ein bisschen Bodenmaterial mit Wasser vermischt. Mit einem Indikatorpapier wird der pH-Wert gemessen. Es gibt auch ein einfaches käufliches Mess-Set („Pehameter“; siehe Abbildung), mit dem der Boden pH-Wert gemessen werden kann.

e) Kalkstein bestimmen

Wenn Kalkstein (CaCO_3) mit Säure in Berührung kommt, wird der Stein gelöst und Kohlenstoffdioxid gebildet. Man erkennt das am Aufbrausen durch die Bildung der CO_2 Bläschen bei Einwirkung von Säure. Diese Reaktion kann zum Nachweis von Kalkstein verwendet werden. In der Bodenchemie nimmt man verdünnte Salzsäure (HCl , Vorsicht beim Hantieren!). Angenehmer in der Handhabung ist Zitronensäure, die im Lebensmittelhandel erhältlich ist. Den Versuch kann man auch mit Kesselstein, der sich im Topf oder Wasserkocher abgesetzt hat, machen.

Kesselstein ist nichts anderes als Carbonat, das im Wasser gelöst war, beim Erhitzen des Wassers ausgefallen ist und sich an der Wand festgesetzt hat.



Bildung von Gasbläschen (CO_2) bei Kontakt von Kalkstein (Calciumcarbonat = CaCO_3) mit Säure dient als Nachweis

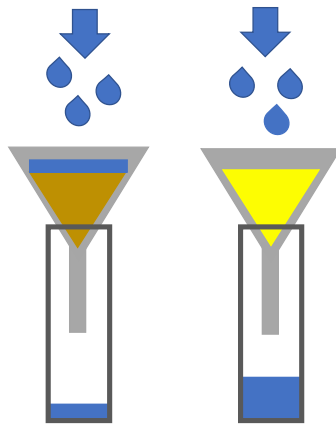
f) Durchlässigkeit (Filterexperiment)

Die gute Struktur des Bodens (physikalische Eigenschaft) ist ein ganz wichtiger Faktor für das Rückhaltevermögen von Wasser und Nährstoffen und für seine Stabilität gegen Erosion (= Abtrag des Bodens durch Wasser oder Wind). Außerdem hängt davon ab,

welche Pflanzen dort wachsen und welche chemischen Vorgänge sich dort abspielen können (locker und luftdurchlässig oder verdichtet und ohne Luft).

Wie schnell das Wasser durch den Boden fließt, kann man mit der Versuchsanordnung bestimmen. Um den Unterschied deutlich zu erkennen, verwendet man zuerst am besten Sand und vergleicht ihn mit einem tonhaltigen Boden.

In den Filter werden unterschiedliche Bodenmaterialien eingefüllt. Oben wird eine definierte Wassermenge aufgegeben. Frage 1: In welchem Behälter kommt das Wasser früher an? Die Zeit wird gestoppt, wenn der erste Tropfen in den Behälter fällt. Frage 2: Wie viel Wasser kann der trockene Boden aufnehmen? Wie groß ist die Differenz zwischen dem aufgegebenen und dem angekommenen Wasser?



Durchlässigkeit des Bodens prüfen

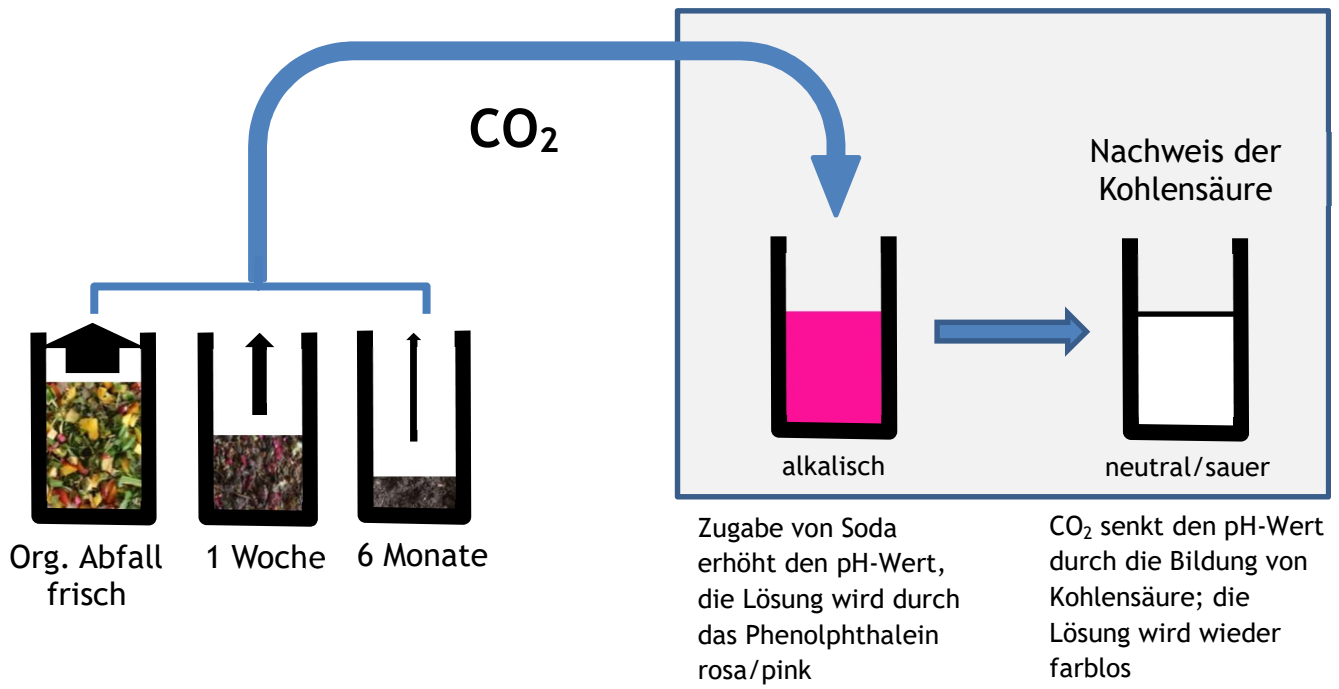
7. Pflanzen setzen

Um den Kreislauf zu schließen, wird etwas gepflanzt. Je nach der Situation vor Ort, können kleine Pflänzchen im Topf gezogen oder auch ein Bäumchen/Strauch im Wald/ Schulgarten gepflanzt werden. Vielleicht gibt es zusätzlich die Möglichkeit, z.B. im Schulgarten einen kleinen Komposthaufen anzulegen und den Abbau der organischen Materialien, ihr „Verschwinden“ zu beobachten.



Pflanzen setzen, um den Kreislauf zu schließen

Einige Zusatzinformationen



Schematische Darstellung des CO₂ Versuchs

Holzkohle

Wenn wir Holz verbrennen, brauchen wir eine entsprechende Zündtemperatur und außerdem Luft (genau genommen Sauerstoff). Alle kennen das, wenn sie ein Grillfeuer starten wollen. Wenn Holz verbrennt, verschwindet das organische Material (Lignin, Cellulose, Hemicellulose). Es entweicht als CO₂ und Wasserdampf, übrig bleibt der anorganische Anteil des Holzes, die Asche. Wenn wir ihren pH-Wert messen, stellen wir fest, dass sie sehr alkalisch (pH-Wert 11-12) ist.

Die Pyrolyse ist ein Vorgang, bei dem das Holz zwar erhitzt wird, aber kein (fast kein) Zutritt von Luft (Sauerstoff) erlaubt ist. Die Pyrolyse ist ein sehr komplexer chemischer Vorgang, bei dem während des Prozesses zahlreiche chemische Substanzen entstehen. Das Produkt am Ende des Prozesses, die Holzkohle, hat Wasserstoff und Sauerstoff (wesentliche Bestandteile des Holzes) weitgehend verloren, aber dafür den Kohlenstoff angereichert und dadurch den Energieinhalt erhöht. Außerdem ist sie viel leichter geworden und daher besser zu transportieren. Bevor man Kohle im Bergbau gewonnen hat, war Holzkohle der wichtigste Energieträger für die Metallgewinnung, Glaserzeugung, Kalkbrennerei, überall, wo viel Energie gebraucht wurde. Es war die Aufgabe des Köhlers, Holzkohle herzustellen. Seit 2011 zählt die Köhlerei in Niederösterreich zum Immateriellen Kulturerbe der UNESCO. Die Köhlerei und viel Wissenswertes um diese Handwerke kann man z. B. bei der Familie Hochecker (Rundmeiler) in Michelbach oder bei der Familie Wieser (Langmeiler) in Rohr im Gebirge kennenlernen.

Holzkohle ist durch die chemische Veränderung viel widerstandsfähiger gegen den biologischen Abbau.

Viel Spaß beim Forschen und Experimentieren!