



Citizen Scientist's Handbuch Citizen Science Award 2016

Hintergrundinformationen & Anweisungen



TEA BAG INDEX - ÖSTERREICH

Herzlichen Dank für Ihre Hilfe durch Ihre Teilnahme am Tea Bag Index – Experiment!



Dr. Taru Lehtinen, AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit

Dieses Citizen Scientist's Handbuch enthält Hintergrundinformationen zum Experiment, detaillierte Anweisungen sowie Vorschläge zur Vernetzung mit anderen Personen.

Dieses Tea Bag Experiment wurde von Fr. Taru Lehtinen, einer Wissenschaftlerin der AGES, in Zusammenarbeit mit Forschern aus den Niederlanden und Schweden entwickelt. Im letzten Jahr konnten durch die Bemühungen von Fr. Judith Sarneel 250 schwedische Schulen für eine Teilnahme an diesem Experiment gewonnen werden. In diesem Jahr hoffen wir neben der Hilfe von Studenten aus Großbritannien, den Niederlanden und Belgien auch auf die Unterstützung durch die Teilnahme von Citizen Scientists aus Österreich. Das Experiment wird im Laufe dieses Jahres durchgeführt und die erzielten Ergebnisse werden dann zu Weihnachten 2016 in einer Zusammenfassung für jedermann verfügbar sein.

VIEL SPASS!

Anweisungen für das Experiment finden Sie auf der Seite 10.
Sie können auch der Facebook-Gruppe beitreten: <https://www.facebook.com/Tea-Bag-Index-%C3%96sterreich-1751901885040006/>
Dort können Sie selbst Fragen zum Experiment stellen bzw. Fragen und Antworten von anderen Teilnehmern finden.

Dr. Taru Lehtinen, Wissenschaftlerin, AGES, Wien, Österreich
Dr. Hans-Peter Haslmayer, Wissenschaftlerin, AGES, Wien, Österreich
PD Dr. Heide Spiegel, Wissenschaftlerin, AGES, Wien, Österreich
Dr. Judith Sarneel, Wissenschaftlerin, Umeå Universität, Schweden
Fredrik Brounéus, Projektleiter des Teabag Experiments 2015, Vetenskap & Allmänhet, Schweden

Copyright

Text: Taru Lehtinen, Hans-Peter Haslmayer, Heide Spiegel, Fredrik Brounéus und Judith Sarneel
Illustrationen: Lotta Tomasson, Vetenskap & Allmänhet

Inhalt

TEA BAG INDEX - ÖSTERREICH	2
Zusammenfassung	5
HINTERGRUND	6
Was ist Zersetzung?	6
Zersetzung und Klimawandel	7
Forschungsarbeit zur Zersetzung	8
Die Tea Bag Index Methode	8
Wussten Sie, dass.....	9
TEA BAG EXPERIMENT – WIE ES FUNKTIONIERT!	10
Materialien	10
Methoden Übersicht	11
Sommer (6-19.6.2016)	12
Vorbereitungen	12
Eingraben:	12
Geographische Position	12
Herbst (5-18.9.2016)	13
Ausgraben der Teebeutel und Entnahme der Bodenproben:	13
TIPPS UND TRICKS!	15
BEDEUTUNG FÜR ANDERE FACHGEBIETE	16
WEITERE INFORMATIONEN	16
Literatur	17



Zusammenfassung

Die Zersetzung, das ist die Umwandlung bzw. der Zerfall von Pflanzenteilen (organischem Material) im und auf dem Boden, ist ein essentieller Prozess für das Leben auf der Erde. Sie erfolgt, wenn winzige Bodenorganismen – wie Insekten, Pilze und Bakterien – das organische Material „fressen“ und dieses in Nährstoffe, Humus und gasförmige Verbindungen zerlegen.

Eines der Gase, die dabei entstehen, ist das Kohlendioxid (CO₂). In der Atmosphäre trägt dieses Treibhausgas zur Erwärmung unseres Planeten bei. Während des letzten Jahrhunderts ist durch menschliche Aktivitäten die CO₂-Konzentration der Atmosphäre drastisch angestiegen. Eine globale Erwärmung war/ist die Folge. Da die erhöhte Temperatur wiederum die Zersetzungsprozesse beeinflusst, ist es wichtig diesen Zusammenhang im Detail zu erfassen.

Das Tea Bag Index – Österreich Experiment stellt eine einfache Methode dar, mit der man den Zersetzungsprozess unterschiedlicher Pflanzenteile erheben kann. Dies erlaubt Rückschlüsse auf die Menge an gebildetem Gas, Humus und freigesetzten Nährstoffen. Die Einfachheit der Vorgehensweise in diesem Experiment liegt darin, dass es genügt, mehrere Teebeutel zu vergraben und diese nach Ablauf von etwa drei Monaten wieder aus dem Boden herauszuholen.

Die Differenz der Gewichte jedes Teebeutels vor und nach dem Vergraben gibt darüber Auskunft, wie viel vom Ausgangs-Teematerial an Ihrem Standort zersetzt wurde. Mit Hilfe dieses eingetretenen Gewichtsverlustes wird Taru Lehtinen den sogenannten Tea Bag Index errechnen, welcher schließlich in die österreichische sowie in die globale Bodenkarte der Zersetzung Eingang finden wird. Diese Karte kann dann als wichtige Grundlage für die Durchführung von Klimamodellierungen herangezogen werden. Somit sind Sie direkt an der Erarbeitung eines realen globalen Forschungsprojektes beteiligt.

Im Tea Bag Index – Österreich Projekt werden Sie an echter Forschungsarbeit teilnehmen und gleichzeitig dabei folgendes lernen:

- Dass es eine biologische Aktivität im Boden gibt, die totes (Pflanzen-)Material vorwiegend in Kohlendioxid, Nährstoffe und Humus umwandelt.
- Dass die Zersetzung von Umweltfaktoren – wie Bodenfeuchte und -temperatur – abhängt.
- Dass die Zersetzung einen wichtigen Prozess mit direkter Beeinflussung des globalen Klimas darstellt.
- Dass Wissenschaft Spaß machen kann.

HINTERGRUND

Was ist Zersetzung?

Ein Blatt fällt vom Baum, landet am Boden und wandelt sich in organisches Bodenmaterial um. Der Boden stellt Nährstoffe für den Baum zur Verfügung, der daraus wieder neue Blätter erschafft. Dazwischen erfolgt die Zersetzung, wenn die „Zersetzer“ – winzige tierische Organismen, Pilze und Bakterien im Boden – die organische Substanz aufnehmen und sie in einzelne Nährstoffe verwandeln (dieser Prozess wird Mineralisation genannt). Im Boden tummelt sich eine Vielzahl solcher Organismen. Unter der Fläche eines Fußabdrucks können ca. 50.000 Nematoden, 9.500 Milben und 750 Springschwänze vorkommen (*Ottosson and Widlund, 2004*).

Durch die Zersetzung werden Pflanzen und Bodenorganismen mit Nahrung für ihr eigenes Wachstum versorgt. Bei der Zersetzung reduziert sich das Gewicht des zersetzten organischen Materials, während das dabei entstehende Treibhausgas CO_2 in die Atmosphäre entweicht.

Die Zersetzung von Pflanzenresten bzw. von organischem Material ist damit ein zentraler Prozess für das Leben auf unserem Planeten.

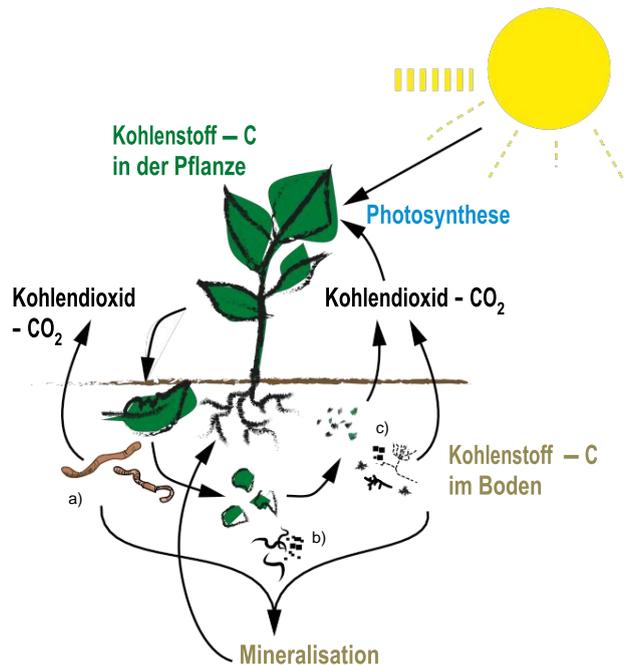


Abbildung 1: Der Kohlenstoff-Kreislauf. Die Pfeile zeigen, über welche Pfade der Kohlenstoff umgewandelt wird. Während der Photosynthese nehmen Pflanzen Kohlendioxid aus der Atmosphäre auf und wandeln ihn in organische Substanz um (z.B. Kohlenhydrate, Holz oder Fette). Wenn Pflanzen oder anderes organisches Material zersetzt werden, gelangt Kohlendioxid wieder zurück in die Atmosphäre. Organisches Material, das nicht zersetzt wird, verbleibt im Boden. Mineralisation bedeutet, dass die Zersetzung die Minerale (Nährstoffe) für Pflanzen verfügbar macht.

Beispiele für Zersetzer:

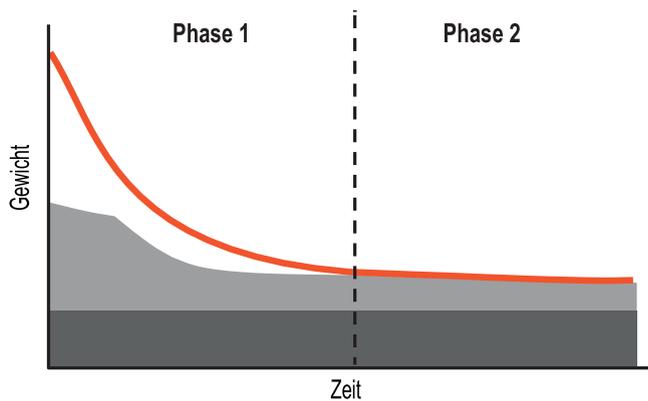
- a) Kleine Bodentiere wie Käfer und Regenwürmer
- b) Nematoden und einzellige Organismen
- c) Bakterien und Pilze

Die winzigen Zersetzer im Boden sind stark von unterschiedlichen Umweltfaktoren abhängig, da sie weder über eine dicke Haut noch über eine andere Isolationsschicht verfügen, die eine konstante Körpertemperatur gewährleisten würden. Deshalb erfolgt die Zersetzung in kalten Gebieten langsamer bzw. bei warmen Klimabedingungen schneller. Das bedeutet, dass bei kühlerem Klima weniger Kohlendioxid in die Luft freigesetzt und somit mehr Kohlenstoff im Boden gespeichert wird.

Die Zersetzungsrate hängt von folgenden Faktoren ab:

- 1. Umweltfaktoren** (Feuchtigkeit, Säuregrad, Nährstoffgehalt des Bodens, Temperatur). Diese Faktoren beeinflussen die Aktivität der Mikroorganismen; wie fit sie sind und wie viel Nahrung sie brauchen.
- 2. Den chemischen Eigenschaften des Materials, das zersetzt werden soll** (z.B. ein Zweig verglichen mit einer Blume; oder Plastik im Vergleich zu Papier). Dies liegt darin begründet, dass Mikroorganismen gewisse Materialien gegenüber anderen bevorzugen. Wie wir Menschen lieben auch die Mikroorganismen Zucker, während sie härteres Material – wie Holz – weniger gern mögen.
- 3. Den vorhandenen Zersetzern.** Milben, Würmer, Pilze und Bakterien – sie alle zerkleinern die unterschiedlichen Materialien mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten.

Alle organischen Materialien bestehen aus einer Mischung von Materialien, die leicht zu zersetzen sind (z.B. Zucker) und Materialien, die nur schwer zerkleinert werden können (z.B. Holz/Lignin). Da unterschiedliche Materialien mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten zerfallen, kann der Zersetzungsprozess in zwei Phasen unterteilt werden (siehe Abbildung 2).



- Die Rote Linie zeigt den Verlauf der Zersetzung. Die Farbe unter der Linie zeigt, was mit den unterschiedlichen Inhaltsstoffen passiert.
- Die weiße Farbe repräsentiert das leicht zersetzbare Material (z. B. Zucker).
- Die graue Farbe steht für jene Teile, die schwerer zu zersetzen sind - von denen die Rückstände kaum zersetzt werden.
- Die dunkelgraue Farbe repräsentiert schwer zersetzbares Material (Lignin).

Abbildung 2: Gewichtsverlust von organischem Material während der zwei Phasen der Zersetzung

In der Phase 1 wird das labile, leicht abbaubare Material zersetzt, wobei die Zersetzungsgeschwindigkeit hoch ist. Während dieses Prozesses wird eine bestimmte Menge der organischen Substanz in schwerer zersetzbares Material umgewandelt, das als Überrest betrachtet werden kann (vergleichbar mit einem Kaugummi, der nach einer Weile des Kauens seinen Geschmack verliert). Dieses Material ist stabilisiert.

In der Phase 2 bleibt nur schwer abbaubares Material übrig, wodurch die Zersetzungsgeschwindigkeit verringert ist. Dieses resistente Material wird zu einem Teil des Bodens.

Die Zersetzungsgeschwindigkeit hängt in beiden Phasen von jenen drei Faktoren ab, die oben bereits erwähnt wurden (Umweltfaktoren, chemischen Eigenschaften der organischen Substanz und Zusammensetzung der Zersetzergemeinschaft).

Wenn Wissenschaftler die Zersetzung von organischer Substanz untersuchen, errechnen sie üblicherweise die Zersetzungsrate (genannt k). Der Wert von k variiert für gewöhnlich zwischen 0,01 und 0,04 – mit den geringsten Werten in kühlen und den größten in warmen Klimaten. Eine andere Konstante ist der Stabilitäts-Faktor, der als S bezeichnet wird. Dieser gibt an, wie viel eines Pflanzenteils stabilisiert wird und nicht der Zersetzung unterliegt. Die Stabilisation liegt zwischen 0,05 und 0,6, mit geringen Werten in warmen oder feuchten Gebieten.

Zersetzung und Klimawandel

Vor etwa hundert Jahren lag die Konzentration des Kohlendioxids (CO_2) in der Atmosphäre bei 0,03 Prozent. In der Zwischenzeit ist diese Konzentration auf ca. 0,04 Prozent gestiegen, was einem sehr hohen Anstieg entspricht.

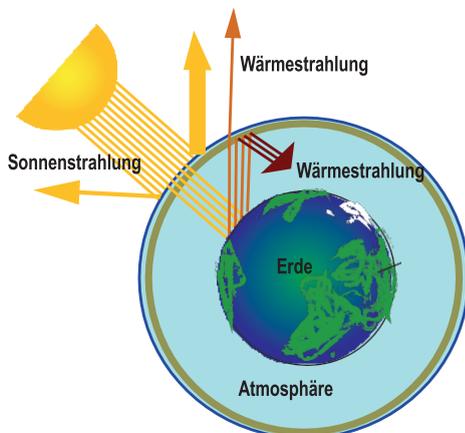


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Treibhauseffekts

Das Kohlendioxid ist ein sogenanntes Treibhausgas und trägt somit wesentlich zur Erwärmung der Erde bei. Die Sonnenstrahlung erwärmt die Erdoberfläche. Ein Teil der von der Erde abgestrahlten Wärmestrahlung wird durch die Treibhausgase wieder zur Erde zurückgestrahlt anstatt in den Weltraum zu entweichen (siehe Abbildung 3). Das Ausmaß dieser dadurch erzeugten Erwärmung hängt von der Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre ab. Diesen Effekt, der zu einer globalen Erwärmung der Atmosphäre beiträgt, nennt man Treibhauseffekt. Aufgrund dieses Effektes verbleibt mehr (Sonnen-)Energie in der Atmosphäre, was zu einem Temperaturanstieg führt. Mit anderen Worten: Die Treibhausgase bestimmen, wie dicht und warm die Decke um die Erde herum ist.

Wie dicht und warm die Decke um die Erde herum ist.

Seit dem letzten Jahrhundert benutzt der Mensch fossile Energieträger (wie z.B. Erdöl und Kohle), die zu einem dramatischen Anstieg der Kohlendioxid-Konzentration weit über das normale Niveau hinaus geführt haben und eine erhöhte Erderwärmung zur Folge hatten. Diese globale Erwärmung stellt heute die größte Bedrohung der Menschheit dar.

Die Konzentration von Kohlendioxid in der Luft stellt ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen der Menge CO_2 dar, welches durch die Photosynthese¹ von den Pflanzen *aufgenommen* wird und jener Menge, die z.B. durch die Zersetzung im Boden wieder *freigesetzt* wird. Veränderungen in der Zersetzung können somit das Klima beeinflussen (z.B. schnellere Zersetzung führt zu *mehr Kohlendioxid* in der Atmosphäre und *wärmerem Klima*, während eine langsamere Zersetzung *weniger Kohlendioxid* und ein *kühleres Klima* bewirkt). Da, wie wir bereits gesehen haben, klimatische Effekte die Zersetzung beeinflussen, ist das Wissen um diesen Zusammenhang von großer Bedeutung. Wenn man bedenkt, welche großen Mengen an Kohlenstoff in Böden gespeichert sind (2.700 Mrd. Tonnen, Gigatonnen, Gt) – im Vergleich zu lebenden Pflanzen (575 Gt) und der Luft (780 Gt) – wird klar, dass Änderungen in der Zersetzung sehr große Auswirkungen haben können.

Forschungsarbeit zur Zersetzung

Um die weltweiten Emissionen von Kohlendioxid verstehen und vorhersagen zu können, ist das Wissen um die Zerfallsraten in unterschiedlichen Böden sowie eine Untersuchung von deren Auswirkungen auf den Klimawandel unverzichtbar.

Wie sehen z.B. die Unterschiede zwischen einem Moor in Nord-Schottland, einem Mischwald in den Niederlanden und einem Acker in Spanien aus? Diese Böden variieren vor allem hinsichtlich deren Temperatur, Feuchtigkeit und Düngung. Die Messung der Zersetzung in vielen unterschiedlichen Böden wird den Forschern des Teatime4science-Projektes helfen, die Auswirkungen der Zersetzung auf den Klimawandel zu verstehen.

Viele Wissenschaftler an verschiedenen Orten der Erde haben bisher versucht die Zersetzung zu messen. In ihren Experimenten verwendeten sie viele unterschiedliche Methoden und Mittel, wodurch ein Vergleich zwischen all den Ergebnissen unmöglich war/ist. Ein weiteres Problem ist, dass viele Methoden zur Erfassung der Zersetzung mit einem hohen Arbeitsaufwand verbunden sind.

Kürzlich wurde eine neue Methode zur Untersuchung der Zersetzung entwickelt. Bei dieser neuen Methode, die Tea Bag Index genannt wird, kommen Teebeutel mit einem Plastiknetz zur Anwendung. Der Tee innerhalb des Netzes ist nichts anderes als Pflanzenmaterial, das wie jedes andere Pflanzenmaterial im Boden zersetzt wird. Durch die Verwendung von Teebeuteln ist es nun viel einfacher, die Experimente mit der exakt gleichen Methode durchzuführen. Außerdem wird es dadurch möglich die Ergebnisse zu vergleichen. Unter Heranziehung der beobachteten Zersetzung des Materials in den Teebeuteln (über den Gewichtsverlust nach drei Monaten) wird der Tea Bag Index, der sich aus der Zersetzungsrate (k) und dem Stabilitätsfaktor (S) zusammensetzt, errechnet.

Die Tea Bag Index Methode

Das Tea Bag Index Experiment verwendet zwei Sorten von Tee: Grünen Tee und Roten Tee (Rooibos Tee). Grüner Tee besteht aus Pflanzenmaterial, das leicht von Mikroorganismen zersetzt werden kann, während der Rote Tee aus stärker verholzten Bestandteilen besteht und damit schwerer zersetzt wird. Durch den Vergleich der Zersetzung dieser beiden Teesorten wird offensichtlich, dass die Zersetzung von Blättern und verholzten Teilen unterschiedlich schnell voranschreitet.

Beide Teesorten werden für drei Monate im Boden vergraben. Da ihre Zusammensetzung verschiedenartig ist, wird der Grüne Tee mit seinen leicht zersetzbaren Blättern sich schneller zersetzen als Roter Tee. Aufgrund

¹ In der Photosynthese nutzen grüne Pflanzen Kohlendioxid, Wasser und Sonnenenergie für die Produktion von Sauerstoff und Kohlenhydraten.

dieser Tatsache wird der Grüne Tee bereits nach drei Monaten die zweite Zersetzungsphase erreicht haben und seine verbliebenen Rückstände werden aus schwer zersetzbarem und stabilisiertem Material bestehen.

Der Rote Tee wird hingegen langsamer umgewandelt und nach drei Monaten wird dessen Zersetzungsprozess noch in der ersten Phase sein (*siehe Abbildung 2*). Auf diese Weise bringen die beiden unterschiedlichen Teesorten die verschiedenen Phasen der Zersetzung von organischem Material zum Ausdruck.

Wussten Sie, dass.....

1. Jeder Kubikmeter (m^3) Holz mehr als 200 kg Kohlenstoff beinhaltet?
2. Die schottischen Moore wichtig für die Festlegung von Kohlenstoff sind? Zum Teil deswegen, da es dort sehr viel Torf gibt und zum Teil deshalb, weil die nassen Bedingungen, die in Mooren herrschen, ungünstige Lebensbedingungen für die Zersetzer-Organismen darstellen.
3. Die Zersetzungsrate in den Tropen sehr hoch ist und ein Blatt, sobald es auf den Boden fällt, innerhalb eines Monats verschwunden ist? Unter kühlen Klimabedingungen, wie sie in Nord-Schottland herrschen, dauert dies mehr als zehn Jahre.
4. Die Zersetzungsdauer für eine Orangenschale 2-5 Wochen beträgt?
5. Es mindestens zehn Jahre dauert, bis ein Eisstiel zersetzt ist und unter bestimmten Umständen sogar Millionen von Jahren notwendig sind, um diesen vollständig verschwinden zu lassen?
6. In den letzten 30 Jahren es sowohl an Land als auch in den Ozeanen zu einem Temperaturanstieg von etwa 0,85 Grad Celsius kam?
7. Unterschiedliche wissenschaftliche Modelle einen klimawandelbedingten Temperaturanstieg von 1-4 Grad Celsius während dieses Jahrhunderts vorhersagen. Unterschiede zwischen den Modellen ergeben sich aufgrund von Unsicherheiten der Abschätzungen, inwiefern sich der Einfluss der menschlichen Aktivität erhöhen wird (und wie sich dieser etwa auf den Zersetzungsprozess auswirken wird).

TEA BAG EXPERIMENT – WIE ES FUNKTIONIERT!

Materialien

Folgende Materialien werden für das Experiment benötigt:

Man braucht ausschließlich kostengünstige und wiederverwendbare Materialien. Die einzige technische Ausrüstung die benötigt wird ist eine Waage mit einer ausreichend großen Genauigkeit.

Forschungsausrüstung:

- 3 Lipton Rooibos Teebeutel
- 3 Lipton Green Teebeutel
- Plastiksackerl für die Rücksendung der getrockneten Teebeutel
- Plastiksackerl für die Rücksendung der getrockneten Bodenproben
- Formblatt für die Hintergrundinformationen
- Umschlag für die Rücksendung der Teebeutel und Bodenproben

Andere Materialien:

Die selbst zu besorgen sind.

- Spaten oder Löffel um Teebeutel zu vergraben und Bodenproben zu nehmen
- Stäbchen um die Stelle zu markieren, wo die Teebeutel vergraben wurden (z.B. Grillspieße oder Plastikstäbchen)
- Lineal
- Hammer (könnte gegebenenfalls für die Entnahme der Bodenproben hilfreich sein)
- Ein warmer und vorzugsweise trockener Platz im Inneren, wo die Teebeutel und Bodenproben nach dem Ausgraben getrocknet werden können (z.B. Fensterbrett)

Infos auf der website (<http://www.ages.at/teabagindex>) (ab Juni abrufbar):

- Anweisungen wie die Teebeutel zu vergraben sind
- Anweisungen wie die Bodenproben zu entnehmen sind

Methoden Übersicht

Sie können die Arbeit zwischen Ihnen und den Schülern so aufteilen, wie es dem Alter der Schüler und deren Lernziel entspricht. Wir geben einige Vorschläge hinsichtlich der Arbeitsaufteilung zwischen Lehrern (L) und Schülern (S).

Im Experiment sollten Sie insgesamt sechs Teebeutel vergraben – drei rote und drei grüne – jeweils in einem Landnutzungstyp (Maisfeld, Wiese, Wald) ihrer Wahl. Falls Sie sich dazu entschieden haben mehr als ein Maisfeld zu untersuchen, sollten Sie insgesamt sechs Teebeutel pro Feld positionieren (siehe Abbildung 4).

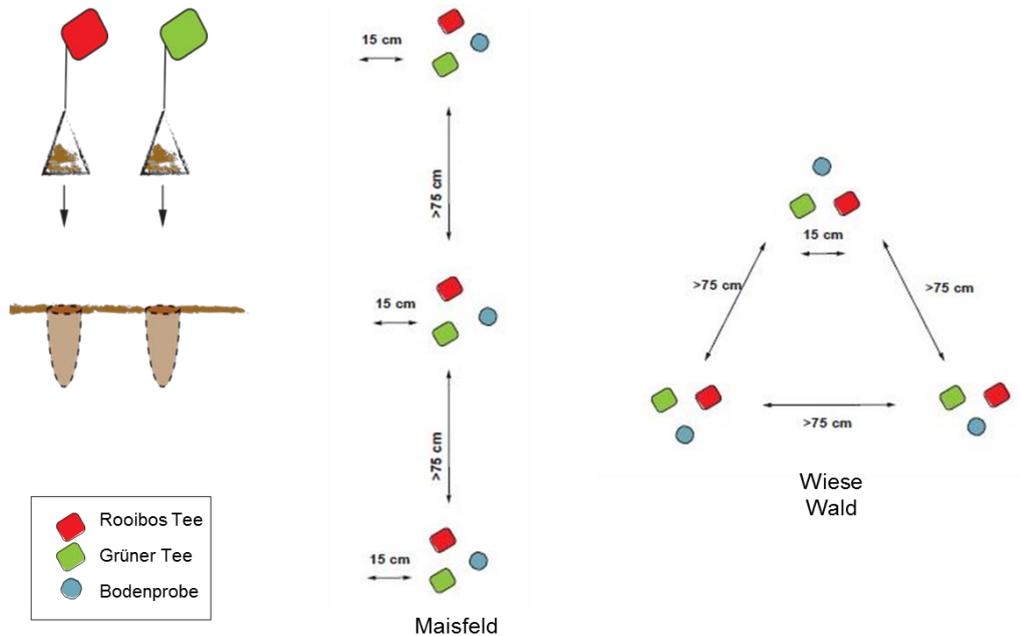


Abbildung 4: Anordnung des Experiments

Sie haben zwei zusätzliche Teebeutel erhalten, die verwendet werden können, falls irgendetwas schief gehen sollte. **BEACHTEN!** *Im Falle eines Fehlers halten Sie bitte fest was passiert ist und wie Sie das Problem gelöst haben.* Sind viele Schüler in der Gruppe, können die zusätzlichen Teebeutel auch dafür benutzt werden, ein weiteres Set zu vergraben (oder Sie bereiten nach getaner Arbeit damit eine Kanne Tee zu).

Am Standort der platzierten Teebeutel sollten in deren Nahbereich drei Bodenproben entnommen werden (siehe Abbildung 4).

Sommer (6-19.6.2016)

Vorbereitungen

1. (L) Nehmen Sie drei Teebeutel mit Grünem Tee (Lipton Grüner Tee) und drei Teebeutel mit Rotem Tee (Lipton Rooibos Tee) und das Formblatt, um die benötigten Daten des Experiments festzuhalten.
6. (L) Notieren Sie sorgfältig die Hintergrund-Informationen.
7. (L/S) Besorgen Sie Grillspieße oder Plastikstäbchen für die Markierung der vergrabenen Teebeutel

Eingraben:

1. (L) Wählen Sie ein Maisfeld aus; eine naturnahe Wiese mit niedrigem Bewuchs (weniger als 30 cm Wuchshöhe) und mindestens 2 x 2 Meter einheitlicher Vegetation, wo in der letzten Zeit kein Dünger aufgebracht wurde; oder einen Wald mit zumindest 2 x 2 Meter einheitlicher Vegetation. Ein Park oder eine kleine Grünfläche können anstatt einer Wiese ausgewählt werden, falls keine naturnahen Flächen vorhanden sind. Beachten Sie außerdem, dass die Teebeutel sowie die Markierungsstäbchen den Sommer über keinen menschlichen oder tierischen Störungen unterliegen sollten.
2. (S) Betrachten Sie die Abbildung 4 wenn Sie die folgenden Schritte umsetzen. Graben Sie sechs Löcher mit acht Zentimetern Tiefe und platzieren darin je einen Teebeutel. Die Tiefe der Löcher sollte exakt mit dem Lineal vermessen werden. Der Abstand zwischen den beiden Teebeuteln sollte 15 cm betragen. Nach der Positionierung eines Teebeutels im Loch wird dieses mit dem ausgegrabenen Bodenmaterial wieder verfüllt und dabei sanft mit den Händen angedrückt. Beachten Sie dabei, dass das andere Ende der Beutelschnur (mit dem Papierstreifen) über der Erdoberfläche verbleibt.
5. (S) Kennzeichnen Sie die Position jedes vergrabenen Teebeutels mit einem Markierungsstäbchen und befestigen Sie daran das oberirdische Ende der Beutelschnur. Skizzieren Sie die Lage der vergrabenen Teebeutel und bezeichnen Sie die drei Standorte mit den Buchstaben A, B und C.
6. (L/S) Füllen Sie das Formblatt aus: Datum des Vergrabens, den Standort (geographische Position - siehe *Abbildung 6*), die Art der Fläche auf der die Teebeutel vergraben wurden (Maisfeld, Wiese, Wald) und (optional) welche Pflanzenarten dort wachsen.
7. Bewahren Sie das Formblatt an einem sicheren Ort auf und denken Sie daran, sich eine Erinnerung in Ihrem Kalender oder Handy einzurichten, um nicht zu vergessen, dass die Teebeutel im Herbst wieder ausgegraben werden sollten.

Geographische Position

Zusätzlich zu Ihrem Kontakt und Ihrer Adresse benötigen wir die geographischen Koordinaten (geographische Länge und Breite) der von Ihnen ausgewählten Standorte. Eine einfache Möglichkeit die geographische Position zu ermitteln bietet Google Earth. Wenn Sie ihre Standorte auf dem Luftbild gefunden haben, klicken Sie auf den Button mit dem Symbol der gelben Stecknadel („Ortsmarkierung hinzufügen“). Das daraufhin erscheinende Stecknadelsymbol kann nun in der entsprechenden Position platziert werden. Die GPS-Koordinaten erscheinen dann in einem grauen Fenster.

Achten Sie bei den GPS-Einstellungen auf das Koordinatenformat – gewünscht ist die Angabe in Dezimalgraden. Dieses Format können Sie durch das Klicken auf „Tools“ und dann auf „Optionen“ einstellen.

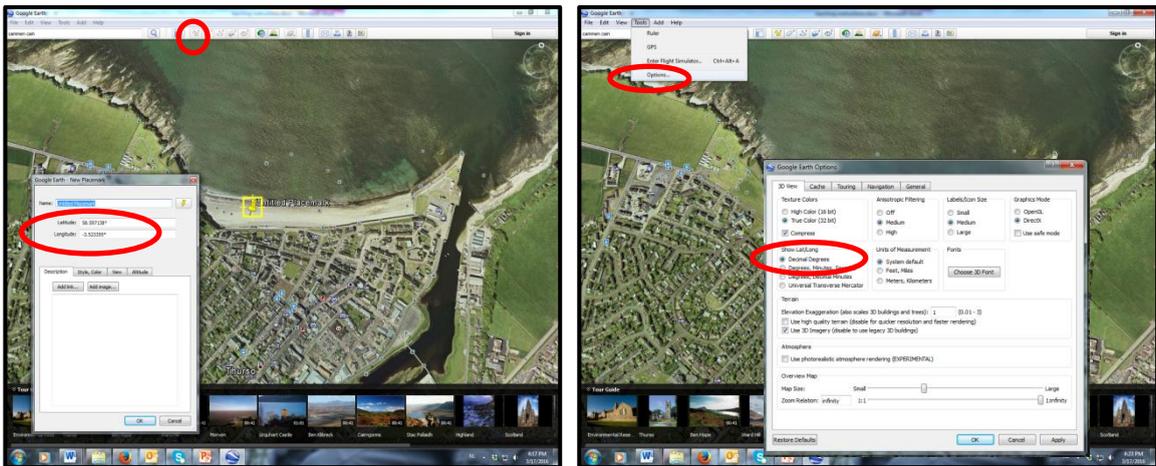


Abbildung 6: Anweisungen zum Auffinden der GPS Koordinaten eines ausgewählten Standortes

Herbst (5-18.9.2016)

Ausgraben der Teebeutel und Entnahme der Bodenproben:

Im Gelände

1. (S) 5-18.9.2016 Die Teebeutel können nun ausgegraben werden. Gehen Sie dabei VORSICHTIG vor, sodass weder das oberirdische Ende der Beutelschnur (incl. des Papierstreifens) noch der Teebeutel zerstört werden. Entfernen Sie sorgfältig die Wurzeln, die eventuell im Beutel stecken. **BEACHT!** Verwenden Sie kein Wasser um den Beutel zu reinigen und dokumentieren Sie, falls etwas schief läuft oder Sie etwas sonderbares am Teebeutel erkennen (*Pilze; Wurzeln, die in den Beutel hineingewachsen sind; Löcher im Beutel etc.*)
2. (S) Entnehmen Sie Bodenproben neben den beiden Löchern, wo die Teebeutel vergraben waren (insgesamt drei Bodenproben) wie nachfolgend beschrieben.

Bodenproben

- a) Je ausgewählter Fläche werden mindestens 12 Einzelproben (4 Einzelproben in der Nähe jedes Teebeutelpaars) zu einer Durchschnittsprobe vereinigt, die Entnahme dieser Einzelproben sollte an den Gitterpunkten eines Rasters mit konstanter Gitterweite (z.B. Anzahl von Schritten) erfolgen. Es können Bodenstecher oder Schaufel verwendet werden. Die Einzelproben werden in einem sauberen Gefäß (zB Plastikkübel) gesammelt und gut durchmischt.
- b) Aus dieser Durchschnittsprobe ist die im Labor benötigte Menge zu entnehmen (maximal 100g).
- c) Die Entnahmetiefe sollte 0-10 cm sein.

Im Klassenzimmer:

- a) Wägen Sie die drei Bodenproben. (Kalibrieren Sie die Waage zuerst mit einem leeren Plastiksackerl, um dann nur mehr das Gewicht des Inhaltes zu messen). Notieren Sie das Gewicht des Bodenmaterials im Formblatt.
- b) Breiten Sie das Bodenmaterial für drei Tage an einem warmen Platz zum Trocknen aus (so wie im Instruktionsvideo gezeigt).
- c) Nach drei Tagen wird das Gewicht des Bodenmaterials abermals ermittelt. Notieren Sie das Gewicht im Formblatt. Die Differenz zwischen dem ursprünglichen und dem finalen (eben ermittelten) Gewicht entspricht dem Feuchtigkeitsgehalt der Bodenprobe.
- d) Vermischen Sie die getrockneten Bodenproben und füllen das Material in die weiße Plastikflasche. Senden Sie diese dann an die Wissenschaftler (siehe nachfolgenden Punkt 5).

Teebeutel

1. (S) Lassen Sie die Teebeutel an einem warmen (und vorzugsweise sonnigen) Ort in einem Innenraum zumindest drei Tage oder länger trocknen, bis sie vollkommen trocken sind.
2. (S) Entfernen sie vorsichtig mit den Händen Bodenmaterial, das noch an den Teebeuteln haftet.
3. (L/S) Füllen Sie die noch offenen Felder des Formblattes aus.
4. (L) Geben Sie das vollständig ausgefüllte Formblatt, die Teebeutel und die Plastikflasche mit den Bodenproben in den frankierten Umschlag und senden diesen an die AGES, wo dann die Analysen durchgeführt werden.
5. Geschafft! Nun können die Wissenschaftler die Ergebnisse analysieren.

Optional

1. (E) Errechnen Sie den Gewichtsverlust der Teebeutel und des Bodens als prozentueller Anteil des ursprünglichen Gewichtes. Errechnen Sie die Mittelwerte für jede Anordnung (Grüner/Roter Tee).

TIPPS UND TRICKS!

- Die Teebeutel müssen vollkommen trocken sein bevor sie an die AGES versandt werden (Schimmelgefahr).
- Beschädigte Teebeutel können nicht verwendet werden, da der Gewichtsverlust nicht allein auf die Zersetzung zurückgeführt werden kann. Bitte Vorsicht beim Ausgraben der Beutel! Falls sich ein Beutel vollständig von der Schnur löst, kann er noch verwendet werden. In diesem Fall senden Sie bitte beides, sowohl den Teebeutel als auch die Schnur zurück zur AGES.
- Falls Sie die Teebeutel in einer anderen Anordnung vergraben als in der Abbildung 4 gezeigt, vermerken Sie dies in der Skizze auf dem Formblatt.
- Die Teebeutel sollten grundsätzlich für einen Zeitraum von drei Monaten vergraben bleiben. Dieser Zeitraum kann aber für die Berechnung des Tea Bag Indexes zwischen 65 und 100 Tagen variieren.

BEDEUTUNG FÜR ANDERE FACHGEBIETE

Mathematik – Berechnung der Ergebnisse und statistische Vergleiche.

Sport – Der praktische Geländeteil des Experiments kann mit einer Orientierungs- oder Geocaching-Aktivität verbunden werden.

Biologie – Der Bereich um den Teebeutel-Standort kann dafür benutzt werden, um den Schülern Pflanzenarten oder Bodentiere vorzustellen bzw. ökologische Zusammenhänge zu erklären.

Chemie – Es ist möglich, aus chemischer Sicht den Zersetzungsprozess oder den Kohlenstoffkreislauf noch eingehender zu behandeln (z.B. Wie funktioniert die Photosynthese bzw. die Atmung? Wie kann Energie in Organismen gespeichert werden?). Ebenso kann das Experiment mit einer Darstellung der Funktion von Enzymen verknüpft werden oder mit Überlegungen, wie unterschiedliche Umweltfaktoren die Zersetzung beeinflussen.

Grundsätzlich – Das Tea Bag Index Experiment lädt zu Diskussionen über die Auswirkungen des Klimawandels auf das tägliche Leben oder etwa auf das Abfall-Management ein. Was wird zum Beispiel mit all unserem Müll passieren? Wie lange dauert die Zersetzung eines Plastiksackerls? Ist es nachhaltig, dass wir Materialien verwenden, die in der Natur nicht zersetzt werden?

WEITERE INFORMATIONEN

Tea Bag Index – Österreich homepage: <http://www.ages.at/teabagindex>

Globale Tea Bag Index Projekte homepage: <http://www.decolab.org/tbi/>

Facebook:

Tea Bag Index – Österreich: <https://www.facebook.com/Tea-Bag-Index-%C3%96sterreich-1751901885040006/>

Generelle Facebook Seite: <https://www.facebook.com/tea-bagindex>

Schwedisches Projekt: <https://www.facebook.com/groups/teparseforsoket/>

Zusätzliche Informationen zur Zersetzung: <https://en.wikipedia.org/wiki/Decomposition>

Film über die weltweiten jährlichen Schwankungen von Kohlendioxid:

<http://www.vox.com/2014/11/19/7246067/nasa-animation-carbon-dioxide>

Wie das Klima erfasst wird: http://www.windows2universe.org/earth/climate/direct_measures.html

Informationen zu Bodentypen: <http://www.soils4teachers.org>

Bodenfraktionen:

<http://eisforexplore.blogspot.nl/2013/03/soil-density-column.html>

Bodenkategorien: <http://cmase.pbworks.com/f/Soil+Texture+By+Feel.pdf>

Kohlenstoffkreislauf (informative website):

<http://epa.gov/climatestudents/basics/today/carbon-dioxide.html>

Erkennen von Pflanzen: <http://kukkakasvit.luontoportti.fi/index.phtml?lang=en>

Literatur

² Håll Sverige Rent. Hämtad 2015-01-26. http://www.hsr.se/sites/default/files/content_media/nedbrytning_bla_0.pdf

³ Hjärnkontoret svarar, av Jacob Seth-Fransson. 2001. ISBN: 91-29-65441-6.

⁴ IPCC Rapport, **Climate Change 2007: Synthesis Report**. (Valencia, Spain, 12–17 November 2007)

Other references

Lehtinen T., Dingemans B., Keuskamp J., Hefting M. and Sarneel J. **Tea4Science – Soil Science Lesson and Activity Plan**. Natural Sciences Education.

Lunds Universitets kurslitteratur för NGEN03 Global Ecosystems Dynamics.

Hämtad 2015-01-26. <http://www.nateko.lu.se/courses/ngen03/Skogen%20och%20klimatet.pdf>

Sarneel J. M. **Tea Time for Science**. Appendix A: Research program.

Ein **großes** Dankeschön für Ihre Teilnahme und die der Schüler!