

Torf gehört ins Moor!

Unterschiedliche Blumenerden im Vergleich



Franziska & Antonia Ostermann sowie Lena Koch

- Entstehungsort der Arbeit -

Schülerforschungszentrum (SFZ) Prümer Land – Tiergartenstraße 70 – 54595 Prüm

Klasse 7c – Realschule Plus Bleialf - Im Brühl 3 - 54608 Bleialf

Sparte: „Schüler experimentieren“ - Fachbereich: Geo- und Raumwissenschaften

Kurzfassung

„Torf gehört ins Moor, nicht in Pflanzenerde!“ Dieser Slogan des NABU (Naturschutzbundes) fordert den Handel auf, torfhaltige Erde aus dem Sortiment zu entfernen. In der [Nationalen Moorschutzstrategie](#) des Bundesumweltministeriums (BMUV – 22.10.2022) werden „alle notwendigen Schritte beschlossen, um intakte Moore zu schützen und bisher entwässerte Moorböden wiederherzustellen und in eine nachhaltige Bewirtschaftung zu überführen“. Diese enthält auch die Torfminimierungsstrategie, nach der man auf torfhaltige Pflanzenerden verzichten soll.

Können torffreie Pflanzenerden die torfhaltigen aber ersetzen? Um diese Frage zu klären, untersuchen wir unterschiedliche Pflanzenerden und naturreinen Gartentorf auf ihre Eigenschaften: die Wasser- und Wärmeaufnahmekapazität, das Wärmespeichervermögen, die Dichte und Komprimierbarkeit, die Anteile an anorganischen und organischen Bestandteilen, die pH-Werte und Leitfähigkeiten der Aufschlammungen in Wasser – Wir haben bei jedem Experiment Sterne verteilt (3, 2 und 1 - 3 für die jeweils beste). Die „Sterneauswertung“ zeigt, dass bei unseren Messungen eine torffreie Erde (30 % aller verteilten Sterne) insgesamt am besten abgeschnitten hat. Eine weitere Pflanzenerde schneidet in auch in vielen Kategorien gut ab (25 % aller Sterne), ist aber torfhaltig. Eine sehr preisgünstige torffreie Alternative schneidet weniger gut ab. Gartentorf ist als reine Pflanzenerde nicht geeignet. Trotzdem: Es ist immer noch nicht einfach, zu entscheiden, welche Erde DIE beste ist. Immer muss man die Erde bedarfsgerecht aussuchen.

Mitentscheidend bei der Bewertung ist auch, wo die Torfersatzstoffe der torffreien Erden herkommen. Enthalten torffreie Erden Kokosfasern oder andere Bestandteile, deren Weg zu uns nach Deutschland sehr weit ist, dann ist auch nicht besonders viel gewonnen, denn beim Transport wird Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Außerdem kennen wir die Anbau- und Verarbeitungsbedingungen der Ersatzstoffe aus dem Ausland nicht. Eine Alternative zu Torf und Ersatzstoffen, die weit herkommen, wäre vielleicht, mehr Humus aus Biomüll herzustellen und diesen zur Pflanzenerdeherstellung zu nutzen.

Was ist eigentlich Torf? Wo und wie entsteht er? Was macht Moorlandschaften so besonders, wertvoll und schützenswert? Diesen Fragen sind wir seit Herbst nachgegangen. Wir haben in den vergangenen Monaten verschiedene Hochmoorgebiete besucht; überrascht waren wir darüber, wie viele davon es rund um unsere Heimatstadt Prüm gibt: Das Braghenn bei Ormont, das Rohrvonn bei Roth, das Eschfenn in der Schneifel bei Schlausenbach, das Hohe Venn bei Mützenich Es handelt sich um besondere Gebiete mit viel Wasser, teilweise etwas modrigem Geruch und außergewöhnlichen Pflanzen, man geht häufig über Stege, um nicht einzusinken.

Wir haben uns mit der Moorentstehung und den besonderen Eigenschaften des Torfs und dessen Entstehung aus den Torfmoosen (Sphagnum) beschäftigt, die unter Wasser absterben und nicht umgesetzt werden können zu Kohlenstoffdioxid und Wasser, weil kein Sauerstoff drankommt. Wir haben im Experiment erkannt, dass die Moose selbst saure Eigenschaften haben und mit den Huminsäuren aus der (Teil-) Zersetzung der Moose für das sehr saure Milieu im Torf der Moore sorgen. Die Torfmoose produzieren Säuren, um die Konkurrenz zu vertreiben; diese speichern sie in den Vakuolen ihrer Zellen. Das haben wir im Experiment nachgewiesen.

Sie wachsen von der Spitze nach oben und nehmen alle Nährstoffe aus dem Regenwasser auf; es besteht kein Kontakt zum Boden. Wir haben gesehen, dass der größte Teil des Torfs aus organischem Material besteht, das in Sauerstoff vollständig „verbrennt“ zu Kohlenstoffdioxid und Wasser. Nutzt man den Torf zum Heizen („Brenntorf“), wird der gesamte gespeicherte Kohlenstoff auf einen Schlag als Kohlenstoffdioxid (→ Beitrag zur Verstärkung des Treibhauseffektes) frei. Als Torf (aus trockengelegten Mooren) geschieht die Umsetzung zu Kohlenstoffdioxid auch, aber natürlich langsamer, weil er mit Sauerstoff in Berührung kommt. So bedeutet die Trockenlegung der Moore und die Verwendung des Torfs eine folgenreiche Zerstörung wichtiger Naturlandschaften.
– TORF GEHÖRT ALSO INS MOOR!

Inhaltsübersicht

1. Idee für die Arbeit	4
2. Theoretischer Teil	4
2.1 Was ist ein Moor?	4
2.2 Welche Moorarten gibt es?	4
2.3 Welche Pflanzen sind typisch für Hochmoorlandschaften?	5
2.4 Warum sind die Moore schützenswert?	5
2.5 Welcher Unterschied besteht zwischen Torf und Humus?	5
2.6 Wie haben die Menschen den Torf aus den Mooren genutzt?	6
3. Praktischer Teil	6
3.1 Ziel der Untersuchungen	6
3.2 Verwendete Pflanzerden	6
3.3 Untersuchungen der Wasseraufnahmekapazität	7
3.4 Untersuchungen der Dichte unterschiedlicher Pflanzerden	8
3.5 Untersuchungen der Komprimierbarkeit der unterschiedlichen Böden	8
3.6 Untersuchung des Wasserspeichervermögens	9
3.7 Untersuchung des Anteils an brennbarem organischem Material	10
3.8 Untersuchung der Wärmeaufnahmekapazität der unterschiedlichen Pflanzerden	12
3.9 Untersuchung des pH-Wertes & der Leitfähigkeit von Pflanzerdeaufschlammungen	13
3.10 Eigenschaften von Torfmoosen – Zellaufbau	14
3.11 Eigenschaften von Torfmoosen – Untersuchung der Pflanzensäfte	16
4. Zusammenfassung der Ergebnisse	16

Anhang

Hochmoorgebiete in unserer Heimat

Die Flora der Moore

Die Nationale Moorschutzstrategie mit der
Torfminderungsstrategie (BMUV)

Die untersuchten Pflanzerden

FAQ - Moore

Diesen Anhang reichen wir nicht ein, weil die Vorgaben es verbieten, einen Anhang einzureichen. Das haben wir ganz am Ende gesehen, als wir die Regeln gelesen haben.

Wir präsentieren diese Inhalte aber am Wettbewerbsstand.

1. Idee für die Arbeit

„Torf gehört ins Moor, nicht in Pflanzenerde!“ Dieser Slogan des NABU (Naturschutzbundes) fordert den Handel auf, torfhaltige Erde aus dem Sortiment zu entfernen. „Der Abbau von Torf zerstört das Ökosystem Moor - mit dramatischen Folgen für Natur und Klima. Trotzdem werden jährlich über drei Millionen Kubikmeter Torfblumenerde in Deutschland verkauft“¹

Wir recherchieren und stellen fest, dass auch andere Naturschutzverbände wie der [BUND](#) warnen vor der Verwendung von Torf in Pflanzerden. Da muss also etwas dran sein. In der [Nationalen Moorschutzstrategie](#) des Bundesumweltministeriums (BMUV – 22.10.2022) werden „alle notwendigen Schritte beschlossen, um intakte Moore zu schützen und bisher entwässerte Moorböden wiederherzustellen und in eine nachhaltige Bewirtschaftung zu überführen“. Diese enthält auch die Torfminimierungsstrategie.

Was ist eigentlich Torf? Wo und wie entsteht er? Was macht Moorlandschaften so besonders, wertvoll und schützenswert? Dieser Frage möchten wir nachgehen und uns in unserer Heimat in der Nordeifel Mooregebiete wie das Hohe Venn anschauen, um die Besonderheit der Landschaften selbst zu erleben und die Argumente der Naturschutzverbände besser zu verstehen.

Dann interessiert uns natürlich die Frage, welche (besonderen) Eigenschaften haben torfhaltige Pflanzerden gegenüber den torffreien Alternativen. Vorher muss man sich aber überlegen, was eigentlich gute Blumen- bzw. Pflanzenerde ausmacht. Worin fühlen sich die Pflanzen wohl? Nur dann kann man vergleichen. Wir untersuchen mehrere torffreie und torfhaltigen Pflanzerden und vergleichen die Eigenschaften mit Gartentorf.

2. Theoretischer Teil

2.1 Was ist ein Moor?

Wenn Menschen an Moore denken, denken sie an einen unheimlichen Ort, vielleicht an versunkene Moorleichen. Aber: Ein Moor ist kein gefährlicher Ort. Man kann in einem Moor einsinken, aber nicht versinken. Moore sind matschig und riechen nach Faulgasen. Blätter, Bäume und das Laub, die in das Moor fallen, verrotten.

Ein Moor ist ein großes Feuchtgebiet, das immer relativ nass ist, weil es häufig regnet. Das Wasser sinkt nicht ab, weil, es tief unten im Moor eine wasserundurchlässige Schicht gibt. Entstanden sind die Moore vor vielen tausend Jahren. Damals waren große Teile der Erde mit Eis bedeckt. Als es wärmer wurde, schmolz das Eis, und es regnete viel. Auf wasserundurchlässigen Böden entstanden Seen. An den Ufern siedelten sich Pflanzen an. Starben diese ab, sanken sie auf den Boden der Seen. Anders als an Land verrotten Pflanzen unter Wasser kaum. Mit der Zeit sammelten sich immer mehr Pflanzenreste am Grund an. Die Seen wurden flacher und die Pflanzen vom Ufer konnten sich nun weiter ausbreiten. Die Seen verlandeten. Die abgestorbenen Pflanzenreste bildeten über die Jahre eine immer dicker werdende Schicht mit Wasserabdeckung, die man Torf nennt. Ein **Niedermoor** war entstanden.

2.2 Welche Moorarten gibt es?

Es gibt verschiedene Arten von Mooren: **Niedermoore** nennt man auch **Flachmoore**. Sie nehmen ihr Wasser vor allem aus dem Untergrund. Das ist dort der Fall, wo es beispielsweise einen See gab. Es kann sein, dass Wasser im Untergrund in das Moor fließt, zum Beispiel durch eine Quelle.

In einigen Niedermooren, in denen es viel regnete, siedelten sich Torfmoose an. Torfmoose wachsen immer weiter in die Höhe, während der untere Teil abstirbt. Sie überwuchern sogar andere Pflanzen, bis diese absterben. Durch die Torfmoose bildete sich eine neue **wachsende Torfschicht**. Sie war irgendwann so dick, dass sie zu weit vom Grundwasser entfernt war. Das Torfmoos musste von nun an mit Regenwasser auskommen. Ein solches Moor nennt man **Hochmoor**. Dazu sagt man auch **Regenmoor**. Ihren Namen „Hochmoor“ haben sie durch die gewölbte Oberfläche, die aussehen kann wie ein kleiner Bauch. In einem Hochmoor wohnen besonders seltene Pflanzen und Tiere. Eine davon ist das Torfmoos, welches oft große Flächen von Hochmooren bedeckt.

Im Torf ist viel Wasser gespeichert. Oben ist das Torfmoos und darunter ist schon der erste Torf. Die Torfschicht kann mehrere Meter dick sein und wächst 1 mm pro Jahr.

¹ <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/aktionen-und-projekte/torffrei-gaertnern/10866.html>

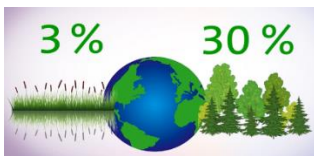
2.3 Welche Pflanzen sind typisch für Moorlandschaften?

„Eher artenarm, aber hochspezialisiert präsentiert sich die Flora in Hochmooren wie dem Hohen Venn. Auf der stellenweise nahezu 10 Meter mächtigen Torfschicht, die sich durch das Wachstum und Absterben von Pflanzen gebildet hat, können nur Pflanzen wie die unterschiedlichen Torfmoosarten existieren, die perfekt an diesen extrem nährstoffarmen Lebensraum angepasst sind. Im Hohen Venn konnten aktive Hochmoorgebiete mit einer Gesamtgröße von etwas mehr als 100 Hektar erhalten werden. In ihrem Randbereich haben sich Pfeifengras, Zwergsträucher wie Heiden, Azaleen, Heidelbeeren u.ä. und teilweise auch Stickstoff liebende Pflanzen angesiedelt. Auch Bäume wie die Moorbirke und Kiefern sind in den verlandeten Gebieten der Moorlandschaften zu finden.“²

2.4 Warum sind die Moore schützenswert?

Moore als bedeutender Kohlenstoffspeicher

Moore sind Lebensräume mit „positiver Stoffbilanz“: Es bildet sich mehr organische Substanz durch die Photosynthese der Pflanzen, als zersetzt und verbraucht wird. Die Hochmoore, die nur von Regenwasser versorgt werden, produzieren jährlich bis zu acht Tonnen Pflanzenmasse pro Hektar.



Moore machen nur 3 % der gesamten Landfläche auf unserer Erde aus, Wälder dagegen 30 %. Aber diese 3 % Moorflächen speichern doppelt so viel Kohlenstoffdioxid wie alle Wälder zusammengenommen. Entwässert wurden bisher 0,4 % der Moorflächen, aber alleine dadurch stieg die durch den Menschen verursachte Kohlenstoffdioxidbelastung der Atmosphäre weltweit um 5 % an.³

Der in den Torfböden gespeicherte Kohlenstoff wird durch den Abbau wieder freigesetzt und bildet zusammen mit dem Sauerstoff der Luft das klimaschädliche Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre. Man sollte daher torffreie Blumenerde kaufen. Wenn Abbauunternehmen heute den Torf abbauen, müssen sie große Wassergräben anlegen, damit sie über die Jahre wieder zu einem neuen Moor zusammenwachsen können.

Moore als bedeutender Wasserspeicher

Die Moore speichern große Mengen Wasser, da sie zu 95 % aus Wasser bestehen. Damit haben sie eine wichtige Rolle im Landschaftswasserhaushalt. Man kann sie mit riesigen Schwämmen vergleichen, die schnell große Wassermengen aufnehmen und dann ganz allmählich wieder an die Bäche und die Atmosphäre abgeben können. Moore sind daher hochwirksame Wasserspeicher, die eine große Bedeutung bei der Vermeidung von Überschwemmungen und Flutkatastrophen haben.

Moore als Rückzuggebiete für bedrohte Tier- und Pflanzenarten

All diese Eigenschaften machen Moore zu wichtigen Elementen im Haushalt der Natur.

2.5 Welcher Unterschied besteht zwischen Torf und Humus?

„Humus ist die organische Masse im Boden, also abgestorbene Pflanzen und Tiere, aber auch vermoderter Stallmist und Gülle. Humus ist alles, was mal gelebt hat, jetzt aber tot ist. Es ist ein Teil der organischen Bodensubstanz. Seine Herstellung ist rein natürlich und vom Menschen unbeeinflusst. Humus entsteht durch Zersetzung der toten organischen Masse (Pflanzen oder Tiere) durch Bodenlebewesen, die zusammen **EDAPHON** genannt werden:

1. **Mechanische Zerkleinerung** durch Regenwürmer, Käfer oder Larven; diese zerkleinern, zerkauen, zerbeißen das Material.
2. Mikroorganismen (Kleinstlebewesen, die man nur durch ein Mikroskop sieht) wie Pilze und Bakterien, zersetzen die organischen Stoffe weiter.
 - a. Bei der **Remineralisierung** werden organische Stoffe in Wasser und Kohlenstoffdioxid zersetzt, die anorganischen (mineralischen) Bestandteile wie Salze (z.B. Nitrate, Phosphate oder Sulfate) bleiben im Boden und dienen neuen Pflanzen als Dünger.
 - b. Von der **Humifizierung** sind die organischen Substanzen betroffen, die nicht vollständig in Wasser und Kohlenstoffdioxid umgesetzt werden können. Diese organischen Substanzen werden von den Mikroorganismen in Huminstoffe (Teilchen die kleiner sind als 2 µm (Mycrometer)) umgewandelt. Diese Stoffe werden von den Mikroorganismen nur ganz langsam abgebaut und bleiben daher sehr lange im Boden. Diese Huminstoffe sind wichtig für den Boden: Sie haben ein hohes Wasserspeichervermögen und können die Nährstoffe im Boden festhalten.“⁴

² vgl. <http://www.eifel-natur-reisen.de/de/naturgefaehrten/narzissen-ginster-co/pflanzen-moorlandschaften/>

³ vgl. https://www.planet-wissen.de/natur/landschaften/lebensraum_moor/index.html

⁴ Informationen aus dem Film: [The Simple Club – „Humus und Humifizierung - Böden Basics 3“](#)

Was ist Torf?

„Torf ist eine Form von Humus, die in Mooren durch die Sauerstoffarmut unter Wasser und den sauren pH-Wert aus abgestorbenen Moorpflanzen entsteht. Torf besteht aus unvollständig zersetzten und konservierten Pflanzenresten, vor allem aus Torfmoo- sen (Sphagnum).“⁵

Torf ist also abgelagertes, totes organisches Material, das wegen Wassersättigung und Sauerstoffmangel nicht vollständig abge- baut werden konnte; außerdem ist der pH-Wert der Torfschläm- men (Wasser + Torfmaterial) sehr sauer.

2.6 Wie haben die Menschen den Torf aus den Mooren genutzt?

Früher dachten die Menschen, das Moor sei nutzlos. Sie haben die Moore austrocknen lassen. Man sagt auch: Die Menschen haben das Moor „trockengelegt“. Dazu haben sie Gräben angelegt, durch die das Wasser abfließen konnte. Anschließend wurde der Torf abgebaut („gestochen“). Wenn der Torf getrocknet ist, brennt er gut. So nutzten die Menschen ihn zum Heizen, zum Düngen ihrer Äcker, als Einstreu für das Vieh (wie Stroh) oder als Dämmmaterial beim Hausbau. Die trocken gelegten Moorflächen standen den Menschen dann als Felder, Weiden oder als Bauland für neue Häuser zur Verfügung. Heute wird Torf nur noch als Blumenerde verkauft.



Die meisten Moore in Deutschland sind ausgetrocknet und zerstört. Die Böden sind richtig trocken. Die Moorflächen der Nordeifel (Hohes Venn an der deutsch-belgischen Grenze, Rohrfenn bei Roth, Brackvenn bei Ormont, Eschfenn bei Schlausenbach) sind unter Naturschutz gestellt.

3. Praktischer Teil

3.1 Ziel der Untersuchungen

Um der weiteren Zerstörung der Moore entgegenzuwirken, ist es notwendig, im Gartenbereich auf torffreie Pflanzerde umzustei- gen. Bei unseren Experimenten vergleichen wir torfhaltige und torffreie Pflanzerden miteinander.

Im einzelnen untersuchen wir von den unterschiedlichen Pflanzerden

- die Wasseraufnahmekapazität,
- das Wasserspeichervermögen,
- die Dichte („Fluffigkeit“ bzw. Lockerheit) und Strukturstabilität,
- der pH-Wert von Aufschlämungen in Wasser,
- der Gehalt an (Nähr-) Salzen (Ascheanteil bei Verbrennungen),
- der Anteil an (brennbarem) organischem Material und
- das Wärmespeichervermögen mit Hilfe einer Wärmebildkamera.

Natürlich interessieren wir uns auch für Moore der Eifel. Wir haben uns einige Moor- landschaften der Nordeifel (z.B. das Hohe Venn und auch das Brackvenn bei Ormont) angeschaut und dabei beobachtet, welche Pflanzen dort wachsen. In Ormont durften wir ein paar „Puschel“ Torfmoos entfernen. Wir haben diese in Biosphären gepflanzt und pflegen sie. Einige Blättchen untersuchen wir mikroskopisch, um etwas über die Natur der Torfmoose zu erfahren.



3.2 Die untersuchten Pflanzerden

Um Herauszufinden, ob Torf(erde) wirklich ganz besondere Eigenschaften hat, haben wir unterschiedliche torfhaltige und torffreie Pflanzerden besorgt und diese mit naturreinem Torf auf verschiedene Eigenschaften hin untersucht. Die Erden von Gartenmarkt Profi Müller hat uns Herr Matthias Willems (Eigentümer des Marktes) kostenlos zur Verfügung gestellt. Vielen Dank!

⁵ <https://www.isteshaltbar.de/faq/was-ist-der-unterschied-zwischen-torf-und-humus>

Erde Nr.	1	2	3	4	5
Hersteller	Gartenwerk	Profi Bauvista	Acricon	Hawita-Fruhstorfer	Gartenkraft
Bezeichnung	Rhododendronerde	Hochbeeterde	Pflanzerde	Balkonpflanzeerde	Weißtorf (naturrein)
torfhaltig/torffrei	torfhaltig	torffrei	torffrei	torfhaltig	torfhaltig
Preis	0,30 €/l	0,20 €/l	0,10 €/l	0,50 €/l	0,12 €/l
Händler	Profi Müller - Prüm	Profi Müller - Prüm	Center-Shop	Profi Müller - Prüm	Raiffeisenmarkt



3.3 Untersuchung der Wasseraufnahmekapazität

Beim Gießen oder bei Regen ist es wichtig, dass die Pflanzeerde möglichst viel Wasser binden kann. Daher untersuchen wir unsere Pflanzenerden auf die Menge an Wasser, die sie ausgehend vom getrockneten Zustand aufnehmen können. Es ist sehr wichtig: Falls die Erde einmal ausgetrocknet ist, soll sie sich gut wieder durchfeuchten lassen.

Benötigtes Material:

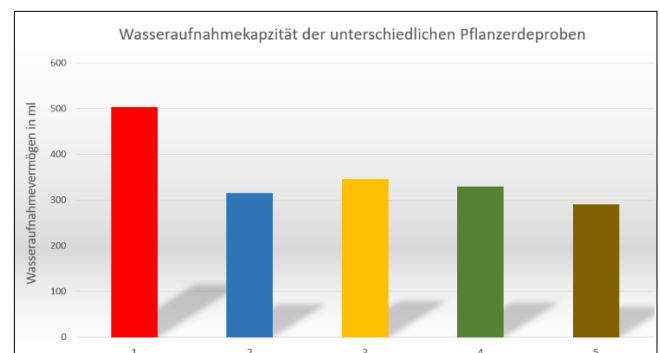
Benötigte „Gerätschaften“	Benötigte Chemikalien	Vorsichtsmaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> Messbecher Teelöffel oder Metallspatel Messzylinder (V = 100 ml) Digitale Waage 	<ul style="list-style-type: none"> Pflanzenerdeproben (getrocknet) Entionisiertes Wasser 	/

Versuchsaufbau und – durchführung:

- 150 g getrocknete Pflanzenerdeproben werden eingewogen in einen Messbecher.
- Dann gibt man Wasser aus einem Messzylinder dazu in kleinen Portionen, verrührt und wartet ab, bis alles aufgenommen ist. Dann gibt man die nächsten Portionen hinzu
- Das macht man so lange, bis kein Wasser mehr aufgenommen wird und eine kleine Pfütze unten im Messbecher steht.
- Das Experiment wird zwei Mal durchgeführt. Der Mittelwert der beiden Einzelerperimente wird in der Tabelle als Wasserkapazität angegeben.

Beobachtung:

Erde Nr.	1	2	3	4	5
Aufgenommenes Wasservolumen in ml – Messung 1	506 ml	320 ml	350 ml	330 ml	290 ml
Aufgenommenes Wasservolumen in ml – Messung 2	500 ml	310 ml	340 ml	330 ml	290 ml
Durchschnitt	503 ml	315 ml	345 ml	330 ml	290 ml



Ergebnis:

Man erkennt einen eindeutigen Favoriten bei der Rhododendronerde von Gartenwerk. Sie kann sehr viel mehr Wasser aufnehmen und an sich binden als die anderen Proben.

Untersuchung: „Wasseraufnahmekapazität“					
Pflanzenerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★★★		★	★	

Bewertungsstreifen⁶

⁶ Wir bewerten die Pflanzenerden am Ende eines Experimentes, in dem wir Sterne zuordnen: 3 Sterne für die Erde mit dem besten Ergebnis, 2 für die Pflanzenerde mit dem zweitbesten Ergebnis Bei dem obigen Experiment haben wir zwei Mal einen Stern vergeben, weil diese Erden sehr weit vom Sieger entfernt waren. – Der „Gesamtsieger“ der Untersuchungen ist die Erde, die insgesamt die meisten Sterne erzielt hat.

3.4 Untersuchung der Dichte

Pflanzerden sollen möglichst locker und nicht zu schwer sein, damit sie luftdurchlässig bleibt, damit Staunässe verhindert wird (aus lockerem Boden kann Wasser wieder leichter verdunsten und auch nach unten ablaufen) und feine Wurzeln von Pflanzen sicheren Halt haben, aber nicht zerdrückt werden, um sich auch gut entwickeln zu können.

Benötigtes Material:

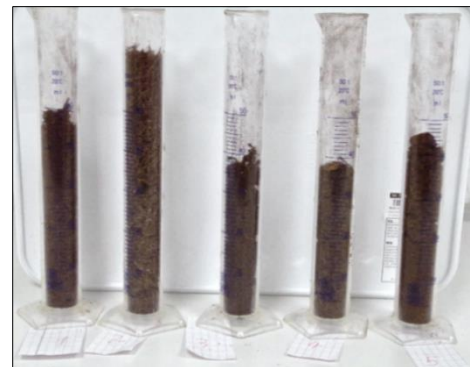
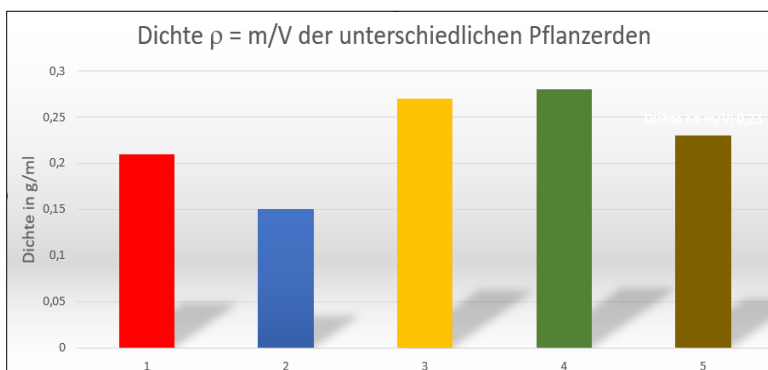
Benötigte „Gerätschaften“	Benötigte Chemikalien	Vorsichtsmaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> Messzylinder Teelöffel oder Metallspatel Digitale Waage 	<ul style="list-style-type: none"> Pflanzerdeproben 1 bis 5 	/

Versuchsaufbau und – durchführung:

- Mit Hilfe eines Spatels oder eines Löffels werden genau $m = 10\text{ g}$ Erde auf einer Waage in einen Messzylinder eingewogen.
- Man liest die Volumina ab.
- Man berechnet die Dichte $\rho = m/V$.

Beobachtung:

Erde Nr.	1	2	3	4	5
Volumen von $m = 10\text{ g}$ Erde	48 ml	65 ml	37 ml	36 ml	43 ml
Dichte $\rho = m/V$	0,21 g/ml	0,15 g/ml	0,27 g/ml	0,28 g/ml	0,23 g/ml



Ergebnis:

Man erkennt, dass besonders bei der torffreien Pflanzerde 2 1 ml vergleichsweise wenig wiegt; diese Erde scheint am lockersten zu sein.

Untersuchung: „Dichte“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★★	★★★			★

3.5 Untersuchung der Komprimierbarkeit der unterschiedlichen Böden

Um sowohl die Durchlüftung als auch die Wasserversorgung zu gewährleisten, muss die Pflanzerde ein günstiges Verhältnis zwischen feinen und groben Bestandteilen aufweisen. Die Komprimierbarkeit der Proben sagt etwas aus über den Anteil an größeren Bestandteilen, die bestimmt wichtig sind für die „Strukturstabilität“; die Erde soll ja nicht mit der Zeit zusammenfallen und die Wurzeln der Pflanzen dann zerdrücken.

Benötigtes Material:

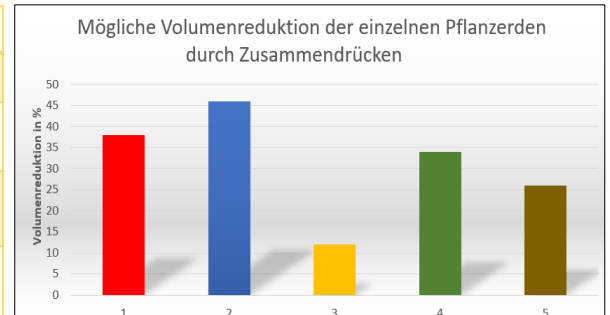
Benötigte „Gerätschaften“	Benötigte Chemikalien	Vorsichtsmaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> Messzylinder (100 ml) Teelöffel oder Metallspatel Messer mit dickem Griff 	<ul style="list-style-type: none"> Pflanzerdeproben 1 bis 5 	/

Versuchsaufbau und – durchführung:

- In einen Messzylinder werden mit einem Spatellöffel genau 50 ml einer getrockneten Pflanzeerdeprobe eingefüllt.
- Nun drückt/stampft man die Erden mit dem Griff eines Messers zusammen und zwar so lange, bis das Volumen sich nicht mehr verringern lässt.
- Man liest das Endvolumen im Messzylinder ab und berechnet die Volumendifferenz.

Beobachtung:

Erde Nr.	1	2	3	4	5
Anfangsvolumen	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml
Volumen nach Festdrücken	31 ml	27 ml	44 ml	33 ml	37 ml
Verringerung des Volumens in ml nach Festdrücken	19 ml	23 ml	6 ml	17 ml	13 ml
Verringerung des Volumens in % nach Festdrücken	38%	46%	12%	34%	26%



Ergebnis:

Die torffreie Hochbeeterde kann am besten verdichtet werden (auf 46 % des Ursprungsvolumens). Am wenigsten kann die agricon-Erde verdichtet werden (nur 12 % des Ursprungsvolumens) ausgeprägt. Bei den anderen drei Erden liegt der Wert zwischen 26 % und 38 %.

Untersuchung: „Komprimierbarkeit“					
Pflanzeerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★★	★★★★		★	

„Torf und Kokos sind äußerst strukturstabil, weshalb eine Zimmerpflanzeerde mit hohem Torf- oder Kokosanteil auch nach mehreren Jahren im Topf kaum an Volumen verloren hat. Hochbeeterden hingegen sacken innerhalb einer Saison erheblich nach, weil Mikroorganismen den in hohen Anteilen enthaltenen Kompost und Rindenhumus zersetzen. Dabei werden Nährstoffe und Wärme frei – einer der großen Vorteile vom Hochbeetgärtnern und somit ein erwünschter „Makel“.“⁷

3.6 Untersuchung des Wasserspeichervermögens

Es ist sehr wichtig, dass Pflanzen Wasser auch speichern können und nicht so schnell abgeben. Das ist ganz besonders wichtig, wenn man gegossen hat und danach wieder lange die Sonne scheint.

Benötigtes Material:

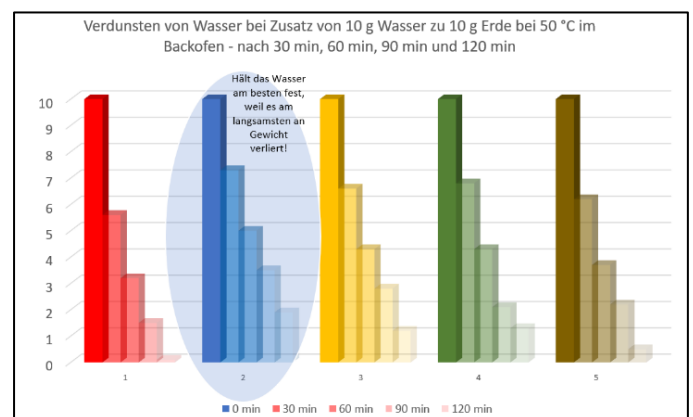
Benötigte „Gerätschaften“		Benötigte Chemikalien
<ul style="list-style-type: none"> • Petrischalen • Teelöffel oder Metallspatel • Digitale Waage 	<ul style="list-style-type: none"> • Backofen • Pipette 	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzeerdeproben 1 bis 5 • Wasser

Versuchsaufbau und – durchführung:

- Mit Hilfe eines Spatels oder eines Löffels werden genau m = 10 g Erde auf einer Waage in eine Petrischale eingewogen.
- Man stellt die Probe auf die Waage und gibt mit einer Pipette 10 g Wasser dazu.
- Die Proben werden in den Backofen gestellt (T = 50 °C).
- Im Abstand von 30 min entnimmt man die Proben und misst, wieviel Wasser noch enthalten ist.

Beobachtung:

- Beim Befeuchten mit Wasser sieht man, dass der Weisstorf und die Erde 1 (torfhaltig) das Wasser nicht so schnell aufnehmen wie die anderen. Es perlt etwas ab.



⁷ <https://www.substrate-ev.org/hochwertige-blumenerde-eine-wissenschaft-fuer-sich/>

- Pflanzerde 2 speichert das Wasser am besten. Es verliert in 30 min weniger Wasser als die anderen. Gerade am Anfang verlieren der Torf und Erde 1 am meisten Wasser.

Ergebnis:

Pflanzerde 2 – torffrei – zeigt das beste Speichervermögen.

Untersuchung: „Wasserspeichervermögen“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★★★	★★	★		

3.6 Untersuchung des Anteils an brennbarem organischem Material

Man sagt, die Moore seien deswegen so schützenswert, weil wichtige Kohlenstoffspeicher sind. „Beinahe die Hälfte des als Kohlendioxid in der Atmosphäre vorhandenen Kohlenstoffs ist in Mooren gebunden.“⁸ Wir wollen nun mit dieser Untersuchung herausfinden, ob die torffreien Erden tatsächlich weniger Kohlenstoff enthalten, indem wir die Erden trocknen und dann in einem Verbrennungskalorimeter in Sauerstoff verbrennen. Das, was dann übrigbleibt, wird der Anteil an enthaltenen Salzen sein.

Aufbau & Funktion des Verbrennungskalorimeters:

Das Verbrennungskalorimeter ist ein großes Glasgefäß und besteht aus zwei Teilen:



1. Der wichtigste Teil ist die **Verbrennungskammer**. In diese kann man die Probe, die verbrannt wird, in einem **Porzellantiegel** hineinstellen. An zwei **Metallelektroden** kann man einen zu einer **Glühwendel** geformten Draht befestigen. Diese Elektroden kann man über zwei Kabel mit einem **Netzgerät**/einer Batterie verbinden. Die Glühwendel wird in die Substanz gedrückt, die im Porzellantiegel verbrannt wird; sie sind wichtig, um die Substanz zu entzünden.



Im Boden des Kalorimeters gibt es noch einen **Anschluss für die Sauerstoffgasflasche**, damit die Verbrennung auch vollständig erfolgen kann.

2. Im oberen Teil kann man **Wasser** mit Hilfe eines Trichters einfüllen. Dieser Teil umgibt die Verbrennungskammer; die Verbrennungsgase werden durch eine **Glasspirale** durch das Gerät geleitet und geben dabei die Wärme aus der Verbrennung an das Wasser ab. Mit einem **Rührer** kann man für eine gleichmäßige Vermischung von erwärmtem und kälteren Wasser sorgen. Mit einem **Thermometer** (wird durch die Öffnungen hineingesteckt) ermittelt man die Temperaturänderung durch die Verbrennung in der Verbrennungskammer.

➔ Je stärker sich das Wasser oberhalb des Verbrennungskalorimeters erwärmt, desto mehr Energie wurde bei der Verbrennung der Substanz im Porzellantiegel freigesetzt.

Benötigtes Material:

Benötigte „Gerätschaften“		Benötigte Chemikalien	Vorsichtsmaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • Verbrennungskalorimeter • Laborwaage • Messbecher • Porzellantiegelchen • Metallöffel 	<ul style="list-style-type: none"> • Mörser mit Pistill • Leitfähigkeitsmessgerät • Netzgerät • Digitales Thermometer 	<ul style="list-style-type: none"> • Wasser • Pflanzerdeproben • Sauerstoff (aus der Gasflasche) 	Vorsicht beim Umgang mit der Sauerstoff-Gasflasche

Versuchsaufbau und – durchführung:

- Man stellt das Verbrennungskalorimeter auf eine Waage und füllt genau 1000 g Wasser aus der Wasserleitung ein.
- Man misst die Temperatur des Wassers.
- Man stellt das Porzellantiegelchen auf die Waage und wiegt eine bestimmte Masse ($m = 2 \text{ g}$)
- Nun stellt man den Tiegel in die Halterung auf der Bodenplatte des Kalorimeters und drückt die Glühwendel in die Bodenprobe. Die Enden der Glühwendel sind mit einer Batterie („Netzgerät“) verbunden.
- Man stellt das Glasgefäß mit dem Wasser auf die Grundplatte und leitet Sauerstoff in das Kalorimeter.

⁸ https://www.planet-wissen.de/natur/landschaften/lebensraum_moor/index.html

- Das Netzgerät wird angeschaltet, die Glühwendel leuchtet und dann entzündet sich die Erde im Tiegel. Schnell stellt man das Netzgerät ab.
- Man wartet ab, bis die Erde verbrannt ist und misst dann die Temperatur des Wassers wieder.
- Wenn alles abgekühlt ist, kann man den Rest („Asche“) im Porzellantiegel wiegen.

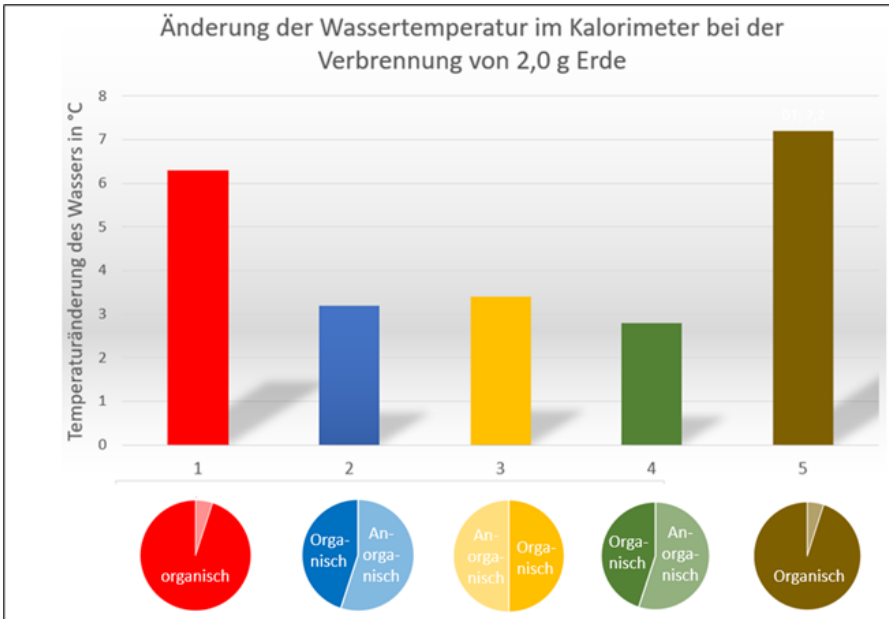
Beobachtung:



Erde Nr.	1	2	3	4	5
m_{Tiegel}	12,0 g	12,9 g	12,3 g	12,3 g	13,0 g
$m_{\text{Tiegel+Erde}}$	14,0 g	14,9 g	14,3 g	14,3 g	15,0 g
$m_{\text{Erde}} = m_{\text{Tiegel+Erde}} - m_{\text{Tiegel}}$	2,0 g	2,0 g	2,0 g	2,0 g	2,0 g
T_{Anfang} (Wasser im Kalorimeter)	14,1 °C	12,6 °C	13,9 °C	11,0 °C	10,6 °C
T_{Ende}	20,4 °C	15,8 °C	17,3 °C	13,8 °C	17,8 °C
$\Delta T = T_{\text{Ende}} - T_{\text{Anfang}}$	6,3 °C	3,2 °C	3,4 °C	2,8 °C	7,2 °C
m_{Ende}	12,1 g	14,0 g	13,3 g	13,4 g	13,1 g
$m_{\text{Asche}} = m_{\text{Ende}} - m_{\text{Tiegel}}$	0,1 g	1,1 g	1,0 g	1,1 g	0,1 g
$m_{\text{organisch}} 2,0 \text{ g} - m_{\text{Asche}}$	1,9 g	0,9 g	1,0 g	0,9 g	1,9 g

In diesem Verbrennungskalorimeter ist die Verbrennung wirklich vollständig, weil Sauerstoff aus der Gasflasche zugeführt wird. Man erkennt an den Resten im Porzellantiegelchen nur noch Asche bzw. Salze (grau) als Rückstand.

Je größer die Temperaturänderung des Wassers im Verbrennungskalorimeters ist, desto länger hat die Pflanzeerdeprobe gebrannt (→ Verbrennungsenergie an das Wasser abgegeben) und desto weniger Rest (also Asche – anorganischer Teil) bleibt übrig.



Organischer Teil der Probe – Teil, der verbrennt

Anorganischer Teil der Probe – Teil, der als Asche übrig bleibt

Ergebnis:

Torf und die torfhaltige Rhododendronerde haben einen hohen Anteil an organischen Stoffen. Nur sehr wenig Asche bleibt übrig. Erde 4 ist ebenfalls torfhaltig. Hier war der organische Anteil aber nicht so hoch. In der Beschreibung der Erde 4 (Anhang) steht, dass dort Vulkanton enthalten ist; das erklärt den hohen Anteil an Resten. Auch bei der Erde 2 sind solcher Speichertone beigemischt.

Untersuchung: „Organischer Anteil“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★★		★		★★★

3.7 Untersuchung der Wärmeaufnahmekapazität der unterschiedlichen Pflanzerden

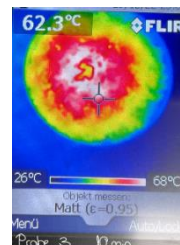
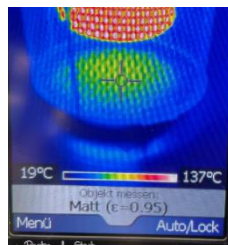
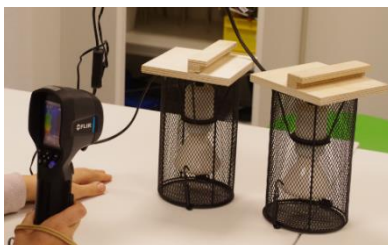
Gute Erde muss die Wärme der Sonne gut aufnehmen und auch halten. Wir schauen bei diesem Experiment, wie schnell sich die Erden erwärmen.

Benötigtes Material:

Benötigte „Gerätschaften“	Benötigte Chemikalien	Vorsichtsmaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> Wärmebildkamera Flir I7 Glasschalen Stoppuhr Wärmelampe (aus dem Klimakoffer) 	<ul style="list-style-type: none"> Pflanzerdeproben Sauerstoff (aus der Gasflasche) 	Vorsicht beim Umgang mit der Sauerstoff-Gasflasche

Versuchsaufbau und – durchführung:

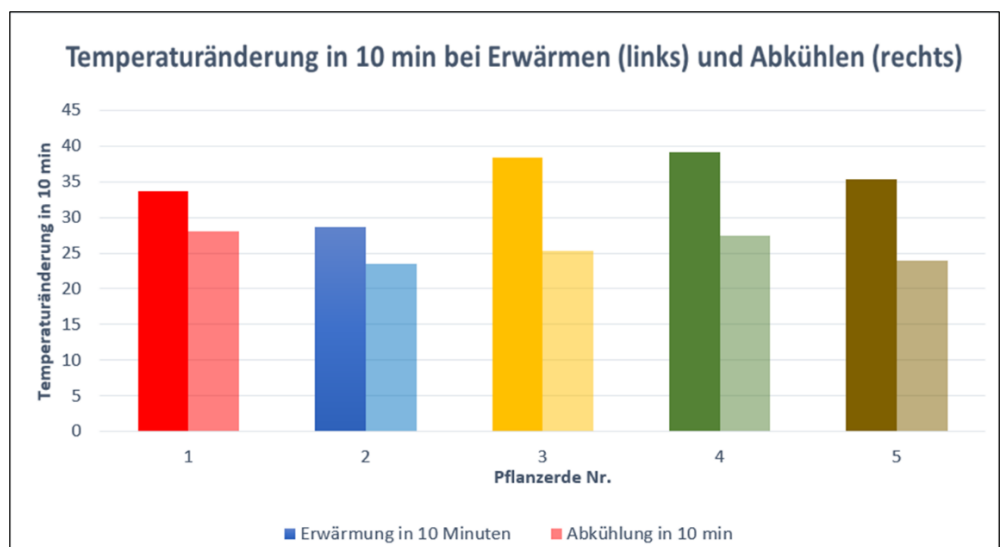
- Die Wärmelampe braucht 20 min Zeit zum Warmwerden.
- Die Pflanzproben schüttet man in kleine Glasschalen.
- Man bestimmt die Temperatur an der Oberfläche mit der Wärmebildkamera.
- Man stellt die Wärmelampe (ca. 150 °C warm) im Drahtkorb über die Erde und startet die Zeitmessung.
- Nach 10 Minuten entfernt man sie, misst die Temperatur
- Man lässt die Proben bei Zimmertemperatur stehen und misst nach genau 10 Minuten Abkühlungszeit wieder die Temperatur.



Beobachtung:

Wenn die Pflanzerdeproben genau zehn Minuten mit der Wärmelampe bestrahlt werden, erwärmen sie sich die Sorten unterschiedlich. Die günstige Acricon-Erde (vom Center-Shop – Nr.3) und die teuerste (Nr. 4) erwärmen sich etwas mehr.

Weil die Ergebnisse hier nicht eindeutig sind und es keine deutlichen Unterschiede gibt, haben wir hier keine Sterne verteilt.



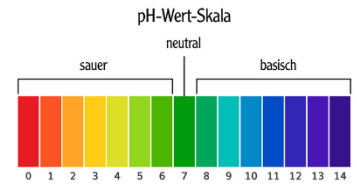
Ergebnis:

Mit Blick auf das Aufwärm- und Abkühlungsverhalten gibt es keine eindeutige Abstufung.

3.8 Untersuchung des pH-Wertes & der Leitfähigkeit von Pflanzerdeaufschlämmungen

Gärtner sagen, dass das Wachstum von Pflanzen davon abhängt, wie „wohl“ sie sich in den Erden fühlen. Ein Kriterium ist auch der „Säuregrad“ der Erden. Dieser kann über den pH-Wert angegeben werden.

Außerdem brauchen die Pflanzen Nährstoffe in Form von Salzen. In diesem Versuch werden Erdeproben in Wasser „aufgeschlämmt“; das Filtrat wird dann auf den pH-Wert und den Gehalt an Salzen (→ Stoffe, die den elektrischen Strom leiten, wenn sie in Wasser aufgelöst sind.) untersucht. Die Salze aus den Erden lösen sich bei Zugabe von Wasser.

**Benötigtes Material:**

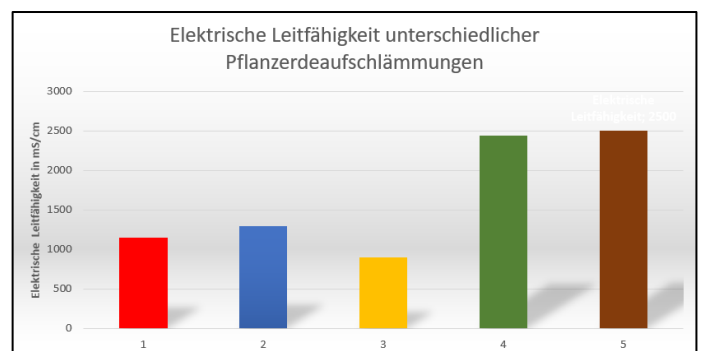
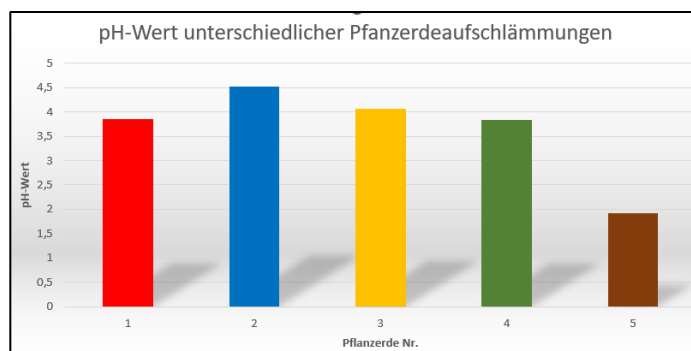
Benötigte „Gerätschaften“		Benötigte Chemikalien
<ul style="list-style-type: none"> • Bechergläser • Labor-Waage • Spatellöffel • pH-Meter mit pH-Elektrode • Leitfähigkeitsmessgerät 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunststofftrichter • Erlenmeyerkolben • Faltenfilter • Glasstäbe zum Rühren 	<ul style="list-style-type: none"> • Wasser • Pflanzerdeproben

Versuchsaufbau und – durchführung:

- 15,0 g getrocknete Pflanzerde wird mit Hilfe eines Spatellöffels in ein Becherglas eingewogen.
- 75 g entionisiertes Wasser wird zugesetzt.
- Die Suspension („fest in flüssig“) wird mit einem Glasstab gut verrührt.
- Nun filtriert man die Suspension (Trichter mit Faltenfilter) und das Filtrat wird in einem Erlenmeyerkolben aufgefangen.
- Das Filtrat wird mit einer pH-Elektrode untersucht; der pH-Wert wird am angeschlossenen pH-Meter abgelesen.
- Anschließend untersucht man das Filtrat mit einem Leitfähigkeitsmessgerät.
- In dieser Weise verfährt man mit allen Pflanzerden.

Beobachtung:

Erde Nr.	1	2	3	4	5
pH-Wert	3,85	4,53	4,06	3,84	1,92
Elektrische Leitfähigkeit	1150 $\mu\text{S/cm}$	1300 $\mu\text{S/cm}$	896 $\mu\text{S/cm}$	2440 $\mu\text{S/cm}$	2500 $\mu\text{S/cm}$

**Ergebnis:**

Die Torferdesuspension ist im Vergleich zu den anderen Erdesorten sehr sauer, so sauer wie Magensäure. Die Pflanzerdesuspensionen 1 und 4 haben einen niedrigeren pH-Wert als die von 2 und 3. 1 und 4 enthalten auch Torf.

Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit zeigt, dass die Filtrate der Erde 4 und der Torfboden (5) sehr gut leiten. Das Experiment mit der Verbrennung im Kalorimeter zeigt, dass nach der Verbrennung von Erdesorte 4 viel Asche (= Salz) übrigbleibt; das bestätigt also die Leitfähigkeitsmessungen zu 4. Aber beim Torf? Da dürfte die Leitfähigkeit nicht so hoch sein, weil nur ein ganz kleiner Ascheanteil im Torf ist. Ist sie aber! Wie kann man das erklären: Taucht man die Leitfähigkeitselektrode in unterschiedliche saure Flüssigkeiten (Essig-Essenz, Citronensäure ...), so stellt man auch hohe Leitfähigkeitswerte fest. Hohe Leitfähigkeit einer Flüssigkeit kann also wahrscheinlich zwei Ursachen haben: viel gelöste Salze oder viel Säure in der Lösung. **Also ist es nicht möglich, von der Leitfähigkeit des Filtrates auf den Nährstoffgehalt der Pflanze zu schließen.** Da brauchen wir das Ergebnis aus der Verbrennung: Bei der Verbrennung von Probe 4 bleibt viel Asche/Salz übrig; die Leitfähigkeit des Filtrates ist also auf den hohen Nährstoffgehalt der Erde zurückzuführen. Bei der Verbrennung von Torf bleibt wenig Asche übrig; trotzdem leitet das Filtrat den elektrischen Strom gut: Die hohe elektrische Leitfähigkeit des Torfs ist darauf zurückzuführen, dass der Torf so sauer ist.

Die Erden 1 – 3 haben einen ähnlichen Säuregrad, unterscheiden sich aber in der elektrischen Leitfähigkeit der Filtrate. Die günstige Pflanze 3 vom Center-Shop hat einen geringen Anteil an brennbaren, organischen Stoffen, aber auch eine geringe Leitfähigkeit des Filtrates der Aufschlammungen, was für sehr wenig Salze/Pflanzennährstoffe spricht. Was mag da wohl beigemischt sein?

Untersuchung: „pH-Wert“ (nicht zu sauer)					
Pflanze	1	2	3	4	5
Bewertung	★	★★★★	★★		

Untersuchung: „Elektrische Leitfähigkeit“					
Pflanze	1	2	3	4	5
Bewertung		★		★★★	★★★★★

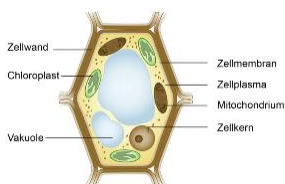
Nur wegen der großen Zahl an sauer machenden Teilchen

3.9 Eigenschaften von Torfmoosen – Zellaufbau

Dass Torf aus den Mooren so sauer ist, haben wir aus einer echten Probe aus dem Brackfenn bei Ormont auch noch einmal bewiesen: Der pH-Wert der Aufschlammung liegt bei 1,3. Das ist wirklich extrem sauer. Außerdem haben wir in Pfützen und Gewässern in den Mooren pH-Werte gemessen: Auch die liegen im sauren Bereich An manchen Stellen sogar unter 5,5. Was macht die Böden so sauer? Um diese Frage zu beantworten, untersuchen wir Torfmoose aus den Mooren zunächst mikroskopisch.

Mit einem leistungsstarken Mikroskop – das Leica DM500 – werden die Bilder auch auf einen angeschlossenen Bildschirm übertragen, weil es auch über eine eingebaute Kamera verfügt.

Was sieht man aber nun eigentlich, wenn man Torfmoosteile mikroskopiert? In starker Vergrößerung (400fach) sieht man den zellulären Aufbau des Torfmooses.



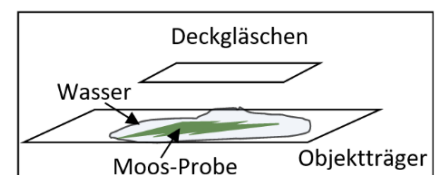
„Zellen sind Grundbausteine aller Lebewesen. Sie unterscheiden sich in Form, Größe und Funktion. Pflanzliche und tierische Zellen weisen im Bau Gemeinsamkeiten auf, wie Zellmembran, Zellplasma und Zellkern. Bei pflanzlichen Zellen sind neben den genannten Bestandteilen die Zellwand, Chloroplasten mit Chlorophyll und Vakuolen (Zellsafträume) vorhanden.“⁹

Benötigtes Material:

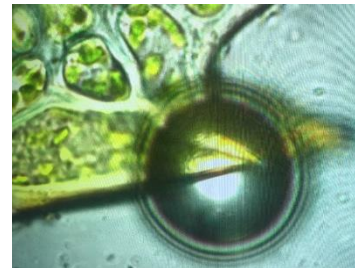
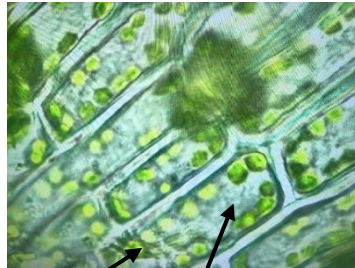
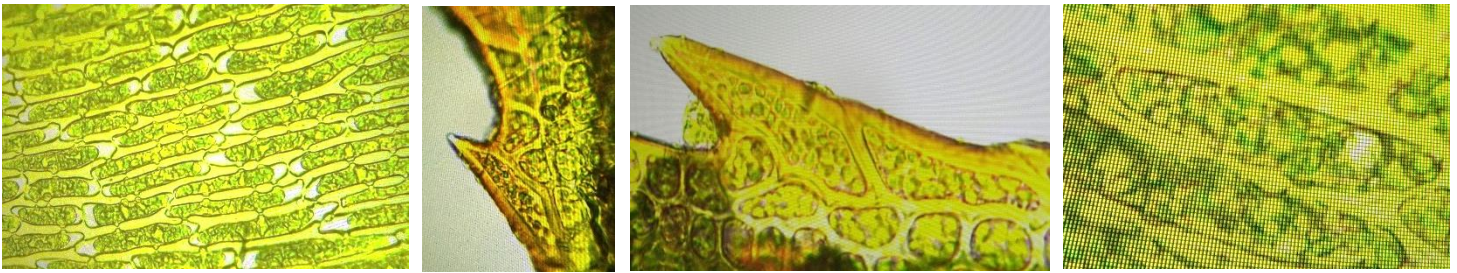
Benötigte „Gerätschaften“		Benötigte Chemikalien
<ul style="list-style-type: none"> • Mikroskop • Objektträger • Deckgläschen 	<ul style="list-style-type: none"> • Pinzette • Pipette 	<ul style="list-style-type: none"> • Wasser (aus der Spritzflasche) • Moosblättchen

Versuchsaufbau und – durchführung:

- Ein winzig kleines Blättchen eines Torfmooses wird mit einer Pinzette abgetrennt und auf einen Objektträger gelegt.
- Mit einer Pipette tropft man zwei oder drei Tropfen Wasser darauf und legt ein Deckgläschen darauf.
- Man legt die Anordnung unter das Mikroskop (Leica DM 400), das eine Kamera enthält, die an einen größeren Bildschirm angeschlossen ist, und sucht nach guten Einstellungen. Man braucht viel Geduld.



⁹ <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/pflanzenzelle-tierzelle>

Beobachtung:

Chloroplasten → Vakuole mit Zellsäften (?) Zellwände mit Cellulose –stabil

Man beobachtet beim Blick durch das Mikroskop Zellen, die dicke Zellwände haben. Die Zellwände sind an den Rändern besonders stark ausgeprägt. Man erkennt die zackige Struktur der kleinen Blättchen. Deutlich sind die grünen Kügelchen in den Zellen erkennbar, die Chloroplasten. Sichtbar sind auch die farblosen „Blasen“, vielleicht sind das die Vakuolen.

Ergebnis:

Für uns ist es sehr faszinierend gewesen, diese feinen Strukturen eines winzigen Blättchens Torfmoos überhaupt erkennen zu können, die Zacken, die grünen Chloroplasten und auch die Vakuolen. Die besonders starken Zellwände an den Rändern sollen der Pflanze wahrscheinlich Festigkeit und Schutz geben.

Wir haben uns aber auch über die Torfmoose weiter informiert:

„Die Blättchen von Moosen bestehen **nur aus einer Zellschicht**. Sie können alle notwendigen Stoffe zu ihrem Wachstum aus der Umgebung (z.B. Regenwasser) aufnehmen. Warum ist das wichtig? Moose haben keine „Leitgewebe“ im Stamm, um Wasser und Nährstoffe aus dem Boden „aufzusaugen.“¹⁰

„Das Torfmoos besitzt folgende Konkurrenzvorteile:

- Torfmoose können selbst in geringsten Konzentrationen vorkommende Nährstoffe aufnehmen. Im Gegenzug geben sie sauer machende Teilchen („Wasserstoffionen“) an die Umgebung ab, womit sie sich **selbst ein saures Milieu** schaffen, das Konkurrenten im Wuchs behindert.
- Torfmoose können praktisch unbegrenzt wachsen. Während sich die Pflanze nach oben hin entwickelt, stirbt die Basis wegen Luftabschluss ab; aus dem sich unvollständig zersetzenden Gewebe entsteht Torf.
- Torfmoose reduzieren ihre Stoffwechsel-Vorgänge in Trockenzeiten auf ein Minimum. Kommt es dann zu Niederschlägen, sind diese Pflanzen in der Lage, in ihren großen Speicherzellen (Hyalinzellen) **mehr als das 30-fache ihrer Trockenmasse an Wasser** zu speichern. Die Zellen der Pflanze verhalten sich wie Quellkörper.“¹¹



Bis zum Wettbewerb versuchen wir noch, Torfmoosstängel zu mikroskopieren, um zu sehen, dass sie wirklich keine Leitgewebe wie andere Pflanzen besitzen. Da brauchen wir aber Hilfe von geübten Biologen.

¹⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=ceR5YxIWAsI>

¹¹ <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Torfmoose>

3.10 Eigenschaften von Torfmoosen – Untersuchung der Pflanzensäfte

Um herauszufinden, ob nun die Torfmoose selbst Säuren enthalten in ihren Zellen, zerstören wir die Zellstruktur.

Benötigtes Material:

Benötigte „Gerätschaften“	Benötigte Chemikalien	Vorsichtsmaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> • Mörser mit Pistill • pH-Elektrode und pH-Meter • pH-Papier 	<ul style="list-style-type: none"> • mehrere Torfmoosästchen • etwas Vogelsand 	/

Versuchsaufbau und – durchführung:

- Ein paar Torfmoosästchen werden mit etwas Seesand verrieben in einem Mörser mit einem Pistill (Zerreiber).
- Man gibt etwas Wasser dazu, filtriert die Aufschlämmung und bestimmt den pH-Wert des Filtrates mit

Beobachtung:

- Wenn man die Torfmoose mörsert, dann entsteht eine sehr flüssige „Masse“ ... dünn wie Wasser.
- Diese untersucht man mit angefeuchtetem pH-Papier: orange färbt sich das Papier. Die flüssige Masse hat einen pH-Wert unter 5 Vielleicht pH = 4
- Der pH-Wert des Filtrates liegt im sauren Bereich: pH = 5,5.



Ergebnis:

Wenn die Torfmoose flüssig werden, hat man wahrscheinlich die ganzen Zellen zerquetscht, so dass die Pflanzensäfte austreten. Das angefeuchtete pH-Papier zeigt an, dass der aus den Zellen ausgetretene Pflanzensaft sauer ist, vermutlich mehr sauer als das Filtrat, weil ja mit Wasser verdünnt wurde.

Das Filtrat der Aufschlämmung der Moorböden ist ähnlich sauer (pH = 4,5 – 5,5). Grund dafür ist wahrscheinlich, dass bei der Humifizierung der Abbauprodukte der Torfmoose (Kap. 2.2) viele Stoffe entstehen, die den Boden sauer machen. Im Internet war von HUMINSÄUREN die Rede.

4 Zusammenfassung

Unsere vergleichenden Untersuchungen an Pflanzenerden haben folgende Ergebnisse ergeben:

- Die von uns verwendeten torffreien Erden scheinen ähnlich gute Eigenschaften zu haben wie die torfhaltigen: Sie haben nur wenig weniger organischen Anteil als die torfhaltige Erde 1 und der Torf. Die torfhaltige Erde 4 hat weniger organischen Anteil und viele Salze. Das sieht man auch an der hohen Leitfähigkeit der Filtrate der Aufschlämmungen.
- Die Filtrate der Aufschlämmungen der torfhaltigen Erden haben nur etwas niedrigere pH-Werte und sind daher grundsätzlich etwas saurer. Es ist wahrscheinlich nicht so viel Torf beigemischt. Der naturreine Weißtorf hat dagegen (wie die Erde aus dem Moor) einen sehr niedrigen pH-Wert: Das bedeutet, dass man sie nur verwenden kann für Pflanzen, die mit diesen Bedingungen klarkommen, also solche, die man auch in den verlandeten (vertrockneten) Teilen des Moors findet: Heiden, Azaleen, Rhododendren
- Die sehr günstige Acrigon-Erde vom Center-Shop ist „schwer“, hat als eine hohe Dichte und lässt sich wenig weiter verdichten. Sie hat einen geringeren organischen Anteil und die Leitfähigkeit des Filtrates aus der Aufschlämmung ist niedrig; also sind da auch nicht viele Nährsalze für die Pflanzen enthalten. Was dort aber zusätzlich zugesetzt ist, wissen wir nicht, weil der Text auf der Packung auf Holländisch steht.

Welche Pflanz Erde ist nun die Beste? Können die torffreien die torfhaltigen Pflanz erden ersetzen? Die „Sterneauswertung“ zeigt, dass bei unseren Messungen eine torffreie Erde (blau – Nr. 2 – 30 %) insgesamt am besten abgeschnitten hat. Erde 1 schneidet in auch in vielen Kategorien gut ab, ist aber torfhaltig. Die sehr preisgünstige Erde aus dem Center-Shop erfüllt die Bedingungen weniger. Gartentorf ist als reine Pflanz Erde nicht geeignet.

Trotzdem: Es ist nicht einfach zu entscheiden, welche Erde DIE beste ist. Immer muss man die Erde bedarfsgerecht aussuchen.

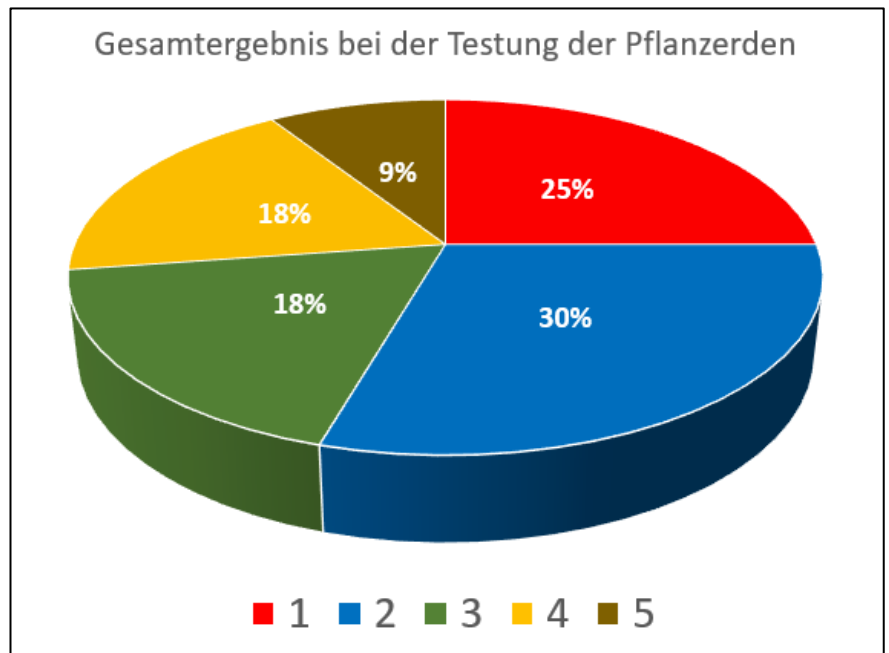
Allerdings ist noch zu klären, wo die Torfer-satzstoffe der torffreien Erden herkommen. Enthalten torffreie Erden Kokosfasern oder andere Bestandteile, deren Weg zu uns nach Deutschland sehr weit ist, dann ist auch nicht besonders viel gewonnen, denn beim Transport wird Kohlenstoffdioxid freigesetzt; außerdem kann wir die Anbau- und Verarbeitungsbedingungen der Ersatzstoffe nicht. Unser Vorschlag: Eine Alternative zu Torf und Ersatzstoffen, die weit herkommen, wäre vielleicht, mehr Humus aus Biomüll herzustellen, überall gibt es inzwischen die Biotonnen. Der Inhalt könnte kompostiert und dann Pflanz erden beigemischt werden.

Wir haben in den vergangenen Monaten verschiedene Hochmoorgebiete besucht; überrascht waren wir darüber, wie viele davon es rund um Prüm gibt: Das Braghenn bei Ormont, das Rohrvenn bei Roth, das Eschfenn in der Schneifel bei Schlausenbach, das Hohe Venn bei Mützenich Das Strohnher Mäarchen (ein „verlandetes“ Maar mit einer 10 m hohen Torfschicht) schauen wir uns auch noch an. Es handelt sich um besondere Gebiete, mit viel Wasser, teilweise etwas modrigem Geruch und außergewöhnlichen Pflanzen, man geht häufig über Stege, um nicht einzusinken Einfach nur schön! Und bestimmt gibt es noch mehr in unserer Gegend.

Wir haben uns mit der Moorentstehung und den besonderen Eigenschaften des Torfs und dessen Entstehung aus den Torfmoosen (Spaghnum) beschäftigt, die unter Wasser absterben und nicht umgesetzt werden können zu Kohlenstoffdioxid und Wasser, weil kein Sauerstoff drankommt. Wir haben im Experiment erkannt, dass die Moose selbst saure Eigenschaften haben und mit den Huminsäuren aus der (Teil-) Zersetzung der Moose für das sehr saure Milieu im Torf der Moore sorgen. Die Torfmoose produzieren Säuren, um die Konkurrenz zu vertreiben; diese speichern sie in den Vakuolen ihrer Zellen. Das haben wir im Experiment nachgewiesen.

Sie wachsen von der Spitze nach oben und nehmen alle Nährstoffe aus dem Regenwasser auf; es besteht kein Kontakt zum Boden. Wir haben gesehen, dass der größte Teil des Torfs aus organischem Material besteht, das in Sauerstoff vollständig „verbrennt“ zu Kohlenstoffdioxid und Wasser. Nutzt man den Torf zum Heizen („Brenntorf“), wird der gesamte gespeicherte Kohlenstoff auf einen Schlag als Kohlenstoffdioxid frei. Als Torf (aus trockengelegten Mooren) geschieht die Umsetzung zu Kohlenstoffdioxid auch, aber natürlich langsamer, weil er mit Sauerstoff in Berührung kommt. So bedeutet die Trockenlegung der Moore und die Verwendung des Torfs eine folgenreiche Zerstörung wichtiger Naturlandschaften. – TORF GEHÖRT ALSO INS MOOR!

Gesamtergebnis					
Pflanz Erde	1	2	3	4	5
Anzahl Sterne	11	13	8	8	4
44 (100 %)	25,0 %	29,5 %	18,2 %	18,2 %	9,1 %



Anhang

Hochmoorlandschaften in unserer Heimat

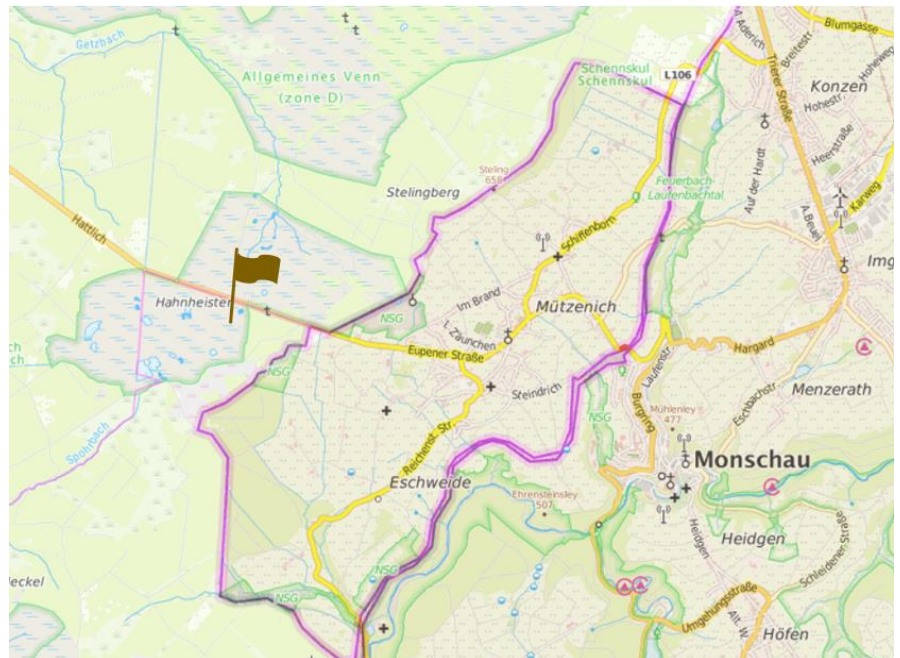
Auf den Hochlagen der Schneifel fallen jährlich 1300 mm Niederschlag. Was heißt das? 1 Millimeter Niederschlag entspricht genau 1 Liter Niederschlag pro Quadratmeter Fläche. Also fallen auf den Eifelhöhen im Durchschnitt etwa 1300 Liter Regen auf einen Quadratmeter, durchschnittlich also etwas mehr als 100 Liter pro Monat, über 3 Liter pro Tag Das ist eine große Menge.

Diese großen Mengen ließen hier seit der Eiszeit in flachen Tälern und an den Hängen zahlreiche Mooregebiete entstehen. Bei diesen Feuchtgebieten handelt es sich Übergangszonen zwischen Land und Wasser. Die Böden bestehen aus den abgestorbenen Torfmoosen.

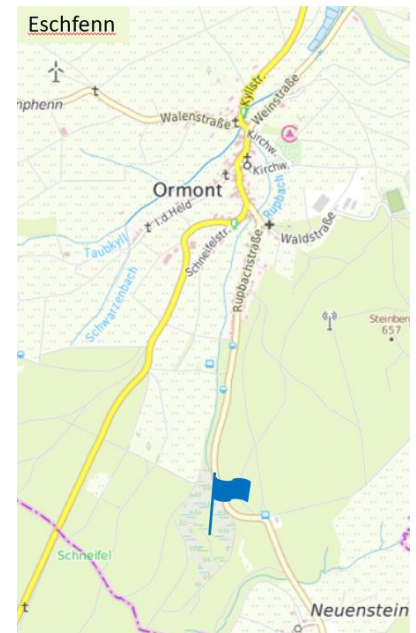
„Die Mooregebiete der Nordeifel gehören zu den äußerst seltenen und damit ökologisch höchst wertvollen Naturräumen. In Form der ausschließlich von Regenwasser gespeisten, nährstoffarmen Hochmoore sind sie der Lebensraum für eine Vielzahl von Pflanzen.

Wir haben in den letzten Wochen einige der Moorlandschaften der Nordeifel besucht.

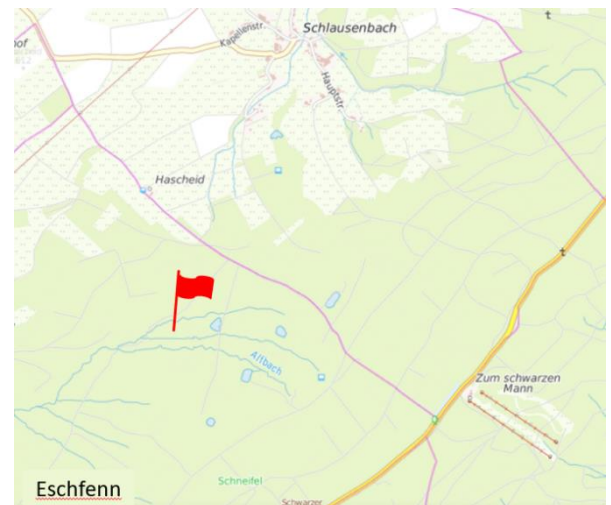
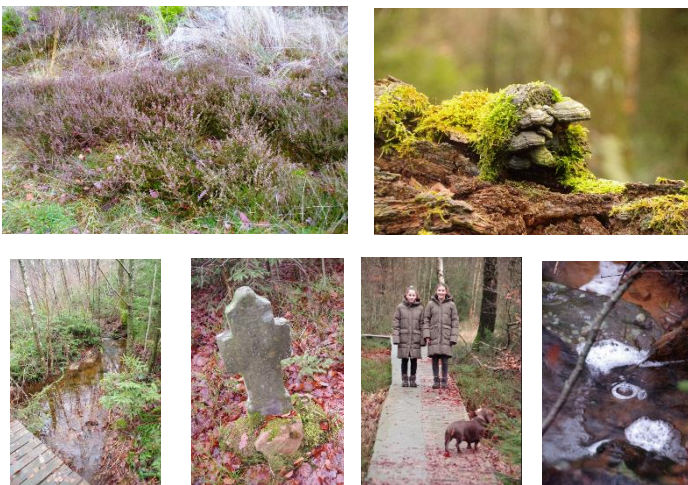
1. Das **Hohe Venn** ist eine Hochfläche (694 m über NN) von ungefähr 4500 ha zwischen Belgien und Deutschland, bzw. zwischen Ardennen und Eifel, Teil des deutsch-belgischen Naturparks Hohes Venn - Eifel. Es ist ein für Europa einzigartiges Hochmoorgebiet und seit 1992 sind dort Moore und Heiden sehr streng geschützt. Es wurde in vergangener Zeit wegen seiner Lebensfeindlichkeit gemieden. Neben Torfabbau und Forstwirtschaft gab es kaum Nutzungsmöglichkeiten. Westlich von Mützenich, kurz nach der belgischen Grenze erstreckt sich links und rechts der Monschauer Straße das **Brackvenn**. Im Brackvenn sind die kreisrunden, eiszeitlichen Weiher (Pingo's) besonders gut zu sehen.



2. „Das **Bragphenn südlich von Ormont** ist ein **Sattelregen-Hochmoor**, das vermutlich vor 7000 Jahren entstanden ist und dessen empfindliche Feuchtabschnitte über einen Steg passiert werden können. Früher wurde dort Torf abgebaut. In dem kleinen Moor gedeihen zahlreiche seltene und interessante Pflanzen von der atlantischen Glockenheide, Moosbeere, Orchidee, Sumpflutauge, bis zum Sonnentau, von der spitzblütigen Binse bis zum gefleckten Knabenkraut. Das Moor und die Wiesenlandschaft drumherum sind bereits ein Erlebnis - ein ganz besonderer und ungewöhnlicher Zauber aber geht von dem Wäldchen aus, das sich mittendrin befindet: Es ist ein Bestand aus Karpatenbirken, die im Verlauf ihres Lebens nicht nur ihre Farbe ändern, sondern auch seltsam gewundene Stämme bilden.“¹²



3. Das **Eschfenn** liegt auf der Schneifel in der Nähe von Schlausenbach im Quellgebiet des Alfbaches. „Viele kleine Rinnsale, die mit permanent sich ändernden Bachbetten den Alfbach speisen, prägen das Landschaftsbild, das überwiegend aus Feucht- und Bruchwäldern besteht.“¹³



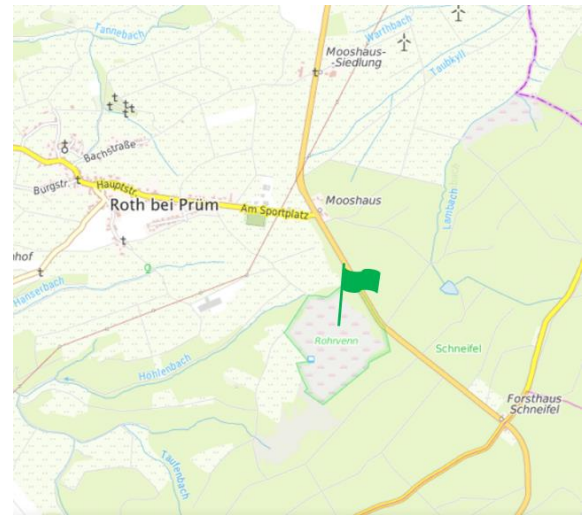
„Weiße Schaumkronen weisen nicht auf eine Verschmutzung der Gewässer hin, sondern sind das Ergebnis der Vermischung von lehmigem Untergrund und Torf.“¹⁴

¹² <https://www.eifel.info/a-bragphenn-ormont>

¹³ vgl. Infotafel am Eingang zum Eschfenn

¹⁴ vgl. Infotafeln am Eingang zum Eschfenn

4. Das Naturschutzgebiet **Rohrvenn** liegt im Eifelkreis Bitburg-Prüm. Das etwa 28 ha große Gebiet, das im Jahr 1983 unter Naturschutz gestellt wurde, erstreckt sich südöstlich der Ortsgemeinde Roth bei Prüm. Es trägt auch den Spitznamen „Das Hohe Venn im Kleinen“. Der Grund: Auf der 28 Hektar großen Naturschutzfläche findet man eine ähnliche Vegetation wie im Hohen Venn. Das Rohrvenn ist eine der letzten „jahrhunderte alten Heideflächen“ in der Eifel. Gepflegt wird sie von Skudden, eine vom Aussterben bedrohte, alte Landschaftsrasse. In Handarbeit werden regelmäßig junge „anfliegende“ Birken mit ihren Wurzeln gerodet. So soll die schätzenswerte Fläche offengehalten werden. Auf ihr wachsen Moorbirken und Graubirken, Heidelbeeren und Heidekraut.



Die pH-Werte in den stehenden „Pfüthen“ in der Venn-Landschaften haben wir gemessen: Sie lagen zwischen pH = 5,2 und 6,2, also im sauren Bereich.

5. **Strohner Mäarchen** und **das Dürre Maar**

Da fahren wir noch hin bis zum Wettbewerbstag.

Die Flora der Moore

„**Torfmoose** bilden ausgedehnte Polsterflächen. Ihre Stängel können bis zu 25 Zentimeter lang sein, wachsen jedoch nur an der Spitze. An ihrem unteren Ende sterben die wurzellosen Pflanzen ständig ab und verrotten. Damit bilden sie die Voraussetzung für Hochmoore. Pro Jahr entstehen aus durchschnittlich zehn Zentimetern gewachsener Pflanze ein Millimeter Torf. Das bedeutet, ein Moor von fünf Metern Dicke kann 5000 Jahre alt sein. Da sie das Dreißigfache ihres Gewichts an Wasser speichern können, bestimmen Torfmoose aktiv den Wasserhaushalt eines Moores. Mit ihrer Fähigkeit können sie den Wasserspiegel anheben oder absenken. Torfmoose sind in der Lage, sauremachende Teilchen („Wasserstoff-Ionen“) in ihre feuchte Umgebung abzugeben, wodurch das Wasser im Moor zunehmend versauert. Damit schaffen sich die Pflanzen ihren eigenen Lebensraum. Für viele andere Gewächse ist dieses Milieu schlicht lebensfeindlich. Torfmoose schießen ihre Sporen aus kugeligen, braunen Kapseln explosionsartig in die Höhe. Die Samen erreichen dabei Geschwindigkeiten von bis zu 130 Kilometern in der Stunde und werden bis zu 20 Zentimeter hoch geschleudert.

Rundblättriger Sonnentau ist eine bodennahe, fleischfressende Pflanze; sie ist ein typischer Bewohner von Hochmooren. Der rötliche Sonnentau bildet an seinen Blattenden kleine Rosetten mit langen, beweglichen Drüsenhaaren aus. Diese sondern klebrige Tröpfchen ab, die in der Sonne ähnlich wie Tau glänzen. Daher stammt auch der Name dieser seltenen Pflanze. Sie ist für Insekten eine tödliche Falle. Kleben diese an den glänzenden Tropfen fest, werden sie langsam eingerollt und verdaut. Der Sonnentau hat sich mit dieser Form der Eiweißbeschaffung optimal an den nährstoffarmen Standort Hochmoor angepasst.



Das **Scheidige Wollgras** ist eine wichtige, torfbildende Pflanze. Sie fällt vor allem durch ihre weißen, watte-ähnlichen Fruchtstände auf. Im Juni sind große Flächen der Moore damit überzogen. Um der Nährstoffarmut des Hochmoores zu begegnen, legt das Wollgras Reserven an. Für das Wachstum wichtige Nährstoffe lagert









die Pflanze bereits während der Samenbildung in der Sprossbasis ein. Im darauffolgenden Jahr gleicht es damit die fehlende Nährstoffzufuhr aus dem Moorboden aus.“¹⁵

„**Rosmarinheide** ist eine verholzende, immergrüne ausdauernde Pflanze, ein Zwergstrauch, der Wuchshöhen von 15 bis 30 Zentimetern erreicht. Sie bildet unterirdische Ausläufer. Die Rosmarinheide ist ein Bewohner der Heide- und Regenmoore. Sie ist kalkmeidend und benötigt offene Standorte. Sie bevorzugt auf stark stickstoffarmen Böden, wie es Heiden und Hochmoore sind, zu wachsen.“¹⁶



Die **Moosbeere** (*Vaccinium oxycoccus*) ist ein immergrüner Zwergstrauch. Seine Stängel sind fadenförmig, niederliegend und können bis zu 1 m weit kriechen. Die Beeren reifen erst spät im Herbst. Der deutsche Name der **Moosbeere** kommt von ihrem Wuchsort, den Torfmoospolstern. Der wissenschaftliche Name **oxycoccus** leitet sich vom griechischen *ovacciniums* = sauer/scharf und *kokkos* = Beere ab („saure Beere“).

Die untersuchten Pflanzerden

Nr.	Hersteller/ Bezeichnung	Aussehen	Hinweise/ Beschreibung der Hersteller	Torfgehalt	Preis
1	Gartenwerk Rhododendronerde	 	„Gebrauchsfertiges Kultursubstrat für alle Moorbeetpflanzen wie Rhododendren, Azaleen, Eriken, Besenheide usw. Durch die Verwendung von hochwertigem Torf mit optimaler Struktur und Holzfasern garantiert diese Spezialerde eine gute Wasser- und Nährstoffspeicherung. Die Erde bleibt vergießfest und atmungsaktiv. Sie enthält Dünger und alle für das Pflanzenwachstum notwendigen Spurenelemente.“ ¹⁷	torfhaltig	0,30 €/l
2	Profi Bauvista Hochbeet-erde	 	<ul style="list-style-type: none"> • 100 % nachwachsende Rohstoffe • Fördert das Anwachsen der Pflanze und sorgt für ein gutes Wurzelsystem • Kompost, Holzfaser und Rindenhumus, belüften den Wurzelraum, verbessern das Bodenleben nachhaltig und dienen als Wasser sowie Nährstoffspeicher • Für bis zu 12 Wochen vorgedüngt¹⁸ 	torffrei	0,20 €/l
3	Agricon Pflanz-erde	 		torffrei	
4	Hawita-Fruhstorfer Balkonpflanz-erde	 	Die Hawita-Fruhstorfer Balkonpflanz-erde ist ein bewährtes, gebrauchsfertiges Kultursubstrat für Geranien, Fuchsien und andere Balkonpflanzen. Nährstoffgehalt und pH-Wert der Erde sind speziell auf die Anforderungen dieser Kulturen abgestimmt. Die zugeführten Nährstoffe werden durch den hohen Anteil an sorptionsstarkem Vulkanton abgepuffert und der Pflanze nach Bedarf zur Verfügung gestellt. Besonders in der Sommerzeit beugt der ausgeglichene Wasserhaushalt einem Austrocknen vor. Das Substrat ist strukturstabil und begünstigt das Porenvolumen. Die Wurzelbildung, das Wachstum und die Blühwilligkeit werden dadurch gefördert. ¹⁹	torfhaltig	0,50 €/l



¹⁵ vgl. https://moorevital.sachsen.de/?ID=6004&art_param=507

¹⁶ vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Rosmarinheide>

¹⁷ <https://www.schliebener.de/de-de/artikel/907/gartenwerk-rhododendronerde>

¹⁸ <https://www.bauvista-profi.de/de/artikel/hochbeeterde>

¹⁹ <https://www.hawita.de/produkte/erden-substrate/fachhandel/blumenerden/fruhstorfer-erde/hawita-fruhstorfer-balkonpflanz-erde>

5	Gartenkraft Gartentorf Naturreiner Weißtorf			Gartentorf wird eingesetzt für die Verbesserung des Bodens und zur Neuanlage von Blumen- oder Gemüsebeeten. Der Boden wird durch den Torf saurer und bietet Pflanzen, wie den Azaleen und den Rhododendren optimale Wachstumsbedingungen. Der Torf wird einfach unter die Erde gemischt, in einen Topf gefüllt und schon kann die Pflanze eingesetzt werden.	torfhaltig	0,12 €/l
----------	--	---	---	--	------------	-------------

Erde Nr.	1	2	3	4	5
Anfangstemperatur	19,2 °C	21,0 °C	17,4 °C	20,8°C	21,6 °C
T _{max} in °C (nach 10 min)	52,9 °C	49,7 °C	55,8 °C	60,0 °C	57,0 °C
Temperaturänderung ΔT in °C	33,7 °C	28,7 °C	38,4 °C	39,2 °C	35,4 °C
T _{max} in °C (nach 10 min)	24,9 °C	26,2 °C	30,5 °C	32,6 °C	33,0 °C
Temperaturänderung ΔT in °C	28,0 °C	23,5 °C	25,3 °C	27,4	

Untersuchung: „Wasserspeichervermögen“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung		★★★	★★	★	

Untersuchung: „Wasseraufnahmekapazität“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★★★		★	★	



Untersuchung: „Dichte“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★★	★★★			★

Untersuchung: „Komprimierbarkeit“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★★	★★★		★	

Untersuchung: „Organischer Anteil“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★★		★		★★★

Untersuchung: „Organischer Anteil“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★★		★		★★★

Untersuchung: „Elektrische Leitfähigkeit“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung		★		★★	☆☆☆

Nur wegen der großen Zahl an sauer machenden Teilchen

Nur wegen der großen Zahl an sauer machenden Teilchen

Untersuchung: „pH-Wert“ (nicht zu sauer)					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★	★★★	★★		

Untersuchung: „Wärmespeichervermögen“					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Bewertung	★		★★	★★★	

Gesamtergebnis					
Pflanzerde	1	2	3	4	5
Anzahl Sterne	11	13	8	8	4
44 (100 %)	25,0 %	29,5 %	18,2 %	18,2 %	9,1 %