

Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 70 (1983)
Heft: 11: Der Wald als Lebens-, Erlebnis- und Erfahrungsraum

Artikel: Wir führen hin zum Erlebnis des Waldes : Arbeitsvorschläge
Autor: Brun-Hool, Josef
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-534464>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 29.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wir führen hin zum Erlebnis des Waldes: Arbeitsvorschläge

Josef Brun-Hool

Schon seit vielen Jahren versuchte ich, das Phänomen Wald als Lebensgemeinschaft meinen Schülern durch eigenes Beobachten und Tun näher zu bringen. Eine Reihe von Versuchen habe ich seither unternommen und Arbeitsweisen ausgearbeitet, sie entweder wieder fallen gelassen oder verbessert, sie in einigen Fällen bis fünfmal überarbeitet. Eine Hilfe brachte das Arbeitsheft «Wald erleben, Wald verstehen», herausgegeben in Gemeinschaft des WWF (World Wildlife Found), des Bundesamtes für Forstwesen und der Schweizerischen Rentenanstalt.

Einige meiner nachfolgend dargestellten Arbeitsvorschläge sind den dort dargestellten ähnlich, doch bin ich der Auffassung, dass solche Anleitungen den Lehrer direkt zu eigenem Tun bringen müssten und ihm daher vor allem die Schwellenangst wegnehmen sollen. So sind die nachfolgenden Vorschläge, die alle in mehrjährigen Versuchen zusammen mit den Schülern erarbeitet worden sind, so aufgebaut, dass der Lehrer direkt und noch diesen Herbst beginnen kann. Jahreszeitlich unabhängige Arbeiten sind daher immer mit der Herbstvariante eingeleitet, was in vielfacher Hinsicht seine Vorteile hat, denn im Frühjahr und Sommer bietet der Wald eine solch erdrückende Überfülle von pulsierendem Leben, dass ein Lehrer, der erstmals das «Abenteuer Wald» mit seinen Schülern erleben möchte, mit Recht Bangnis vor der Flut der Fragen bekommen könnte, welche seine in der Beobachtung geschulten Schüler dem «Alleswisser Lehrer» gegenüber stellen könnten oder gar müssten.

Der Herbst aber ist doch meist nicht nur die mildeste Jahreszeit für den Gang in den Wald, er zeigt auch die Natur jenseits ihres Höhepunktes, in ruhigem Rückgang, reif und abgeklärt.

Warum also nicht gerade im Herbst mit der Waldarbeit beginnen? Für den Anfang ergeben sich reizvolle Vorarbeiten, die schon vor dem Schulhaus in Stadt und Dorf begonnen

werden können, sich immer mehr dem Walde nähern und schliesslich den Wald als Ganzes mit hinein beziehen.

Unseren Arbeitsvorschlägen haben wir jeweils ein Kapitel «Weiterführende Fragen» angefügt, um uns und den Schülern zu zeigen, dass vieles, was uns der Wald lehrt, auch in einem weiteren Zusammenhang gesehen werden darf, dass manches weit über das hinausweisen kann, als was wir es im Walde kennen gelernt haben. Diese weiterführenden Fragen wollen Anregung sein, je nach Situation oder Klasse mehr aus unserem Stoffe «Wald» zu machen. Nicht jedem Lehrer werden diese Fragen zusagen, dann wird er sie eben gar nicht erst zur Kenntnis nehmen. Auch brauchen diese weiterführenden Gedanken durchaus nicht direkt anschliessend an die Waldarbeit behandelt zu werden, sie können auch bald darnach oder weit später, bei geeigneter Gelegenheit aufgeworfen werden, vielleicht zu einer Jahreszeit, die kaum einlädt, in den Wald zu gehen, vielleicht zu einer Zeit, da die Schüler aufnahmefähiger sind als gerade anschliessend an die Waldübung. Später, da werden sich die Schüler gerne erinnern an die schönen und erlebnisreichen Stunden im Wald, wo sie so vieles gelernt haben und das ihnen deshalb so stark im Gedächtnis haften geblieben ist, weil sie durch eigenes Tun ihr Wissen erworben haben.

1 Kleinlebensräume:

Baum mit Baumscheibe

Zeit an Ort und Stelle: 1 Stunde

Günstige Jahreszeit: Herbst, Sommer; etwas weniger günstig: Frühjahr und Winter

Vorausgehende Gedanken

Der Einzelbaum trägt in sich bereits einige jener Eigenschaften und bewirkt um sich herum

einige jener Bedingungen, die es ihm in genügend grosser Ansammlung möglich machen, zu einer ganz besonderen Lebensgemeinschaft, eben zum Wald zu werden.

Zielsetzung

An einem Einzelbaum mit Baumscheibe die Beziehungen des Baumes zu seiner Umwelt näher untersuchen.

Vorbereitung

Lehrer: Einzelbäume mit Baumscheibe sind überall zu finden, auf dem Schulhausplatz, dem Bauernhof, in der Stadt als Alleebaum. Der Lehrer sucht sich in günstiger Reichweite an nicht zu sehr verkehrsexponierter Stelle einen Einzelbaum, der eine genügende Grösse besitzt, mindestens 3 m hoch ist und eine gut entwickelte Krone besitzt und der eine offene Baumscheibe hat.

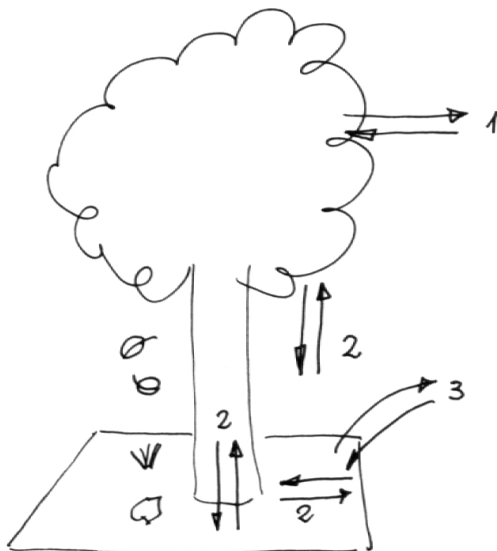
Lehrer – Schüler: Zielsetzung bekannt geben. Was können wir beim Einzelbaum und seiner Baumscheibe alles beobachten? Frage nach geeigneten Plätzen (erbringt oft noch günstigere Standorte als sie der Lehrer ausgemacht hat!)

Schüler – Lehrer: Schüler bringen evtl. eigene Vorschläge ein für bestimmte Bäume. Der Lehrer wird diese Vorschläge an Ort und Stelle prüfen und evtl. zu Gunsten eines Schülervorschlages den definitiven Baum bestimmen.

Material

Lehrer: Notizen, evtl. Massstab, evtl. Probefläschchen für Insekten usw.

Schüler: Notizmaterial, evtl. Skizzenbuch



Durchführung

Der Einzelbaum und sein Beziehungsgefüge. Genaue Beobachtung an Ort und Stelle.

Was fällt auf

- an der Krone? (z.B. einseitig, mitgenommen, kräftig)
- am Geäst? (stark oder schwach verzweigt, gestutzt usw.)
- am Stamm? (gerade oder krumm, evtl. verletzt, Flechten- und Moosbewuchs)

Was fällt an der Baumscheibe auf? Abfälle, Tierkot, festgetretene Erde, kleine Tümpel usw.

Drei Austauschbereiche werden unterschieden:

1. Bereich: Luftraum – Baumkrone und Baumkrone – Luftraum

Luftraum liefert ausser Luft

Regen: wäscht Blattwerk und Staub; lässt Blätter aufleben; liefert z.T. das Wasser für die Fotosynthese.

Gase: CO_2 für die Pflanzenernährung und Fotosynthese; Abgase sind oft schädlich, bewirken Blattflecke

Staub und Rauchpartikel

Insekten, Vögel (Spuren?) verwenden Baum als Landeplatz, Deckung, evtl. sogar als Nistplatz, Nahrungsquelle

Baum liefert an den Luftraum

Sauerstoff aus seiner Fotosynthese; hält die Verstaubung auf; liefert den Tieren: Verbleib, Tarnung, Schutz, Nahrung, Ausguck, Wohnraum, Jagdmöglichkeit

2. Bereich: Baum – Boden (Bodenraum, Baumscheibe) und Boden – Baum

Baum liefert über den Luftraum:

Fallaub (= Nährstoffe)

Regentropfen, evtl. Tierkot

über den Stamm und die Wurzeln: Aufbauprodukte des Baumes (Assimilate), dazu Wurzelasscheidungen, Säuren

Boden liefert über den Luftraum

CO_2 durch bakteriellen Abbau, Zersetzung der Blätter

über den Stamm: Bodenwasser und darin gelöste Nährstoffe (woher kommen diese?)

evtl. Giftstoffe, z.B. Streusalze

Boden bietet dem Baum Verankerung, Standfestigkeit

3. Bereich: Umgebung – Baumscheibe und Baumscheibe – Umgebung

Umgebung:

Was ist das: Mensch, Tiere, Pflanzen, Fahrzeuge, Asphalt oder Beton?

Mensch:

- pflanzte den Baum oder liess einen selbstgewachsenen Baum stehen
- liefert Abfälle: sind diese dem Baum zuträglich, was für Abfälle (Papier, Cigarettenstummel, Plastik usw.)?
- tritt den Boden fest, schafft evtl. Bodenvertiefungen
- stört evtl. das Baumwurzelwerk, schädigt es vielleicht sogar
- hält Baumscheibe sauber, lockert evtl. das Erdreich

Tiere:

- liefern Kot
- kratzen evtl. den Boden auf
- ersteigen den Baumstamm: Katze auf der Flucht

Pflanzen: oft sog. Trittpflanzen oder dann sog. Ruderalpflanzen

- bedecken den Boden, beschatten ihn
- halten die «Bodengare» aufrecht: günstige Bodenfeuchte, Krümelstruktur usw.
- beanspruchen Nährstoffe
- liefern Zerfallstoffe, organische Stoffe, Humusbereiter

Fahrzeuge:

- verdichten den Boden, schaffen evtl. Bodenvertiefungen, Wasserpfützen
- werden an den Baum angelehnt, können Rindenschäden verursachen
- liefern CO₂
- liefern Abfallstoffe wie Schmieröl, Rauchgase usw.

Asphalt- oder Beton-Umgebung:

- lässt Staubpartikel ansammeln
- lässt evtl. Regenwasser auf die Baumscheibe abfliessen
- bringt Fremdstoffe in die Baumscheibe
- Baumscheibenerde oder Abfälle geraten auf die Umgebung
- Blätter und Äste des Baumes fallen auf die Umgebung, werden in «sauberer» Stadt regelmässig entfernt und damit dem Baum-«recycling» entzogen

Auswertung

- evtl. Skizze erstellen, Faktoren, Wechselwirkungen eintragen

- warum muss die Baumscheibe offen gelassen werden? Boden muss durchlüftet bleiben, umgebender Asphalt könnte zu wenig Wasser aufnehmen, die Luft nicht bis zu den Wurzeln durchlassen.

- welches sind die Merkmale des Einzelbaumes in bewohnter Umgebung? Kronenfreiraum.

Solitärdasein mit Nachteilen und Vorteilen:

Nachteile des Einzelbaumes

- kein Kronenschluss
- grössere Gefährdung
- Aufwachsen in «baumfeindlicher Umgebung»

Vorteile des Einzelbaumes

- keine Konkurrenz durch Artgenossen im Luft- und Bodenraum
- bessere Entfaltungsmöglichkeiten, siehe Parkbäume, Tannen auf Jura-Wytweiden
- bessere Ausnützung der Nährstoffe, der Luft, des Wasserangebotes

Vorteile der Waldbäume im Waldschluss

- Kronenschluss mit anderen Bäumen der gleichen oder anderer Art
- Eigenklima des Waldes
- Schutz durch einen Waldmantel
- kein Wegdruck, unverdichteter Boden, kein Abtransport des Fallaubes

Nachteile der Waldbäume

- Kronenbehinderung
- schärfere Konkurrenz unter Artgleichen oder sogar konkurrenzkräftigeren anderen Arten
- meist ungünstigere Lichtverhältnisse
- grössere Bodenversäuerungsgefahr
- schlechtere Nährstoffverhältnisse

Nachbereitung

Wandtafelzeichnung Baum + Baumscheibe. Die Schüler tragen die Interaktionen ein. Diskussion der Ergebnisse, Zusammenfassung.

Weiterführende Fragen

Einzelbaum – Mensch: Einzeldasein (Kaspar Hauser) und Leben in Gemeinschaft (Familie, Klasse, Jugendverein): Vorteile und Nachteile, Rechte und Pflichten.

Warum ist der Wald geschützt? Warum menschliche Gesellschaft mit Religion, Gesetzgebung, Institutionen wie Schule, Kirche?

Varianten zum Thema Einzelbaum

- Kleingruppen studieren Flechtenbewuchs

- evtl. in Abhängigkeit zur Verkehrsdichte der benachbarten Strasse, Moosbewuchs in Abhängigkeit von der Hauptwindrichtung
- Kleingruppen erarbeiten bei einer Allee den Gesamtvergleich der studierten Faktoren unter allen Bäumen

2 Kleinlebensräume:

Obstbaum auf freiem Feld

Zeit: 2 Stunden im Felde

Jahreszeit: Herbst oder Sommer; weniger gut geeignet: Frühjahr, Winter

Vorausgehender Gedanke

Obstbäume im freien Felde sind Vorposten des Waldes und damit Waldpioniere. Welche Anzeichen besitzt ein frei stehender Obstbaum in dieser Beziehung?

Zielsetzung

An einem freistehenden Obstbaum auf freiem Feld, aber doch in Waldnähe die Beziehungen zum Walde und seine Merkmale als Waldvorposten studieren.

Vorbereitung

Lehrer: Sucht nach Möglichkeit in abgelegener Gegend, in Waldnähe, evtl. bei wenig intensiv bewirtschaftetem Bauernhof, bei abgeerntetem Felde oder frisch gemähter Wiese einen geeigneten älteren, frei stehenden Obstbaum, möglichst mit Strauchunterwuchs.

Absprache mit dem Eigentümer unerlässlich. Lehrer – Schüler: Zielsetzung bekannt geben «Einzelbäume sind Waldpioniere». Überlegung: was hat ein Einzelbaum auf dem Felde mit dem Wald zu tun?

Frage nach geeignetem Ort.

Schüler – Lehrer: Schüler kennen evtl. geeigneten Einzelbaum oder kennen einen Eigentümer oder können sogar auf dem Grundstück des Vaters einen solchen anbieten.

Material

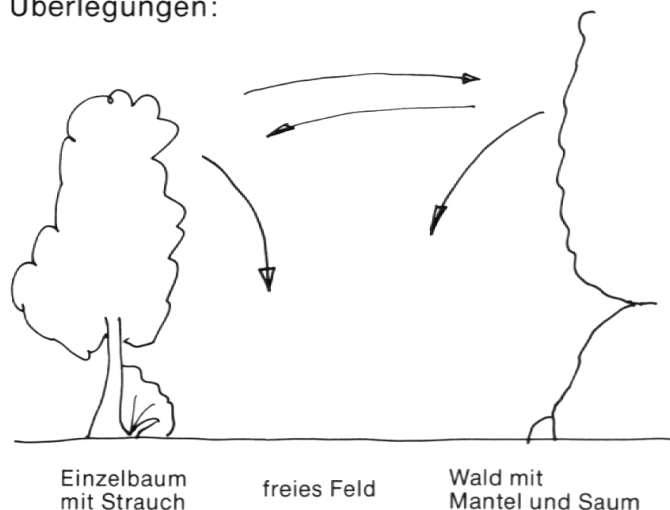
Lehrer: evtl. Grosszeichnung mitbringen mit der Situation des Einzelbaumes

Schüler: Notizmaterial, evtl. Messband

Durchführung

Beobachtung aus der Ferne, z.B. aus dem Schatten des Waldrandes, so, dass z.B. hin und her fliegende Vögel nicht verängstigt oder gar gestört werden.

Überlegungen:



- Woher stammt der Obstbaum (Birnen-, Apfel-, Kirschbaum) aus dem Walde?
- Woher stammt der Strauch (Holunder, Hasel, Brombeere) aus dem Walde?
- Bestehen Parallelen zwischen dem Wald und dem frei stehenden Baum?
- Tiere wechseln zwischen Wald und Baum (Vögel, Mäuse, Igel): gleiche natürliche Umgebung

freies Feld:

- andere Pflanzenarten, schaffen andere natürliche Umgebung: oft Monokulturen
- andere Tierarten
- übersehbares Jagdrevier der Raubvögel
- Nahrungsreserve für tierische Jäger: Feldmäuse, Schnecken, Insekten, Körnerfrüchte, Fallobst

Einzelbaum: Vögel betrachten freien Einzelbaum wie einen Waldbaum

- schaffen die Verbindung vom Walde zum Baum und umgekehrt
- Spähplatz für Raubvögel für die Jagd im freien Feld
- Ruheplatz für Singvögel (Kleinvögel)
- Vogelkot gelangt auf den Boden, Unverdautes enthält Beerensamen
- Versteck für Kleintiere, Sichtschutz, Schatten, Tarnungsmöglichkeit

- Rückzugsraum
- Erholungsraum
- erlaubt die Übersicht über den benachbarten Wald

Wald mit Waldrand:

- Randbäume sind Spähplatz für Raubvögel
- grosser Rückzugsraum, Sichtschutz, Fluchraum

Baumgebüsch – Waldrandgebüsch

- erweitern den Start- und Landeraum (Aktionsradius)
- nähern den Einzelbaum dem Walde an
- liefern die Ausgangsbasis für die Wiederbewaldung des freien Feldes

Beobachtung aus der Nähe

Absuchen des Baumplatzes nach Tierspuren, Vogelkot, Federn, Baumkeimlingen, ebenso auf dem freien Felde und am Waldrand

Auswertung

Ergebnisse: Einzelbaum und Wald haben ähnliche Funktion, haben die Tendenz der Ausdehnung aufeinander zu
Einzelbaum ist Vorläufer des Waldes

Nachbereitung

Wandtafelzeichnung oder Prokischreiberbild
«Einzelbaum – Wald»

Die Schüler tragen die möglichen Wechselwirkungen symbolisch ein (Pfeile, Symbole)

Weiterführende Fragen

Die Ausbreitungstendenz ist beim Einzelbaum grösser als beim Wald. Warum? Die Auswirkung eines Einzelmenschen auf seine Umgebung ist u.U. grösser als die Masse auf den Einzelmenschen. Unter welchen Umständen? Wann ist diese Erscheinung wahrscheinlich umgekehrt?

Warum braucht der Einzelmensch i.a. mehr Schutz als Einzelgänger als in der Gemeinschaft?

Welche Vorteile bietet die Gemeinschaft dem Einzelnen?

Wo findet der Mensch Schutzräume? Vorzüge der Familie, Klasse, Gemeinde.

Was verschafft dem Menschen innere Sicherheit, was macht ihn unsicher?

Das Los der von der Gesellschaft Ausgestossenen und unsere Verpflichtungen diesen gegenüber.

3 Waldranduntersuchungen:

Kleinlebensraum Einzelstrauch

Zeit: 3 Stunden am Waldrand

Jahreszeit: Herbst oder Sommer

Vorausgehender Gedanke

Einzelsträucher am Waldrand tragen oft die Kennzeichen oder doch die Spuren der ganzen Lebensgemeinschaft Wald, der sie angehören. An einem Einzelstrauch kann damit oft ein Querschnitt durch das ganze Waldleben gewonnen werden.

Zielsetzung

An einem einzigen Waldrandstrauch möglichst zahlreiche Spuren des Kontaktes mit anderen Lebewesen nachweisen.

Vorbereitung

Lehrer: Sucht an einem geeigneten Waldrand einen Einzelstrauch, der möglichst viele Kennzeichen, Spuren, Hinweise auf Tier- und Pflanzenleben der Umgebung Wald aufweist. Mindestzahl z.B. sechs. Er markiert u.U. bereits diese Kennzeichen

Lehrer – Schüler: Der Lehrer orientiert die Schüler über sein Vorhaben

Schüler – Lehrer: Die Schüler kennen vielleicht besonders stark parasitierte Sträucher oder suchen bis zum Datum der vorgesehenen Exkursion selber solche auf

Material

Lehrer: Bostitch, Filzstifte, evtl. Fotoapparat
Schüler: Papierstreifen, evtl. Wollfäden; Notizmaterial

Durchführung

Der Lehrer zeigt den Schülern seinen markierten Strauch, z.B. Haselstrauch:



- 1 Ast abgeknickt, «mechanischer Schaden»: vorbeigehender Spaziergänger
- 2 Blätter zerschlitzt, «mechanischer Schaden»: Fahrzeug
- 3 Gipfeltrieb mit Rosengallen: Gallmilbenschaden
- 4 Blatt mit Miniermottengang
- 5 Lochfrass durch Raupe (Schmetterlingslarve, meist Knospenwickler)
- 6 Rinde abgeschauert, evtl. Rehschaden
- 7 Rehverbiss: Zweig am Ende abgebissen, evtl. Zahnsuren
- 8 Eingerollte Blattspitze: Haselnuss-Blattroller (Käfer)

Insektenschäden



Oberflächen-
abschabung
Zikade



Lochfrass
Buchenspring-
rüssler



Miniergang
Miniermotte



Puppenwiege
auf Blattunterseite
Miniermotte



Fensterfrass
Erlenblatt-
käfer



Skelettfrass
Kohlweissling
Blackenkäfer



Totalfrass
Kartoffelkäfer

Die Schüler erhalten die Aufgabe, in Kleingruppen zu dritt weitere Sträucher auszusuchen und die ihnen bekannten oder bloss beobachteten und nicht gedeuteten Veränderungen zu markieren. In Frage kommen:

- Vogelkot (Gestüber)
- Tierspuren, Trittsiegel unmittelbar in der Umgebung, im Traufbereich des Strauches
- Nagespuren an Holz oder Früchten
- Pilzbefall. Besonders an Eichenbüschen häufig: Mehltau oder Violettfeckigkeit durch Septoriapilz
- Blattwelke in verschiedenen Stadien bis zur Entblätterung
- bei Beerensträuchern: unterschiedlicher Reifezustand, «Notreife» «Wurmmässigkeit» durch Insektenlarvenbefall
- tierische Mitbewohner: Spinnen, Milben, Zikaden, «Kuckucksspeichel»

Die Standorte der einzelnen Gruppen werden aufgesucht, ihre Markierungen werden begutachtet und diskutiert.

Evtl. Wettbewerb für möglichst zahlreiche bzw. möglichst interessante Funde.

NB: Es wird lange nicht immer möglich sein, jede Veränderung an einer Pflanze eindeutig auf eine oder mehrere Ursachen zurückzuführen. Schüler sind hier immer sehr tolerant und freuen sich, dass der Lehrer auch nicht alles kennt und es ehrlich zugibt.

Nachbereitung

Die Funde werden zu Hause addiert, gruppiert und zusammengefasst. Gemachte Dias geben willkommenen Anlass zur Repetition.

Weiterführende Fragen

Wie stellst Du Dich zur Behauptung: «Nur Kul-

turpflanzen werden von Schädlingen befallen?»?

Das biologische Gleichgewicht: Nutzen und Schaden heben sich auf. Was ist überhaupt Nutzen, was Schaden? Je mehr beteiligte Arten eine Lebensgemeinschaft aufweist, umso geringer ist der Schaden des Einzelnen, umso geringer die Gefahr, dass sich eine Krankheit, ein Schaden, ein Übel ausbreitet.

Die ökologische Nische: Jedes Lebewesen besitzt eigene Lebensvoraussetzungen, die sich nicht mit jenen der übrigen decken («Marktlücke suchen»).

Vergleich Lebensgemeinschaft Wald mit Lebensgemeinschaft Wiese, Getreidefelder, Kartoffelacker.

Anhang

Kleine Charakterisierung von Insekten-Frassspuren an Blättern

4 Waldranduntersuchungen:

Zusammensetzung und Aufbau des Waldrandes

Zeit: 3 Stunden und mehr

Jahreszeit: Herbst oder Sommer; für die Gestalt der Sträucher auch: Winter

Vorausgehende Gedanken

Der Waldrand bildet um den Wald herum einen Mantel, in den die Bäume des Waldes eingehüllt sind; er besteht aus Sträuchern und besitzt, wie ein richtiger Mantel, einen Saum aus Kräutern.

Zielsetzung

An einem konkreten Waldrand die Zusammensetzung aus den verschiedenen Pflanzen und die Anordnung studieren.

Vorbereitung

Lehrer: Er sucht in einer oder mehreren Vor-exkursionen einen intakten Waldrand, der nach seiner Ansicht alle wichtigen Merkmale der Artenzusammensetzung und der Anordnung aufweist.

Lehrer – Schüler(innen): Vom Begriff Mantel ausgehend, werden die Funktionen Schutz, Wärme, Kleidsamkeit, Abwehr-Funktion des (Wald-) Mantels dargelegt.

Schüler – Lehrer: Die Schüler zählen ihnen bekannte Waldmantel-Sträucher auf. Es zeigt sich bald, dass die Beerensträucher stark im Vordergrund stehen.

Material

Lehrer: Bestimmungsbuch für Pflanzen, die z.B. nicht blühend oder nicht fruchtend angetroffen werden.

Grosses Skizzenblatt und Filzstift, evtl. grosser weisser Karton von ca. 1 m² Fläche oder Pavatexplatte

Schüler: ein Schüler erscheint in möglichst dunkler Bekleidung, ein Schüler möglichst hell gekleidet, ein Schüler mit alten Kleidern

Durchführung

Abschreiten von ca. 50 m Waldrand zuerst aussen, dann ca. 10 m innen

- Artenzusammensetzung. Wer kennt die Sträucher? Inventar: ca. 12 Arten
- Arten des Waldsaumes, der krautartigen Pflanzen: ca. 20 Arten. Vorläufig unbekannte Arten werden mit Nummern belegt.

Häufige Waldmantel-Arten, Sträucher:

Beerensträucher: Schwarzdorn, Liguster, Weissdorn (beide Arten), Brombeeren, Himbeere, Gewöhnlicher und Wolliger Schneeball, Pfaffenhütchen, Efeu, Hölziges und Windendes Geissblatt, Hartriegel, Feldrose, Hekkenrose, Vogelbeerbaum, Kirsche, Schwarzer und Roter Holunder, Stechpalme

Nusssträucher: Hasel, Weissbuche, Stieleiche, Rotbuche. Keine Nadelhölzer!

Häufige Saumpflanzen:

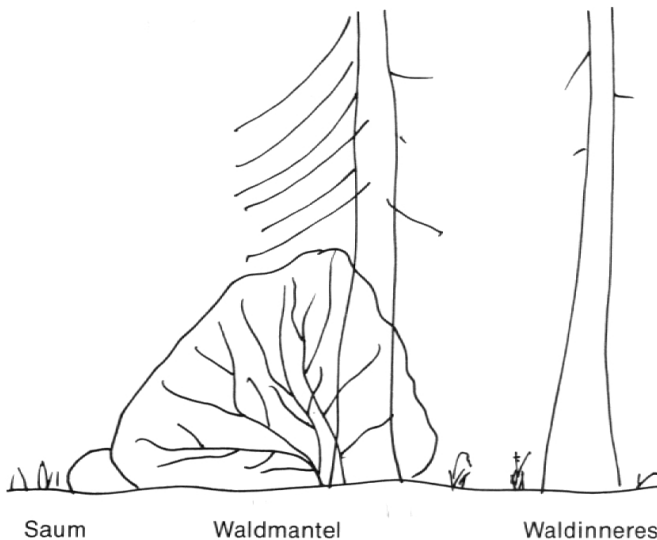
Goldnessel, Erdbeer-Fingerkraut, Scharbockskraut*, Hainrispengras, Gundelrebe, Kriechender Günsel, Hexenkraut, Waldziest, Baumtropfen, Knäuelgras, Ruprechtskraut, Gefleckte und Weisse Taubnessel, Benediktenkraut, Buschwindröschen*, Ährige Rapunzel, Klebekraut, Hohe Schlüsselblume, Waldsegge, Waldflattergras und viele andere.

* Frühjahrsblüher haben im Herbst oft bereits völlig eingezogen.

Anordnung des Waldrandes

Die Waldpflanzen sind

- dem Walde vorgelagert
- gegen aussen stärker beastet als gegen innen (Licht...)
- oft von aussen schwer zu durchdringen, von innen her leichter



Einige Arbeitsmöglichkeiten

Sichtbarkeit: besonnene Tage sind besser geeignet als Tage mit diffusem Himmelslicht, doch sind diese durchaus für das vorgesehene Experiment geeignet

Sicht von aussen nach innen:

Die Klasse stellt sich in 20 m Abstand vom Waldrande im freien Felde draussen auf.

Ein Schüler mit heller Bekleidung bewegt sich 5 m innerhalb des Waldrandes (bei breitem Waldrand: 10 m) parallel zum Rande möglichst geräuschlos.

Ein Schüler mit dunkler Bekleidung bewegt sich in gleicher Weise.

Unterschiede der Sichtbarkeit?

Ferner: Das Walddinneres erscheint von aussen, durch den Waldrand hindurch gesehen, schwarz, Einzelheiten sind kaum erkennbar.

Sicht von innen nach aussen:

Die Klasse stellt sich in 20 m Abstand vom Waldrand im Walde selber auf.

Ein Schüler mit heller Bekleidung bewegt sich in 5 m ausserhalb des Waldrandes, ebenso nach einiger Zeit ein Schüler mit dunkler Bekleidung.

Unterschiede in der Sichtbarkeit? Unterschiede in der Blickrichtung?

Ferner: Das freie Feld erscheint, besonders an sonnigen Tagen, grell erleuchtet (Fotos in der Richtung von innen nach aussen gelingen kaum)

Durchdringbarkeit und Anordnung der Sträucher

Versuch einer Skizzierung mit weissem Karton als Hintergrund. Versuch des Schülers mit

alten Kleidern: Eindringen von aussen nach innen, von innen nach aussen: Unterschiede?

Auswertung

Resultate: Pflanzenliste der Sträucher des Waldmantels, evtl. mit Skizzen, Fruchtbildern der Krautpflanzen des Waldsauces

Weiterführende Fragen

Auch der Mensch braucht einen Mantel, im Winter, bei starkem Wind, bei rauen Aussenbedingungen.

Der Mantel hat Schutzfunktion: Sichtschutz, Kälteschutz. Die Funktion der Kleider in rauen Klimaten, auf Hochtouren, in Extremgebieten (Wüste, Arktis, Hochgebirge, Höhlen usw.). Wann ist welche Bekleidung zweckmässig? Schutzeinrichtung der Tiere. Bekleidung und Schamgefühl.

5 Waldranduntersuchungen:

Der Wald ist ein guter Staubfilter

Zeit: 1 Stunde im Wald (Vergleich: in der Stadt)

2 Stunden Auswertung zu Hause

Jahreszeit: Herbst, Sommer; in Nadelwäldern auch im Winter und Frühling

Vorausgedanken

Der Wald mit seinen Bäumen, Sträuchern und Kräutern und insbesondere der Waldrand gelten als gute Staubfilter. Luftmessungen im Innern des Waldes sollen recht niedere Staubwerte ergeben haben.

Zielsetzung

Mit einfacher Methode den Staubaufall im Walde und als Vergleich in der Stadt testen.

Vorbereitung

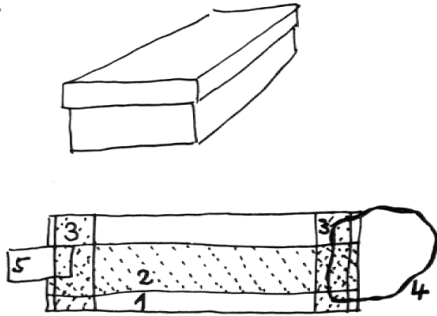
Lehrer: Sucht einen Hochstamm-Hallenwald mit intaktem Waldmantel. Der Wald sollte eine minimale Ausdehnung von 1 ha aufweisen.

Lehrer – Schüler: Der Lehrer orientiert die Klasse über vorgesehene Staubpartikelmessungen, er lässt entsprechende Geräte herstellen.

Schüler: Stellen die Probeplättchen her, steuern evtl. das Material selber bei.

Material

Zwei Kartonschächtelchen, die sich staubdicht schliessen lassen zur Aufnahme von mindestens je drei Objektträgern. (Länge 8 cm). Sie dienen zum Transport der Objektträger an den Versuchsort. Mindestens 6 Objektträger.



- 1 Objektträger
- 2 Klebestreifen = Teststreifen mit klebender Seite gegen oben
- 3 Klebestreifen zum Ankleben der Teststreifen, mit klebender Seite zum Objektträger
- 4 evtl. Schnur zum Aufhängen
- 5 Nummer-Etikette

Durchführung

Langzeitversuch

Die Objektträger werden an drei (besser an sechs) Stellen der Stadt ausgelegt und nach 14 Tagen wieder eingeholt. Als Auslegestellen eignen sich Hausfriese, Tramhäuschendächer, Fenstergesimse. Es wird sehr empfohlen, sich mit den Eigentümern zu verständigen.

Drei (sechs) weitere Objektträger werden an geeigneten Stellen im Wald ausgelegt und ebenfalls nach 14 Tagen wieder hereingeholt. Als Auslegestellen eignen sich Holzstapel, Oberkanten von Wegweisern, oder die Objektträger werden an der Schnur an unauffälligen Orten aufgehängt. Die Auslegeorte müssen in Karten eingetragen werden. Vorteil des Langzeitversuches: die Objektträger wirken als «Totalisatoren».

Nachteil: starke Winde, Regengüsse usw. erschweren oder beeinträchtigen die Messung oder verunmöglichen ein Wiederauffinden oder doch eine saubere Beurteilung. Nur genaue Kartierung gewährleistet, dass die Objektträger wieder gefunden werden.

Kurzzeitversuch

Je drei (sechs) Schüler tragen die Objektträger nach genauem Plan durch die Stadt bzw.

durch den Wald, während einer Stunde. Dabei halten sie den Objektträger mit der klebenden Seite in Gehrichtung in der nach unten ausgestreckten Hand und bewegen sich während einer Stunde ständig vorwärts. Ergiebiger wäre Fahrradfahren (nicht: Motorvelo, wegen der Abgaspartikel), was sich aber im Walde verbietet.

Auswertung

Die Objektträger werden in der staubsicheren Schachtel heimgebracht und unter dem Mikroskop oder unter der Binokularlupe bei geringer Vergrösserung, z.B. 10x, betrachtet und nach einer Skala

Sehr feine Staubteile

Größere Staubteile

Grobe Partikel

eingeschätzt und evtl. punktiert:

0 bis 50 Partikel pro Gesichtsfeld; 1 Punkt

50 bis 200 Partikel; 2 Punkte

über 200 Partikel; 3 Punkte

ferner werden erkennbare weitere Partikel genannt: Fäden, Haare, Borkenteile, Russ usw.

Von uns durchgeführte Auswertungen haben z.B. folgende Resultate erbracht (18 Schätzungen, von je 6 Objektträgern, 3 Schätzungen je Objektträger):

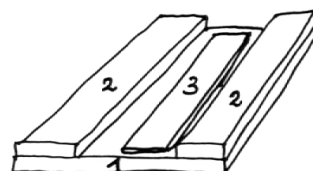
Wald: Feinstaub 1.1 Punkte; Grobstaub 1.0 Punkt; Grobpartikel; 0 Punkt

total 2.1 Punkte

Stadt: Feinstaub 3.0 Punkte; Grobstaub 2.8 Punkte; Grobpartikel 1.4 Punkte

total 7.2 Punkte

Zu beachten: wichtig ist besonders der An- und Heimtransport der Objektträger, der so erfolgen muss, dass keine Verfälschung des Resultates passiert. Bewährt haben sich kleine Holzplättchen mit Auflagen.



1 Holzplättchen

2 Holzauflage, angeleimt

3 Objektträger mit Klebeband gesichert

Resultate

Die Waldluft ist i.a. deutlich staubärmer als die Stadtluft, was sich besonders eindrücklich in stadtnahen Waldungen bemerkbar macht.

Windreiches Wetter kann bei Langzeitversuchen eine Angleichung bewirken. Kurzzeitversuche ergeben i.a. die zuverlässigeren Resultate.

Weiterführende Fragen

Woher kommt der Staub in der Natur? Was bewirkt er? Was bringt der Staub? Welche Komponenten weist er auf? Rauchpartikel, Russ, Pflanzenpollen, Sporen usw. Wie kann sich der Mensch gegen den Staub schützen? Staubmasken für Steinbrucharbeiter, Sandstrahler. Was ist eine Staublunge? Was bedeutet das: «Der Mensch zerfällt nach seinem Tod zu Staub»? Warum arbeitet der Archäologe hauptsächlich mit Ausgrabungen?

6 Waldranduntersuchungen:

Lichtmessungen

Zeit: zwei Stunden im Wald

Jahreszeit: Herbst, Sommer; in Nadelwäldern auch Frühjahr, Winter

Vorausgehende Gedanken

Im Wald herrscht Dunkelheit oder doch gedämpftes Licht. Der Waldrand bildet offenbar eine Lichtschranke, die nur einen Teil des Aussenlichtes seitlich eindringen lässt.

Zielsetzung

Mit einem einfachen Mittel der Lichtmessung die Lichtintensitäten des freien Feldes mit dem Waldesinneren ermitteln.

Vorbereitung

Lehrer: Sucht einen Wald mit ca. 100 m gerade verlaufendem Waldrand, der nach Möglichkeit von West nach Ost verläuft

Lehrer – Schüler: Der Lehrer gibt seine Absicht bekannt, Lichtmessungen durchzuführen und fragt an, ob jemand ein Lichtmessgerät besitzt: Fotometer, Fotoapparat mit eingebauter Aussenlichtmessung

Schüler – Lehrer: Schüler bringen evtl. eigene Lichtmessgeräte mit. Diese werden mit einer relativen Einteilung



1 = niederster Wert

10 = höchster Wert versehen: aufgeklebter Leukoplaststreifen mit gleichmässiger Unterteilung zwischen den Werten 1 bis 10. Wenn mehrere Lichtmesser verwendet werden, müssen sie vorerst aufeinander eingestellt werden

Material

1 Fotometer, oder besser 3, damit die Messungen gleichzeitig erfolgen können

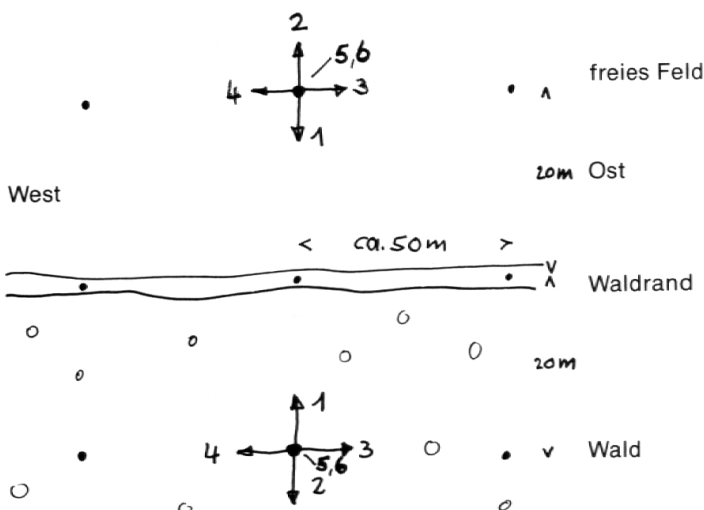
1 Fotoapparat mit Aussenlichtmessung, z.B. alte Contaflex

Notizmaterial

3 Meterstäbe, Signalpfeife

Durchführung

Drei Schüler begeben sich zu den je auf einer Linie liegenden Messpunkten und messen gleichzeitig auf das Pfeifensignal hin und in der gleichen Reihenfolge



1 gegen den Waldrand

2 vom Waldrand weg

3 parallel zum Waldrand nach Osten

4 parallel zum Waldrand nach Westen

5 senkrecht nach unten: Lichtmenge, die der Boden rückstrahlt

6 senkrecht nach oben: Lichtmenge, welche die Pflanzen von oben erhalten

*Auswertung**Resultate*

Die gemittelten Resultate der drei Messwiederholungen werden miteinander verglichen und diskutiert. Besonders interessant sind die Gründe für das Abweichen einzelner Zahlen: Wolkendurchzug, besonders dichtes Waldrandgebüsch, Verlichtungsstelle im Hochwald usw.

Die höchsten relativen Einzelwerte werden im freien Felde senkrecht nach oben gemessen. Die tiefsten meist im Waldrand senkrecht nach unten. Die höchsten Durchschnittswerte erreicht das freie Feld, die tiefsten der dichte Waldrand oder der Hochwald.

Weiterführende Fragen

Welche Bedeutung hat das Licht für den Wald? Warum sind im Waldbestand die Bäume zuoberst beaset? Licht und Leben? Gibt es Leben ohne Licht? Lichtarme und lichtreiche Jahreszeiten. Lichtkeimer und Dunkelkeimer unter den Pflanzen. Langtags- und Kurztagpflanzen und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Funktion des Lichtes in den Pflanzen, in Tier und Mensch. Licht und Schatten in einem Gemälde, im Leben des Menschen.

7 Waldranduntersuchungen:**Waldrand und Wind**

Zeit: 2 Stunden am Waldrand

Günstigste Jahreszeit: Spätsommer und Herbst; weniger günstig: Winter

Vorausgehende Gedanken

Vom Waldrand wird behauptet, er halte den Wind ab, vermindere seine Gewalt oder lenke ihn ab.

Zielsetzung

Ausserhalb und innerhalb des Waldes und im Waldmantel selbst werden einfache Windmessungen vorgenommen.

Vorbereitungen

Lehrer: Sucht sich einen Wald, der recht windausgesetzt ist, z.B. gegen die Hauptwindrichtung der Gegend hin exponiert ist. Der Waldrand sollte über eine grössere Distanz (ca. 100 m) gerade verlaufen und nicht eine Bucht bilden,

den, die gegen den Wind hin geöffnet ist (solche Orte können später auch einbezogen werden).

Lehrer – Schüler: Der Lehrer erklärt das Ziel des Arbeitsnachmittags und legt den Plan für die Durchführung fest. Er lässt das Material (Massstäbe) von den Schülern erstellen.

Schüler – Lehrer: Schüler schlagen selber entsprechende Wälder vor, deren Lage der Lehrer auf der Karte nachprüft. Kritische Schüler weisen darauf hin, dass Windversuche nicht sonderlich aussagekräftige Resultate liefern dürften.

Material

Lehrer:

Landeskarte 1:25 000 der Gegend

9 Wattebäusche à 0.1 Gramm

9 Plastikdöschen (kleinste Petrischalen, verschliessbare Spitalkonfidöschen) Durchmesser 4 cm

Die abgewogenen Wattebäusche werden auf die Fläche des Döschens auseinandergezogen

1 Kompass (evtl. entbehrlich)

1 Signalpfeife

Schüler:

3 Meterstöcke mit Dezimeter-Einkerbungen

3 Kartons, 5 cm breit, 1 dm lang mit Zentimeter-einteilung

*Durchführung*

Da die Messungen immer an drei Messstellen gleichzeitig erfolgen sollen, werden mindestens 7 Schüler gleichzeitig eingesetzt.

Messstelle 1 20 m vor dem Wald im freien Feld

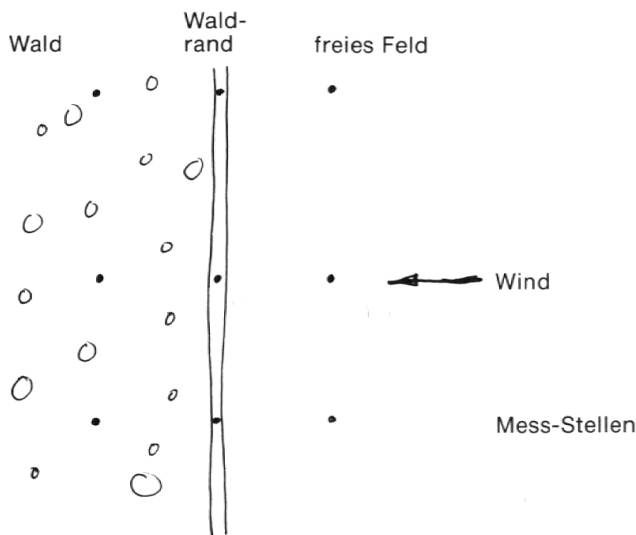
2 im Waldrand-Innern

3 20 m im Waldinnern

alle drei je in einer geraden Linie senkrecht zum Waldrand. Pro Messstelle sind zwei Schüler eingesetzt:

Schüler 1, 3 und 5 stellen an der bezeichneten Messstelle den Meterstab senkrecht auf den Boden und halten den Wattebausch (0.1 g, 4 cm Durchmesser) senkrecht gehalten 1 m über dem Boden fest und lassen ihn auf das Pfeifensignal von Schüler 7 fallen. Schüler 2, 4 und 6 bestimmen die Distanz des Windabtrie-

bes und die Himmelsrichtung des Abtriebes, auf $\frac{1}{16}$ Himmelsrichtung genau. Die Messung wird an jedem Messort fünfmal wiederholt, um die Zufälligkeiten des Windes ein wenig ausgleichen zu können.



Auswertung der Resultate

Die mittleren Weiten des Windabtriebes sind leichter darzustellen. Hingegen ist es weniger leicht, die mittlere Windrichtung sinnvoll darzustellen. Eine Methode ist immerhin diese, jeder der 16 Himmelsrichtungen laufend eine Zahl zu geben, z.B. beginnend mit N \triangleq 1, NNO \triangleq 2, NO \triangleq 3, ONO \triangleq 4, O \triangleq 5 usw. So kann immerhin eine mittlere Zahl, z.B. 26 (aus 5 Messungen) resultieren, im Mittel also 5.2: Der Abtrieb erfolgte also nach Osten, der Wind wehte demnach fast direkt aus Westen.

Die Resultate der verschiedenen Messgruppen werden dargestellt und gruppiert.

Schlussfolgerungen

Bei diesen Messungen ist besondere Vorsicht angezeigt wegen der Willkürlichkeit des Windes, besonders bei relativer Windstille. Immerhin erlaubt die Vielzahl der Messungen, die Zufälligkeiten etwas auszuschalten und eine Tendenz zu erkennen. I.a. zeigt sich, dass am Waldrand die geringste Luftbewegung, im freien Gelände die stärkste und im Waldesinneren eine mittlere Luftbewegung herrscht.

Winde werden durch den Waldrand auch häufig abgelenkt, dies besonders, wenn sie in einem schiefen Winkel auf ihn auftreffen.

Die Resultate werden am besten an Ort und Stelle, dort wo gemessen wurde, erörtert. Die Schüler finden oft recht geschickte Erklä-

rungsmöglichkeiten für unerwartetes Windverhalten im Wald.

Fragen:

Welches ist die Aussagekraft der gefundenen Messwerte? Worin bestehen die Schwächen der Versuchsanordnung? Welche Schäden kann der Wind verursachen? Bäume entwurzeln, Äste abreißen, Bäume entlauben, besonders im Herbst usw.

Welche nützliche Funktion hat der Wind? Klimaausgleich, bringt Kalt- oder Warmluftmassen von der Ferne herbei, Gasaustausch wird begünstigt. Der von den Pflanzen gelieferte Sauerstoff wird über die ganze Erde verteilt und ermöglicht uns zu leben.

Welche Funktion hat der Wind für die Pflanze? Welches ist die Funktion des Waldrandes? Bremsung des Windes, Zusammenhalten der Luftmassen im Wald, abhalten oder mildern von Sturmschäden, ist mitbeteiligt an der Schaffung des sog. Waldklimas.

Weiterführende Fragen

Wind als Energiespender: Windmühlen, Segelschiffe, Windkanäle für den Flugzeugbau. Im Altertum wurden Wind und Geist mit gleichem Wort belegt. Welche Gründe könnten dazu geführt haben? «Der Geist weht, wo er will»: Kann dieser alte Spruch auch auf den Wind übertragen werden?

8 Waldranduntersuchungen:

Temperatur

Zeit: 2 Stunden am Bestimmungsort, an einem möglichst heissen Tag (anstelle von Hitzeferien)

Jahreszeit: Sommer oder sonniger Herbst- oder Spätfrühlingstag

Vorausgehende Gedanken

Vom Wald wird oft behauptet, er besitze ein Eigenklima, z.B. er spende im heissen Sommer Kühlung. Dem Waldrande müsste hier eine besondere Aufgabe zufallen, welche?

Zielsetzung

Es soll ermittelt werden, ob die Waldeskühle schon im Waldrande einsetzt oder ob der Waldrand eine Übergangsfunktion besitze.

vermutlich auch unterschiedlich dichten Böden auf, dazu Waldwege, angrenzende Äcker und ein Mooregebiet.

Lehrer – Schüler: Der Lehrer führt den Rammstab vor und diskutiert sein Vorhaben betr. die Dichtmessungen. Dichte als umgekehrtes Mass der Bodenporosität und damit der Bodendurchlüftung

Material Rammstab



Starker Eisenstab, 1.2 m lang, unten zugespitzt. In 30 cm über der Spitze angeschweisster runder Eisenteller von 10 cm Durchmesser. In 90 cm über dem Eisenteller eine Markierrille.

Dazu 5 kg-Eisenkugel, durchbohrt, als Fallgewicht.

Masstab
Notizmaterial

Durchführung

Zwei Schüler suchen verschiedene, vom Lehrer bezeichnete Orte im Walde auf und lassen die Eisenkugel aus 80 cm auf den Eisenteller fallen. Sie notieren die Anzahl Schläge, bis der Eisenteller des Rammstabes auf dem Boden aufsitzt.

Auswertung

Resultate: Eine Serie von je 10 Messungen im Gebiet der Krienseregg am Pilatus ergab: Rottannenwald 7.3 Schläge; Buchenwald 6.5 Schläge; Waldweg 27.5 Schläge; Wiese/Weide 10.2 Schläge; Weide im Bereiche eines Skilifts 14.1 Schläge; Hochmoor* 1.7 Schläge. Spazierweg: nach 20 Schlägen war die Spitze des Rammstabes 4.2 cm in den Boden eingedrungen.

* auf Hochmoorboden versank das Gerät schon wegen seines Eigengewichtes bis zur Hälfte im Boden.

Anmerkung: die Methode liefert keine absoluten Dichtewerte, sondern nur relative, d.h. Vergleichswerte der verschiedenen Versuche untereinander.

Weiterführende Fragen

Was bewirkt die Bodenverdichtung für das

Wurzelwachstum der Bäume? Tragen verdichtete Böden spezielle Pflanzen, welche die Verdichtung tolerieren? Sind solche Pflanzen auch gleichzeitig auf Lockerböden festgestellt worden? Wie reagiert der Mensch auf das Eingeschlossenwerden oder auf das Zusammenpferchen z.B. in einem Lift, einer Seilbahnkabine? Wieviel Freiraum benötigt überhaupt ein Mensch?

10 Waldboden:

Durchlässigkeit

Zeit: 2 Stunden im Wald und evtl. im angrenzenden Feld

Jahreszeit: Unabhängig; tief gefrorener Boden im Winter kann hinderlich sein

Vorausgehende Gedanken

Neben der Bodendichte spielt offenbar die Bodenporosität für das Pflanzenleben eine Rolle. Waldböden gelten als durchlässiger als Ackerböden.

Zielsetzung

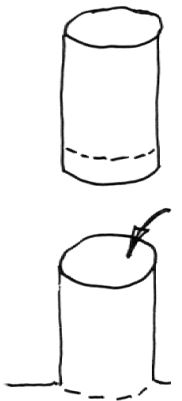
Wir wollen mit einer einfachen und wirksamen Methode die Bodendurchlässigkeit direkt ermitteln.

Vorbereitung

Lehrer: Gleich wie in Versuch 10, jedoch bevorzugt in der Nähe von Bächen oder Brunnen
Lehrer – Schüler: Die Schüler werden aufgefordert, leere Blechbüchsen mit gleichem Inhalt und Durchmesser zu bringen, bei denen sowohl der Deckel wie Boden sorgfältig mit dem Büchsenöffner entfernt worden ist.

Material

Mehrere Metall-Konservenbüchsen. Geeignet sind vor allem hohe Büchsen, wie sie für Tomatenpüree verwendet werden. Sie werden aussen und innen mit einem Ring (roter Filzstift) markiert, der 5 cm vom untern Rande angebracht wird. Plastikbehälter oder Eimer für die Wasserbeschaffung im Walde. Uhr mit Sekundenzeiger oder Stoppuhr. Masstab, 1-Liter-Wassergefäß, gradiert.

Durchführung

Die Büchsen werden bis zum Markierring im Boden vergraben bzw. in den Boden gepresst. Anschliessend werden sie mit Wasser gefüllt. Gemessen wird die Zeit, die verstreicht, bis das Wasser innerhalb der Büchse versickert ist, oder bei sehr wenig durchlässigen Böden, wie viel Wasser, gemessen vom oberen Büchsenrand, innert 5 Minuten versickert.

Auswertung

Die Resultate sind i.a. umgekehrt zu den Werten des Versuches 10, bei dem die Bodendichte registriert wurde. Vorteil dieses Versuches: gibt sehr rasch gutes Zahlenmaterial. Nachteil: in sehr porösen Böden verschwindet das Wasser ebenso schnell oder sogar rascher als es hinein gegossen werden kann. In solchen Fällen kann der Versuch in der unmittelbaren Umgebung, doch mindestens 1 m entfernt, wiederholt werden und dabei die Zeit gemessen werden, in der 1 Liter Wasser durchläuft. Schwierigkeiten ergeben sich bei steinigten Böden, weil die Metallbehälter nicht gut in den Boden eingepresst werden können und wo Steine das Eindringen erschweren. In der Nachbarschaft des Steines steigt dann oft das Wasser ausserhalb der eingelassenen Büchse nach oben. Da dies schnell geschieht, täuscht dieser Zustand einen porösen Boden vor. Es lohnt sich daher, den Boden um die eingepresste Büchse festzutreten.

Diese Versuche erfreuen sich bei den Schülern einer grossen Beliebtheit, weil besonders bei heissem Wetter das Hantieren mit Wasser Spass macht.

Die Resultate können in reizvolle grafische Darstellungen gebracht werden und sind meist fast spiegelbildlich zu den Dichtemessungen.

Weiterführende Fragen

Ist Durchlässigkeit des Bodens in jedem Falle erwünscht? Kann er nicht auch zu durchlässig sein: Welche Folgen hätte dies für das Pflanzenwachstum und für die Bodentiere? Man spricht von der Durchlässigkeit oder von der Durchsichtigkeit einer Methode oder

Massnahme. Was ist gemeint und ist diese immer erwünscht? Durchsichtiger Charakter eines Menschen?

11 Waldboden:**Korngrössen und Bodenbestandteile**

Zeit: 2 Stunden im Wald

Jahreszeit: Unabhängig; gefrorener Boden ist etwas hinderlich

Vorausgehende Gedanken

Waldböden sind aus organischem und mineralischem Material zusammengesetzt. Ihre Anteile sind wichtig für das Tier- und Pflanzenleben auf und in dem Boden

Zielsetzung

Wir wollen mit möglichst einfacher Methode die grobe Bodenzusammensetzung untersuchen.

Vorbereitung

Lehrer: Erklärt die verschiedenen Stockwerke des Bodens mit

- Oberboden mit Laubstreu und Mull
- beginnende Vermischung mit dem mineralischen Unterboden
- Unterboden mit dem Muttergestein

Er erklärt, wie Bodenproben genommen werden und wie sie untersucht werden.

Lehrer – Schüler: Der Lehrer führt den Schülern an einem Sand-Kies-Gemisch die Trennung dieser zwei Bodenfraktionen im Messzylinder vor.

Schüler – Lehrer: Die Schüler holen entweder selbständig Waldbodenerde aus verschiedenen Bodentiefen oder (besser) die Klasse begibt sich in den Wald und erhebt die Proben an Ort und Stelle.

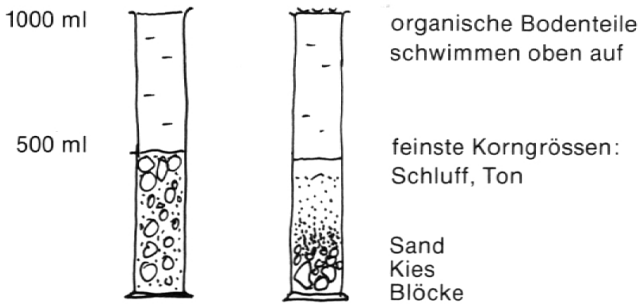
Material

Grabschaufeln, Handschaufeln, drei Messzylinder 1000 ml, Wasserschöpfgefäss

Durchführung

Im Wald wird ein ca. 50 cm tiefes Loch geöffnet

1. Bodenprobe aus 5 cm Tiefe
2. 20 cm
3. 50 cm



In einen Messzylinder (Plastik, durchsichtig, 1000 ml) wird bis zur Hälfte der Höhe Erde eingegeben und bis 1000 ml mit Wasser nachgefüllt. Der Messzylinder wird mit der Handballe gut abgedeckt und der Zylinder samt Inhalt gründlich durchgeschüttelt und auf ebene Unterlage abgestellt. Die Bodenbestandteile senken sich ab und ordnen sich dabei von selbst nach der Korngrösse.

Ergebnisse

Der Vergleich von Böden aus verschiedenen Tiefen ergibt unterschiedliche Korngrössenzusammensetzung des Bodens:

- die organischen Teile überwiegen in den oberen Schichten
- die anorganischen (mineralischen) Teile: Kies, Blöcke (= Bodenskelett) überwiegen in den unteren Teilen.

Diskussion der Resultate

Waldböden enthalten im Vergleich zu Ackerböden oft einen recht grossen Anteil einer unzersetzten organischen Auflage, sie sind daher meist dunkler gefärbt und häufig humusreicher als Ackerböden. Mit zunehmender Tiefe steigt der Anteil der anorganischen Substanz, weil der Boden schliesslich auf Fels (= Muttergestein) aufliegt. Ackerböden enthalten häufig grössere Anteile anorganischer Feinteile wie Ton und Schluff (Lehm).

Weiterführende Fragen

Welche Umwandlungen macht ein Waldboden wohl durch, wenn der Wald gerodet wird und der Boden nun als Ackerboden genutzt wird? Bedeutet hoher Humusgehalt auch bereits gute Nährstoffversorgung? Warum stocken unsere Wälder meist auf weniger günstigen Böden als unsere Felder? Wo sind tief-

gründige, wo flachgründige Böden zu erwarten? Sind Tief- und Flachgründigkeit des Bodens an einem entsprechenden Pflanzenbewuchs zu erkennen? Hat der Begriff «Heimatsboden» etwas mit den hier genannten Begriffen zu tun? Auch im menschlichen Bereich wird von Tief- und Flachgründigkeit gesprochen.

12 Waldaufbau:

Wir erstellen Waldprofile. Etagen des Waldes

Zeit: 3 Stunden im Wald

Jahreszeit: Während der Vegetationszeit, speziell im Herbst

Vorausgehende Gedanken

Wälder sind bekanntlich aus mehreren Etagen aufgebaut, die eigentlich immer festgestellt werden können.

Zielsetzung

Wir wollen den Etagen-Aufbau des Waldes aus Kraut-, Strauch- und Baumschicht selber feststellen und aufzeichnen.

Vorbereitung

Lehrer: Sucht im Wald auf mehreren Strecken von ca. 40 m Länge bestimmte Abfolgen von Pflanzen unterschiedlicher Wuchshöhe aus, die sich von einem Wege her leicht skizzieren lassen.

Lehrer – Schüler: Der Lehrer erläutert die gestellte Aufgabe «Etagen des Waldes», zeigt eine einfache Feldmethode für Längenmessungen am Boden mit Schrittlängen zu 80 cm, zeigt eine einfache Methode zum Messen der Baumhöhen mit dem Stock (siehe «Wald erleben, Wald verstehen» S. 137).

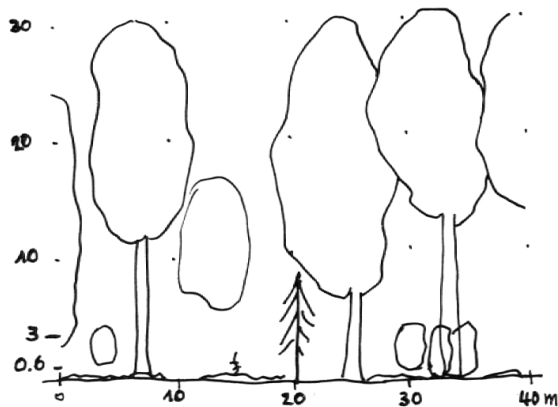
Material

Notizblöcke A4, 5 mm kariert; weisse Papierstreifen für die Grenzmarkierungen (evtl. an Ort und Stelle durch Kleidungsstücke, Schulmappen, Stecken u.a. ersetzbar)

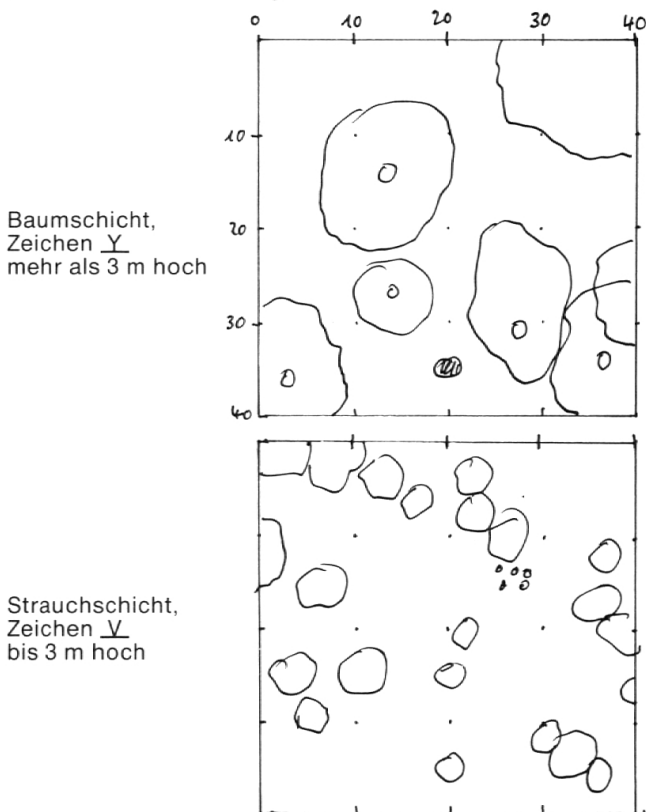
Durchführung

Entlang einem Wege werden auf 40 m Länge und 10 m Tiefe alle Waldpflanzen in ihrem Seitenriss skizziert und zwar massstabgetreu.

Seitenansicht



Ansicht in der Projektion



Für die Bewertung der Flächenanteile kann die Schätzungsskala von J. Braun-Blanquet verwendet werden:

- + geringe Deckung, bis 1/10% der Fläche deckend
- 1 bis 5% der Fläche deckend
- 2 5% bis 25% der Fläche deckend
- 3 25% bis 50% der Fläche deckend
- 4 50% bis 75% der Fläche deckend
- 5 über 75% der Fläche deckend

Auswertung

Die Schüler weisen ihre Zeichnung vor. Sie wird an Ort und Stelle mit der Natur verglichen

und kommentiert. Die Schüler versuchen anhand der Skizzen die Prozentanteile an der Aufnahme Fläche zu schätzen.

Tip: Man geht von der Braun-Blanquet-Zahl 3 aus und fragt:

- «deckt die Pflanze 1/4 der Fläche?» ... ja
- «deckt sie 1/2 der Fläche?» ... nein: «also 3!»

Weiterführende Fragen

Welche Wirkung hat der Etagenaufbau des Waldes für die Pflanzen? Im tropischen Urwald Brasiliens sollen bis 12 Waldetagen unterschieden werden können. Warum dort so viele? Welche Etage dürfte bei äusserst harten Umweltbedingungen zuerst, welche zuletzt ausfallen? Welche Etage ist am schwersten schätzbar? Strauchschicht. Warum? Geübte Schätzer beurteilen die Deckungsanteile der Baumschicht negativ, d.h. auf Grund des «frei sichtbaren Himmels». Wann erscheint diese Methode günstiger? In welchem Waldteil können keine Etagen unterschieden werden? Viele Biologen bringen die Etagen des Waldes in Zusammenhang mit der Rangordnung einiger Tiere. Wie ist das begründbar?

13 Waldinneres:

Waldstimmen

Zeit: 2 bis 3 Stunden im Wald
Jahreszeiten: Alle

Vorausgehende Gedanken

Der Wald ist eine Lebensgemeinschaft zahlreicher Tiere und Pflanzen, von denen nur wenige eine eigene Stimme besitzen. Und doch ist eine solche Vielfalt von Lebewesen nicht stumm, sondern bei geduldigem Hinhören können wir die verschiedensten Laute vernehmen.

Zielsetzung

Wir wollen als heimliche Lauscher die verschiedenen Geräusche, Töne und Stimmen des Waldes in uns aufnehmen, sie zu deuten versuchen und vielleicht als Reporter unseren Kameraden wiedergeben.

Vorbereitung

Lehrer: In Vorexkursion möglichst von Verkehrs- und Industriegläuschen abgelegene Waldpartie suchen mit:

- Lichtungen
 - abgelegenen Waldrändern
 - Dickungen abwechselnd mit Hallenwald
- Lehrer – Schüler: Thema vorstellen
 Vorübung: Laute filtern, d.h. Störlaute auszuschalten versuchen. Heute ist kaum mehr ein Wald so weit abgelegen, dass keine Fremdlaute (Autos, Baulärm, Flugzeuge usw.) hörbar sind. Diese müssen ausgeschaltet werden, was nicht ohne Übung gelingt. Zur Vorübung wird ein *tickender Wecker* mitgebracht, der trotz Störgeräuschen von der Strasse, aus dem Schulhaus usw. immer gehört werden muss. Ein zweiter Wecker mit anderm Tickgeräusch wird an anderer Stelle des Schulzimmers aufgestellt. Beide müssen gehört werden.

Material

keines, es würde nur stören; evtl. Notizmaterial, das erst nach den Hörübungen hervorgeholt wird. Geräuscharme Kleider.

Durchführung

Klasse setzt sich bei trockener Witterung im Kreise um den Lehrer auf den Boden, Augen geschlossen. Hinhorchen auf Geräusche, die nicht menschlich bedingt sind. Frage: welche Geräusche kommen vom Wald her? Jahreszeitliche Möglichkeiten

Sommer Ergiebigste Jahreszeit bezüglich Artenvielfalt

Pflanzenstimmen: Blätterrauschen: gibt es Unterschiede zwischen Laub- und Nadelhölzern?

Aufgabe: Unterschiede zwischen grossblättrigen (z.B. Bergahorn) und kleinblättrigen Laubhölzern (z.B. Buche). Unterschiede zwischen verschiedenen Nadelhölzern: Rottanne, Weissstanne, Föhre, Lärche? Versuche, die Geräusche im Gedächtnis zu behalten! Sehr eindrücklich sind Hörbeobachtungen mit Blick in die bewegten Baumkronen. Stämme aneinander reiben: hie und da zu hören und sehr eindrücklich.

Tierstimmen: Insektengesumm. Versuch des Beschriebs: Welche Insekten geben ein Flügelgeräusch? Vogelstimmen: Versuche, ihre Richtung und Entfernung abzuschätzen und die Richtung anzugeben. Optische Nachprüfung. Anstelle eines Feldstechers genügen meist die feldstecherähnlich gehaltenen Hände vor den Augen.

Frühjahr: Bester Monat für Vogelstimmen und Frühbeobachtungen: Mai. Vogelstimmen: Unterstreichungen der einzelnen Gesänge. Welches ist der häufigst gehörte Laut? Welcher Vogel? Wie viele Exemplare dieser Art sind zu hören? Wie weit sind sie voneinander entfernt? Welche verschiedenen Vogelarten sind im Umkreis von 30 m (100 m) zu hören, welche sind von weiter her zu vernehmen?

Herbst: Günstige Exkursion nach der ersten Frostnacht. Laubfall: Wie tönt es, wenn ein Blatt sich löst, herunterfällt und auf Äste trifft, auf dem Boden aufschlägt? Gedächtnisvergleich mit dem Blätterrauschen: können Unterschiede zum Rauschen, zwischen grossblättrigem und kleinblättrigem Laub festgestellt werden?

Winter: Bei windigem Wetter und Schnee (gutes Schuhwerk, Windschutz). Das Rauschen des Windes im Winterwald ist ein besonders beeindruckendes Erlebnis.

Gibt es Unterschiede Laubbäume – Nadelbäume (ausser Lärche)? Sind die «Wintersteher» (die Schneedecke überragende Kräuter) zu hören? Oft müssen solche Pflanzen richtig angepörscht werden. Ist der fallende Schnee zu hören? Weitere Wintergeräusche: Gewässer unter einer Schnee- oder Eisdecke. Gebüsch: ein hängen gebliebenes Blatt schlägt gegen einen Ast. Über den Schnee hinwegfliegende Blätter oder Fruchtkapseln.

Auswertung der Vogelstimmen

Was bedeutet es, wenn die gleiche Vogelart mit gleichmässigen Abständen über eine bestimmte Waldfläche verteilt ist? Was bedeutet es, wenn mehrere Vogelarten gleichzeitig in der gleichen Waldfläche vorkommen und sich durch Gesang bemerkbar machen? Welches ist der Zweck des Vogelgesanges? Was bedeutet es, wenn auf dem gleichen Baum mehrere Vogelarten zu beobachten sind? Der Begriff der ökologischen Nische.

Blätterrauschen

Ist der Wind eigentlich selber auch hörbar oder nur dann, wenn er an einem Pflanzenteil entlang streicht? Kommt das Rauschen nur durch Entlangstreichen des Windes am Blatt oder Ast zustande oder auch durch Berührung der Blätter aneinander? Ist das Rauschen immer auf eine Vielzahl von «Stimmen»

zurückzuführen, gibt es auch ein Einzelrauschen des Blattes oder Astes? Warum schwillt beim Rauschen oft die Lautstärke und -höhe an und klingt wieder ab?

Blattfall

Warum Blattfall? Haben immergrüne Pflanzen keinen Blattfall? Wie alt wird überhaupt ein Blatt, eine Pflanze?

Pflanzen unterscheiden sich u.a. von den Tieren dadurch, dass sie immer weiterwachsen und nie erwachsen sind. Wie ist das festzustellen? Es gibt Pflanzen, die als Jungpflanze auf ihren absterbenden oder schon abgestorbenen Eltern weiterwachsen. Torfmoos sind solche Pflanzen. Welche Folge hat das für den Standort dieser Pflanzen?

Wintersteher

Welche Folgen hat es, wenn ein Wintersteher, z.B. eine Glockenblume, mit ihrer Samenkapsel über den Schnee hinausragt und von den eisigen Winterwinden zerzaust wird?

Weiterführende Fragen

Welche Aufgaben hat der Vogelgesang? Gesang des Vogels und menschliche Stimme: Welche hat mehr Ausdrucksmöglichkeiten?

Einige Vögel haben einen sehr abwechslungsreichen, vielseitigen Gesang, z.B. Singdrossel, Nachtigall. Kommen sie mit ihren Ausdrucksmöglichkeiten also an den Menschen heran oder übertreffen sie ihn gar?

Sind die ca. 400 in jeder Sprache hauptsächlich gebrauchten Wörter ausreichend, um sich im entsprechenden Land differenziert aussprechen zu können? Muttersprache: Warum halten fast alle Menschen zäh an ihr fest? Können wir uns ausser durch die artikulierte Sprache auch sonst ausdrücken? Der Wald als Lebensgemeinschaft wird oft als eine Art Lebewesen höherer Art angesehen. Welches ist nun die Stimme dieses höheren Lebewesens?

14 Waldinneres:

Waldpirsch

Zeit: 1 Stunde pro Übung

Jahreszeit: Jederzeit während der Vegetationsperiode

Vorausgehende Gedanken

Schüler möchten sich auch einmal in die Rolle eines Waldtieres versetzt wissen und möglichst geräuschlos und unsichtbar durch den Wald streifen.

Zielsetzung

Wir wollen wie ein Waldtier jede Möglichkeit des Gehens ausnützen, die stilles oder doch geräuscharmes Vorankommen im Walde ermöglicht. Wir wollen, wie ein scheues Reh, unsichtbar und unhörbar durch den Wald streifen.

Vorbereitung

Lehrer: Sucht sich einen Wald aus, der in unmittelbarer Nachbarschaft:

- moosreiche Böden mit viel Waldstreue besitzt
- unterholzreich ist
- reichlich Kleinsträucher, z.B. Heidelbeeren und Astwerk aufweist

Lehrer – Schüler: Lehrer gibt den Schülern bekannt, dass sie sich als «Waldtiere» geräuschlos durch den Wald begeben werden. Wie ein Reh sollen sie stets unsichtbar bleiben.

Material

Lehrer: Signalpfeife, Notizblock

Schüler: dürfen in Turnschuhen erscheinen (trockenes Wetter) geräuscharme Kleider, unauffällige Farben

Durchführung

1. Übung: Waldpirsch im Indianermarsch

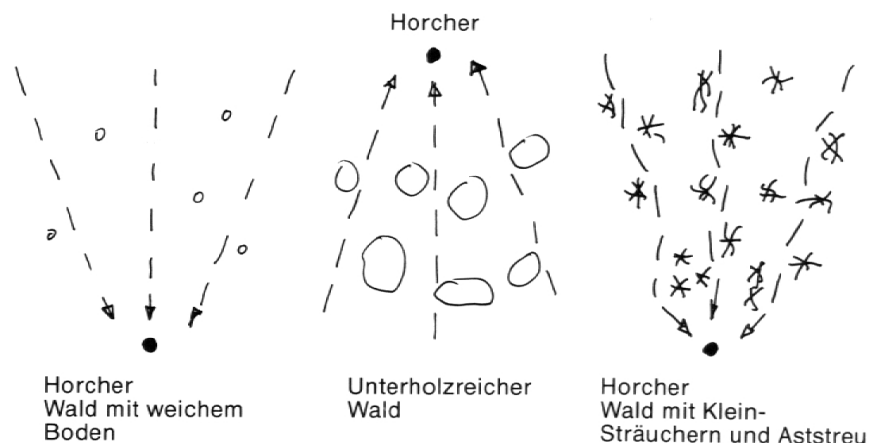
Die Schüler durchschreiten in 3 Kolonnen einen:

- Wald mit weichem Boden
- unterholzreichen Wald
- Waldboden mit Kleinsträuchern und Aststreu

Eine Teststrecke von jeweils etwa 30 m und zwar auf einen Horcher mit verbundenen Augen zu. Dieser registriert auf einem Notizblock je mit einem Strich jedes Geräusch der drei Kolonnen.

2. Übung: Anpirschen von allen Himmelsrichtungen her

Der Lauscher sitzt im Mittelpunkt eines Kreises von ca. 100 m Durchmesser. 12 Schüler kommen möglichst geräuschlos aus den Richtungen der Stunden einer Uhr auf ihn zu.

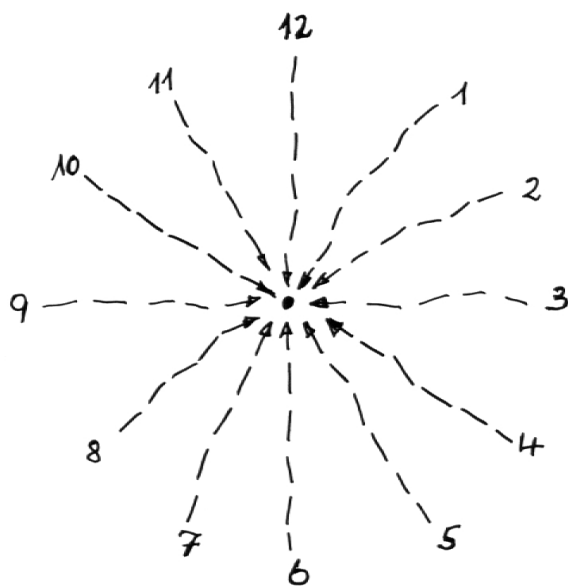
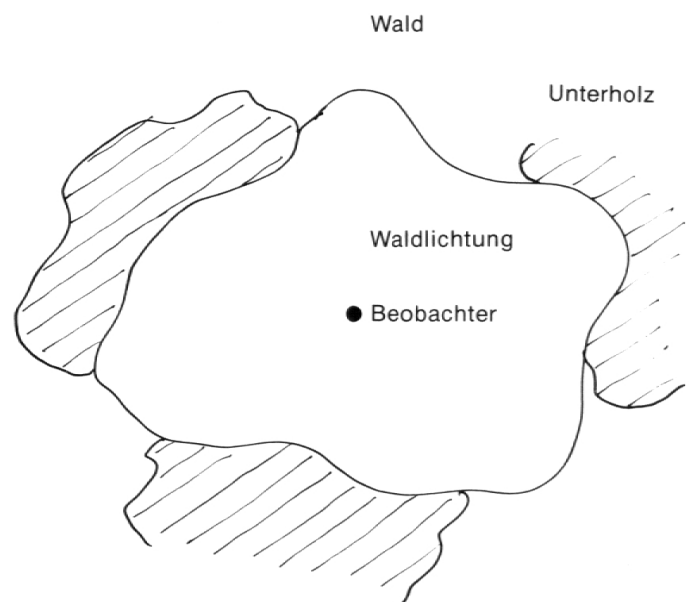


Auf Sichtdeckung brauchen sie nicht zu achten, wohl aber haben sie die Aufgabe, so wenig Geräusch wie möglich zu machen. Wenn der Lauscher ein Geräusch wahrnimmt und in die Richtung eines Anpirschenden zeigt, gilt dieser als erkannt und muss die Pirsch aufgeben.

NB: Ein Mensch kann ankommende Töne auf ca. 9 Winkelgrade genau orten, die Anpirschrichtungen sind hier 30 Winkelgrade auseinander.

Als Zeit stehen 5 Minuten zur Verfügung. Wer sich in dieser Zeit nicht auf mindestens 5 m genähert hat, scheidet ebenfalls aus. Standort des Lehrers: 2 m neben dem Lauscher.

nicht zusammenrotten und müssen einzeln vorgehen. Sie sind nicht an ihre ursprüngliche Richtung gebunden.



Als Zeit stehen 15 Minuten zur Verfügung. Standort des Lehrers: in der Nähe des Beobachters, sitzend, um niemandem Deckung zu bieten, ebenso die nicht beteiligten Schüler, die sich ruhig verhalten müssen.

Auswertung

Der Lehrer gibt eine Rangliste der guten Pirscher bekannt. Diskussion des Vorgehens. Welchen Wert besitzen Waldpfade? Warum sind kleinere Tiere weniger gefährdet als grössere? Warum haben Waldtiere oft sehr kleine Fussflächen? Welche Sträucher oder Jungbäume bieten guten Sichtschutz? Welche Bodenstrukturen und welche Bodenstreue sind ungünstig, welche vorteilhaft für möglichst lautloses Vorankommen?

3. Übung: Anschleichen zum Beobachter auf einer Lichtung, geräuschlos und unsichtbar. Die Anschleicher kommen wiederum aus allen Richtungen der Uhr, je aus ca. 100 m Entfernung. Sie dürfen jede Deckung aussuchen und sich evtl. tarnen. Sie dürfen sich aber

Weiterführende Fragen

Das scheue Reh. Warum sind Tiere scheu?
 Warum besitzen andere Tiere scheinbar keine
 Scheu? Was ist Scheu? Was ist Scham? Sind
 diese Eigenschaften nur anerzogen oder sind
 sie dem Lebewesen, sind sie uns vererbt?
 Welche Funktion haben sie?

15 Waldinneres:**Biologische Bodenaktivität beurteilen**

Zeit: 3 Stunden im Wald
 Jahreszeit: Vegetationszeit

Vorausgehende Gedanken

Der Wald besitzt nicht nur oberirdisch ein rei-
 ches Leben, auch sein Boden ist mannigfaltig
 belebt, was sich aus gewissen Anzeichen be-
 urteilen lässt.

Zielsetzung

An einigen einfachen Kennzeichen die biolo-
 gische Bodenaktivität zu beurteilen suchen.

Vorbereitung

Lehrer: Sucht im Walde Böden, die sich leicht
 beurteilen lassen.

Lehrer – Schüler: Der Lehrer bespricht mit
 den Schülern den Begriff Biologische Boden-
 aktivität und nennt einige wichtige Teilaspek-
 te:

- Bodenbewuchs
- Streuzersetzung als Mass für die Bakterien-
tätigkeit
- Blattschäden durch Parasiten
- Regenwurmhäufchen, Maulwurfs- oder
Wühlmaushaufen
- Tierlosung, Trittsiegel

Als sehr einfache Beurteilungsmöglichkeiten
 ergaben sich:

Bodenbewuchs:

weniger als $\frac{1}{10}$ der Bodenfläche bewachsen 1 Punkt

$\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{2}$ der Bodenfläche bewachsen 2 Punkte

mehr als $\frac{1}{2}$ der Bodenfläche bewachsen 3 Punkte

Streuzersetzung:

weniger als $\frac{1}{10}$ der Blätter mit Zersetzung-
 spuren 1 Punkt

$\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{2}$ der Blätter mit Zersetzung-
 spuren 2 Punkte

mehr als $\frac{1}{2}$ der Blätter mit Zersetzung-
 spuren 3 Punkte

Blattschädigungen:

weniger als $\frac{1}{10}$ der Blätter geschädigt 1 Punkt

$\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{2}$ der Blätter geschädigt 2 Punkte

mehr als $\frac{1}{2}$ der Blätter geschädigt 3 Punkte

Regenwurmhäufchen usw:

keine Funde 1 Punkt

1 Fund 2 Punkte

mehr als 1 Fund 3 Punkte

ebenso: Tierlosung, Trittsiegel

Die minimale Punktezahl beträgt 5, d.h. wenig
 biologische Bodenaktivität

die maximale Punktezahl beträgt 15, d.h. rege
 biologische Bodenaktivität

Für die Beurteilung

5 Punkte: keine Anzeichen von biologischer
 Bodenaktivität

6 bis 7 Punkte: geringe Anzeichen

8 bis 9 Punkte: mässige Anzeichen

10 bis 11 Punkte: gute biologische Bodenakti-
 vität

12 bis 15 Punkte: sehr gute biologische Bo-
 denaktivität

Material

Meterstab, Notizmaterial, Beurteilungssche-
 ma

Durchführung

Die Schüler beurteilen in Gruppen zu dritt je
 einen vom Lehrer bezeichneten Quadratmeter
 Boden auf seine biologische Aktivität. Sie be-
 noten ihren Boden nach dem vorliegenden
 Schema und führen anschliessend in Worten
 noch ihre besonderen Beobachtungen an, die
 weitere Hinweise auf die biologische Boden-
 aktivität liefern können. Damit sich die Schü-
 ler nicht gegenseitig behindern, müssen die
 Quadrate einen Abstand von ca. 5 m vonein-
 ander haben.

Die biologische Aktivität kann so in mehreren
 Waldtypen: Nadelwald, Laubwald, Mischwald,
 auf Trockenboden und Feuchtboden usw. un-
 tersucht werden.

Beispiel für eine Beurteilung

1 Pflanzenbewuchs 2 Punkte

2 Streuzersetzung 2 Punkte

3 Frassspuren 2 Punkte

4 Regenwurm-, Maulwurfs-
haufen

3 Punkte

5 Trittsiegel

2 Punkte

total Punkte: 10



Beurteilung: gute biologische Bodenaktivität.
Zusatzbeobachtungen: Totengräberkäfer

Auswertung

Nach der Schülerbeurteilung referiert einer der Schüler über die gemachten Beobachtungen. Die übrigen diskutieren die Beurteilung und die Resultate und liefern evtl. noch zusätzliche Beobachtungen. Die Zusatzbeobachtungen ergeben oft den interessantesten Diskussionsstoff und zeigen andererseits, dass Schüler oft recht tüchtige Beobachter sind.

Weiterführende Fragen

Welche pflanzlichen und tierischen Zersetzer sind bei der biologischen Aktivität beteiligt? Welches ist die Bedeutung dieser Zersetzung? Was geschieht mit dem Körper eines Lebewesens nach seinem Tod? Warum sind Tierleichen in der freien Natur nur selten zu beobachten? Von wem und wo wird die biologische Aktivität bewusst gefördert und angewendet? Welches könnten die Gründe sein, dass jedes Lebewesen eine beschränkte Lebensdauer aufweist? Warum altert man und warum kommt man jung auf die Welt, selbst wenn man alte Eltern hat?

Literatur

Kap. 1: Wald erleben, Wald verstehen. WWF, Bundesamt f. Forstwesen, Schweiz. Rentenanstalt. Zofingen 1982.

Hofmeister, H., Lebensraum Wald. Hamburg/Berlin 1983.

Kap. 3: Tierspuren. BLV-Bestimmungsbuch. München-Bern-Wien 1972.

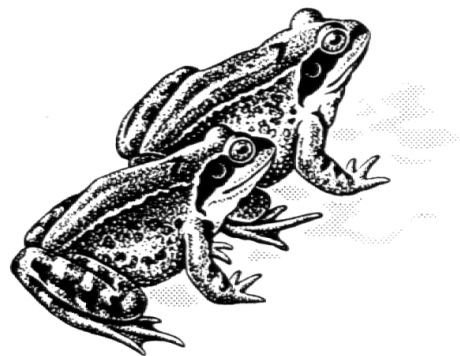
Kap. 4: Amann G., Bäume und Sträucher des Waldes. Melsungen 1964.

Amann G., Kerfe des Waldes. Melsungen 1962.

Kap. 13: Braun-Blanquet J., Pflanzensoziologie. Wien-New York 1964.

Amann G., Bodenpflanzen des Waldes. Melsungen 1970.

Dr. Juchli 195 SK



Herr Lehrer, der Frosch hat eine Frau.

Möchten Sie ein eigenes Biotop, um Ihren Naturkundeunterricht etwas lebendiger zu gestalten? Nichts einfacher als das. Sie brauchen einen Fleck Land, eine tatkräftige Klasse und Sarna. Wir liefern Ihnen die Sarnafil-Abdichtung, die zum Eigenbau von Biotopen nötig ist. Massgeschneidert und – zusammen mit allem Zubehör – zu erschwinglichen Kosten. Alles Weitere erfahren Sie, wenn Sie uns den Coupon einschicken.

Bitte senden Sie mir die Unterlagen über den Selbstbau von Biotopen. Coupon einsenden an Sarna Kunststoff AG, 6060 Sarnen.

Name _____ SS

Schule _____

Strasse _____

PLZ/Ort _____

Viele Biotope in der Schweiz leben von unserer Erfahrung.

Sarna