

Wald, Wiese, Weide, Moor



Leitfaden für die Durchführung von Freilandpraktika im Ökologiekurs

von Rolf Wellinghorst



Inhaltsverzeichnis

Das RUZ Osnabrücker Nordland

Einleitung

Durchführung eines Freilandpraktikums oder einer Exkursion

Abiotische Faktoren

Kohlenstoffkreislauf

Pflanzenbestimmung

Vegetationsaufnahme

Zeigerpflanzen

Stickstoffkreislauf

Vegetation im Wald

Vegetation in Wiesen und Weiden

Vegetation im Hochmoor

Landtiere

Fotografie

Literatur

Das RUZ Osnabrücker Nordland

Zum Regionalen Umweltbildungszentrum (RUZ) Osnabrücker Nordland gehören die Standorte Lernstandort Grafelder Moor und Stift Börstel, Kuhlhoff Bippin und Biologische Station Haseniederung Alfhausen. Das RUZ wurde am 4.2.1998 vom Niedersächsischen Kultusminister anerkannt. Kurz zuvor, am 1.9.1997, schlossen Äbtissin von Bodelschwingh für das Stift Börstel, Udo Hafferkamp für den Lernstandort Moor in Grafeld und Samtgemeindebürgermeister Helmut Kamlage für die Samtgemeinde Fürstenau einen Kooperationsvertrag zwecks Gründung des Lernstandortes Grafelder Moor und Stift Börstel aus den bereits bestehenden Lernstandorten in Börstel und Grafeld. 1986 gründete Anneliese Thesing-Forynska die NABU-Ortsgruppe Rieste mit einer aktiven Naturschutzgruppe. Daraus wurde 1996 der Verein Biologische Station Haseniederung e. V.. Der Kuhlhoff Bippin und der Lernstandort Grafelder Moor entstanden ebenfalls in den 1980er Jahren. Enge Kooperationspartner der Lernstandorte und des RUZ sind seit 1988 das Artland-Gymnasium Quakenbrück und das Historische Freilandlabor Wasserhausen.

Das Regionale Umweltbildungszentrum (RUZ) Osnabrücker Nordland erreichen Sie unter folgenden Adressen:

www.ruz-osnabruecker-nordland.de

Biologische Station Haseniederung (Geschäftsstelle des RUZ), Alfseestraße 291, 49594 Alfhausen, Tel. 05464 5090, info@haseniederung.de, www.haseniederung.de

Lernstandort Grafelder Moor und Stift Börstel, Dohrener Straße 2, 49626 Berge Grafeld, Tel. 05435/910030, christiane.achelwilm@gmx.de sowie Stift Börstel, 49626 Börstel, Tel. 05435/954211, info@stift-boerstel.de, <http://boerstel.de/Boerstel>

Bildungszentrum Kuhlhoff Bippin, Berger Straße 8, 49626 Bippin, Tel. 05435/910011, kuhlhoff-bippin@web.de, www.lernenaufdemlande.de

Verschiedene Projekte werden in enger Kooperation mit dem Artland-Gymnasium Quakenbrück durchgeführt: Artland-Gymnasium, Am Deich 20, 49610 Quakenbrück, Tel. 05431 18090, www.artland-gymnasium.de

Rolf Wellinghorst erreichen Sie privat unter Tel. 05431 907287 sowie unter wellinghorst@gmx.de, www.rolf-wellinghorst.de

Die folgende Materialsammlung gibt Anregungen zur Bearbeitung grundlegender Methoden zur Untersuchung der Ökosysteme Wald, Wiese, Weide und Moor im Rahmen von Freilandpraktika und Exkursionen im Ökologiekurs der Sekundarstufe II.

Die eigene Sicherheit sowie die Einhaltung der Natur- und Tierschutzgesetze haben bei allen Untersuchungen absoluten Vorrang. Lebewesen sind nach der Untersuchung immer an ihren Fundort zurückzusetzen.

**Herausgeber: Regionales Umweltbildungszentrum Osnabrücker Nordland
Artland-Gymnasium Quakenbrück**

Erarbeitung und ©: Rolf Wellinghorst (2020)

Einleitung

Wälder, Wiesen, Weiden und Moore stehen im Mittelpunkt dieser Kurzanleitung. Anlass für die Erstellung ist zum einen das **Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe, das Berufliche Gymnasium, das Abendgymnasium und das Kolleg im Fach Biologie** aus dem Jahr 2017 in Niedersachsen, in dem das Niedersächsische Kultusministerium unter anderen die **Ökosysteme Wald, Wiese und Moor** zu verbindlichen Inhalten der Abiturprüfungen erklärt hat, und zum anderen die aktuelle Corona Pandemie, die im schulischen Bereich den Besuch von Umweltbildungseinrichtungen zur Durchführung entsprechender Praktika vorerst nicht zulässt. Die folgenden Anregungen sollen es daher den Kursleitern erleichtern, entsprechende Exkursionen im Freiland selbst zu planen und durchzuführen.

Durch unsere 30-jährige praktische Arbeit mit Schülern im **Auwald bei Malgarten, im Börsteler Wald und im Freilandlabor Grafeld zum Thema Ökosystem Wald**, im **Historischen Freilandlabor Wasserhausen zum Thema Wiesen und Weiden** und ebenfalls im **Freilandlabor Grafeld zum Thema Ökosystem Hochmoor** sind vielfältige Erfahrungen gesammelt worden. Daher haben wir einige an diesen Lernorten erprobte Materialien in dieser Ideenbörse in den Mittelpunkt gestellt. Die vorgestellten Aspekte zu den Ökosystemen Wald und Wiese können problemlos an allen Orten mit halbwegs artenreichem Wald oder artenreicherem Grünland (Wiesen, Weiden) umgesetzt werden. Hier müssen allerdings grundsätzlich mit dem Eigentümer Absprachen zur Nutzung im Rahmen einer Exkursion getroffen werden. Als Lernort zum Ökosystem Hochmoor kommt in der näheren Umgebung des RUZ Osnabrücker Nordland insbesondere das Freilandlabor Grafeld in Frage.

Wertvolle Ergänzungen zu den Themen dieses Heftes sind die Bücher „Ökologie der Wälder“ (HOFMEISTER und NOTTBOHM), „Die Wiese“ (HAFT 2019) sowie die Filme Ökosystem II (GIDA) sowie „Das grüne Wunder – unser Wald“, „Die Wiese, ein Paradies von nebenan“, „Magie der Moore“ und „Wildbienen und Schmetterlinge“ von Jan Haft. Unter dem Titel „Wissen aktuell - Rettet die Insekten“ findet sich bis April 2021 eine tolle Sendung in der 3SAT Mediathek und auch der etwas ältere Film „Das Volk der Gräser“ (youtube) ist für Insektenfreunde immer wieder sehenswert. Zahlreiche unterrichtspraktische Anregungen zu den Lebensräumen Wald, Wiese und Moor liefern SCHMIDT 1981, SCHNITZLER 1997, LARSEN et al. 2005, Unterricht Biologie Heft 93 (Wiese, Weide) und Praxis der Naturwissenschaften Biologie Heft 5/2000 (Freilandbiologie: Projekt Grünland). GARMS, H. (1990): Pflanzen und Tiere Europas und KATTMANN (2001): Elfen, Gaukler und Ritter sind hilfreich beim Kennenlernen der Vielfalt an Arten und Formen im Freiland. Im Kontext „Zeigerpflanzen“ empfehlen wir u.a. die Verwendung von HOFMEISTER, H. (1990): Lebensraum Wald und FITTER, A. (1987): Blumen – Pareys Naturführer plus. Beobachtungstipps findet man bei JAUN, A., JOSS, S. (2011): Im Wald, JAUN, A., JOSS, S. (2011): Auf der Wiese und KREMER, B.P., OLFRING, B. (2013): Im Moor und auf der Heide. Hervorragende Informationen über unsere Böden liefert DAHLHAUS, C., KNIESE, Y., MUELLER, K. (2018): Atlas der Böden im Natur- und Geopark TERRA.vita.

Durchführung eines Freilandpraktikums - Kursstruktur

1. Vorbereitung: z.B. PHILIPP, E., STARKE, A., VERBEEK, B., WELLINGHORST, R. (2005): Ökologie - Materialien SII. - Schroedel Braunschweig, WELLINGHORST, R. (2003): Gewässerökologie - Material für Schulen des BLK-Programms 21. - Artland-Gymnasium Quakenbrück

2. Hinweise zur Sicherheit und Gruppeneinteilung: Feuer, Müll, Zecken, Sonnenschutz, Betretungsverbote, Gruppeneinteilung

3. ggf. Brainstorming: Biotop - Biozönose – Ökosystem; ggf. Kohlenstoffkreislauf

4. Abiotische Faktoren: 1. Methoden und Geräte zur Erfassung abiotischer Umweltfaktoren vorstellen; 2. Durchführung der Messungen; 3 Auswertung der Messungen
Material: u.a. Erfassungsbögen, Thermometer, Luxmeter, Kohlenstoffdioxidmessgerät, Hygrometer, Filmdosen, Marmeladengläser; ggf. Smartphone

5. Pflanzen: 1. Einführung in die Pflanzenbestimmung und Vegetationsaufnahme, 2. Pflanzen bestimmen und Vegetationsaufnahme erstellen; 3 Rückschlüsse auf Bodeneigenschaften über Zeigerpflanzen ziehen und mittlere Zeigerwerte der Probestflächen bestimmen; 4 Mittlere Zeigerwerte der Probestflächen mit abiotischen Messungen vergleichen; Material: u.a. WELLINGHORST, R. (2003); Infoblätter, Erfassungsbögen, Pflanzenbestimmungsbücher (z.T. mit Zeigerwerten), Handlupen; ggf. Stickstoffkreislauf

6. Tiere: 1. Ggf. kurz Tiere in einem engen Bereich beobachten und darüber berichten, 2. Methodentraining Kleintierfang und -bestimmung, 3. Kleintiere fangen, bestimmen, beschreiben und Struktur / Funktion Beziehungen entwickeln, 4. Fotosafari; Material: u.a. Erfassungsbogen, Digitalkamera, Insektengläser, Becherlupen, Stereolupe, Insektenkescher, Exhaustor, Klopstock und Schirm oder Tuch, ggf. Barberfalle und Berleseapparat, Bestimmungsbücher, Petrischalen, Well-Kammern

7. Schlussbesprechung: Vorstellung der Arbeitsergebnisse der Gruppenarbeitsphasen; Rückgabe der Materialien an den Exkursionsleiter



Auswertung der Beobachtungen

Exkursionsvorbereitung und Material

Methode Exkursionen

Das Wort Exkursion kommt aus dem Lateinischen und bedeutet Ausflug oder Streifzug. In der Biologie handelt es sich dabei meistens um einen Gang oder eine Fahrt in die Natur. Auf der Exkursion führt man Beobachtungen und Messungen durch und bestimmt zum Beispiel Tiere und Pflanzen.

Eine Exkursion muss gut vorbereitet werden. Zunächst werden der zu untersuchende Lebensraum, der Exkursionstermin und die Form der An- und Abreise festgelegt. Danach richtet sich die Auswahl der Geräte und Hilfsmittel. Wichtig sind eine witterungsgerechte Kleidung sowie die Mitnahme von Getränken und Proviant. Eine Flasche mit Mineralwasser eignet sich nicht nur als Durstlöscher, sondern durch das darin enthaltene Kohlenstoffdioxid auch zur Betäubung von zappelnden Insekten. Dazu verschließt man das Probenglas mit dem Insekt mit Verbandsmull und setzt es dann auf eine kurz zuvor geöffnete Mineralwasserflasche. Wenn die Luft im Probenglas durch Kohlenstoffdioxid ersetzt und das Tier betäubt ist, verschließt man das Glas wieder mit dem Deckel und untersucht das Insekt.

Protokollheft und Kartenmaterial sind wichtig für Dokumentation und Orientierung. Zum Schreiben benutzt man einen Bleistift, da die Schrift bei Regenwetter nicht verwischt. Zur üblichen Exkursionsausrüstung gehören auch eine Uhr, ein Meterstock,

eine Digitalkamera, Haushaltstücher, Sammelgefäße sowie eine Handlupe.

Mit den meisten Digitalkameras kann man sehr einfach Fotos an einer Stereolupe oder einem Mikroskop machen. Man schaltet dazu den Blitz ab, zoomt in eine leichte Telestellung und setzt das Objektiv der Kamera auf das Okular von Stereolupe oder Mikroskop. Während man mit der einen Hand Objektiv und Okular fest miteinander verbindet, löst man mit der anderen Hand vorsichtig aus.

Abhängig von der Art des zu untersuchenden Lebensraumes und den geplanten Untersuchungen erfolgt die Auswahl der weiteren Geräte und Bestimmungsbücher.

Im Exkursionsgebiet werden Arbeitsgruppen gebildet. Im Protokollheft werden zunächst das Datum, die Namen der Gruppenmitglieder sowie der genaue Ort der Probestelle festgehalten. Das **Messen**, das **Beobachten** und das **Sammeln** müssen sehr sorgfältig und umsichtig erfolgen. Die **Naturschutzbestimmungen** sind dabei zu beachten und alles ist genau zu protokollieren oder zu beschriften.

- 1 Plane eine Exkursion an ein Gewässer in der Schulumgebung. Erstelle eine Liste der Ausrüstungsgegenstände. Verwende auch Abbildung 1.



1 Material für eine Exkursion in die Schulumgebung

Materialliste

Protokollbuch/-bögen und Bleistift
Bestimmungsbücher
Kartenmaterial
Getränk, Proviant
Sonnen- und Mückenschutz
Sammelgläser und -dosen
Fotoapparat
Meterstock/Messband
Lupe/Lupenglas
Thermometer
Käscher/Küchensieb
pH-Teststäbchen
Messgeräte für Licht, Windstärke usw.
Ersatzbatterien

Geräte aus dem Lernstandort Grafelder Moor und Stift Börstel; aus KONOPKA und STARKE 2009

Lehrerinformation

Kurz und knapp – Durchführung einer Exkursion

Arbeitsschritte	Material
Vorbereitung: Die für die gewählten Themen erforderlichen Materialien werden in eine Karre, Rucksäcke oder Umweltkisten gepackt; außerdem gehören zu jeder Exkursion die weiter unten genannten „wichtigen Hilfsmittel“ sowie Decken als Unterlage für Experimente im Gelände, Abdeckplanen zum Schutz der Geräte bei auftretendem Regen und ggf. Warnwesten. Absprache mit der begleitenden Lehrkraft bezüglich der Vorkenntnisse und Erwartungen der Lerngruppe.	Materialkisten, Decken, Abdeckplanen, Signalpfeife in unübersichtlichem Gelände, Warnwesten
Begrüßung: Hinweise zum Untersuchungsgebiet, zur Sicherheit, zum Programm und ggf. kurze Einführung zum Thema (Moor, Wald, Wiese usw.). Die praktische Arbeit steht immer mit Mittelpunkt und sollte so viel Zeit wie möglich einnehmen, der theoretische Einführungsblock so wenig Zeit wie nötig.	
Kurze Einführung in die Handhabung der zu verwendenden Geräte und Materialien ; Wahl von Gruppenleitern und gruppeninterne Aufgabenverteilung (Protokollant, Materialverwalter, SOS-Experte (Sicherheit, Ordnung, Sauberkeit)) durch die Gruppenleiter. Die Gruppenleiter werden durch mit Ziffern versehene Kappen oder Warnwesten gekennzeichnet (ggf. auch Zulosen von arbeitsteiligen Teilthemen durch Zuordnung von Themen zu Ziffern). Besprechung der Arbeitsaufträge und ggf. Ausgabe der Erfassungsbögen. Bekanntgabe der Zeit, an der die Gruppen am Treffpunkt zurück sein müssen. Ausgabe der Materialien an Materialverwalter, die diese Geräte und Materialien in ihren Gruppen weiter verteilen und am Ende beim Exkursionsleiter geschlossen wieder zurückgeben.	Materialkisten, Kappen oder Warnwesten ggf. mit Nummern 1 bis x, Smartphones, Unterleg- und Abdeckplanen
Einweisung in die Untersuchungsorte durch Exkursionsleiter. Durchführung der Arbeitsaufträge in den Gruppen. Hierfür bekommen die Besucher viel Zeit.	
Vorstellung der Arbeitsergebnisse der Teilgruppen in der Gesamtgruppe. Bei der Vorstellung von Pflanzen und Tieren bekommen die Schüler den Auftrag, möglichst viele Adjektive zu verwenden. Hierdurch werden die Vorträge detailgenauer. Ggf. Nachbereitung im Unterricht (Erstellen von Lernplakaten oder Kurzvorträge für die Gesamtgruppe).	

Schülerinformation

Veranstaltungsmanagement - Aufgaben von Gruppenleiter, Protokollant, Materialverwalter und SOS-Beauftragtem

<u>Gruppenleiter</u> - Sprecher und Ansprechpartner der Gruppe (trägt als Kennzeichen eine Kappe, Warnweste o.ä.) - Aufgabenverteilung und Koordination in der Gruppe - Moderation bei Unstimmigkeiten innerhalb der Gruppe - Erstellt während der Exkursion Fotos, Filme u.Ä. - Vorstellung der Gruppenergebnisse bei der Abschlussbesprechung oder Delegation von Teilpräsentationen an andere Gruppenmitglieder	<u>Protokollant</u> - Protokolliert während der Praxisphase alle Daten und gibt sie nach der Exkursion an die Gruppenmitglieder weiter - Assistenz des Gruppenleiters bei der Vorstellung der Arbeitsergebnisse
<u>Materialverwalter</u> - Nimmt Materialien vom Exkursionsleiter entgegen, gibt sie zur Benutzung innerhalb der Gruppe weiter und gibt sie am Ende der Praxisphase vollständig wieder beim Exkursionsleiter ab - Achtet darauf, dass Material im Gelände nie direkt auf den Boden sondern nur auf die Unterlegplanen gelegt wird und dass nichts verloren geht	<u>SOS-Beauftragter (Sicherheit, Ordnung, Sauberkeit)</u> - Achtet auf die Einhaltung der Sicherheit während der Exkursion - Achtet auf den Schutz von Geräten und Büchern bei Niederschlag (ggf. in Kiste oder Tasche packen oder durch Plane abdecken; Bücher dürfen niemals nass werden) - Unterstützt den Materialverwalter während der Exkursion und achtet besonders auf die Vollständigkeit und Sauberkeit des Materials bei der Rückgabe



Wichtige Hilfsmittel auf Exkursionen: Verpflegung, feste Schuhe und der Witterung angepasste Kleidung, Schreibunterlage, Bleistift, Sonnen- und Insektenschutz, Erfassungsbogen bzw. -heft, Transportbehälter und Plastiktüten, Kamera oder Smartphone, Küchenrolle; außerdem bei Bedarf Meterstock oder Lineal, Reiseapotheke, Gummistiefel, Wathose, Ersatzbatterien, Karten, GPS und auf das Programm abgestimmte Materialkästen oder Materialrucksäcke



Beispiel für eine Materialkiste zum Thema Insekten

Inhalt einer Materialkiste „Wald“

Rucksäcke oder Leinentaschen

Sie enthalten jeweils Lupen, Becherlupen, Plastikschielle, Federstahlpinzette, Petrischalen, Wellkammern, Klemmbrett, Stecknadeln, Wachsmalstift, Zollstock und Paketband oder Maßband, Insektennetz, Insektengläser, Bestimmungsschlüssel und -tafeln nach Bedarf (u.a. Die Milch machts)

Mögliche weitere Materialien

Thermometer, Luxmeter, Exhaustor, Stereolupe, Stethoskop, Rosenschere, Taschenmikroskop, Dauerpräparate von Gehölzschnitten, Handbohrer, Zeckenzange, Spiegel, Gefäße mit Messskala

AICHELE, D., GOLTE-BECHTLE, M. (1997): Was blüht denn da? - Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart

CHINERY, M. (2012): Pareys Buch der Insekten. – Franckh-Kosmos Stuttgart

DYLLA, K., KRÄTZER, G. (1998): Lebensgemeinschaft Wald. - Quelle & Meyer Heidelberg

FITTER, A. (1987): Blumen – Pareys Naturführer plus. – Paul Parey Hamburg

GARMS, H. (1993): Pflanzen und Tiere Europas. – Deutscher Taschenbuchverlag

HECKER, U. (1995): Bäume und Sträucher. – BLV Bestimmungsbuch (2 Expl.)

HOFMEISTER, H. (1990): Lebensraum Wald. - Verlag Paul Parey Hamburg

MÜLLER, H.J. (1985): Bestimmung wirbelloser Tiere im Gelände. - Gustav Fischer Jena

POTT, E. (1985): Moor und Heide. – BLV-Naturführer

TUBES, G. (2014): Nutzbare Wildpflanzen. – Quelle und Meyer Wiebelsheim



Inhalt einer Materialkiste Wald



Die Materialien für die Gruppen stehen im Untersuchungsgebiet bereit



Startklar für ein Programm „Faszination Insekten“. – Die Geräte und Materialien wurden für die Besprechung der Gerätehandhabung auf einer Decke ausgebreitet. Auch während der Gruppenarbeit erhält jede Gruppe eine Decke, um ihre Materialien im Gelände darauf auszubreiten.



Kleintierkäfig aus zwei Joghurtbechern (oben links); Insektenbetäubung mit Kohlenstoffdioxid - z.B. Multivitamin-tablette mit Wasser in Spritzflasche geben oder Sprudelflasche bzw. Kohlenstoffdioxidkartusche verwenden und Kohlenstoffdioxid in das Gefäß mit dem Insekt leiten.

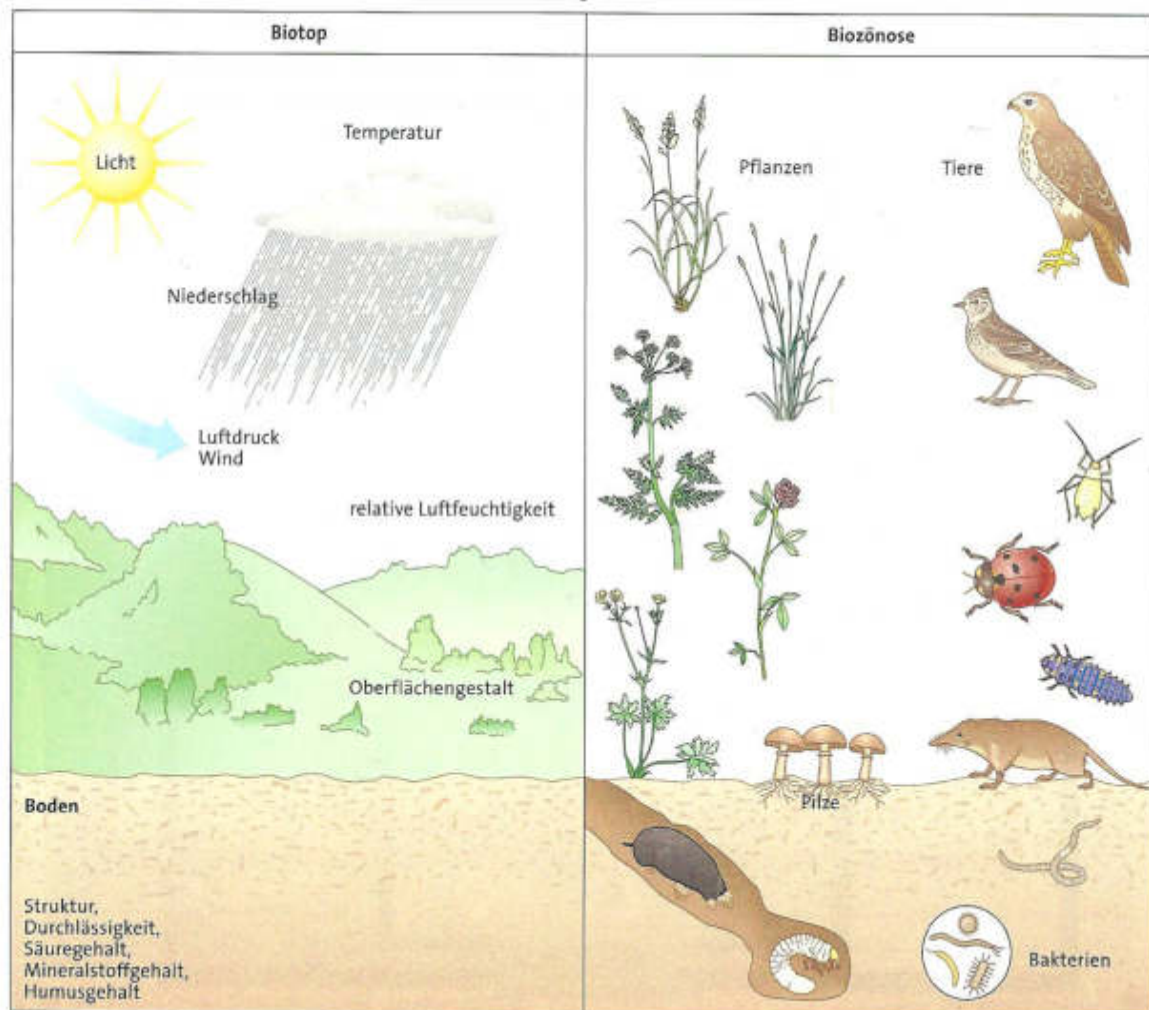


Mit Nikotin aus Zigaretten (links), giftigen Pflanzenbestandteilen wie den zerriebenen Blättern vom Kirschlorbeer (rechts) oder Essigsäureethylester kann man Insekten töten. Dies darf nur zu wissenschaftlichen Zwecken geschehen.

Folie (Sekundarstufen I und II)

Biotop – Biozönose – Ökosystem

Ökosystem



Biotische und abiotische Faktoren im Ökosystem Wiese (aus KONOPKA et al. 2009; Als wertvolle Ergänzung ist die GIDA DVD Ökosystem II zu empfehlen)

Folie (Sekundarstufen I und II)

Tiere der Wiese



125.1 Tiere der Wiese. A typische Arten und Gattungen ① Schwebfliege; ② Blutströpfchen; ③ Goldlaufkäfer; ④ Schnirkelschnecke; ⑤ Feldgrille; ⑥ Maulwurf; ⑦ Regenwurm; ⑧ Ameise; ⑨ Heupferd; ⑩ Blattlaus; ⑪ Marienkäfer; ⑫ Feldhummel; ⑬ Honigbiene; ⑭ Maulwurfgrille; ⑮ Feldspitzmaus; ⑯ Drahtwurm; ⑰ Milben; ⑱ Schnakenlarve; ⑲ Labkrautschwärmer; ⑳ Krabbenspinne; B prozentualer Anteil verschiedener Tiergruppen in der Krautschicht (K) und Bodenschicht (B) 1 Fliegen; 2 Wanzen; 3 Hautflügler; 4 Käfer; 5 Springschwänze; 6 Larven und sonstige Insekten; 7 Spinnen; 8 Milben; 9 Schnecken; 10 Asseln, Doppel- und Hundertfüßer

Aus STARKE und WELLINGHORST (2008); hilfreiche Ergänzung ist der Film „Das Volk der Gräser“ (youtube)

Informationsblatt

Abiotische Faktoren

Die wichtigsten abiotischen Faktoren lassen sich im Gelände gut mit einem **Kohlenstoffdioxidmonitor**, der in unserem Fall gleichzeitig auch die **relative Luftfeuchtigkeit** und die **Temperatur** erfasst, sowie mit einem Luxmeter bzw. einer Luxmeterapp (**Lichtstärke**) messen. Der Kohlenstoffdioxidmonitor wird mittels Powerbank mit Strom versorgt. Die Messgeräte werden zur Messung auf einen geeigneten etwa 0,3 bis 0,5 m hohen Kasten gestellt. Anschließend wartet man solange mit dem Ablesen, bis die angezeigten Werte einigermaßen konstant bleiben und notiert sie dann. Die Messwerte werden im Gelände im Abstand von zwei Metern notiert. Man beginnt z.B. in 10 Meter Abstand von Waldrand in der Wiese mit der ersten Messung und endet, wenn man sich bis etwa 10 Meter in den Wald bewegt hat, mit der letzten Messung. Bei der Lichtstärkemessung muss der Fühler immer **absolut waagerecht** liegen und es darf **kein Schatten** eines Schülers auf den Messfühler fallen. Auch sollte eine **unterschiedliche Bewölkung vermieden werden**.

Gegebenenfalls kann man im Rahmen der abiotischen Faktoren auch Messungen zum Kohlenstoffkreislauf durchführen und diese auswerten, wenn es die Zeit erlaubt.

**Messung abiotischer Faktoren im Gelände**

Strecke (m)	Kohlenstoffdioxidgehalt (ppm)	Lufttemperatur (°C)	Lichtstärke (Lux)	rel. Luftfeuchtigkeit (%)
0 (Wiese)	488	32,3	21500	34
2 (Wiese)	485	31,4	21900	36
4 (Wiese)	479	31,3	19800	36
6 (Wiese)	489	30,8	20200	35
8 (Wiese)	491	30,9	19700	37
10 (Waldrand)	499	29,4	11500	37
12 (Wald)	507	28,3	9700	41
14 (Wald)	509	27,6	3500	43
16 (Wald)	514	26,8	3400	42
18 (Wald)	516	27,1	3200	43
20 (Wald)	515	26,5	3500	44

Uhrzeit	Temperatur		relative Luftfeuchte	
	Wiese	Wald	Wiese	Wald
06:00	10 °C	12 °C	94 %	85 %
10:00	21 °C	18 °C	53 %	70 %
14:00	27 °C	24 °C	50 %	63 %
18:00	24 °C	22 °C	49 %	61 %
22:00	18 °C	19 °C	70 %	69 %

Lufttemperatur und relative Luftfeuchte über einer Wiese und im Wald im Verlauf eines Sommertags

Messergebnisse einer Schülergruppe

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Abiotische Faktoren im Übergangsbereich Grünland - Wald

Material: Zollstock; Luxmeter oder Luxmeter App auf Smartphone; Kohlenstoffdioxidmonitor oder alternativ Thermometer (Messgenauigkeit 0,1 °C); Hygrometer und Kohlenstoffdioxidmessgerät als Einzelgeräte; Kasten als Stellplatz für Messgeräte

Durchführung: Miss in deinem Querprofil im Abstand von jeweils 2 Metern wichtige abiotische Faktoren. Wähle hierzu einen sonnigen Tag.

Lufttemperatur: Das Thermometer wird drei Minuten lang in etwa 0,5 Meter Höhe in den Schatten des eigenen Körpers gehalten und die Temperatur dann abgelesen.

Luftfeuchtigkeit: Das Hygrometer wird etwa drei Minuten lang in etwa 0,5 Höhe gehalten und die Luftfeuchtigkeit dann abgelesen.

Kohlenstoffdioxidmessgerät: Das Kohlenstoffdioxidmessgerät wird drei Minuten lang in etwa 0,5 Meter Höhe gehalten und der Kohlenstoffdioxidgehalt abgelesen.

Lichtstärke: Der Messfühler des Luxmeters wird absolut waagrecht auf den Boden gestellt und abgelesen. Dabei darf auf keinen Fall der Schatten eines Schülers auf den Messfühler fallen.

Strecke (m)	Kohlenstoffdioxidgehalt (ppm)	Lufttemperatur (°C)	Lichtstärke (Lux)	rel. Luftfeuchtigkeit (%)
0				
2				
4				
6				
8				
10				
12				
14				
16				
18				
20				
24				

Aufgaben:

1 Erfasse die Messwerte in vorstehender Tabelle und stelle sie grafisch dar. Erläutere die Grafiken.

2 Schreibe in einem Erfassungsbogen „Vegetationsaufnahme“ Pflanzen, die unter den Bäumen wachsen auf. Notiere in einem weiteren Erfassungsbogen „Vegetationsaufnahme“ die Namen von Pflanzen, die in der Grünlandfläche wachsen. Berechne für beide Flächen jeweils die mittleren Zeigerwerte und werte diese unter Einbeziehung der abiotischen Messwerte aus.



Jahreszeit	relative Lichtstärke			
	Wiese	Eiche	Buche	Fichte
März	100 %	20 %	20 %	5 %
August	100 %	10 %	5 %	5 %

Relative Lichtstärke in einer Wiese und in verschiedenen Wäldern im Frühjahr und im Sommer

Smartphone mit Luxmeter-App; Messungen mit dem Kohlenstoffdioxidmonitor; Messwerte einer Schülergruppe (aus KONOPKA et al. 2009)

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Kohlenstoffkreislauf – Versuche mit dem Kohlenstoffdioxidmonitor**Tisch mit Minigewächshaus und CO₂ - Monitor**

Material: Leichter Klapptisch, Minigewächshaus, CO₂ - Monitor mit Akku für USB-Gerät, Torfmoos oder Zweig mit grünen Blättern, Garten- oder Komposterde, Torf, trockene Blätter, Porzellanschale, Streichhölzer oder Mikrobrenner

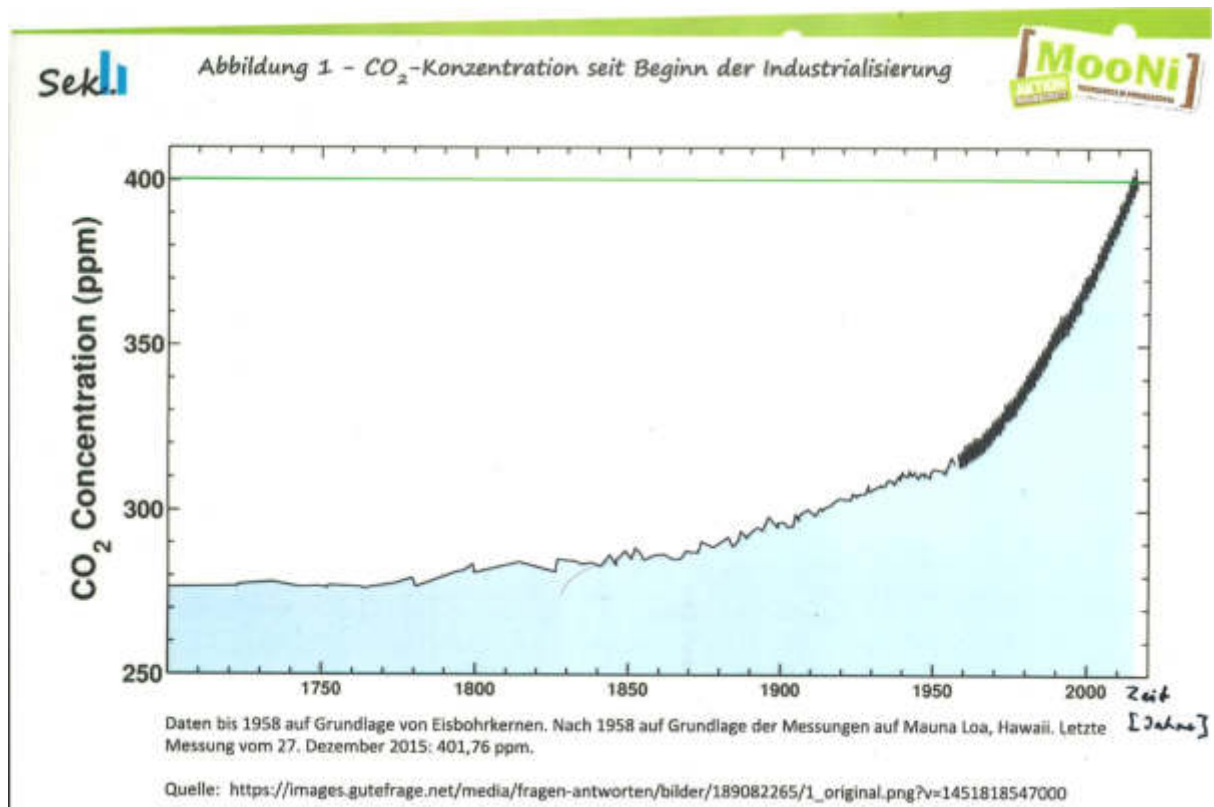
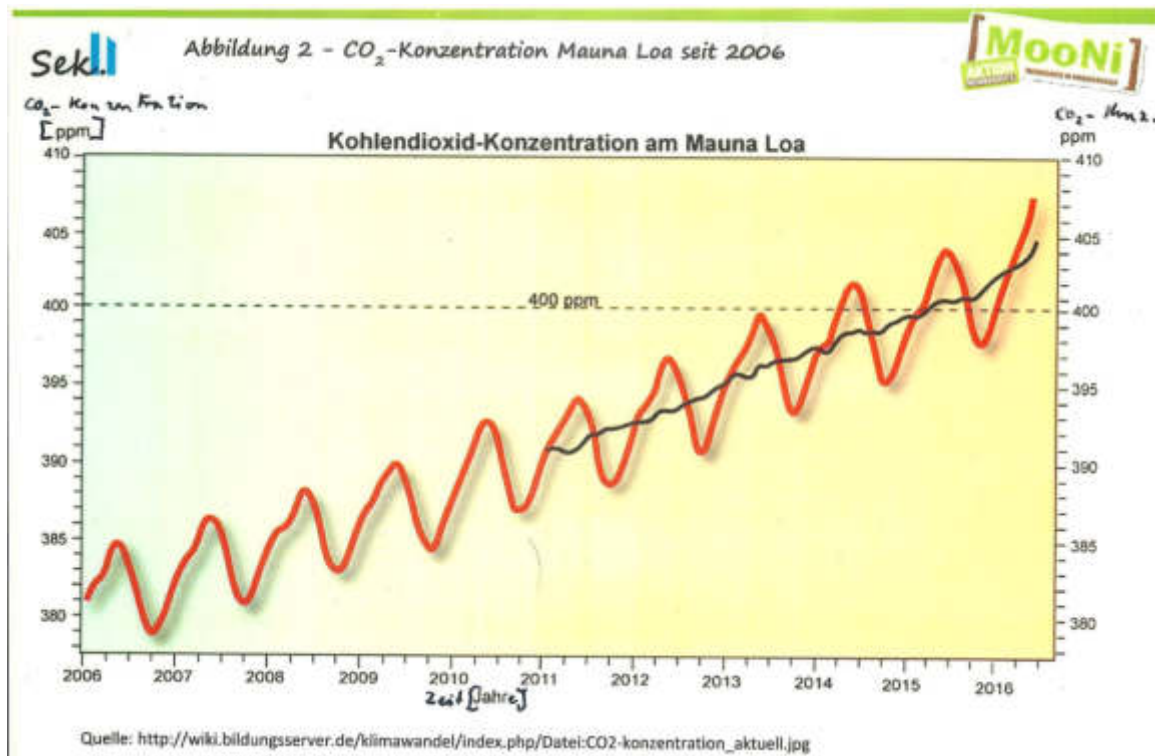
Durchführung:

1. Stelle den CO₂ - Monitor auf den Tisch und notiere nach einigen Minuten den Kohlenstoffdioxidgehalt.
2. Stelle den CO₂ - Monitor zusammen mit Torfmoos oder einem Zweig mit grünen Blättern in das Minigewächshaus und notiere nach einigen Minuten den Kohlenstoffdioxidgehalt.
3. Stelle den CO₂ - Monitor zusammen mit Garten- oder Komposterde in das Minigewächshaus und notiere nach einigen Minuten den Kohlenstoffdioxidgehalt.
4. Halte den brennenden Mikrobrenner (Modell für Heizungs Brenner) für einen Augenblick unter den Deckel des Minigewächshauses (Kunststoff darf nicht heiß werden!) und notiere nach zwei bis vier Minuten den Kohlenstoffdioxidgehalt.
5. Lege ein kleines Torfstück von etwa 2 Zentimeter Kantenlänge in eine Porzellanschale und entzünde es mit dem Mikrobrenner. Blase vorsichtig auf das brennende Torfstück.

Aufgabe:

1. Erläutere die Versuchsbeobachtungen unter Einbeziehung von Reaktionsgleichungen und übertrage diese Ergebnisse auf den globalen Kohlenstoffkreislauf. Stelle Bezüge zu Veränderungen unserer Landschaft seit der Einführung von Ackerbau- und Viehzucht sowie seit dem Beginn der industriellen Revolution her.

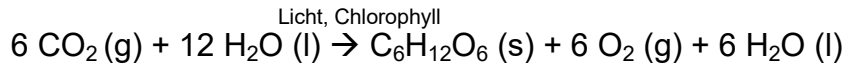
Folie (Sekundarstufen I und II)

Kohlenstoffdioxidanstieg und Klimaschutz

Lehrerblatt (Sekundarstufen I und II) - Lösungshinweise

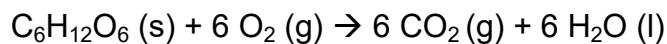
Kohlenstoffkreislauf – Versuche mit dem Kohlenstoffdioxidmonitor

Summengleichung der Fotosynthese:

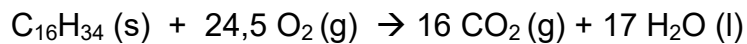


Hinweis: Wird die Pflanze nicht oder nur wenig beleuchtet, führt ihre Atmung zu einer langsamen Kohlenstoffdioxidzunahme.

Summengleichung der Atmung:



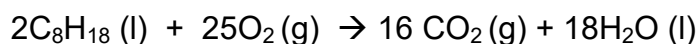
Verbrennung eines Alkans mit 16 Kohlenstoffatomen:



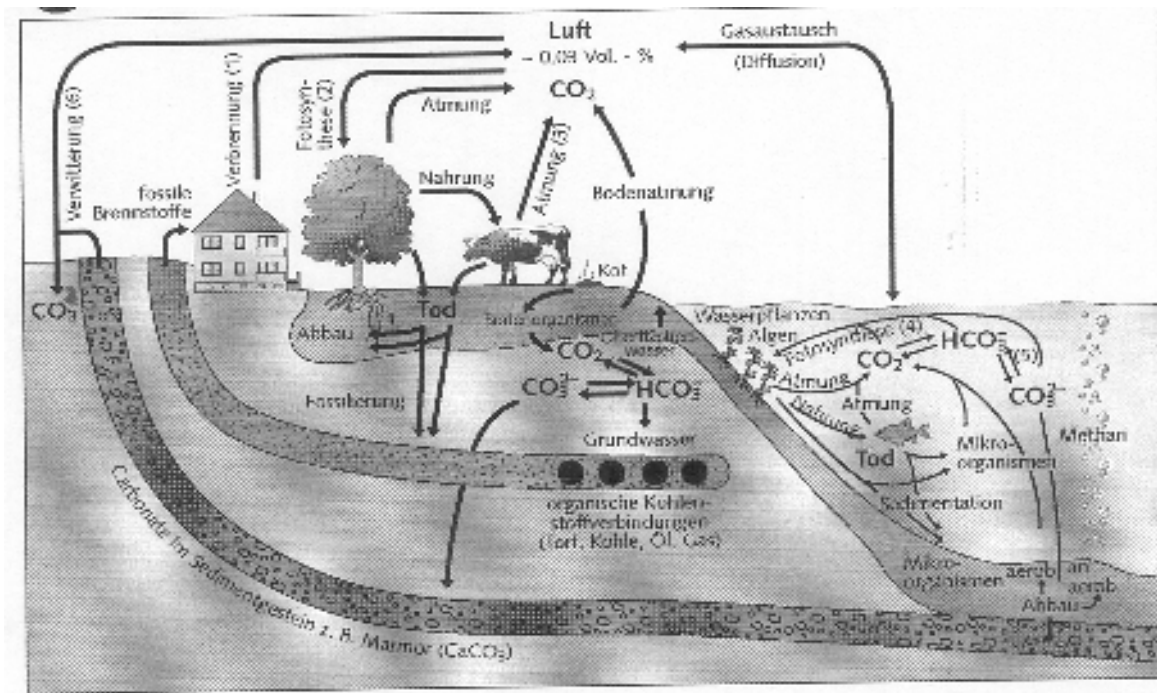
Zur Folie: Anstieg der Kohlenstoffdioxidkonzentration im Winterhalbjahr und Absinken im Sommerhalbjahr. Die Durchschnittskonzentration steigt außerdem im Untersuchungszeitraum von Jahr zu Jahr.

Die Kohlenstoffdioxidkonzentration der Atmosphäre wird überwiegend durch Fotosynthese und Atmung verändert und unterliegt jahreszeitlichen Schwankungen. Auf der Nordhalbkugel und wegen der sehr viel geringeren Landfläche auch auf der Südhalbkugel steigt sie in unserem Winterhalbjahr an, weil die Aerobier bei der Atmung Kohlenstoffdioxid abgeben und weil im Gegenzug nur wenig Kohlenstoffdioxid durch Fotosynthese gebunden wird. In unserer Hauptvegetationsperiode vom April bis zum Oktober ist dann die Fotosyntheserate der Pflanzen hoch und es wird viel mehr Kohlenstoffdioxid gebunden. Der Gehalt in der Atmosphäre sinkt. Ohne den Einfluss des Menschen wären im Jahresmittel Verbrauch und Freisetzung von Kohlenstoffdioxid etwa gleich, so dass der Gehalt in der Erdatmosphäre sich längerfristig kaum verändern würde. Über den hier betrachteten Untersuchungszeitraum von 10 Jahren kommt es jedoch zu einem Anstieg der durchschnittlichen Kohlenstoffdioxidkonzentration, weil der Mensch durch Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Erdöl (z.B. Oktan) und Erdgas Kohlenstoff oxidiert, der schon im Erdmittelalter gebunden wurde. Hinweis: Dieser Anstieg der mittleren Kohlenstoffdioxidkonzentration ist seit etwa 1750 zu beobachten. Die Moore der Welt speichern doppelt so viel Kohlenstoff wie die Wälder der Welt. Deshalb trägt das Verschwinden der Moore ebenfalls maßgeblich zum Klimawandel bei.

Verbrennung von Oktan:



Man geht davon aus, dass bei Umsetzung der derzeit angestrebten Klimaschutzziele die Kohlenstoffdioxidkonzentration in 50 Jahren auf etwa 800 ppm ansteigt.



Aus SCHROEDEL Werkservice
Kohlenstoffkreislauf



Messung des Kohlenstoffdioxidverbrauchs durch Photosynthese links (z.B. Torfmoos, junge (Buchen)blätter; vitale Pflanzen und gute Beleuchtung sind hier wichtig) und der Kohlenstoffdioxidproduktion (Garten- oder Waldboden; Kompost, rote Tomaten, schlecht beleuchtete und wenig vitale Pflanzen); Versuche sind alternativ mit CO₂-Monitor und USB - Powerbank durchzuführen.

Hinweis: Bei der Diskussion und Interpretation der Ergebnisse von Kohlenstoffdioxidmessungen sind immer sowohl die Auswirkungen der Photosynthese der Pflanzen als auch die der Atmung von Pflanzen, Tieren, Pilzen, Bakterien und sonstigen Aerobiern einzubeziehen. Schüler des 2. Semesters sollten dies nach Bearbeitung der Themen Photosynthese und Atmung leisten können und dabei auch Aspekte wie den Lichtkompensationspunkt der Pflanzen einbeziehen können.

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II)

Pflanzenbestimmung

1. Notiere in deinem Erfassungsbogen, ggf. geordnet nach Bäumen, Sträuchern und krautigen Pflanzen, alle Pflanzenarten, die du bereits ohne Bestimmungsbuch erkennst. Trage immer sowohl einen deutschen Pflanzennamen als auch den wissenschaftliche Pflanzennamen ein.
2. Bestimme soweit möglich zunächst die unbekannten blühenden Pflanzenarten mit einem nach Blütenfarben geordneten Bestimmungsschlüssel (z.B. AICHELE). Ggf. lassen sich einige Arten auch mit den auf den Folgeseiten abgedruckten einfachen gegabelten Schlüsseln oder der App PlantNet bestimmen.
3. Verwende jetzt ein Bildbestimmungsbuch, in dem alle in Deutschland vorkommenden Pflanzenarten, ggf. geordnet nach Pflanzenfamilien, berücksichtigt sind und suche die von dir bestimmten Pflanzen hier auf. Kläre, ob es ähnlich aussehende Pflanzenarten gibt und überprüfe das unter 2. erzielte Bestimmungsergebnis genau.
4. Überprüfe deine Bestimmungsergebnisse jetzt erneut unter Verwendung eines nach ökologischen Gruppen geordneten Schlüssels oder einer Zeigerwertliste, z.B. HOFMEISTER 1990 oder LICHT 2013, und informiere dich hier und auch in anderen Büchern oder im Internet (z.B. Wikipedia) über Aussehen und Standortansprüche der Pflanzen. Gibt es Zweifel an der Richtigkeit der Bestimmung, muss ggf. ein gegabelter Schlüssel (WEBER 1995, ROTHMALER oder SCHMEIL-FITSCHEN) hinzugezogen werden. Ein falsches Bestimmungsergebnis würde auch die Bestimmung der mittleren Zeigerwerte für die Probefläche verfälschen.
5. Bestimme jetzt soweit möglich die gerade nicht blühenden Blütenpflanzen. Verwende zunächst einen nach ökologischen Gruppen geordneten Schlüssel, z.B. HOFMEISTER: Lebensraum Wald. Versuche hier ausgehend von den ökologischen Gruppen, aus denen du schon Pflanzenarten gefunden hast, weitere Arten zu bestimmen. Sichere auch hier die Bestimmung wie unter Punkt 4 beschrieben ab. Falls eine Pflanzenart letztlich nicht sicher bestimmt werden kann, lasse sie bei der Berechnung der mittleren Zeigerwerte weg.



Hilfsmittel bei der Pflanzenbestimmung: Bestimmungsbücher und Lupe

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II)

Gegabelter Bestimmungsschlüssel für Wald- und Heckenpflanzen 1

1	Halbstrauch, gelb-grün, schmarotzt auf anderen Holzgewächsen	Mistel
1*	Pflanze nicht schmarotzend	2
2	Zweige vierkantig oder dichtwarzig, mit Korkleisten	3
2*	Zweige rund und ohne Warzen oder Leisten	4
3	Zweige zwischen den Knoten hohl, Blüten gelb	Forsythie
3*	Zweige mit vollem Mark, Blüten hellgrün	Pfaffenhütchen
4	Blätter einfach	5
4*	Blätter zusammengesetzt	35
5	Blätter gebuchtet oder gelappt	6
5*	Blätter nicht gebuchtet oder gelappt	10
6	Blätter gebuchtet	7
6*	Blätter gelappt	8
7	Blattstiel sehr kurz, 2 bis 8 mm lang	Stiel-Eiche
7*	Blattstiel länger, 1 bis 3 cm lang	Trauben-Eiche
8	Blatt deutlich größer als 10 cm	9
8*	Blatt kleiner als 10 cm, drei- bis fünflappig	Feld-Ahorn
9	Blatt 12 bis 18 cm, meist fünflappig, Rand mit spitzen, großen Zähnen	Spitz-Ahorn
9*	Blatt bis 20 cm lang, fünflappig, Rand unregelmäßig grob gesägt	Berg-Ahorn
10	Blätter gegenständig	11
10*	Blätter wechselständig	19
11	Blattrand ganzrandig	12
11*	Blattrand gesägt oder gezähnt	17
12	Blätter lang zugespitzt	13
12*	Blätter mit kurzer Blattspitze	14
13	Blätter herzförmig, Seitenadern verlaufen zum Blattrand	Flieder
13*	Blätter eiförmig bis elliptisch, Seitenadern verlaufen bogig zur Blattspitze	Hartriegel
14	Blätter eiförmig, Blattpaare am Grund mit Querleiste	15
14*	Blätter lanzettlich, Blattpaare am Grund ohne Querleiste	Liguster
15	Blüten zweiseitig symmetrisch	16
15*	Blüten strahlig, Krone rosa, weiße Beeren	Schneebeere
16	Blüten zu zweit auf einem behaarten Blütenstiel, gelblich	Rote Heckenkirsche
16*	Blüten zu zweit auf einem kahlen Blütenstiel, rosa	Schwarze Heckenkirsche
17	Blattoberseite runzlig, Unterseite grau-filzig	Wolliger Schneeball
17*	Blattoberseite glatt	18
18	Strauch mit Dornen, Blattrand fein gesägt	Kreuzdorn
18*	Strauch ohne Dornen, Blattrand grob gezähnt	Pfeifenstrauch o. Falscher Jasmin
19	Blätter etwa so lang wie breit	20
19*	Blätter mindestens doppelt so lang wie breit	26
20	Blattstiel seitlich zusammengedrückt, flach	21
20*	Blattstiel rund	22

Aus STARKE und WELLINGHORST (2008)

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II)

Gegabelter Bestimmungsschlüssel für Wald- und Heckenpflanzen 2

21	Blattunterseite und Blattstiel weiß- bis graufilzig	Silber-Pappel
21*	Blattunterseite und Blattstiel grün und lang	Zitter-Pappel
22	Blatt herzförmig	23
22*	Blatt nicht herzförmig	25
23	Blattrand einfach gesägt	24
23*	Blattrand doppelt gesägt, weich behaarte Blätter, 5 bis 10 cm	Gewöhnliche Hasel
24	Blatt 2 bis 10 cm, auf Unterseite in Verzweigungen der Adern braune Haare	Winter-Linde
24*	Blatt 5 bis 16 cm, auf Unterseite in Verzweigungen der Adern weiße Haare	Sommer-Linde
25	Blätter spitz, dreieckig oder rautenförmig, 3 bis 7 cm, Rinde weiß-schwarz	Hänge-Birke o. Weiß-Birke
25*	Blätter oval, 3 bis 5 cm, Rinde schwarz-weiß	Moor-Birke
26	Blattfläche eiförmig bis elliptisch, etwa doppelt so lang wie breit	27
26*	Blattfläche länglich oder lanzettlich, länger als doppelte Breite	31
27	Blätter ganzrandig, welliger Blattrand	Rotbuche
27*	Blätter gesägt	28
28	junge Zweige mit Kätzchen des nächsten Jahres	29
28*	junge Zweige ohne Kätzchen	30
29	Blätter stumpf, oben eingebuchtet, Blattrand schwach gesägt	Schwarz-Erle
29*	Blätter spitz, Blattrand deutlich gesägt, Blattunterseite grau	Grau-Erle
30	Blatt bis 10 cm lang, breit eiförmig, Unterseite weißfilzig	Echte Mehlsbeere
30*	Blatt 5 bis 11 cm lang, schmal eiförmig, Unterseite ohne Haare	Hainbuche o. Weißbuche
31	Blätter ganzrandig, schmal lanzettlich, Unterseite seidig behaart	Korb-Weide
31*	Blätter gezähnt, gesägt oder gekerbt	32
32	Blüten gelb, in Trauben, meist dreiteilige Dornen	Berberitze
32*	Blüten weiß	33
33	Blüten zu mehreren, Rinde der Zweige hell	34
33*	Blüten einzeln, Rinde der Zweige dunkel	Gewöhnliche Schlehe o. Schwarzdorn
34	gelappte Blätter über die Mitte eingeschnitten, 1 Griffel	Eingrifflicher Weißdorn
34*	gelappte Blätter nicht bis zur Mitte eingeschnitten, 2 Griffel	Zweiggrifflicher Weißdorn
35	Blätter dreizählig, obere ungeteilt	Besenginster
35*	Blätter gefiedert	36
36	Blätter paarig gefiedert, 20 bis 34 Blättchen, grünliche Blütentrauben	Gleditschie
36*	Blätter unpaarig gefiedert	37
37	9 bis 17 Fiederblättchen	38
37*	5 bis 9 Fiederblättchen	39
38	Blattunterseite meist grau bis blaugrün, weiße Blüten	Eberesche o. Vogelbeere
38*	Blattunterseite meist grün, bräunliche Blüten	Gewöhnliche Esche
39	5 bis 7 Fiederblättchen, Blüten hellrosa, bis 5 cm	Heckenrose
39*	5 bis 9 Fiederblättchen, Blüten weiß oder gelblich, bis 7 mm groß	Schwarzer Holunder

Aus STARKE und WELLINGHORST (2008)

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II)

Gegabelter Bestimmungsschlüssel für Wiesenpflanzen 1

1	Blätter netzadrig, auffällige Blüten	2
1*	Blätter paralleladrig, sehr unscheinbare Blüten	26
2	Blüten strahlig	9
2*	Blüten zweiseitig symmetrisch	3
3	Blüten lippenförmig, blau.....	4
3*	Blüten schmetterlingsförmig.....	5
4	sehr kurze Oberlippe, Unterlippe mit 3 Lappen, Stängel fast kahl	Kriech-Günsel
4*	Krone deutlich zweilippig, 2 Staubblätter	Wiesen-Salbei
5	Blütenfarbe gelb	6
5*	Blütenfarbe weiß oder rot	8
6	Blätter dreizählig	7
6*	Blätter unpaarig gefiedert, 3 bis 8 Blüten in kopfigen Dolden	Gewöhnlicher Hornklee
7	Blüten 5 bis 7 mm lang, in lockeren, schmalen Trauben	Echter Steinklee
7*	Blüten etwa 3 mm lang, in kurzen Trauben	Hopfen-Schneckenklee
8	Blütenfarbe weiß	Weiß-Klee
8*	Blütenfarbe rot-violett	Rot-Klee
9	Blüten in Körben, Köpfen oder Dolden	16
9*	Blüten nicht in Körben, Köpfen oder Dolden	10
10	Blüten mit freien Kronblättern	11
10*	Blüten mit verwachsenen Kronblättern	14
11	Krone blass-lila oder weiß, 4 Kronblätter	Wiesen-Schaumkraut
11*	Krone gelb oder blau-violett, 5 Kronblätter	12
12	Kronblätter kräftig gelb, glänzend	13
12*	Kronblätter blau-violett, Blätter siebenteilig.....	Wiesen-Storachschnabel
13	15 bis 40 cm große Pflanze mit kriechenden Ausläufern	Kriechender Hahnenfuß
13*	30 bis 100 cm große Pflanze ohne Ausläufer.....	Scharfer Hahnenfuß
14	Krone hellblau bis zart-violett, glockenförmig	Wiesen-Glockenblume
14*	Krone weiß oder rosa	15
15	Blütenfarbe weiß, Kelch aufgeblasen, Pflanze kahl	Gewöhnliches Leimkraut
15*	Blütenfarbe rosa, Kronblätter vierspaltig, gefranst, Pflanze mit borstigen Haaren	Kuckucks-Lichtnelke
16	Blüten in Körben, Blütenkörbe meist flach, eine Einzelblüte vortäuschend	17
16*	Blüten in Köpfen oder Dolden	23

Aus STARKE und WELLINGHORST (2008)

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II)

Gegabelter Bestimmungsschlüssel für Wiesenpflanzen 2

17	Krone blau bis blass violett, Korbboden mit Haaren	Acker-Witwenblume
17*	Krone weiß, gelb oder beides	18
18	Korb enthält Zungenblüten am Rand, im Inneren Röhrenblüten	19
18*	Korb nur mit Zungenblüten	21
19	weiße Zungenblüten, gelbe Röhrenblüten	20
19*	weiße Zungenblüten, weißliche Röhrenblüten	Gewöhnliche Schafgarbe
20	Stängel blattlos, 5 bis 15 cm	Ausdauerndes Gänseblümchen
20*	Stängel mit Blättern, 20 bis 100 cm	Wiesen-Margarite
21	Stängel ohne Blätter, Blätter nur grundständig in Rosette	Löwenzahn
21*	Stängel mit Blättern	22
22	Hüllblätter, die Blütenkörbe umgeben, in einer Reihe am Grund angeordnet	Wiesen-Bocksbart
22*	Hüllblätter, die Blütenkörbe umgeben, dachziegelartig übereinander angeordnet	Wiesen-Pippau
23	Blüten in Köpfen	24
23*	Blüten in Dolden	25
24	Blütenköpfe eiförmig, länglich rotbraun	Großer Wiesenknopf
24*	Blütenköpfe fast kugelig, grün, später rötlich	Kleiner Wiesenknopf
25	Dolden nestförmig, mittlere Blüte dunkelrot	Wilde Möhre
25*	Dolden nie nestförmig, alle Blüten weiß	Wiesen-Kerbel
26	Blätter elliptisch oder lanzettlich	27
26*	Blätter sehr schmal mit röhriger, offener Blattscheide	28
27	Blätter elliptisch, allmählich in kurzen breiten Stiel übergehend	Mittel-Wegerich
27*	Blätter lanzettlich, allmählich in kurzen schmalen Stiel übergehend	Spitz-Wegerich
28	Ährchen ungestielt, Ährengras	29
28*	Ährchen an kurzen oder langen verzweigten Stielen	30
29	Ährchen mit der schmalen Seite zur Spindel, mit 1 Hüllspelze	Weidelgras
29*	Ährchen mit der breiten Seite zur Spindel, mit 2 Hüllspelzen	Quecke
30	Ährchen an kurzen, verzweigten Stielen, Ährenrispengras	31
30*	Ährchen an langen, verzweigten Stielen, Rispengras	33
31	Ährchen am Grunde mit kammförmigem Blättchen	Kammgras
31*	Ährchen am Grunde ohne kammförmigem Blättchen	32
32	Hüllspelzen mit Spitzen oder Grannen	Lieschgras
32*	Hüllspelzen ohne Spitzen oder Grannen	Fuchsschwanzgras
33	Ährchen knäuelartig am Ende der Rispenäste gehäuft	Knäuelgras
33*	Ährchen nicht knäuelartig gehäuft	34
34	Hüllspelze so lang wie Ährchen, Ährchen groß	Glatthafer
34*	Hüllspelze deutlich kürzer als Ährchen	35
35	Halme an Knoten mit weichen Haaren	Honiggras
35*	Halme ohne Haare	36
36	Blattfläche mit Doppelrille	Rispengras
36*	Blattfläche ohne Doppelrille, Rispenäste nach einer Seite gerichtet	Schwingel

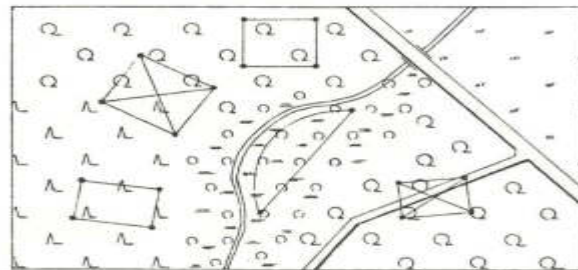
Aus STARKE und WELLINGHORST (2008)

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II)

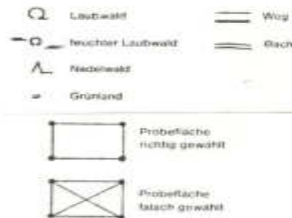
Erstellung einer Vegetationsaufnahme

1. Wahl der Probefläche

- Innerhalb der Probefläche müssen die Standortbedingungen und die Verteilung der Pflanzen einheitlich sein.
- Die Probefläche muß ausreichende Größe besitzen (Wald $\sim 100\text{m}^2$).



Auswahl von Probeflächen



2. Im Wald wird die Vegetation nach Schichten getrennt notiert.

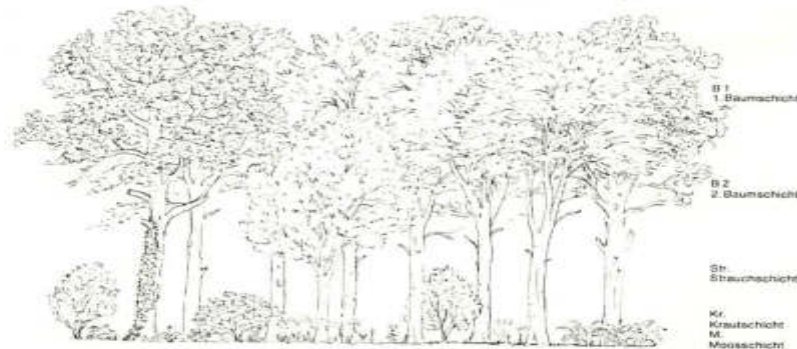
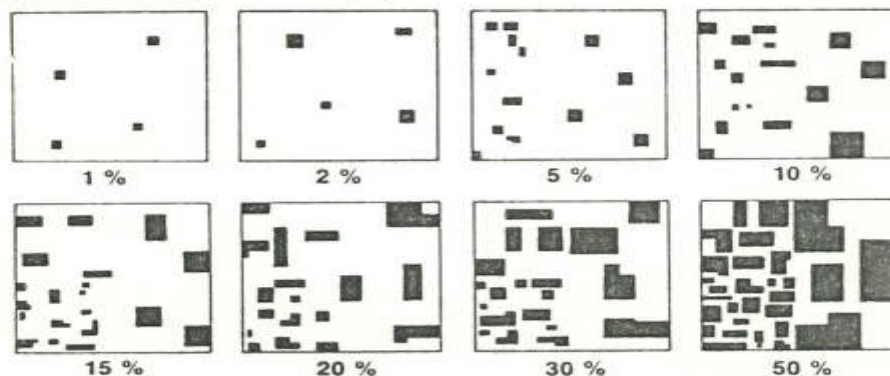


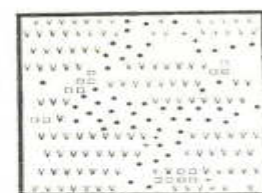
Abb. 12: Laubwald und seine Schichtung

Vergleichstafel zur Schätzung des Deckungsgrades nach SCHLICHTING/BLUME



4. Die Menge der einzelnen Arten (Artmächtigkeit) wird in folgender Weise angegeben (n. BRAUN-BLANQUET):

- 5 = 75 - 100% der Probefläche bedeckend
- 4 = 50 - 75% der Probefläche bedeckend
- 3 = 25 - 50% der Probefläche bedeckend
- 2 = 5 - 25% der Probefläche bedeckend
- oder sehr zahlreiche Individuen, aber wenig als 5% der Probefläche bedeckend
- 1 = zahlreich, aber weniger als 5% der Probefläche bedeckend
- + = wenig vorhanden, nur wenig der Probefläche bedeckend
- r = nur sehr selten



Bedeckungsgrade

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Pflanzenbestimmung, Vegetationsaufnahmen und Zeigerwerte

Material: Bestimmungsbücher: z.B. AICHELE 1997, FITTER 1987, FITTER et al. 1998, GARMS 1990, HOFMEISTER 1990, SCHMEIL-FITSCHEN, ROTHMALER; Handlupen; Erfassungsbögen; Schreibunterlage; Bleistift; ggf. Stereolupen; Zollstock; Schnur; vier Holzpflocke,

Durchführung: Stecke im Untersuchungsgebiet, ggf. mithilfe der Pflöcke und der Schnur, eine Probefläche ab. Sie soll möglichst alle Pflanzenarten der zu untersuchenden Pflanzengesellschaft enthalten. Auf einer Grünlandfläche sind das in der Regel ein bis wenige Quadratmeter im Wald etwa 100 Quadratmeter. Bestimme die Pflanzen der Probefläche.

Aufgaben:

1 Fülle zunächst den Kopf des Erfassungsbogens aus. Schreibe die Namen der Pflanzen auf der Probefläche, geordnet nach Arten in der Baumschicht, in der Strauchschicht und in der Krautschicht auf.

2 Erstelle Vegetationsaufnahmen ausgewählter Probeflächen im Untersuchungsgebiet. Verwende einen geeigneten Erfassungsbogen sowie die Artmächtigkeitsangaben nach BRAUN BLANQUET.

3 Ordne den Pflanzenarten unter Verwendung der Angaben bei HOFMEISTER 1990, FITTER 1987 und LICHT 2013 ihre ökologischen Zeigerwerte zu und ermittle jeweils die mittleren Zeigerwerte (vgl. Erfassungsbogen). Ziehe Rückschlüsse auf die Standortverhältnisse in den verschiedenen Probeflächen.

L Lichtzahl
T Temperaturzahl
K Kontinentalitätszahl
F Bodenfeuchtezahl
R Bodenreaktionszahl
N Stickstoffzahl

Beispiel: LTK FRN
7X3 483

Die Höhe von Anspruch oder Versorgung kennzeichnet eine Ziffernskala von 1–9 (bei F = Bodenfeuchte 1–12): 1 sehr niedrig; 9 bzw. 12 = sehr hoch; X = indifferente Art (ohne besondere Ansprüche). Beispiele:

L1 schattenverträglich
L9 verträgt volles Sonnenlicht
F1 trockener Standort
F9 nasser Standort
F10–12 Sumpf bzw. Standort unter Wasser
R1 saurer Boden
R9 alkalischer Boden
N1 nährstoffarmer Standort
N9 nährstoffreicher Standort

5 = 75 bis 100 Prozent der Fläche deckend

4 = 50 bis 75 Prozent der Fläche deckend

3 = 25 bis 50 Prozent der Fläche deckend

2 = 5 bis 25 Prozent der Fläche deckend

1 = weniger als 5 Prozent deckend

+ = wenige Individuen vorhanden

r = selten, rar

Artmächtigkeit nach BRAUN-BLANQUET**Ökologische Zeigerwerte**

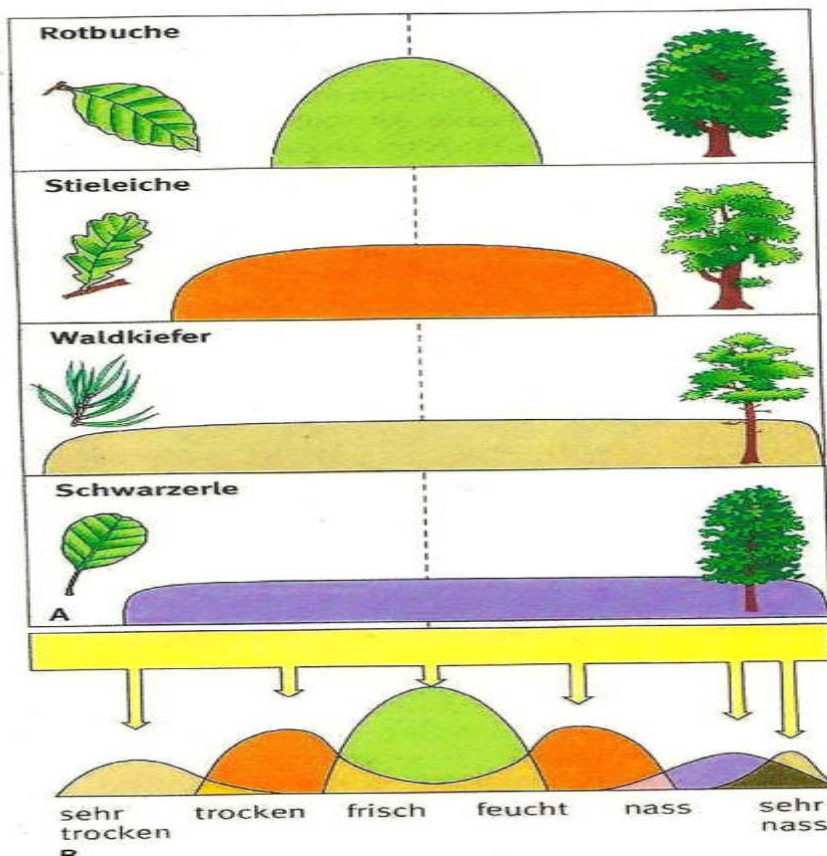
Hinweis: Zeigerwerte findet man auch unter www.botanik.mettre.de

VEGETATIONS-AUFNAHME						Nr.							
1. Pflanzengesellschaft:						8. Nutzung:							
2. Fundort:						9. Schichtung und Gesamtdeckung:							
3. Funddatum:								Höhe [m]		Deckung [%]			
4. Höhe ü. N.N.:						B							
5. Hanglage u. Neigung:						Str.							
6. Angaben zum Boden:						Kr.							
7. Größe der Probefläche:						M.							
Artenliste			Art- mächtigkeit [A]	Zeigerwerte [z]				A-Z					
				L	F	R	N	A-L	A-F	A-R	A-N		
a) Summe der Produkte A·Z													
b) Summe der Artmächtigkeiten													
mittlere Zeigerwerte (a:b)													

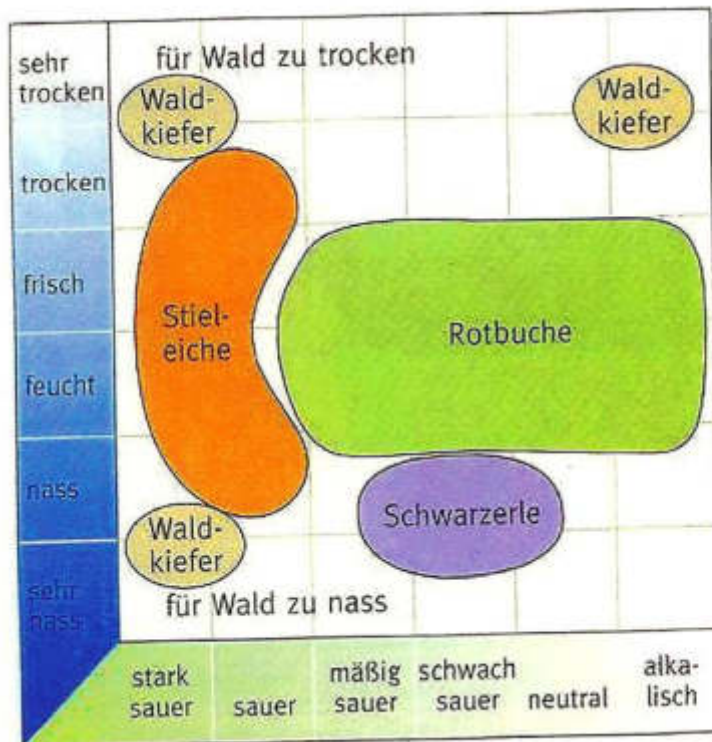
Erfassungsbogen für Vegetationsaufnahme und Zeigerwertauswertung

Hinweis: Zeigerwerte findet man u.a. unter www.botanik.mettre.de

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II) Physiologische und ökologische Potenz



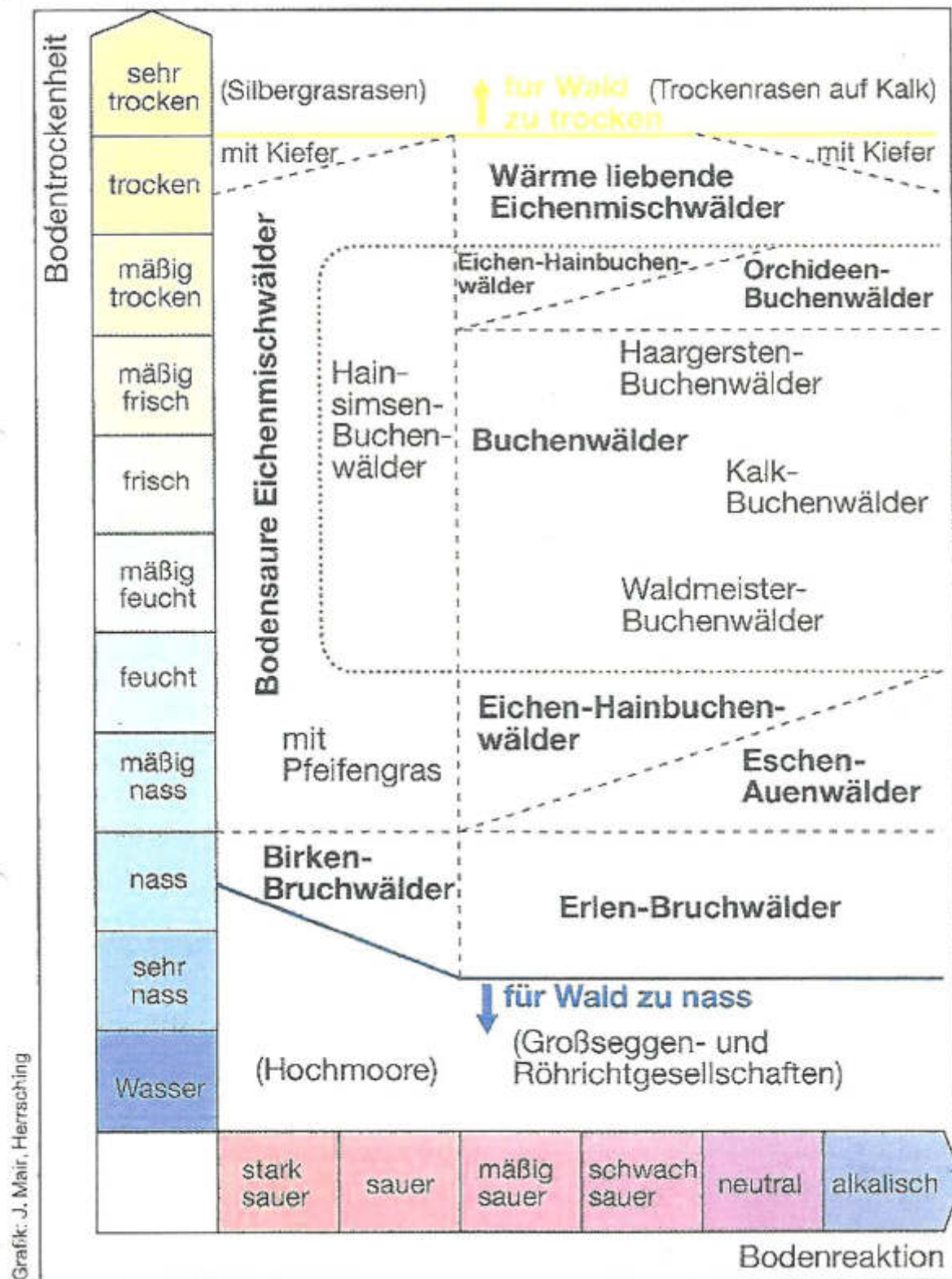
9.1 Potenz ausgewählter Baumarten.
A physiologische Potenz;
B ökologische Potenz



9.2 Ökogramm ausgewählter Baumarten, die in Mitteleuropa Wälder bilden

Aus PHILIPP, E., STARKE, A., VERBEEK, B., WELLINGHORST, R. (2005); Als wertvolle Ergänzung ist die GIDA DVD Ökosystem II zu empfehlen

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II)

Ökogramme mitteleuropäischer Laubwaldgesellschaften

Nach HOFMEISTER, H., NOTTBOHM, G. (1995)

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II)

Ökologische Gruppen im Wald

sehr trocken						
trocken	1			9		10
	Heidekraut-Gruppe			Maiglöckchen-Gruppe		Wiesen-Schlüsselblumen-Gruppe
mäßig trocken						
mäßig frisch	2	3	4	11	12	13
	Heidelbeeren-Gruppe	Drahtschmiele-Gruppe	Dornfarn-Gruppe	Buschwindröschen-Gruppe	Goldnessel-Gruppe	Bingelkraut-Gruppe
frisch						
mäßig feucht	5			14	15	16
	Rippenfarn-Gruppe			Frauenfarn-Gruppe	Hexenkraut-Gruppe	Lerchensporn-Gruppe
feucht	6			17	18	
	Pfeifengras-Gruppe			Winkel-Seggen-Gruppe	Wald-Ziest-Gruppe	
mäßig nass				19	20	
				Mädesüß-Gruppe	Sumpf-Seggen-Gruppe	
nass	7	8		21	22	
	Rauschbeeren-Gruppe	Blutaugen-Gruppe		Sumpffarn-Gruppe	Schwertlilien-Gruppe	
sehr nass						
Wasser						
	stark sauer	sauer	mäßig sauer	schwach sauer	neutral	alkalisch



Große Brennessel

Urtica dioica

30–150 cm; Staude m. Brennhaaren; B. eiförmig-länglich, gesägt, gegenst.; Bl. klein, grünlich, in kätzchenähnli. Bst. ♂ Keim.: H–F; VI–X; (d) + (♀); wb.; versch. ssp. Wege, Schattplätze, in Siedlungsnähe an Zäunen, Gräben, Auenwäldern, Waldsäumen, auf feuchten bis frischen, nährstoffr., hum. Ton- u. Lehmböden.
OK.: XXX 668
Soz.: 3,51
D: v (Alp, bis 2375 m); GB: v; F: v; S: v. (s. A. 1)

Kleine Brennessel

Urtica urens *

10–60 cm; Einj., wenige Brennhaare; B. ellipt. od. eif., ± lang gestielt, eingeschnitten-gesägt-gesägt; Bl. klein, grünlich, getrenntgeschl., in kätzchenähnli. Bst. ♂ Keim.: F–So; V–IX; (d) + (♀); wb. Unkrautige Ges., Schattplätze, Gärten, Gemüsekulturen, Mistplätze, auf frischen, nährstoffr., hum., lockeren Lehmböden (Stickstoffzeiger).
OK.: 76X 5X8
Soz.: 3,3
D: v (Alp, bis 1000 m); GB: v; F: v; S: v

1. Brennessel (*Urtica dioica*)-Gruppe

Vorkommen:

In krautreichen Laub- und Nadelwäldern; häufig.

Standort:

Nährstoff- und meist auch basenreiche, frische bis feuchte Böden.

	F	R	N	L	Leb.
Geißfuß	6	7	8	5	G/H
Hunds-Quecke	5	~	x	8	7 G
Rote Lichtnelke	6	7	8	x	H
Kratzbeere	7	~	7	9	7 Z/N
Gefleckte Taubnessel	6	7	8	4	H
Efeublättriger Ehrenpreis	5	7	7	6	T

Die Brennessel-Gruppe zeigt die besonders gut mit Stickstoff versorgten Standorte an.

siehe auch Seite 68

- ① Geißfuß, Zaun-Giersch (*Agropyron podagrans*)
Blüten: weiß, in vielköpfigen Dolden; Hülle und Hüllchen fehlend.
Blätter: untern doppelt, obere einfach dreizählig.
Stängel: hohl, karmig und gefurcht, Pflanze mit Ausläufern.
30–160 cm; 5–8.
- ② Hunds-Quecke (*Agropyron caninum*)
Blüten: in 3–20 cm langen Ähren; Ähren nur Achse quergestellt, Ährchenstannen lang.
Blätter: 3–12 mm breit, grau-grün, beiderseits rau; am Blattrand mit Blauspitzchen.
Hauptgrün: 30–100 cm; 6–7.
- ③ Rote Lichtnelke (*Silene dioica*)
Blüten: rot, mit fünf tief zweispaltigen Blütenblättern; Kelch leuchtend, fünfzählig und behaart; Pflanze zweizählig (entweder nur mit Staubblättern oder nur mit Fruchtblättern).
Blüten: gegenständig und gabelständig.
Stängel: behaart.
30–80 cm; 4–7 (9).
- ④ Kratzbeere (*Rubus caesius*)
Blüten: weiß bis rötlich, in wenigstehender Traube; Früchte blau bereifte Beeren.
Blätter: dreizählig mit lanzettlichen Nebenblättern; wechselständig.
Stängel: kriechend, rund, mit karmig Stacheln, blau bereift.
30–80 cm; 3–6.
- ⑤ Gefleckte Taubnessel (*Lamium maculatum*)
Blüten: rosa, große Lippenblüten, zu 3–5 in blauschneeheligen Schirmchen; Fruchtknoten vierzählig.
Blätter: kreuzweise gegenständig, bräunlich-ähnlich.
Stängel: vierkantig, am Grunde oft mit überlaufenden, mit Ausläufern.
20–60 cm; 4–9.
- ⑥ Efeublättriger Ehrenpreis (*Veronica hederaefolia*)
Blüten: klein und hellblau-weiß, einzeln blauschneehelig; Staubbeutel zwei.
Blätter: drei- bis fünfzählig; eiförmlich, behaart, ziemlich lang gestielt.
Stängel: niederliegend oder aufsteigend.
5–30 cm; 3–5.



Aus FITTER, A. (1987) und HOFMEISTER, H. (1990)

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II)

Zeigerpflanzen

Bei einem Spaziergang von einer Anhöhe ins Tal stellt man fest, dass nicht auf jeder Wiese dieselben Pflanzenarten wachsen. So blühen oben am Berg je nach Jahreszeit *Wiesenprimeln* oder *Natternkopfpflanzen*. Sie zeigen einen trockenen Boden an, der zwar kalkreich ist, aber einen geringen Stickstoffgehalt aufweist. Man bezeichnet solche Wiesen daher als *Magerwiesen*.

Weiter talwärts überschwemmt der Fluss hin und wieder den Boden. Hier blüht neben dem *Löwenzahn* die *Rote Lichtnelke*. Ihr Vorkommen weist auf einen etwas mineralstoffreicheren und feuchteren Boden hin. Diese meist bewirtschafteten Wiesen werden *Fettwiesen* genannt.

Am Ufer des Flusses erkennt man den gelb blühenden *Kriechenden Hahnenfuß* und das weiß blühende *Mädesüß*. Sie zeigen einen hohen Grundwasserstand an. Die Wiese heißt daher auch *Feuchtwiese*. Außer der Feuchtigkeit unterscheiden sich Böden in ihrem Kalk- und Stickstoffgehalt. Viele Pflanzen gedeihen bei unterschiedlichen Gehalten an Wasser, Kalk und anderen Mineralstoffen. Einige Pflanzenarten jedoch bevorzugen ganz bestimmte Bodenbedingungen. Da sie durch ihr Vorkommen diese bestimmten Bedingungen anzeigen, nennt man sie **Zeigerpflanzen**.



120.2 Quacke: Stickstoffzeiger

Stickstoffzeiger	Brennnessel, Löwenzahn, Rohrglanzgras, Rote Lichtnelke, Gemeine Quecke
Magerböden	Wiesen-Margerite, Natternkopf, Wiesenprimel
Kalkzeiger	Wiesenprimel, Wiesen-Storchschnabel, Rohrglanzgras
Säurezeiger	Sandsegge, Bärtige Glockenblume
Feuchtezeiger	Mädesüß, Kriechender Hahnenfuß, Rohrglanzgras, Wiesenschaumkraut
Trockenheitszeiger	Wiesenprimel, Natternkopf, Wiesensalbei
Salzzeiger	Queller, Schlickgras, Strandflieder
Lichtpflanze	Steinklee, Natternkopf
Schattenpflanze	Sauerklee, Goldnessel, Schattenblume

120.1 Zeigerpflanzen

Innerhalb der Feuchtwiesen zeigen Wiesenpflanzen auch Veränderungen der Bodenbedingungen an. So bevorzugt der *Krause Ampfer* am oberen Uferland eines Wiesenbaches mäßig feuchten Boden mit mittlerem Stickstoffgehalt. Die Pflanze erträgt saure wie auch kalkhaltige Böden.



120.3 Rohrglanzgras: Kalkzeiger

Ihre Wurzeln reichen bis in die Grenzschicht zwischen dem sauren Boden und dem Kalkboden. Das daneben wachsende *Rohrglanzgras* am Ufergrund gedeiht hingegen nur auf oft durchnässten Böden, die kalkhaltig und stickstoffreich sind. Die Wurzeln reichen in die tiefer gelegenen Kalkschichten und nehmen dort kalkhaltige Mineralstoffe auf. Auf der anderen Uferseite des Baches hat sich ein Bestand der *Gemeinen Quecke* ausgebildet. Das Gras ist an einen wechselfeuchten Boden angepasst, der sauer bis kalkhaltig sein kann, aber im Vergleich zum Ampfer einen höheren Stickstoffgehalt des Bodens anzeigt. Das Rohrglanzgras und die Quecken werden offensichtlich vom Bach mit Stickstoff versorgt.

Weil das Rohrglanzgras und die Quecken einen hohen Stickstoffgehalt ertragen, bezeichnet man sie als Stickstoffzeiger. Der Ampfer dagegen bevorzugt keine derart ausgeprägten Bedingungen und gehört deshalb auch nicht zu den Zeigerpflanzen.

Licht und Lufttemperatur sowie Feuchte, Säuregrad und Mineralstoffgehalt des Bodens sind diejenigen abiotischen Umweltfaktoren, die das Vorkommen und das Wachstum von Pflanzen entscheidend beeinflussen. Von den Mineralstoffen sind vor allem die stickstoffhaltigen Salze von Bedeutung. Für diese Faktoren weisen Pflanzenarten unterschiedlich breite Toleranzbereiche auf. Manche Arten haben hinsichtlich eines oder mehrerer dieser Faktoren ein eng begrenztes synökologisches Optimum. Ihr Vorkommen weist dann auf eine bestimmte Ausprägung dieses Faktors an dem gegebenen Standort hin, sie sind Zeigerpflanzen für diesen Faktor. So gibt es Pflanzen wie die *Karsthäuser-Nelke* und das *Frühlings-Fingerkraut*, die überwiegend oder ausschließlich an trockenen Standorten vorkommen. Sie sind Trocken- beziehungsweise Starktrockniszeiger. Andererseits sind manche Arten wie zum Beispiel die *Kohldistel* hauptsächlich in feuchten Wiesen zu finden, sie sind Feuchtezeiger. Die Anpasstheit einer Pflanze an bestimmte Standortbedingungen zeigt sich in der Ausbildung ihrer morphologischen,

Aus STARKE und WELLINGHORST (2008)

Informationsblatt (Sekundarstufen I und II)

Zeigerpflanzen

anatomischen und physiologischen Merkmale. So weist eine Feuchtpflanze, ein **Hygrophyt**, andere Merkmale im Bau der Laubblätter auf als ein Tropophyt oder ein Xerophyt. Die Blätter der Hygrophiten sind vergleichsweise groß und dünn. Sie haben eine einschichtige Epidermis und eine schwach ausgebildete Cuticula. Bei manchen Arten sind die Spaltöffnungen über die Epidermis emporgehoben. All diese Merkmale begünstigen an einem feuchten Standort die Transpiration und damit die Möglichkeit, in ausreichender Menge mineralstoffhaltiges Wasser aus dem Boden aufnehmen zu können.

Auch Sprossachse und Wurzel der Hygrophiten weisen Anpassungen auf. Die Stängel sind vielfach dünn und relativ hoch und die Gefäße eher weit. Das Wurzelsystem ist schwach ausgebildet, nicht sehr tief und wenig verzweigt, weil im Boden genügend Wasser zur Verfügung steht.

Der Pflanzenökologe Heinz ELLENBERG wertete eine große Zahl eigener und anderer Untersuchungen zur Verbreitung mitteleuropäischer Farn- und Samenpflanzen aus und erstellte Listen von Zeigerpflanzen für die oben genannten Umweltfaktoren. Aus dem Vorkommen der Art und der Ausprägung eines bestimmten Faktors an ihrem Standort

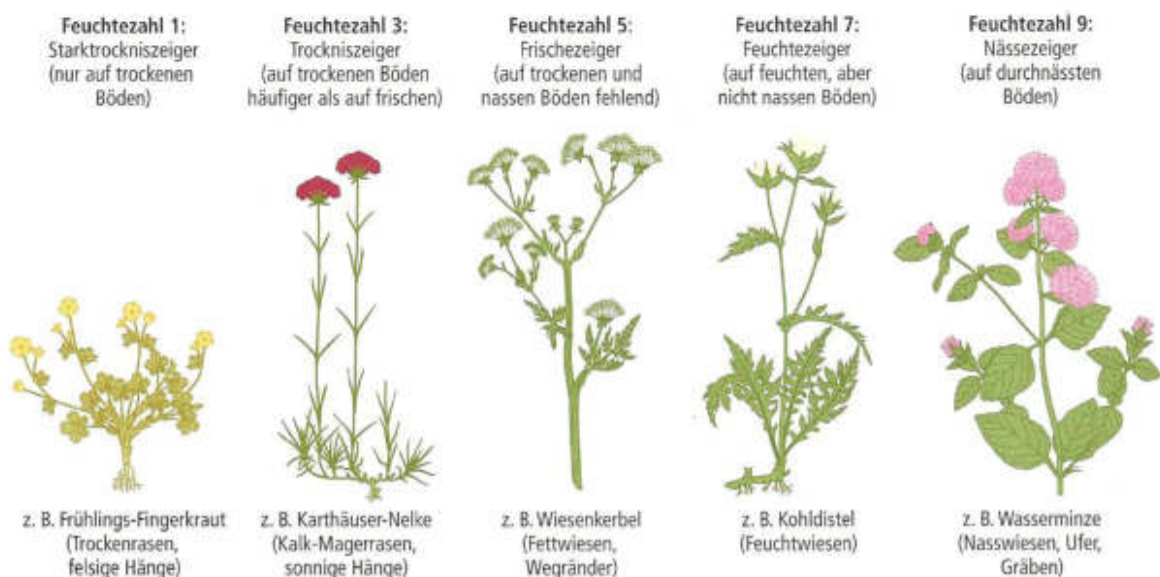
ermittelte er **Zeigerwerte** auf einer Skala von 1 bis 9, die er der entsprechenden Art zuordnete. Der Zeigerwert 1 entspricht der geringsten, der Wert 9 der stärksten Ausprägung eines Faktors. Hat also eine Art wie zum Beispiel die Wasserminze die Feuchtezahl 9, bedeutet das, dass sie überwiegend auf durchnässten Böden vorkommt, sie ist ein Nässezeiger. Eine Art mit der Feuchtezahl 5 dagegen wächst hauptsächlich auf mittelfeuchten Böden. Auf Trockenrasen und in Nasswiesen wird man sie nicht finden.

Die Zeigerwerte für die anderen genannten abiotischen Faktoren sind in den Kategorien Licht-, Temperatur-, Reaktions- und Stickstoffzahl zusammengefasst. Lichtzeiger mit der Lichtzahl 9 wie zum Beispiel der Natternkopf sind Volllichtpflanzen, die nur an voll besonnten Orten vorkommen. Der Sauerklee mit der Lichtzahl 1, den man nur an stark beschatteten Stellen im Wald findet, ist eine Tiefschattenpflanze. Während Säurezeiger mit einer Reaktionszahl von 3 oder darunter überwiegend an sauren, aber nie an basischen Standorten wachsen, ist das Vorkommen von Kalkzeigern, also von Arten mit der Reaktionszahl 9, auf kalkreiche Böden beschränkt. Die Brennnessel mit der Stickstoffzahl 8 ist ein Stickstoffzeiger, der auf einen hohen

Mineralstoffgehalt des Bodens weist. Auch Arten, die an besonderen Standorten vorkommen, werden erfasst. Manche Pflanzen an der Küste, aber auch am Rand stark befahrener Straßen des Binnenlandes weisen eine hohe Salztoleranz auf. Sie sind salzertragend wie die *Gemeine Quecke* oder, wenn sie ausschließlich an salzreichen Standorten vorkommen, salzzeigend wie der *Queller*. Manche Arten ertragen hohe Schwermetall-Konzentrationen des Bodens und sind so in der Lage, Bergwerkshalden zu besiedeln. Zu ihnen gehört das *Galmei-Veilchen*, das gegen hohe Zink-Konzentrationen resistent ist (Galmei = Zinkspat).

Der Nutzen von Zeigerpflanzen besteht darin, dass man schon aus der Zusammensetzung der Vegetation auf die Standortbedingungen schließen kann, ohne aufwändige Messungen durchführen zu müssen. Für genauere Aussagen sind allerdings weitergehende Untersuchungen nötig.

1. Am Rande einer Wiese wachsen Löwenzahn und Brennnessel. Zur Wiese hin schließen sich Wiesen-Storchnabel und Wiesenschaukraut an. Erläutern Sie!



121.1 Zeigerpflanzen für unterschiedliche Stufen der Bodenfeuchtigkeit

Aus STARKE und WELLINGHORST (2008)

Folie (Sekundarstufen I und II)

Stickstoffzeigerpflanzen prägen unsere Wildkrautflora

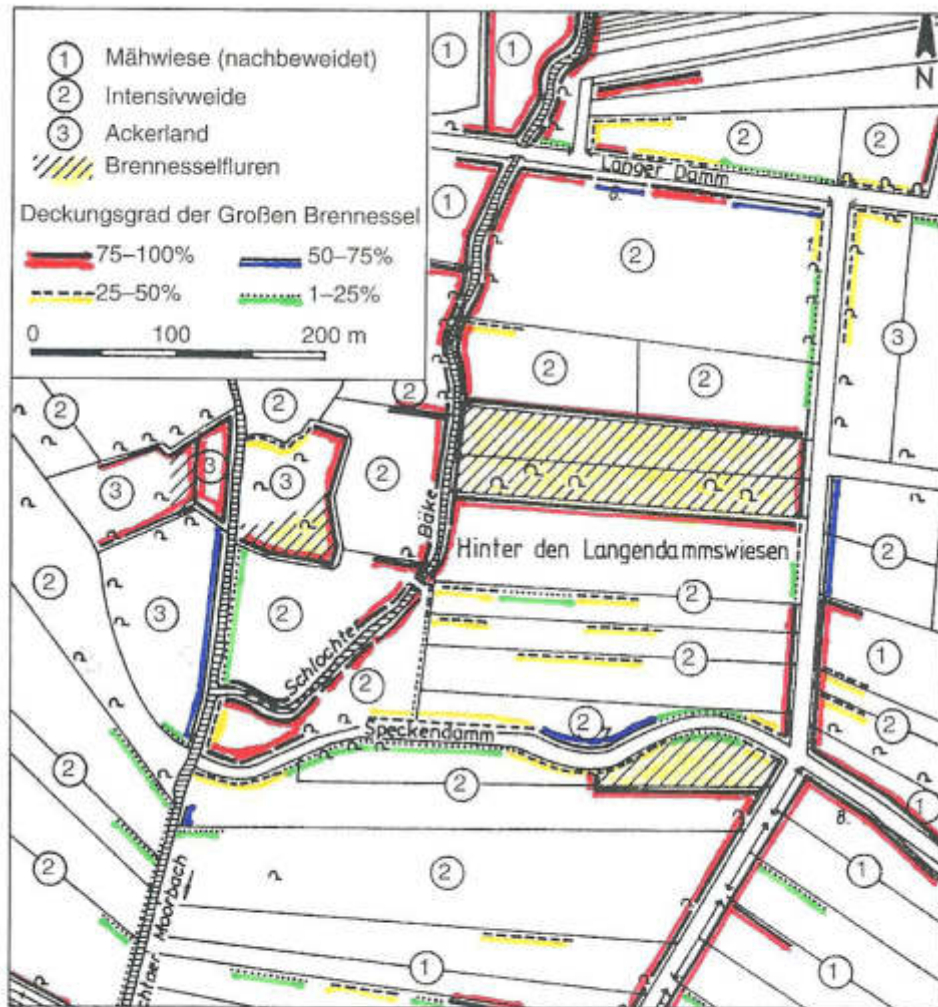


Stickstoffzeiger Große Brennnessel am Ackerrand (links; Vorkommen auf stickstoffreichen Standorten; Zeigerwert N = 8) und Knoblauchrauke am Waldrand (rechts; Vorkommen auf übermäßig stickstoffreichen Standorten; Zeigerwert N = 9)



Schöllkraut (links) und Wiesenkerbel (rechts) an Gewässerrand; Vorkommen auf stickstoffreichen Standorten; Zeigerwert N = 8)

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Die Brennnessel als Zeigerpflanze für Stickstoff in unserer Kulturlandschaft

Die Große Brennnessel bevorzugt Standorte, die übermäßig mit Stickstoff versorgt sind (Stickstoff-Zeigerwert 9).

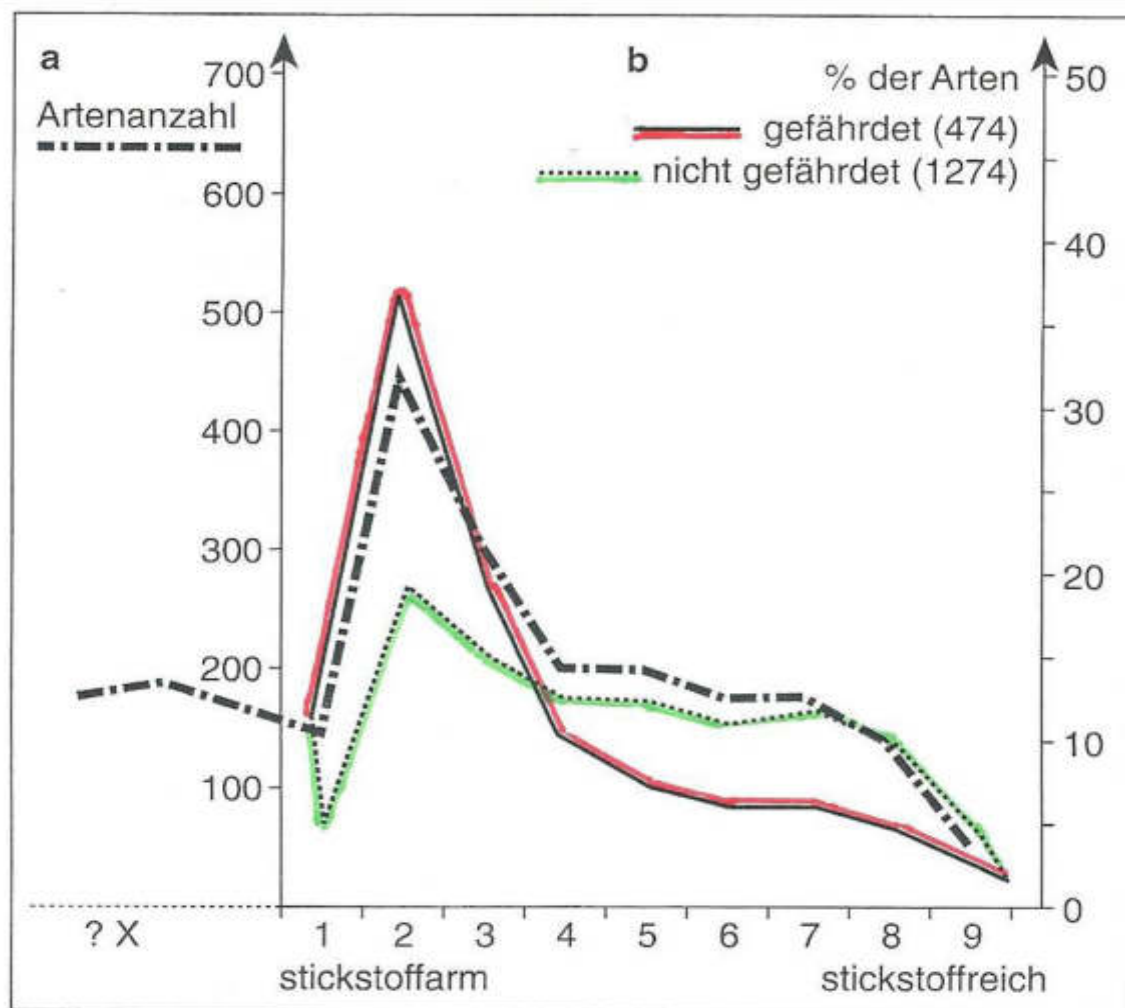
Verändert nach WELLINGHORST 1984

Prozentualer Anteil der Großen Brennnessel in den weg- und gewässerbegleitenden Vegetationsbeständen des intensiv landwirtschaftlich genutzten Oyther Moores im Landkreis Vechta

Aufgabe

Erstelle für ein etwa 10 Hektar großes Gebiet eine Kartierung der Brennnessel oder einer anderen Stickstoffzeigerpflanze. Die zu erstellende Karte soll inhaltlich der vorstehenden Abbildung entsprechen, d.h. es sind die Nutzung der Flächen und der Deckungsgrad der Stickstoffzeigerpflanze genau in die Karte einzutragen (Deckungsgrad 75 – 100 % rot, 50-75 % blau, 25-50 % gelb und 1-25 % grün).

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Zeigerpflanzen für Stickstoff und ihre Gefährdung

Weit mehr als die Hälfte der Pflanzenarten Deutschlands (a) und die überwiegende Anzahl der nach den Roten Listen gefährdeten Arten (b) sind nur bei Stickstoffmangel konkurrenzfähig. 1 = extrem stickstoffarm, 3 = stickstoffarm, 5 = gerade ausreichende Stickstoffversorgung, 7 = oft an stickstoffreichen Standorten, 8 = Stickstoffzeiger, 9 = übermäßige Stickstoffversorgung, x = indifferent gegenüber Stickstoff, ? = Verhalten gegenüber Stickstoff ist unbekannt.

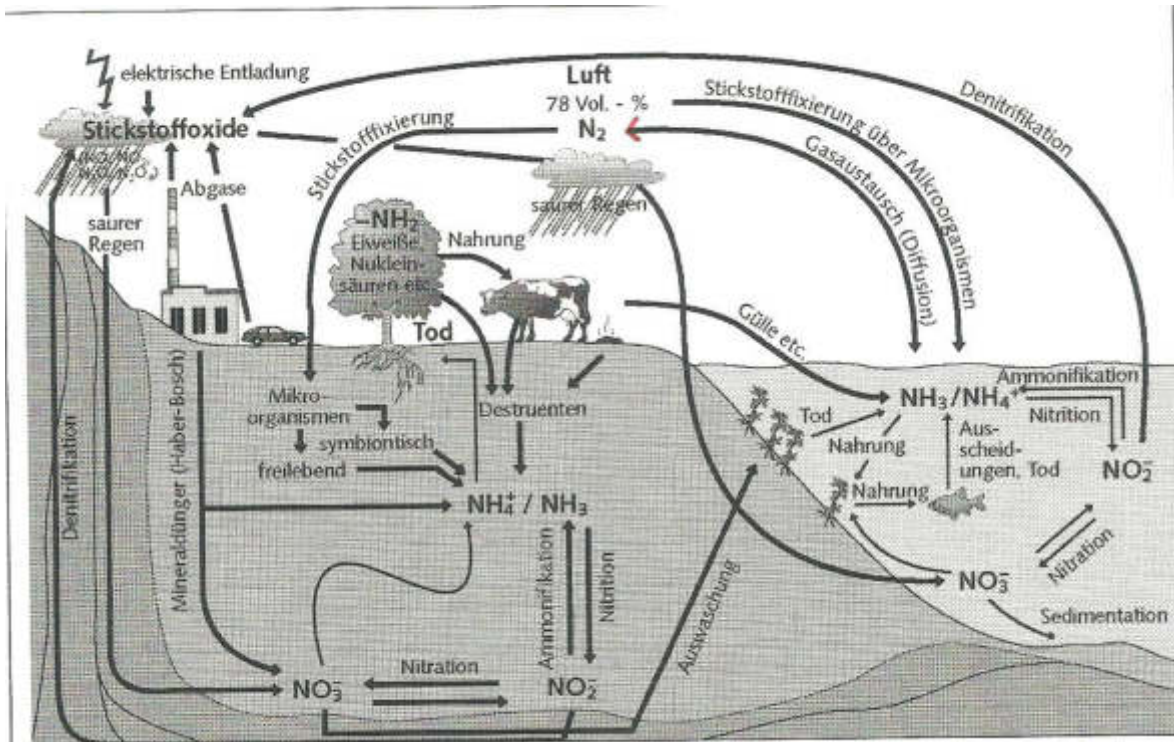
Aus WELLINGHORST 1984

Verteilung von über 2000 mitteleuropäischen Gefäßpflanzen entsprechend ihrer Stickstoff-Zeigerwerte

Aufgabe:

1 Erläutere die Grafik und belege deine Ausführungen anhand ausgewählter Pflanzen aus dem Osnabrücker Nordland

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Stickstoffkreislauf

Aus SCHROEDEL Werkservice

Aufgaben

1 Erstelle eine zweiseitige Tabelle und liste in der linken Spalte die Namen der verschiedenen Stickstoffverbindungen auf, die in Ökosystemen anzutreffen sind. Schreibe in die rechte Spalte die Summenformeln der anorganischen Stickstoffverbindungen.

2 Beschreibe anhand der Abbildungen erläuternd die Stationen des Stickstoffs in Ökosystemen.

Lehrerblatt (Sekundarstufen I und II) - Lösungshinweise

Stickstoff in der Umwelt

Ausgehend von den Ökologischen Belastungsgrenzen der Erde, die bezüglich der Problematiken im Stickstoffkreislauf inzwischen weit überschritten sind, werden Überlegungen angestellt, welche Probleme konkret gemeint sein könnten. Aspekte der Diskussion können z.B. die enorme Stickstoffüberfrachtung unserer Ökosysteme durch Nährstoffeinträge besonders aus der Landwirtschaft, Luftverschmutzungen durch Stickstoffoxide zum Beispiel aus Verbrennungsmotoren (Luftstickstoff und Sauerstoff werden in Verbrennungsmotoren bei hohem Druck und hoher Temperatur zu Stickstoffoxiden) und dem bei der Reaktion mit Wasser daraus entstehenden sauren Regen sowie das enorme Artensterben als Folge der Eutrophierung unserer gesamten Ökosysteme durch Stickstoffeinträge in Form von Ammonium, Nitrat, Gülle und anderer Stickstoffverbindungen sein. Als entscheidende Quelle für die Bereitstellung quasi unbegrenzter Stickstoffdüngermengen wird das vor gut einhundert Jahren erfundene Haber-Bosch Verfahren ausgemacht. Mit der Möglichkeit, Stickstoffmineraldünger in beliebiger Menge auf die Äcker zu bringen, wurde eine enorme Ertragssteigerung in der Landwirtschaft mit dem Vorteil, dass grundsätzlich alle Menschen auf der Erde mit ausreichend Nahrung versorgt werden könnten, aber mit dem Nachteil, dass die enorme Fracht stickstoffhaltiger Biomasse in die Stoffkreisläufe eingetragen wird, erreicht.

Arbeitsblatt Stickstoffkreislauf Lösungshinweise

Aufgabe 1:

Name	Summenformel
Stickstoff	N_2
Ammonium	NH_4^+
Nitrit	NO_2^-
Nitrat	NO_3^-
Distickstoffmonoxid	N_2O
Stickstoffmonoxid	NO
Stickstoffdioxid	NO_2
Distickstofftetraoxid	N_2O_4
Aminosäuren	
Proteine	
Adenin, Guanin, Cytosin, Thymin	
Nukleinsäuren	

Aufgabe 2:

Das Element Stickstoff ist mit einem Anteil von etwa 78 % in der Luft enthalten. Durch Diffusion gelangt es in Gewässer und ist dann im Wasser gelöst. Bei hohen Temperaturen und / oder hohem Druck reagiert der Luftstickstoff mit dem Luftsauerstoff zu Stickstoffoxiden. Dies geschieht bei Gewittern durch die elektrischen Entladungen oder in Automotoren, wo Luft neben hohen Temperaturen auch noch hohem Druck ausgesetzt wird. Die Stickstoffoxide, die außerdem auch von Industrieanlagen und Kraftwerken emittiert werden, reagieren mit (Regen)wasser zu Säuren wie Salpetriger Säure und Salpetersäure und tragen so zur Entstehung des sauren Regens bei. Luftstickstoff wird außerdem durch freilebende (Azotobacter, Clostridium) oder symbiontische (Rhizobium, Nostoc) Mikroorganismen in Ammoniumstickstoff und schließlich in organische Stickstoffverbindungen überführt. Ammoniumstickstoff steht in einem chemischen Gleichgewicht mit Ammoniak. Unter oxidierenden Bedingungen wird es durch nitrifizierende Bakterien in der Nitrition (Nitrosomonas, Nitrosococcus) zu Nitrit und in der Nitrifikation (Nitrobacter) zu Nitrat oxidiert. Das leicht wasserlösliche Nitrat ist im Boden gut beweglich und wird auch leicht in Gewässer ausgespült. Unter sauerstoffarmen Bedingungen wird Nitrat von Bakterien zu Nitrit und über weitere Oxidationsstufen des Stickstoffs zu elementarem Stickstoff oder zu Ammonium reduziert. Pflanzen nehmen Ammonium und Nitrat als Nährsalze auf und bauen den Stickstoff in körpereigene organische Stickstoffverbindungen wie Eiweiße und Nukleinsäuren ein. Über die Nahrungskette gelangen die Stickstoffverbindungen in Tiere, die den Stickstoff teilweise in Form von Harnstoff wieder ausscheiden. So befinden sich große Mengen Harnstoff in organischem Dünger. Als Destruenten tätige Bakterien und Pilze zerlegen tote Tiere und Pflanzen bzw. die Ausscheidungen der Tiere wieder in Ammonium.

Nach der Erarbeitung des zunächst natürlichen Stickstoffkreislaufs werden Artensterben, Luftbelastung und Saurer Regen im Kontext des heute massiv durch den Menschen beeinflussten Stickstoffkreislaufs thematisiert.



Stickstoffdüngung neben einem Fließgewässer (FFH Gebiet) im Frühling

Vegetation im Wald



Die Hauptuntersuchungsgebiete unserer Exkursionen zum Thema Wald sind das Freilandlabor Grafeld (oben), der Auwald bei Malgarten (unten) sowie der Börsteler Wald (Vegetationsaufnahme auf der nächsten Seite)

Informationsblatt (Sekundarstufe II)

Zeigerwertauswertung im Wald

Vegetationsaufnahme					Nr. 4				
1. Pflanzengesellschaft: Erlenbruchwald					8. Nutzung: Forstwirtschaft				
2. Fundort: Wald am Stift Börstel									
3. Funddatum: 25.06.1999					9. Schichtung und Gesamtdeckung				
4. Höhe ü. N.N.: 35 m					Baumschicht		Höhe [m]	Deckung [%]	
5. Hanglage und Neigung: nein					Strauchschicht		–	–	
6. Angaben zum Boden: Übergangsmoor					Krautschicht		0,8	100	
7. Größe der Probefläche: 25 m ²					Moosschicht		–	–	
Artenliste	Artmächtig- keit	Zeigerwerte [Z]				A • Z			
		L	F	R	N	A • L	A • F	A • R	A • N
Schwarzerle	4	5	9	6	X	20	36	24	–
Große Brennessel	3	X	6	6	8	–	18	18	24
Wasserschwaden	3	9	10	8	9	27	30	24	27
Sumpflabkraut	2	6	9	X	4	12	18	–	8
Ruprechtskraut	+	4	X	X	7	0,8	–	–	1,4
Sumpfdotterblume	2	7	8	X	X	14	16	–	–
Gegenblättriges Milzkraut	3	6	9	5	4	18	27	15	12
Bitteres Schaumkraut	2	7	9	X	4	14	18	–	8
Gemeines Hexenkraut	+	4	6	7	7	0,8	1,2	1,4	1,4
a) Summe der Produkte A • Z						106,6	164,2	82,4	81,8
b) Summe der Artmächtigkeiten						16,4	19,2	13,2	13,4
mittlere Zeigerwerte (a:b)						6,5	8,6	6,2	6,1

Der untersuchte Standort ist zeitweise schattig, aber auch besonnt, nass, schwach sauer und mäßig stickstoffreich. Weitere Literatur: ELLENBERG, H. (1974): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuro-

pas, Verlag Erich Goltze Göttingen. HOFMEISTER, H. (1990): Lebensraum Wald, Verlag Paul Parey Hamburg.

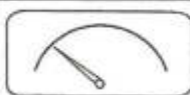
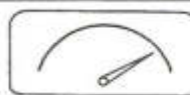
Vegetationsaufnahme mit Zeigerwertauswertung (Schroedel Werkservice)

Eine vereinfachte Auswertung ist auch durch einfaches Aufaddieren der Zeigerwerte der gefundenen Arten ohne den Weg über die Bildung der Produkte aus Artmächtigkeit und Zeigerwert möglich (vgl. nächste Seite). Die Ergebnisse sind dann aber weniger genau, da eine häufig vorkommende Art sich auf dem Standort sehr wohl fühlt und die Standortbedingungen daher sehr gut anzeigt, während eine selten vorkommende Art vielleicht nur zufällig auf dem Standort vorkommt und schon nach kurzer Zeit wieder verschwindet, weil die Standortbedingungen für sie ungünstig sind.

Weitere Vegetationsaufnahmen aus dem Börsteler Wald findet man im ARTLAND FROSCHE 11//12 Seite 44ff.

Informationsblatt (Sekundarstufe II)

Zeigerwertauswertung und Vergleich mit abiotischen Faktoren

																				
Schichtung	B1  B2  Str  Kr  H 					Str  Kr 														
Vegetation und Zeigerwerte	B1 Berg-Ahorn Trauben-Eiche B2 Hainbuche Str Rote Heckenkirsche Kr Wald-Sauerklee Wald-Segge Frauenfarn Berg-Ahorn Wald-Veilchen Gew. Dornfarn Schattenblume Behaarte Hainsimse Waldmeister					L	F	R	N	Str Himbeere Sal-Weide Esche Berg-Ahorn Kletten-Labkraut Wald-Ziest Gew. Hexenkraut Tollkirsche Fuchs-Kreuzkraut kleinblüt. Springkr. Ruprechtskraut Frauenfarn Große Brennnessel Gem. Klettenkerbel Gem. Nelkenwurz Berg-Weidenröschen Blutroter Ampfer Knotige Braunwurz Hain-Klette					L	F	R	N		
Summe der Zeigerwerte																				
Zahl der bewerteten Arten																				
Mittlerer Zeigerwert																				
Licht (Luxmeter)						400 Lux										2000 Lux				
Bodentemperatur an der Oberfläche (Bodenthermometer)						20° C										22° C				
Bodentemperatur in 5 cm Bodentiefe (Bodenthermometer)						18° C										19° C				
Wassergehalt des Bodens (CM-Gerät)						15%										28%				
Humusform (Untersuchung)						Laubauflage reichlich Pilz fäden										Laubauflage spärlich gute biolog. Aktivität viele Tiere				
pH-Wert (Hellige Pehameter)						orange 5										gelb-grün 6,5				

Vergleich einer Waldlichtung mit angrenzendem Waldinneren (HOFMEISTER et al. 1995)

Folie (Sekundarstufen I und II)
Pflanzen des Waldbodens



Kriechender Günsel
Ajuga reptans



Goldnessel (Goldnesselgruppe)
Lamium galeobdolon



Bastard Waldveilchen
Viola bavarica

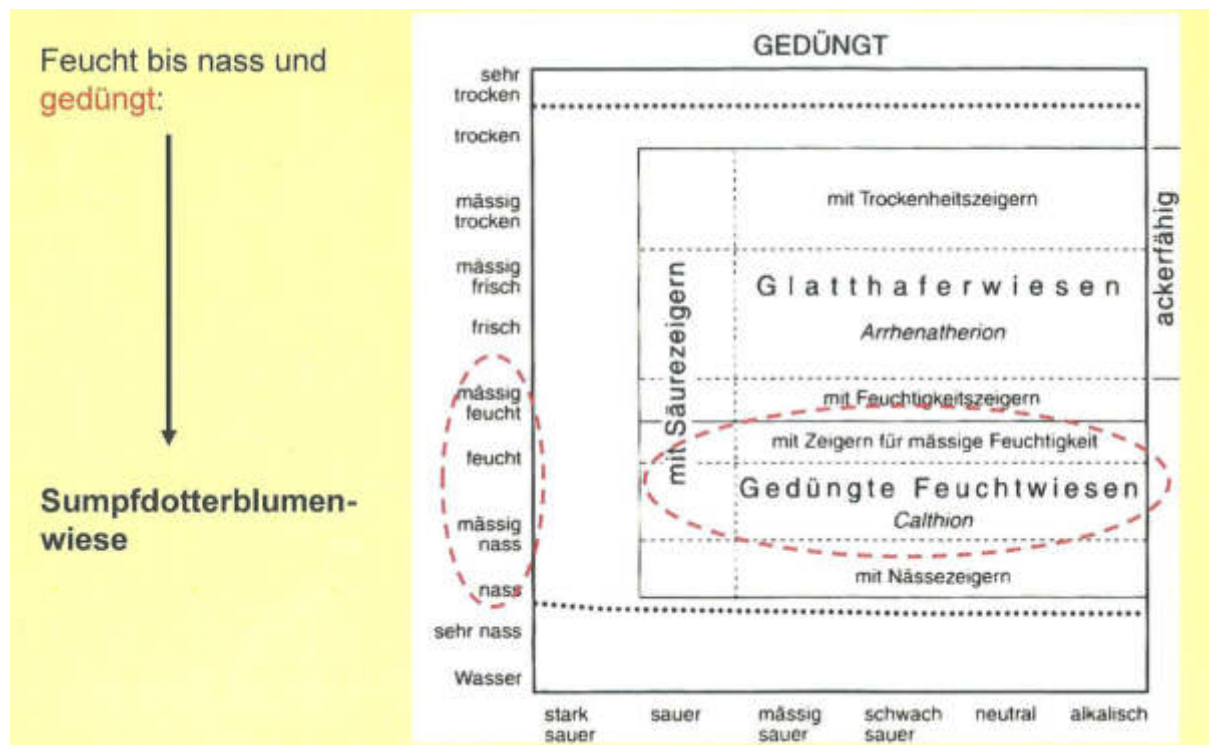


Große Sternmiere
Stellaria holostea

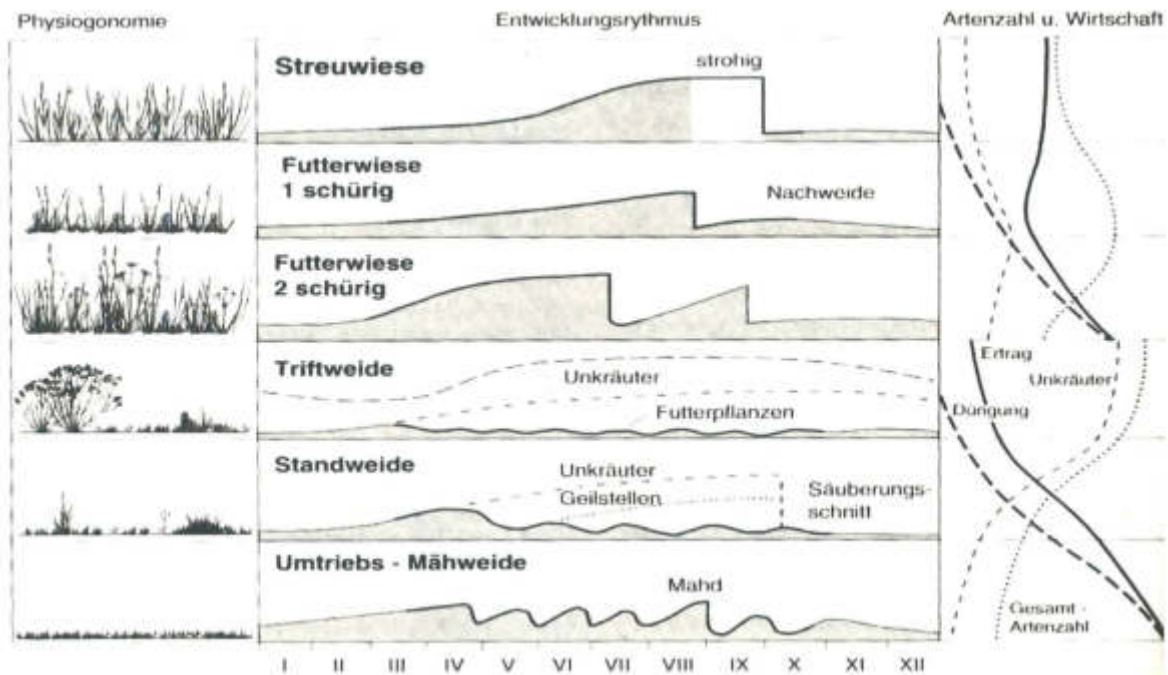
Hinweis: Viola bavarica ist ein Bastard aus dem Waldveilchen Viola reichenbachiana und Hainveilchen Viola riviniana

Vegetation in Wiesen und Weiden

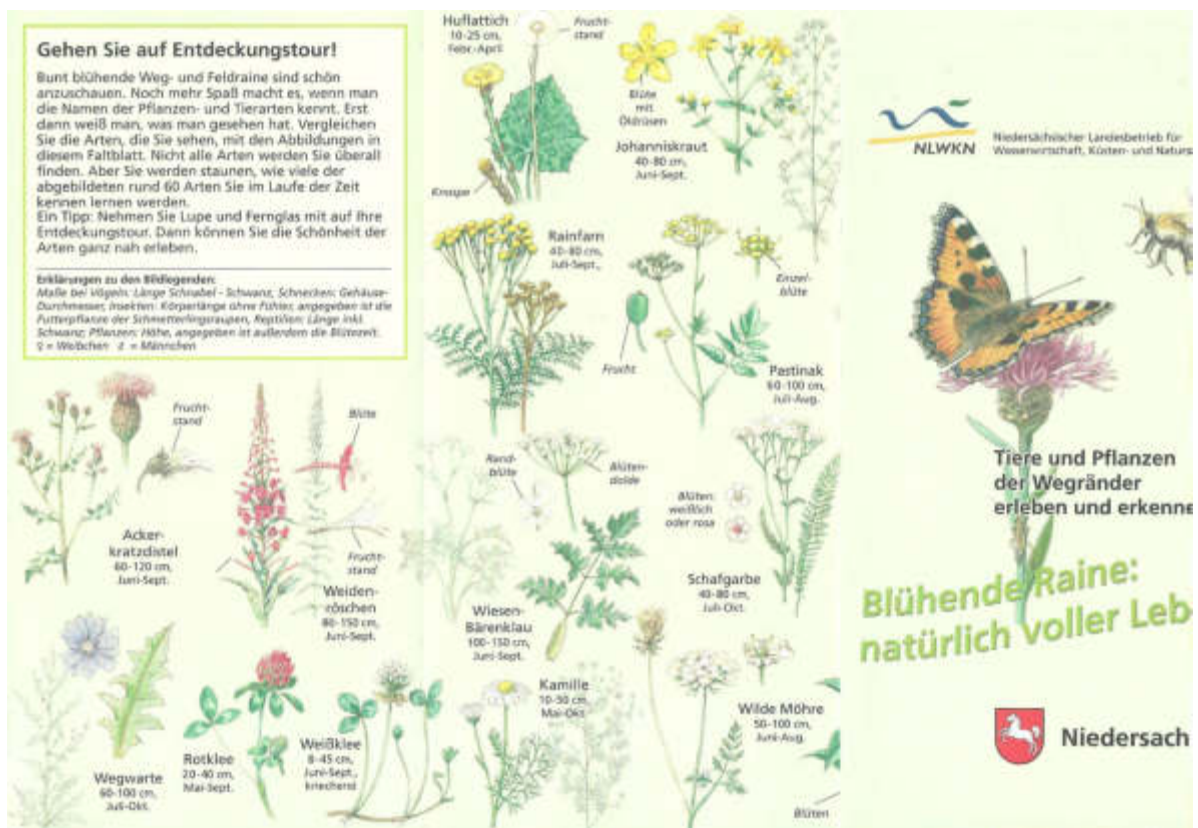
	Pflanzengesellschaft (Ordnung)	Pflanzengesellschaft (Verband, Auswahl)	Charakteristische Arten (Auswahl)
1.	Gedüngte Frischwiesen und Weiden	Glatthaferwiesen	Gewöhnlicher Glatthafer (<i>Arrhenatherum elatius</i>), Weiche Trespe (<i>Bromus hordeaceus</i>), Wiesen-Bärenklau (<i>Heracleum sphondylium</i>), Wiesen-Knautgras (<i>Dactylis glomerata</i>)
		Weidelgras-Kammgrasweiden (Fettweiden, Stand- und Mähweiden)	Kammgras (<i>Cynosurus cristatus</i>), Weißklee (<i>Trifolium repens</i>) und Weidelgras (<i>Lolium perenne</i>)
2.	Feuchtgrünland (Naß- und Streuwiesen sowie nasse Hochstaudenfluren)	allgemein	Sumpf-Scharfgarbe (<i>Achillea ptarmica</i>), Sumpfdistel (<i>Cirsium palustre</i>), Rasenschmiele (<i>Deschampsia cespitosa</i>), Mädesüß (<i>Filipendula ulmaria</i>)
		Feuchtwiesen: Sumpfdotterblumenwiesen (Calthion) = nährstoffreiche ein- bis zweischürige Nasswiesen	Sumpfdotterblume (<i>Caltha palustris</i>), Kuckucks-Lichtnelke (<i>Silene flos-cuculi</i>), Wiesen-Schaumkraut (<i>Cardamine pratensis</i>), Brei-blättriges Knabenkraut (<i>Dactylorhiza majalis</i>), Spitzblütige Binse (<i>Juncus acutiflorus</i>), Flatterbinse (<i>Juncus effusus</i>), Sumpf-Vergißmeinnich (<i>Myosotis palustris</i>), u.a.
		Pfeifengraswiesen (Molinion)	Pfeifengras (<i>Molinia caerulea</i>)



Die Grünlandbereiche im Freilandlabor Wasserhausen gehören zu den Wirtschaftswiesen und –weiden und hier zu den Frischwiesen und Weiden (Glatthaferwiesen), zum Feuchtgrünland und zu den Mädesüß-Hochstaudenfluren im Übergangsbereich zur Kleinen Hase (Hans-Jürgen Zietz / NLWKN)



Die Bewirtschaftung im Freilandlabor Wasserhausen erfolgte seit 1990 zunächst als Standweide und ab ca. 2000 als zweischürige Futterwiese (Mähwiese)



Das NLWKN Falblatt „Blühende Raine: natürlich voller Leben“ lässt sich als Einstiegsbestimmungshilfe verwenden – kostenlos erhältlich beim NLWKN



Unterschiedliche Entwicklung von extensiv genutzter Wirtschaftswiese (rechts) und Wirtschaftsweide (links) im Freilandlabor Wasserhausen (2014)



Unterschiedliche Entwicklung von extensiv genutzter Wirtschaftswiese (links) und Wirtschaftsweide (rechts) im Freilandlabor Wasserhausen (2015)

Einfluß des Viehtritts auf das Artengefüge einer gut gedüngten Weidelgras-Weide

Zur Untersuchung der Vegetation wählt man innerhalb eines einheitlichen Pflanzenbestandes einige kleine Probestellen (4–8 m²) und notiert alle Pflanzenarten und ihre Stetigkeit in ähnlichen Beständen.

Lfd. Nr.:	1	2	3	4	F	N	Stetigkeit:
Entfern. v. Koppeltor (bis m)	6	18	63	360			Eine Pflanzenart kommt
T Zarte Binse	2				6	5	in 1– 20 % 1
T Strahllose Kamille	5	4			5	8	in 21– 40 % 2
T Vogelknöterich	5	4		1	x	x	in 41– 60 % 3
T Einjähriges Rispengras	5	5	4	2	6	8	in 61– 80 % 4
T Breitwegerich	5	5	5	5	5	6	in 81–100 % 5
T Weißes Straußgras	5	4	4	5	6	5	der Bestände vor.
W Wiesen-Rispengras	5	5	5	5	5	6	
W Weißklee	5	5	5	5	x	7	
W Raygras	4	5	5	5	5	7	
W Löwenzahn	3	5	5	5	5	7	
T Kriechender Hahnenfuß	3	1	3	5	7	x	
W Knäuelgras	2	4	5	5	5	6	
W Wiesen-Schwingel	2	2	5	4	6	6	
T Gänse-Fingerkraut		4		2	6	7	
W Gemeines Rispengras		2	4	5	7	7	
W Wiesen-Lieschgras		1	2	2	5	6	
W Herbst-Löwenzahn		1		2	5	5	
W Gänseblümchen		1	4	5	x	5	
W Schafgarbe			2	3	4	5	
W Spitz-Wegerich			2	3	x	x	
W Rot-Klee				5	x	x	
W Weiche Trespe				4	x	3	
W Wiesen-Fuchsschwanz				3	6	7	
W Scharfer Hahnenfuß				3	x	x	
W Gewöhnliches Hornkraut				2	5	5	
W Bärenklau				2	5	8	
W Wiesen-Kümmel				2	5	6	
W Wiesen-Pippau				2	5	5	
Mittl. Deckungsgrad (%)	46	91	98	97			
M. Artenzahl pro Bestand	15	16	17	28			

F = Feuchtezahl

N = Stickstoffanspruch

T = Trittrasenpflanze

W = Düngeweidenpflanze

Nach Aufnahmen von Vollrath (1970) auf den Umtriebsweiden des Veithofs (Oberbayern) in zunehmender Entfernung von den Koppeltoren.

Ökologische Bewertung: mF mN ΣT

Nr. 1: Nahe dem Koppeltor, am stärksten betreten, mehr als 50 % nackter Boden, stellenweise vernarbt;	5,4	7,1	22	mF = mittlere Feuchtezahl (Die Feuchtigkeit des Bodens ist im großen und ganzen unabhängig vom Weidebetrieb.) mN = mittlerer Stickstoffanspruch (Mit der Entfernung vom Koppeltor werden genügsame Arten häufiger, doch kommen anspruchsvolle noch überall vor.) ΣT = Summe der Stetigkeiten der «Trittpflanzen»
Nr. 2: Stark betreten, Rasen kurz und stellenweise lückig;	5,4	7,0	18	
Nr. 3: «Normale» Weide, dicht geschlossen und von niedrigen Gräsern beherrscht; wie Nr. 1 u. 2 relativ artenarm;	5,4	7,0	9	
Nr. 4: Wenig vom Vieh beansprucht, daher «wiesenähnlich», weniger mit Exkrementen gedüngt (mN relativ niedrig) und wesentlich artenreicher	5,5	6,3	8	

Aus HAUSFELD 1984

Folie (Sekundarstufen I und II)
Wiesenpflanzen



Spitzwegerich
Plantago lanceolata



Wiesenschaumkraut
Cardamine pratensis



Rotklee
Trifolium pratense



Löwenzahn
Taraxacum officinale



Scharfer Hahnenfuß
Ranunculus acer



Wiesenkerbel
Anthriscus silvestris

Vegetationsaufnahme									
Pflanzengesellschaft: Wiese Wasserhausen Koppel III Nähe Einfahrt						Schichtung und Gesamtdeckung:			
Fundort: Freilandlabor Wasserhausen							Höhe [m]	Deckung [%]	
Funddatum: 10.07.2007						Baumschicht	> 2	-	
Größe der Probefläche: 4m²						Strauch- schicht	0,6 - 2	-	
						Krautschicht	0,1 – 0,6	100	
						Moosschicht	< 0,1	-	
Artenliste	Artmäch- tigkeit [A]	Zeigerwerte [Z]				A x Z			
		L	F	R	N	AxL	AxF	AxR	AxN
Wiesenbärenklau (<i>Heracleum sphondylium</i>)	Kr 2	7	5	X	8	14	10	-	16
Glatthafer (<i>Arrhenatherum elatius</i>)	Kr 2	8	5	7	7	16	10	14	14
Wiesen-Lieschgras (<i>Phleum pratense</i>)	Kr 2	7	5	X	6	14	10	-	12
Acker-Distel (<i>Cirsium arvense</i>)	Kr 2	8	X	X	7	16	-	-	14
Viersamige Wicke (<i>Vicia tetrasperma</i>)	Kr 2	6	5	3	4	12	10	6	8
Weiß-Klee (<i>Tripholium repens</i>)	Kr 1	8	X	X	7	8	-	-	7
Wolliges Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)	Kr 1	7	6	X	4	7	6	-	4
Gemeines Rispengras (<i>Poa trivialis</i>)	Kr 1	6	7	X	7	6	7	-	7
Scharfer Hahnenfuß (<i>Ranunculus acer</i>)	Kr +	7	X	X	X	1,4	-	-	-
Kriechender Hahnenfuß (<i>Ranunculus repens</i>)	Kr +	6	7	X	X	1,2	1,4	-	-
Rauhaarige Wicke (<i>Vicia hirsuta</i>)	Kr +	7	X	X	X	1,4	-	-	-
Stumpfbblätteriger Ampfer (<i>Rumex obtusifolium</i>)	Kr +	7	6	X	9	1,4	1,2	-	1,8
a) Summe der Produkte A x Z:						98,4	55,6	20	83,8
b) Summe der Artmächtigkeiten:						13,8	10,4	4	13,2
Mittlere Zeigerwerte (a:b):						7,1	5,4	5	6,4

Vegetationsaufnahme Wasserhausen**Fundort:** Ufer der Kleinen Hase**Funddatum:** 10.07.06**Größe der Probefläche:** 2m X 2 m = 4 Quadratmeter**Schichtung der Gesamtdeckung:**

	Höhe (m)	Deckung(%)
Baumschicht (B)		
Strauchschicht (Str.)	1,7	5
Krautschicht (Kr.)	50cm	77
Moosschicht (M)	-	-

Artenliste	Artenmächtigkeit (A)	Zeigerwerte (Z)				A*Z			
		L	F	R	N	A*L	A*F	A*R	A*N
Brennnessel (<i>Urtica dioica</i>)	2		6	7	9	0	12	14	18
Rohrglanzgras (<i>Phalaris arundinacea</i>)	2	7	8	7	7	14	16	14	14
Bittersüßer Nachtschatten (<i>Solanum dulcamara</i>)	2	7	8		8	14	16		16
Ufer Zaunwinde (<i>Convolvulus sepium</i>)	2	7	4	7		14	8	14	
Gemeiner Beinwell (<i>Symphytum officinale</i>)	2	7	7		8	14	14		16
Echtes Mädesüß (<i>Filipendula ulmaria</i>)	1	7	8		5	7	8		5
Klettenlabkraut (<i>Galium aparine</i>)	+	7		6	8	1,4		1,2	1,6
Wasserschwaden (<i>Glyceria maxima</i>)	+	9	10	8	9	1,8	2	1,6	1,8
Zottiges Weidenröschen (<i>Epilobium hirsutum</i>)	+	7	8	8	8	1,4	1,6	1,6	1,6
a.) Summe der Produkte A*Z						67,6	77,6	46,4	74
b.) Summe der Artenmächtigkeiten						9,6	11,4	6,6	9,6
Mittlerer Zeigerwert (a:b)						7,0	6,8	7,0	7,7



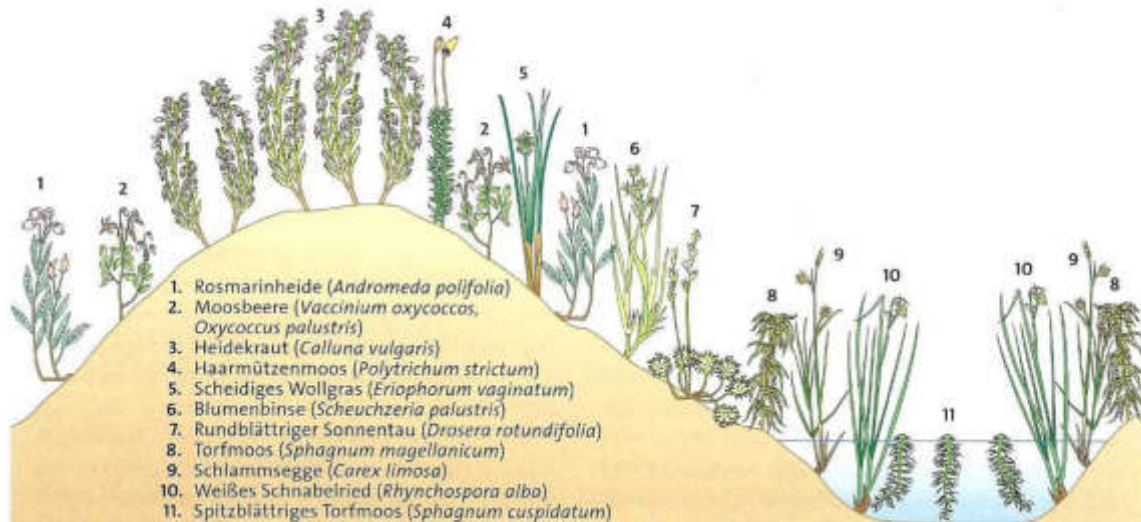
Vegetationsaufnahme in der Wiese Koppel III im Freilandlabor Wasserhausen



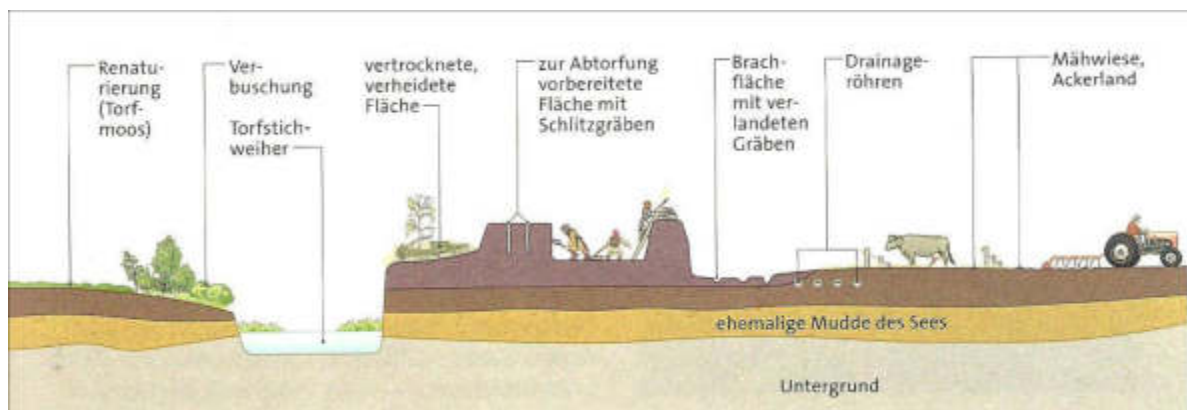
Vegetationsaufnahme am Ufer der Kleinen Hase (Freilandlabor Wasserhausen)

Folie (Sekundarstufen I und II)

Vegetation im Hochmoor



Pflanzen auf Bulten und in Schlenken des Hochmoores (aus KONOPKA et al. 2009)



Heutige Nutzungen ehemaliger Hochmoorgebiete (aus KONOPKA et al. 2009)



Freilandlabor Grafeld – ein Hochmoorhotspot für die Umweltbildung

Folie (Sekundarstufen I und II)

Gefährdete oder ausgestorbene Pflanzen aus dem Osnabrücker Nordland und ihre Stickstoffzeigerwerte



Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*, links; Freilandlabor Grafeld; Zeigerwert N = 1) und Langblättriger Sonnentau (*Drosera anglica*, rechts; um 1880 im Hahnenmoor; Zeigerwert N = 2) jeweils auf Torfmoosen; Vorkommen auf stickstoffärmsten Standorten



Moosbeere (*Vaccinium oxycoccus*, links; um 1880 im Hahnenmoor; Zeigerwert N = 3) und Sumpf-Porst (*Ledum palustre*; rechts; ehemals Kleinmoore bei Börstel; Zeigerwert N = 2); Vorkommen auf stickstoffarmen Standorten



Fieberklee (*Menyanthes triflora*, links; früher Swatte Pöle und Moorriede bei Menslage; Zeigerwert N = 2) und Geflecktes Knabenkraut (*Dactylorhiza maculata*; rechts; Heidefläche Börstel; Zeigerwert N = 2); Vorkommen auf stickstoffarmen Standorten

Vegetation im Freilandlabor Grafeld

Vegetationsaufnahme Hochmoorteich Grafeld

Fundort: Teichufer Moorteich Lernstandort Grafeld

Funddatum: 08.09.2006

Größe der Probefläche: 4m x 4 m = 16 Quadratmeter

Schichtung der Gesamtdeckung:

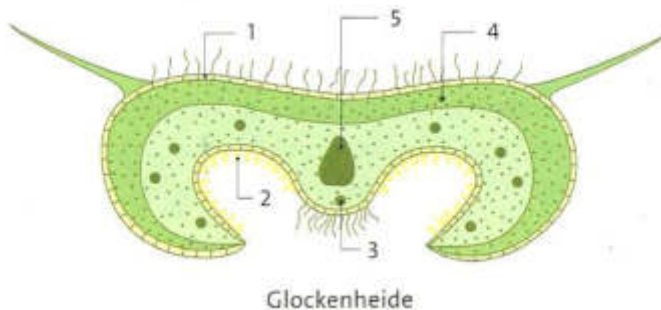
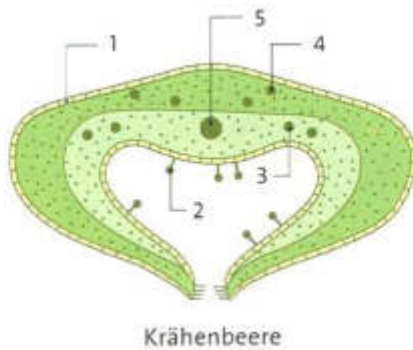
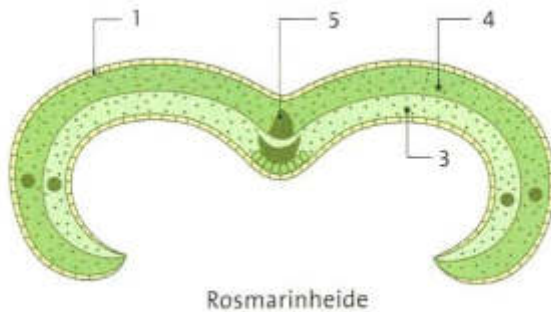
	Höhe (m)	Deckung(%)
Baumschicht (B)	-	-
Strauchschicht (Str.)	bis zu 3 m	30-40
Krautschicht (Kr.)	bis zu 60 cm	95
Moosschicht (M)	bis zu 10cm	80-90

Artenliste	Artenmächtigkeit (A)	Zeigerwerte (Z)				A*Z			
		L	F	R	N	A*L	A*F	A*R	A*N
Torfmoos (Sphagnum cuspidatum)	4	7	7	2	-	28	28	8	-
Blaues Pfeifengras (Molinia coerulea)	3	7	7	-	2	21	21	-	6
Besenheide (Calluna vulgaris)	2	8	-	1	1	16	-	2	2
Moorbirke (Betula pubescens)	2	7	9	4	3	14	18	8	6
Echte Glockenheide (Erica tetralix)	2	8	8	1	2	16	16	2	4
Schwarzkiefer (Pinus nigra)	1	7	2	9	2	7	2	9	2
Rundblättriger Sonnentau (Drosera rotundifolia)	r	8	9	1	1	0,8	0,9	0,1	0,1
a.) Summe der Produkte A*Z						103	85,9	29,1	20,1
b.) Summe der Artenmächtigkeiten						14,1	12,1	11,1	10,1
Mittlere Zeigerwerte (a:b)						7,2	7,1	2,6	1,9

Vegetationsaufnahme mit Zeigerwertauswertung

VEGETATIONS-AUFNAHME		Nr.							
1. Pflanzengesellschaft:		8. Nutzung:							
2. Fundort: Freilandlabor Grafeld Hoorwald Nähe Eingang		9. Schichtung und Gesamtdeckung							
3. Funddatum: 26.08.2009		Höhe [m]	Deckung [%]						
4. Höhe ü. N.N.: 23m	B	15m	90%						
5. Hanglage u. Neigung:	Str.	2m	2%						
6. Angaben zum Boden: Torf	Kr.	0,5m	85%						
7. Größe der Probestfläche: 10m x 10m	M.	3cm	20%						
Artenliste	Art- mächtigkeit [A]	Zeigerwerte [Z] A · Z							
		L	F	R	N	A-L	A-F	A-R	A-N
Krautschicht									
Pfeifengras (<i>Molinia caerulea</i>)	5	7	7	x	2	35	35	0	10
Gemeiner Farn (<i>Athyrium filix-femina</i>)	2	3	7	x	6	6	14	0	12
Strauchschicht									
Heidelbeere (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	2	5	x	2	3	10	0	4	6
Echte Brombeere (<i>Rubus fruticosus spec.</i>)	1	x	x	x	x	indifferent			
Faulbaum (<i>Frangula alnus</i>)	2	6	7	2	x	12	14	4	0
Stieleiche (<i>Quercus robur</i>)	1	7	x	x	x	7	0	0	0
Moorkiefer (<i>Pinus mugo</i>)	1	8	x	x	3	8	0	0	3
Baumschicht									
Hoorbirke (<i>Betula pubescens</i>)	5	7	x	3	3	35	0	15	15
						113	63	23	46
a) Summe der Produkte A · Z						18	9	9	15
b) Summe der Artmächtigkeiten									
mittlere Zeigerwerte (a : b)						6,3	7,0	2,6	3,1

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Feuchtigkeitsanpassungen von Moorpflanzen

Aus KONOPKA et al. 2009

Aufgaben

1 Die Abbildung zeigt Blattquerschnitte von Moorpflanzen. Erstelle eine dreispaltige Tabelle. Schreibe in die erste Spalte die Ziffern aus der Abbildung und die Namen der Gewebe und Strukturen, in die zweite Spalte deren Aufgaben und in die dritte Spalte die Angepasstheit an die jeweilige Aufgabe. Mikroskopiere ggf. Blattquerschnitte und zeichne sie.

2 Im Bulten-Schlenken-Bereich des Hochmoores steht die Glockenheide über der Rosmarinheide. Begründe die Unterschiede im Blattaufbau der beiden Moorpflanzen.

3 Formuliere eine begründete Vermutung über den Standort der Krähenbeere im Bulten-Schlenken-Bereich des Hochmoores (vgl. Abbildung Seite 52).

Lösungsblatt

Feuchtigkeitsanpassungen von Moorpflanzen

1

Nummer und Name des Gewebes / der Struktur	Aufgabe des Gewebes / der Struktur	Anpassung des Gewebes / der Struktur an die Aufgabe
(1) Epidermis	Schutz der inneren Gewebe vor unkontrollierter Verdunstung, Beschädigung und Krankheitserregern	verdickte Zellwände; eng verzahnte Zellen; Überzug mit wasserabweisender Kutikula
(2) Haare	Schutz des Blattes vor Verdunstung	längliche Zellen oder Zellfortsätze
(3) Schwammgewebe	begünstigt einen geregelten Gasaustausch mit der Blatumgebung über die Spaltöffnungen; Fotosynthese	schwammartiges Gewebe mit vielen Zellzwischenräumen; Chloroplasten in den Zellen
(4) Palisadengewebe	Hauptort der Fotosynthese	palisadenartige Anordnung der Zellen direkt unter der oberen Epidermis ermöglicht optimale Lichtausnutzung; viele Chloroplasten in den Zellen
(5) Leitbündel	Wasser-, Nährstoff- und Nährsalztransport sowie Festigung	Siebröhren und Gefäße als röhrenförmige Transportkanäle für Flüssigkeiten; verdickte Zellwände der Sklerenchymzellen

2

Die Glockenheide steht im Bulten-Schlenken-Bereich weiter oben als die Rosmarinheide. Das Blatt der Glockenheide ist dicker und stärker eingerollt als das Blatt der Rosmarinheide. Außerdem besitzt das Blatt der Glockenheide haarartige Strukturen. Diese Merkmale des Blattes der Glockenheide reduzieren die Wasserabgabe und stellen daher eine Anpassung an einen im Vergleich zur Rosmarinheide trockeneren Standort dar. (Die Glockenheide hat die Feuchtezahl 8, die Rosmarinheide die Feuchtezahl 9).

3

Das relativ dicke Blatt der Krähenbeere ist noch stärker eingerollt als das der Glockenheide. Es entsteht auf der Blattunterseite, wo die Spaltöffnungen liegen, ein durch Haare abgeschlossener Raum, der sich mit Wasserdampf sättigt und somit die Wasserabgabe über die Spaltöffnungen stark reduziert. Die Krähenbeere ist also an noch trockenere Standorte angepasst als die Glockenheide und müsste im Bulten-Schlenken-Bereich am weitesten oben stehen (Die Krähenbeere hat die Feuchtezahl 6).



Hochmoorteich Uferzone



Waldfläche am Eingang des Freilandlabors (vgl. Vegetationsaufnahme)

Landtiere

Materialien: Kescher, Exhaustor, Petrischalen, Lupenbecher, Bestimmungsbücher, Protokollbögen, Stereolupe

Aufbau und Durchführung: In Kleingruppen werden mit verschiedenen Methoden Landtiere gefangen. Bei Fluginsekten wird bevorzugt der Kescher benutzt. Hierbei ist zu beachten, dass nach dem Fang das obere Ende des Keschnetzes verschlossen wird, um eine Flucht des Tieres zu verhindern. Kleinere Bodentiere wie Käfer oder Spinnen werden mit Hilfe des Exhaustors in einen Behälter gesogen. Diese Apparatur besteht aus zwei Plastikschläuchen und einem in der Mitte befindlichen Behälter, wobei das eine Ende des Behälters mit einem Sieb versehen ist, das ein Verschlucken des Tieres verhindert. Außerdem ist es mit dem Exhaustor möglich, Tierchen aus dem Kescher zu sammeln. Mit Röhrchen oder Plastikschächtelchen werden die Lebewesen in ihrem gewohnten Lebensbereich direkt aufgesammelt, z.B. an Baumstämmen oder unter Blättern. Anschließend werden die Tiere zur Untersuchung in Lupenbecher oder Petrischalen gegeben und unter der Stereolupe auf Einzelheiten untersucht. Schließlich wird der Name mit Bestimmungsbüchern festgestellt und die Häufigkeit im Gebiet bestimmt.



Fang von Landtieren mit dem Exhaustor



Bestimmung von Landtieren mit der Stereolupe



Fang von Landtieren mit dem Kescher

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

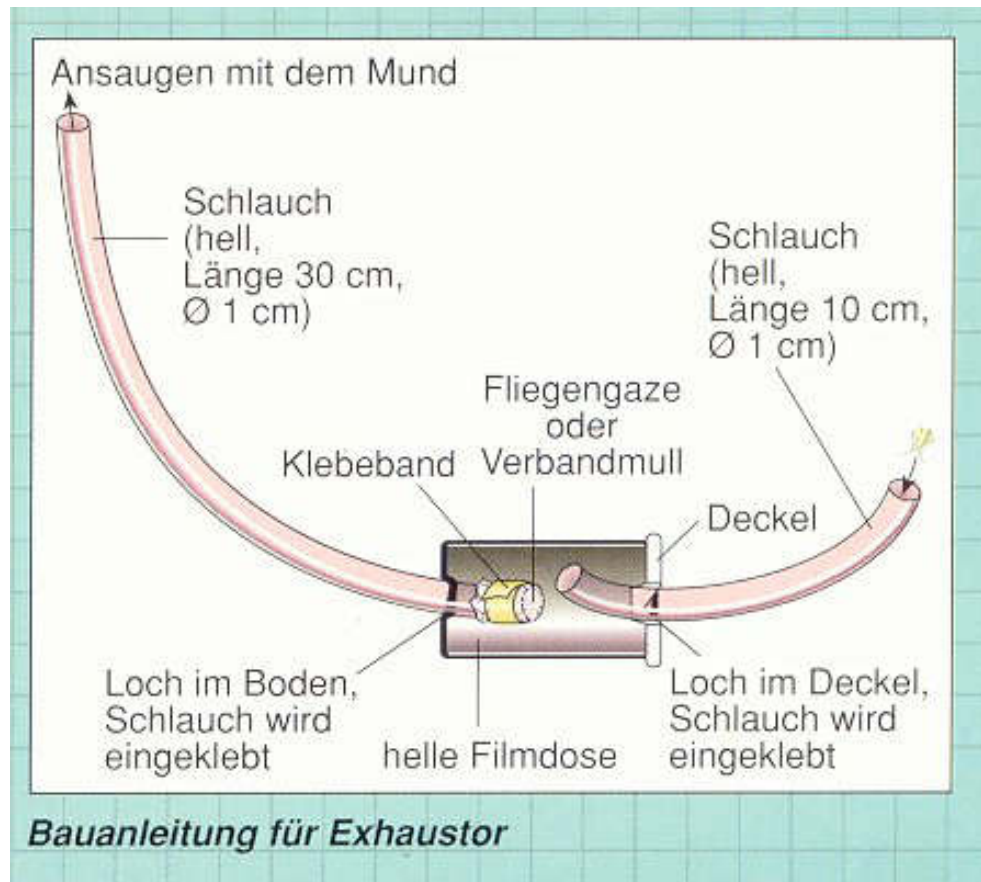
Erfassung von Landtieren

Materialien: Insektenkäschchen, Exhaustor, Pillengläschen, Petrischalen, Lupenbecher, Bestimmungsbücher, Protokollbögen, Stereolupe

Durchführung: Fange mit verschiedenen Methoden Landtiere. Ruhig sitzende Tiere kann man mit der Hand in ein Pillenglas schieben. Bei Fluginsekten wird bevorzugt der Käschchen benutzt. Hierbei ist zu beachten, dass nach dem Fang das obere Ende des Käschchennetzes zusammengedrückt wird, um eine Flucht des Tieres zu verhindern. Flinke Insekten und kleinere Bodentiere wie Käfer oder Spinnen werden mit Hilfe des Exhaustors in einen Behälter gesaugt. Diese Apparatur besteht aus zwei Plastikschläuchen und einem in der Mitte befindlichen Behälter, wobei das eine Ende des Behälters mit einem Sieb versehen ist, das ein Verschlucken des Tieres verhindert. Du kannst ihn Dir entsprechend folgender Anleitung bauen. Anschließend werden die Tiere zur Untersuchung in Lupenbecher oder Petrischalen gegeben und unter der Stereolupe untersucht.

Aufgabe:

- Bestimme die gefangenen Tiere und halte ihre Namen in einem Protokollbogen fest.
Notiere die Häufigkeit jeweils durch folgende Symbole:
I = Einzelexemplar; II = wenige Exemplare; III = häufig; IV = massenhaft.
- Informiere dich über die gefangenen Arten, berichte und stelle Struktur - Funktion Beziehungen dar.

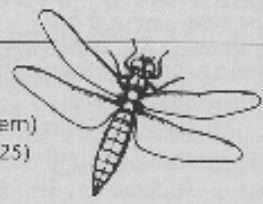


Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Bestimmungsschlüssel Insekten (1)



Elfen
Flügel häutig und durchsichtig

Flügelhaltung	Fühler	Hinterleibsanhänge	
4 Flügel waagerecht ausgebreitet	kurz	keine	Großlibellen (und Binsenjungfern) → S. 52-55 (→ S. 25) 
Flügel über dem Hinterleib senkrecht zusammengeklappt	kurz	keine	Kleinlibellen (außer Binsenjungfern) → S. 52-55 
		2 bis 3, lang borstenförmig	Eintagsfliegen → S. 45 
Flügel stehen dachförmig über dem Körper	lang	2 kleine Röhrchen	Blattläuse → S. 102 
	lang	keine	Schlammfliegen → S. 45, 51 
Florfliegen → S. 100 			
Flügel sind flach über dem Körper zusammengelegt	lang	2, lang borstenförmig	Steinfliegen → S. 45 
		keine	Schnabelfliegen → S. 45 
	kurz	keine	Hautflügler → S. 30-43 
		keine	Zweiflügler → S. 36, 44-47 

(aus KATTMANN (2001): Elfen, Gaukler und Ritter

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Bestimmungsschlüssel Insekten (2)

Gaukler

Flügel häutig, aber undurchsichtig



Flügelhaltung	Flügeloberfläche	
Flügel ausgebreitet oder senkrecht	beschuppt	Schmetterlinge → S. 56–65
Flügel dachförmig	behaart	Köcherfliegen → S. 45



Ritter

Flügel hornartig und ledrig fest, mindestens zum Teil undurchsichtig



Flügelhaltung	Hinterleibsanhänge	Vorderflügel	
Flügel flach oder gewölbt dem Körper anliegend	2 bis 4 kurze Stielchen	Überlappend, Flügeladern sichtbar	Schaben → S. 88
	2 Zangen	kurze Flügeldecken	Ohrwürmer → S. 101
	keine	Flügeldecken vollständig <i>Manchmal auch nur der hintere Teil der Flügeldecken ist häutig</i>	Käfer → S. 76–87 Wanzen → S. 76–81
Flügel stehen dachförmig über dem Körper	Fühler		
	sehr kurz		Zikaden → S. 92, 96
	lang		Heuschrecken → S. 92–95



aus KATTMANN (2001): Elfen, Gaukler und Ritter

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Erfassungsbogen Tiere**Name des Gebietes und genaue Ortsangabe der Probestelle:**

Name der Gruppe / des Protokollführers:

Datum: _____ **Uhrzeit:** _____**Wetter:** Regen___ bewölkt___ heiter - bewölkt___ sonnig___**Namen der gefundenen Tiere:****Häufigkeit:**

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Häufigkeit: 1 Einzelexemplar; 2 selten, 3 häufig, 4 massenhaft

Folie (Sekundarstufen I und II)

Wirbeltiere im Bereich einer Wiese im Artland



Spuren von Fasan und Feldhase



Spur vom Maulwurf



Igel



Reh



Kohlmeisennest



Stockentengelege

Folie (Sekundarstufen I und II)

Wirbellose im Bereich einer Wiese im Artland



Moschusbock



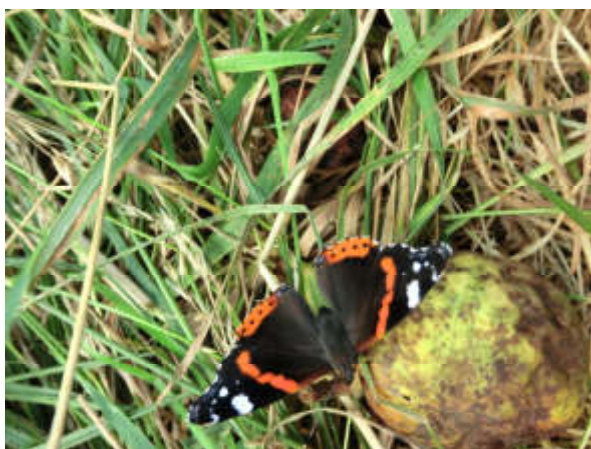
Gebänderte Heidelibelle



Schnirkelschnecke



Fliegen auf Pferdekot



Admiral



Drosselschmiede

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Tiere im Nahrungsnetz

Material: Bestimmungsbücher für Pflanzen, Tiere, Insekten, Vögel (AICHELE, GARMS, CHINERY u.a.) ; Insektenkäsher; Glasröhrchen mit Deckel; Lupen; Exhaustor, Feldstecher

Durchführung: Fange bzw. beobachte (Klein-)tiere in Bodenschicht / Krautschicht / Strauch- und Baumschicht. Gib Kleintiere in Glasröhrchen. Bestimme die Namen der Tiere. Häufig findest du nur den Namen der Tiergruppe heraus. Beachte bei deinen Untersuchungen die jeweils gültige Naturschutzgesetzgebung.

Aufgaben:

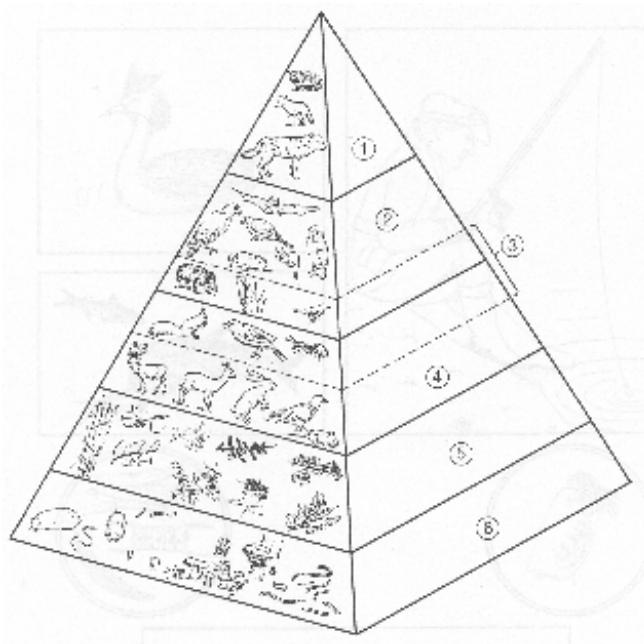
1 Fertige eine Tabelle mit Namen und Häufigkeit der Tiere (1 = Einzelexemplar, 2 = selten, 3 = häufig, 4 = massenhaft), genauen Fundortangaben (z. B. Pflanzenart, Ort auf der Pflanze usw.) sowie Angaben zur Tätigkeit der Tiere (z.B. Eiablage, frisst Material der Blattspreite).

2 Informiere dich über die Lebensweise der gefundenen Arten. Fertige in deinem Heft für jede Art einen kurzen Steckbrief, in denen die Informationen festgehalten werden.

3 Stelle für die gefundenen Arten Nahrungsketten und ein Nahrungsnetz nach folgendem Muster zusammen und stelle es der Lerngruppe unter Verwendung einer Folie vor:

Pflanzenart -----> Tierart 1 -----> Tierart 2 -----> Tierart 3 -----> usw.

Legende: -----> ... wird gefressen von ...



4 Erläutere das Nahrungsnetz unter Verwendung der Begriffe Stoffkreislauf, Trophieebene, Nahrungspyramide, Produzent, Konsument erster, zweiter, dritter Ordnung, Herbivoren, Carnivoren, Endkonsument und Destruent. Formuliere für jeden Begriff eine Definition.

5 Suche für jede Stufe der abgebildeten „Nahrungspyramide“ die zugehörige Bezeichnung. Schreibe die Namen einiger Tiere und Pflanzen dazu.

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Beobachten erwachsener Insekten**Erwachsene Eintagfliege**

Material: Insektenkäsher, Filmdosen oder Pillengläschen, Well-Kammer, Kohlenstoffdioxid, Stereolupe oder Lupe, Bestimmungsschlüssel

Durchführung: Fange erwachsene Insekten mit dem Käsher. Überführe die im Käsher befindlichen Tiere in Pillengläschen. Sehr aktive Tiere betäubt man anschließend, indem man zusätzlich Kohlenstoffdioxid in das Glas füllt. Dieses entnimmt man aus einer vorhandenen Kohlenstoffdioxidquelle, z.B. einer Laborkartusche, einem Korkenzieher oder Sahnespender mit Kohlenstoffdioxidkartusche, einer Mineralwasserflasche mit aufgesetztem Schlauch zum Ableiten des Kohlenstoffdioxids oder einer Spritzflasche mit aufgestecktem dünnem Schlauch, in die man eine Multivitamin-tablette mit etwas Wasser zur Kohlenstoffdioxidproduktion gibt. Das (betäubte) Tier überführt man dann in eine Well-Kammer oder Petrischale, die man sofort verschließt und in die man ggf. noch Kohlenstoffdioxid zur weiteren Betäubung füllt.

Aufgaben:

1. Beobachte den Bau des Insekts und beschreibe wichtige Merkmale des Körperbaus. Erläutere Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion.
2. Schreibe Funddatum, Zeit, genauen Fundort und Zahl der beobachteten Tiere dieser Art auf.
3. Bestimme Gattungs- oder Artnamen des Tieres und schreibe ihn auf. Recherchiere Lebensweise und Lebensraum des Tieres und berichte schriftlich oder mündlich.

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

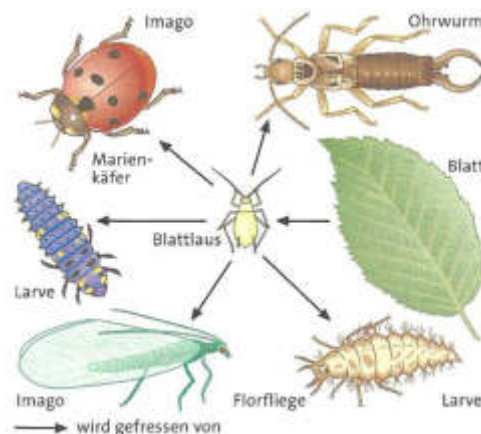
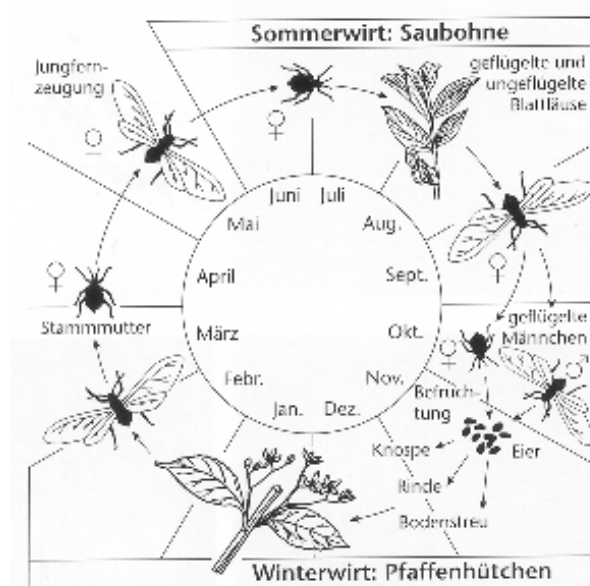
Der Lebensraum der Blattläuse

Material: Lupe, Stereolupe, Petrischale, spitze Pinzette, Präpariernadel, Marmeladengläser

Durchführung: Suche zu verschiedenen Jahreszeiten an Sträuchern oder Bäumen (Obstbäume, Rosen, Getreide, Pfaffenhütchen u.a.) nach Blattläusen oder deren Eiern. Beschreibe deine Beobachtungen an der Pflanze unter Einbeziehung folgender Fragestellungen:

- * Wie groß sind die Blattlauskolonien?
- * Wie dicht sitzen die Tiere in einer Kolonie?
- * Unterscheiden sich die Tiere einer Kolonie in der Größe?
- * Wie viele geflügelte Tiere sind vorhanden?
- * Gibt es unterschiedlich gefärbte Tiere?
- * Wo saugen die Tiere?
- * Welche Farbe haben die Pflanzenteile?
- * Welche Blattlausfresser sind in der Nähe oder in der Kolonie?
- * Sind Ameisen vorhanden? Wie verhalten sie sich gegenüber den Blattläusen?

Entnimm ein Blatt mit einer Blattlauskolonie und betrachte die Tiere unter der Stereolupe. Entnimm einen Zweig mit Blattlauseiern und betrachte ihn unter der Stereolupe.



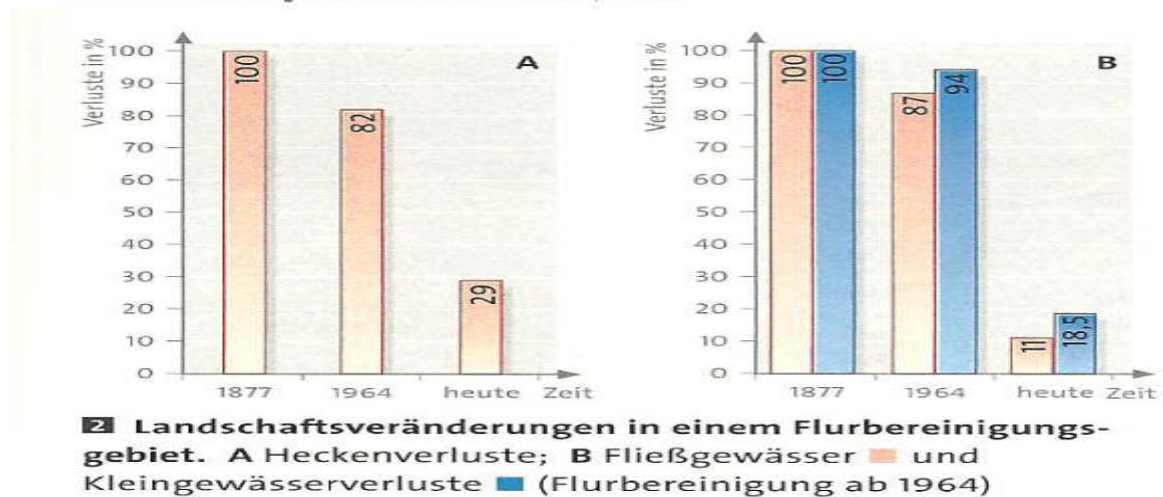
Aus KONOPKA und STARKE 2009

Aufgaben:

1. Zeichne eine einzelne Blattlaus und/oder deren Eier unter der Stereolupe. Beschreibe abgeworfene Larvenhäute unter besonderer Berücksichtigung der Mundwerkzeuge.
2. Erläutere die Entwicklung einer Blattlaus unter Einbeziehung der Abbildung oben links.
3. Erläutere deine Beobachtungen an den Blattlauskolonien unter Einbeziehung der Abbildung oben rechts.
4. Welche Vorteile hat die Parthenogenese für Blattläuse. Erläutere die Vermehrungsstrategie der Tiere.
5. Pflege und beobachte eine Pflanze mit Blattlauskolonie zu Hause.

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Landschaftsveränderung und Artenschwund



Aus KONOPKA und STARKE 2009

Aufgabe

Beschreibe mit Hilfe der Abbildungen Landschaftsveränderungen der letzten 150 Jahre sowie die Folgen für wildlebende Tiere.

Arbeitsblatt (Sekundarstufen I und II)

Makrofotografie mit Digitalkamera oder Smartphone – Digiskopie**Erstellung von Makrofotos mit einer Digitalkamera - hier Stackingaufnahme**

Vorbemerkung: Bei der Vielzahl möglicher Gerätekombinationen gilt grundsätzlich die Anweisung "Experimentieren geht über Studieren". Wirklich zuverlässige Angaben kann man nur für eine exakt definierte Gerätekombination geben.

Material: Digitalkamera, ggf. mit Stackingfunktion, z.B. Olympus TG5, Smartphone, Stativ, Stereolupe, Mikroskop, Einschlaglupe, Spektiv

Durchführung: Fotografiere während der Exkursion Tiere, Pflanzen, Ökosysteme, Tierspuren, Versuchsaufbauten usw.. Beim Fotografieren an Mikroskop, Stereolupe oder Spektiv schalte die Digitalkamera ein und zumeist das Objektiv in eine 2- bis 3-fache Vergrößerung. Schalte das Blitzgerät ab, setze dann das Objektiv der Digitalkamera (alternativ Smartphone o.ä.) mittig auf das Okular und halte beide mit der einen Hand fest. Schau durch den Sucher der Kamera und stelle die Schärfe nach. Bei den meisten Digitalkameras erscheint jetzt im Sucher ein gutes Bild des Objekts. Löse mit der anderen Hand die Kamera aus, während du die Geräte mit der zweiten Hand weiter fest verbindest. Man kann auch experimentieren, indem man Handlupen vor das Kameraobjektiv hält. Durch Experimentieren mit dem Filterhalter eines Mikroskops, dessen Rand man teilweise unter den Kondensor in den Strahlengang schiebt, kann man auf einfache Art ein besonders kontrastreiches Bild durch schiefe Beleuchtung erhalten.

Aufgaben:

1. Erstelle Fotos der von Dir untersuchten Pflanzen, Tiere, Präparate usw.. Vergleiche mit Fotos deiner Klassenkameraden und diskutiere Vorzüge und Mängel. Verwende die Aufnahmen für eine Präsentation oder zur Nachbestimmung der Arten.
2. Vergleiche ggf. Fotos / Mikrofotos und zugehörige Zeichnungen der Objekte miteinander. Erläutere Vor- und Nachteile beider Dokumentationsverfahren.

Literatur

Ergebnisprotokolle von Freilandpraktika und Projektwochen, Fach- und Wettbewerbsarbeiten sowie Unterrichtsdokumentationen aus dem Archiv des Artland-Gymnasiums (vgl. auch www.artland-frosch.de)

PP-Präsentationen Prof. Kersten Hänel, Prof. Werner Kunz (www.kunz.hhu.de), Gerit Öhm, Rolf Wellinghorst, Hans-Jürgen Zietz (NLWKN)

AICHELE, D., GOLTE-BECHTLE, M.: Was blüht denn da? - Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart

ALFRED TOEPFER AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg., 1996): Naturbegegnung auf Wiese, Weide, Rasen. – Naturschutz im Unterricht Heft 1

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS (Hrsg., 2019): Grünland entdecken – Umsetzung des Themas Grünland im Unterricht der Jahrgangsstufe 5 des Gymnasiums

BECKER, R. (1983): Apfelbäume im Schulgelände. - Schulbiologiezentrum Hannover

BELLMANN, H. (2010): Der Kosmos Spinnenführer. - Franckh-Kosmos Stuttgart

BELLMANN, H. (2012): Geheimnisvolle Pflanzengallen. - Quelle und Meyer Wiebelsheim

BERGMEIER, M. (1987): Bodenuntersuchung. - VDSF Verlags- und Vertriebs GmbH Offenbach

BON, M. (2005): Pareys Buch der Pilze. - Franckh-Kosmos Stuttgart

BRUCKER, G., KALUSCHE, D. (1990): Boden und Umwelt - Bodenökologisches Praktikum. - Quelle & Meyer Heidelberg

BRUCKER, G. (1986): Kleinlebensräume einfach untersucht. - Aulis Verlag Köln

BRUCKER, G. (1988): Lebensraum Boden - Daten, Tipps und Tests. - Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart

BRUNS, A. u. H.; SCHMIDT, G. (1985): Freude am Leben im Biogarten. München

BUND NATURSCHUTZ BAYERN (1981): Ökologischer Garten. - Fischer Taschenbuch Verlag Frankfurt/Main

CHINERY, M. (1984): Insekten Mitteleuropas. - Verlag Paul Parey Hamburg

CHINERY, M. (1993): Pareys Buch der Insekten. - Verlag Paul Parey Hamburg

DAHLHAUS, C., KNIESE, Y., MUELLER, K. (2018): Atlas der Böden im Natur- und Geopark TERRA.vita. – Terra.vita Osnabrück

DELBANCO, W. (2012): Die Landesvermessung des Fürstbistums Osnabrück 1784-1790 durch J.W. Du Plat mit Kartenmaterial auf CD-ROM (Berge, Bippin, Menslage). - Osnabrücker Geschichtsquellen und Forschungen

DEUTSCHER JUGENDBUND FÜR NATURBEOBACHTUNG (1992): Libellenschlüssel. - DJN Hamburg

DIERSCHKE, H., BRIEMLE, G. (2002): Kulturgrasland – Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

DJN (1980): Süßwassermollusken. DJN Hamburg

DJN (1992): Amphibien- und Reptilienbestimmungsschlüssel. - DJN Hamburg

DJN (1993). Heimische Säugetiere. DJN Hamburg

DJN (1982): Heuschreckenschlüssel. DJN Hamburg

DJN (1993): Käfer-Familien. - DJN Hamburg

DJN (1984): Laufkäfer. - DJN Hamburg

DJN (o.J.): Schwebfliegen. - DJN Hamburg

DJN (1985): Deutsche Süßwasserfische. - DJN Hamburg

DJN (1986): Bestimmungsschlüssel für Hummeln. - DJN Hamburg

DJN (1987): Wanzen. - DJN Hamburg

DRACHENFELS von, O.: Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen. - Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen Heft A/4 - Niedersächsisches Landesamt für Ökologie - Naturschutz Hannover

DYLLA, K., KRÄTZER, G. (1998): Das biologische Gleichgewicht. - Quelle & Meyer Heidelberg

ELLENBERG, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. - Eugen Ulmer Stuttgart

FITTER, A. (1987): Blumen – Pareys Naturführer plus. – Paul Parey Hamburg

GARMS, H. (1990): Pflanzen und Tiere Europas. - Deutscher Taschenbuchverlag

GERHARDT-DIRCKSEN, A., BROGMUS, H., HARTING, W. (1992): Blickpunkt Natur. - Aulis Verlag Deubner & Co Köln

GODET, J.D. (1987): Der Godet-Gehölzführer Bäume und Sträucher. – Weltbild Verlag Augsburg

- GRUPE, H. (1950): Bauernnaturgeschichte (5 Bände). - Verlag Moritz Diesterweg Frankfurt/Main und Bonn
- HAFT, J. (2019): Die Wiese – Lockruf in eine geheimnisvolle Welt. – Penguin Verlag München
- HALLER, B., PROBST, W.: Botanische Exkursionen (2 Bände). - Gustav Fischer Verlag Stuttgart
- HAUSFELD, R. (1984): Immer mehr Wiesen verschwinden. – UB Heft 93, S. 44 – 49
- HECKER, U. (1995): Bäume und Sträucher. – BLV Bestimmungsbuch
- HOFMEISTER, H. (1990): Lebensraum Wald. - Verlag Paul Parey Hamburg
- HOFMEISTER, H., GARVE, E. (1986): Lebensraum Acker. - Verlag Paul Parey Hamburg
- HOFMEISTER, H., NOTTBOHM, G. (1995): Ökologie der Wälder. – Gustav Fischer Verlag Stuttgart
- HOLM, E. (2006): Mikroskopi i biologi. – Eigil Holms Forlag Gedved Denmark
- HORSTMANN, D., LIENENBECKER, H., VIEHT, W. (2000): Ökologische Untersuchungen im Grünland. – PdNB, H. 5, S. 1 – 22
- JAENICKE, J., JUNGBAUER, W. (1999): Netzwerk Biologie 1. – Schroedel Verlag Hannover
- JAENICKE, J., JUNGBAUER, W., KONOPKA, H.P. (2001): Netzwerk Biologie 2. – Schroedel Verlag Hannover
- JAUN, A., JOSS, S. (2011): Auf der Wiese - Natur erleben, beobachten, verstehen. - Haupt Berne
- JAUN, A., JOSS, S. (2011): Im Wald - Natur erleben, beobachten, verstehen. - Haupt Berne
- JÖGER, U. (1989, Hrsg.) Praktische Ökologie. - Diesterweg Frankfurt Main
- KATTMANN (2001): Elfen, Gaukler und Ritter - Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung
- KONOPKA, H.P., STARKE, A. (2009): Linder Biologie 2 – Nordrhein Westfalen. – Schroedel Braunschweig
- KONOPKA, H.P., PAUL, A., STARKE, A. (2009): Linder Biologie 2. – Schroedel Braunschweig
- KREMER, B.P., OLFRING, B. (2013): Im Moor und auf der Heide - Natur erleben, beobachten, verstehen. - Haupt Berne

- KUHLHOFF BIPPEN (o.J.): Nutzungskonflikte in der Kulturlandschaft - Kuhlhoff Bipp
pen
- LARSEN, H., WERNKE, R. (2005): Lebensraum Wiese – Unterrichtsmappe Biologie.
– W + L Verlag Wahlsdorf
- LARSEN, H., WERNKE, R. (2005): Lebensraum Wald – Unterrichtsmappe Biologie.
– W + L Verlag Wahlsdorf
- LICHT, W. (2013): Zeigerpflanzen erkennen und bestimmen. – Quelle und Meyer
Wiebelsheim
- MÜCKE, G. (1989): Das Moor neu entdecken. – Landbuch Verlag Hannover
- MÜLLER, H.J. (1985): Bestimmung wirbelloser Tiere im Gelände. - Gustav Fischer
Jena
- MÜLLER, T. (2014): Blumenwiesen – Eine Handreichung für Naturfreunde und Wan-
derer. – Schwäbischer Albverein Stuttgart
- NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜS-
TEN- UND NATURSCHUTZ (NLWKN, 2019): Insektenvielfalt in Niedersachsen und
was wir dafür tun können
- NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜS-
TEN- UND NATURSCHUTZ (NLWKN, 2019): Entdecke die unbekannte Welt der In-
sekten – Das Kinderheft
- OBERDORFER, E. (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. -Ulmer Stuttgart
- PHILIPP, E., STARKE, A., VERBEEK, B., WELLINGHORST, R. (2005): Ökologie -
Grüne Reihe Materialien SII - Schroedel Braunschweig
- PHILIPP, E., STARKE, A., VERBEEK, B., WELLINGHORST, R. (2006): Ökologie -
Grüne Reihe Materialien SII (Lösungen)- Schroedel Braunschweig
- POTT, E. (1985): Moor und Heide. – BLV-Naturführer
- PREISING, E., VAHLE, H.C., BRANDES, D., HOFMEISTER, H., TÜXEN, J., WEBER,
H.E. (1997): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens - Bestandsentwicklung, Ge-
fährdung und Schutzprobleme von Rasen-, Fels- und Geröllgesellschaften – Natur-
schutz und Landschaftspflege in Niedersachsen Heft 20/5, NLWKN
- PREISING, E., VAHLE, H.C. (2012): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens –
Einführung, Heide-, Moor- und Quellgesellschaften – Naturschutz und Landschafts-
pflege in Niedersachsen Heft 20/1 + 3, NLWKN
- ROTHMALER, W. (1982 u.a.): Exkursionsflora (5 Bände) – Volk und Wissen Berlin
- THÖRNER, D. (1990): Hochmoor. Naturschutz im Unterricht - Niedersächsisches
Landesverwaltungsamt Naturschutz

SCHMEI-FITSCHEN (2003): Flora von Deutschland. – Quelle und Meyer Wiebelsheim

SCHMIDT, H. (1981): Die Wiese als Ökosystem. - Aulis Verlag Köln

SCHNITZLER, H. (1997): Wechselbeziehungen im Lebensraum Moor. - Unterrichtspraxis Biologie Band 19, Aulis Verlag Deubner und Co Köln

STARKE, A., WELLINGHORST, R. (2008): Biologie heute entdecken 11 – Sachsen. – Schroedel Braunschweig

STEINER, G. (1977): Zoologie in Umrissen. – VEB Gustav Fischer Jena

STURM, P., ZEHM, A., BAUMBACH, H., VON BRACKEL, W., VERBÜCHELN, G., STOCK, M., ZIMMERMANN, F. 2018): Grünlandtypen – Erkennen, Nutzen, Schützen. Quelle und Meyer Wiebelsheim

SUCCOW, M., JESCHKE, L. (1990): Moore in der Landschaft – Verlag Harry Deutsch Frankfurt/Main

WEBER, H.E. (1995): Flora von Südwest-Niedersachsen und dem benachbarten Westfalen. – H. Th. Wenner Osnabrück

WELLINGHORST, R. (1992): Alte Obstbaumwiesen im Artland. Beispiele 10, 3, S. 25-27

WELLINGHORST, R. (1994): Landschaft hat Geschichte. – Unterricht Biologie Heft 195, S. 34 –41

WELLINGHORST, R. (1995): Leben mit der Natur - Obstbäume sind Lebensräume. - Osnabrücker Land 1995, S. 291-303

WELLINGHORST, R. (Hrsg. 1995b): Landschaftsgeschichte und Pollenanalyse. – Artland Frosch Heft 4. - Artland-Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (1995c): Pollenanalyse als Methode zur Untersuchung der Landschaftsgeschichte am Lernstandort Grafeld. - Lernstandort Grafeld und Artland-Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (Hrsg. 1997): Die Haseaue zwischen Badbergen und Menslage. – Artland Frosch Heft 5/6. - Artland-Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (Hrsg. 2003): Formen externer Kooperation in der Umweltbildung des Artland-Gymnasiums. – Artland Frosch Heft 11/12. - Artland-Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (Hrsg. 2003b): Gewässerökologie - Material für Schulen des BLK-Programms 21 - Artland- Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (2010): Lernen an Stationen - Bildung für nachhaltige Entwicklung im RUZ Osnabrücker Nordland - Regionales Umweltbildungszentrum Osnabrücker Nordland und Artland-Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (2013): Artland forscht - Regionales Umweltbildungszentrum Osnabrücker Nordland und Artland-Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (2014): Die Haseaue – Geschichte und Ökologie - Regionales Umweltbildungszentrum Osnabrücker Nordland und Artland-Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (2016): Kulturgeschichte Artland Heft 1 - Regionales Umweltbildungszentrum Osnabrücker Nordland und Artland-Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (2017): Kulturgeschichte Artland Heft 2 - Regionales Umweltbildungszentrum Osnabrücker Nordland und Artland-Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (2018): Kulturgeschichte Artland Heft 3 - Regionales Umweltbildungszentrum Osnabrücker Nordland und Artland-Gymnasium Quakenbrück

WELLINGHORST, R. (2018): Von der Nachhaltigkeit (BNE), vom Teilen und vom Heilen - Regionales Umweltbildungszentrum Osnabrücker Nordland und Artland-Gymnasium Quakenbrück

WESTRICH, P. (2011): Wildbienen - Die anderen Bienen. - Verlag Friedrich Pfeil München

Internet:

NICKEL, HERBERT:

https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/ina/Dokumente/Tagungsdoku/2017/02_Nickel_Wiese_oder_Weide.pdf;

Ökologische Zeigerwerte findet man u.a. unter www.botanik.mettre.de

Weitere unserer Materialien finden Sie unter www.artland-frosch.de