

Zeitschrift: Schweizerische pädagogische Zeitschrift
Band: 17 (1907)
Heft: 2

Artikel: Aphorismen zum Unterricht in der Botanik an Mittelschulen
Autor: Keller, Robert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-789283>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 12.01.2026

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

Aphorismen zum Unterricht in der Botanik an Mittelschulen.

Von Dr. Robert Keller.

Die Art der Darlegung eines Unterrichtsgebietes wird durch die Ziele bedingt, die der Lehrer verfolgt. Diese aber sind abhängig von dem jeweiligen Stand der Wissenschaft, vom Alter der zu unterrichtenden Schüler und von der der Disziplin zugesetzten Lektionszahl. Die Erfahrungen, aus welchen im Nachfolgenden einige Punkte herausgegriffen werden sollen, nicht mit der Prätention, dass der von mir seit Jahren befolgte Weg allein zum sichern Ziele führe, sondern nur um von verschiedenen Möglichkeiten eine zu zeichnen, wurden an Schülern der IV. Klasse des Gymnasiums und der I. Klasse der Industrieschule (vollendetes 15. Altersjahr) gewonnen. Dem Unterricht stehen während eines Schuljahres wöchentlich zwei Lektionen zur Verfügung. Wie jedes auf der Mittelschulstufe zu unterrichtende Wissensgebiet, so ist auch die Botanik *Mittel zum Zweck und Selbstzweck*. Mittel zum Zweck wird sie durch ihre erzieherische Bedeutung. Eignet sie sich doch, wie kaum ein anderes Gebiet der Naturwissenschaften, für Schüler dieses Alters *zur Erziehung des Beobachtungsvermögens*. Da die naturwissenschaftlichen Kenntnisse, und im besondern die botanischen, der Schüler auch dieser Stufe, wo immer es angeht, auf den Ergebnissen *eigener* Beobachtungen aufbauen sollen, schien es mir nicht nur zweckmässig, sondern notwendig, den Unterricht so zu gestalten, dass er sich in erster Linie *in den Dienst der Erziehung des Beobachtungsvermögens* stellte.

1. Das biologische Herbarium.

Über die Beziehungen zwischen den Lebensbedingungen der Pflanzen und ihrer Organisation, soweit sie sich als ihr äusserer Aufbau zu erkennen gibt, d. h. also *über die Biologie der Pflanze*, kann der Schüler durch eine Reihe passender Beobachtungsaufgaben sich so unterrichten, dass die Kenntnis mannigfacher „Anpassungerscheinungen“ der Pflanzen

das Ergebnis seiner eigenen Geistesarbeit wird. Damit der Lehrer die Möglichkeit hat, die Pflanzenarten, welche der Beobachtung zugrunde gelegt werden, und damit die Beobachtungsergebnisse selbst zu kontrollieren, muss er fordern, dass das Beobachtungsmaterial als Beleg der Beobachtung gepresst werde. So entsteht ein Schülerherbar, das von *biologischen* und nicht oder nicht in erster Linie von systematischen Gesichtspunkten aus angelegt wurde.

Die Anlage eines Herbars sollte stets wissenschaftlichen Anforderungen durchaus entsprechen. Denn die Mehrarbeit, die diese bedingt gegenüber unwissenschaftlicher Anlage, bedeutet für den Schüler nach keiner Seite hin eine Mehrbelastung. Hängt doch der bleibende wissenschaftliche Wert oder die Wertlosigkeit des Herbars allein *von der Art der Etikettierung* ab.

Wie soll nun in unserem biologischen Herbar die Etikette beschaffen sein, damit die gepresste Pflanze jederzeit auch für eine wissenschaftliche systematische Sammlung brauchbar ist? Nachfolgendes Beispiel mag das Paradigma sein, (in welchem der Ordnungsname eventuell auch fehlen dürfte).

Caltha palustris L.

Ranunculaceae.

Standort: An Gräben, in nassen, sumpfigen Wiesen.

Fundort: Ruchried, zwischen Unterohringen und Riedhof; Kanton Zürich.

15. IV. 06.

Leg. A. Keller.

Das ist die *systematisch-pflanzengeographische Etikettierung*, in der die biologischen Verhältnisse nur flüchtig durch die Standortsangabe berührt werden. Im biologischen Herbar ist diese Etikette durch eine solche zu ergänzen, welche biologische Bemerkungen enthält. In unserem Falle stellt folgendes den Inhalt der *biologischen Etikettierung* dar:

Starke Entwicklung der Faserwurzeln: Gute Verankerung der Pflanze.

Wurzelfasern ohne Wurzelhaare: Oberfläche des Wasseraufsaugungsorganes (Absorptionsorganes) verhältnismässig schwach entwickelt. Standort!

Stengel und Blätter scharf schmeckend: Schutz gegen Tierfrass (Schnecken).

Grosse, kahle, nicht benetzbare Spreite: Förderung der Wasserverdunstung. Standort!

Obere Blätter stiellos, mittlere ± kurz gestielt, grundständige langgestielt, ± ausgebreitet: Blattstellung den vollen Lichtgenuss aller Spreiten bedingend. Begünstigung der Assimilation von CO₂.

Blütenhülle durch die Farbe auffallend: Schauapparat; Pflanze Insektenblütler, Pollen und Honig darbietend.

Kapselfrucht: Samen in die unmittelbare Umgebung der Pflanze ausgestreut, daher geselliges Vorkommen.

Der Schüler kennt vielleicht den Namen einer zur Beantwortung einer biologischen Beobachtungsaufgabe ihm besonders geeignet erschei-

nenden Pflanze nicht. Da der Name des Objektes mit der Beobachtung direkt nichts zu schaffen hat, kann Unkenntnis desselben kein Grund sein, die „Namenlose“ von der Beobachtung auszuschliessen, sofern sie irgend eine biologische Eigentümlichkeit in besonders kennzeichnender Weise beleuchtet. Der Lehrer soll aber stets darauf achten, dass auch ihr (vom Namen abgesehen) eine exakte systematisch-pflanzengeographische Etikette beigegeben ist. Mit der ersten Pflanze, die der Schüler dem Herbar einverleibt, soll ihm zum Bewusstsein gebracht werden, dass *jede* Pflanze zu wissenschaftlichen Zwecken brauchbar ist, welche eine möglichst exakte Standorts- und Fundortsangabe enthält, dass aber auch die *seltenste* Art für wissenschaftliche Zwecke wertlos ist, wenn ihr keine oder eine ganz vage Fundortsangabe beigegeben ist. Warum betone ich das so nachdrücklich? Hunderte von Pflanzenarten, deren Etiketten wohl den Namen der Spezies trugen, denen aber eine Fundortsangabe fehlten, sind mir schon durch die Hände gegangen. Sie wanderten in den Ofen. Mühe und Arbeit, die ehedem auf ihre oft sehr sorgfältige Präparation verwertet wurden, haben keinen bleibenden Wert zu erzielen vermocht, weil der Lehrer es übersehen hat, die Schüler auf die Bedeutung exakter Etikettierung und die Form derselben aufmerksam zu machen.

Ich pflege meine Schüler auch darauf hinzuweisen, dass im allgemeinen eine Pflanzenart in mehr als einem Exemplar in einem Herbar aufgelegt werden soll.

2. Biologische Beobachtungsaufgaben.

Die Aufgaben, welche die Schüler zur Beobachtung des Pflanzenlebens anregen sollen, und welche eine passende Grundlage für die biologische Seite des botanischen Unterrichtes schaffen, lassen sich natürlich ausserordentlich variieren. Die nachfolgende Zusammenstellung will durchaus nicht das Thema erschöpfen. Wie sie einerseits nicht alle im Laufe der Jahre gestellten Aufgaben umfasst, so ist sie anderseits auch nicht das ein und derselben Klasse zur Beantwortung zugewiesene Pensum. Immer aber wurden die Aufgaben so gewählt, dass sie sich auf die Biologie unterirdischer Organe, des Laubblattes, der Blüte und der Frucht bezogen. Die Stellung derselben setzt natürlich, da sie in die ersten Stunden des Unterrichts fällt, gewisse vorbereitende Erörterungen und Wegleitung voraus, um den Schüler möglichst rasch in die Materie einzuführen. Ihre Stelle sollen an diesem Orte, zugleich mit kurzen An deutungen über die Verwertung der Beobachtung im Unterricht, kurze Erläuterungen, bzw. Lösungen der Aufgaben einnehmen. Hier will ich zugleich auch zu den Aufgaben einige passende Belege anführen,

die der Schüler im Laufe des Sommers zu seinem biologischen Herbarium zusammenstellt.

1. Welche Beziehungen bestehen zwischen der Wasserableitung durch die Laubblätter und der Lage der Saugwurzeln?

Die Wasserableitung kann gegen den Stengel gehen; sie ist zentripetal. Sie kann auch von ihm weg, also zentrifugal gerichtet sein. Sehr gewöhnlich entspricht die Lage der Saugwurzeln dem Orte der natürlichen Berieselung.

Zentripetale Wasserableitung z. B. bei zahlreichen Orchideen.

Zentrifugale Wasserableitung bei Arten, deren Blätter eine Träufelspitze haben, wie *Tilia*, *Sambucus nigra*, *Aruncus silvester*. *)

Wie werden unsere Obstbäume mit Jauche gedüngt?

2. Wodurch fällt das Wurzelsystem von *Lathyrus niger* auf?

Die den Leguminosen eigentümliche Wurzelknöllchenbildung, die mit der Assimilation des N in enger Beziehung steht, ist bei dieser, in unseren Wäldern verbreiteten Art besonders gut ausgebildet.

3. Vergleiche die beiden Knollen von *Orchis morio*.

Die verschiedene Beschaffenheit lässt in dem einen den Reservestoffbehälter erkennen, der zum grossen Teil zur Bildung der neuen oberirdischen Pflanze entleert wurde, den andern als neuangelegten Speicher.

4. Die Wanderung der unterirdischen Stengel einiger Humusbewohner soll durch die Messung des jährlichen Zuwachses der Grundachse bestimmt werden, z. B. *Polygonatum multiflorum*, *Convallaria majalis*, *Paris quadrifolia*.

5. Kann sich im Dunkeln Blattgrün entwickeln? Kulturversuch mit Bohnen.

6. Nachweis, dass am Lichte in den grünen Blättern Stärke entsteht.

Um die Jodreaktion anwenden zu können, wird ein am Abend eines sonnreichen Tages abgeschnittenes Blatt in Alkohol erwärmt. Derselbe entzieht das Blattgrün. Das entfärbte Blatt wird mit einer alkoholischen Jodlösung benetzt, hierauf abgespült. Die oft fast schwarzviolette Färbung verrät die Gegenwart der Stärke. Wird ein am frühen Morgen abgeschnittenes Blatt gleich behandelt, dann zeigt sich keine Blaufärbung (Fortleitung der Stärke während der Nacht).

7. Welche Lebensweise führen chlorophyllfreie oder chlorophyllarme Pflanzen?

Schmarotzer: *Lathraea squamaria*, *Orobanche*, *Cuscuta*.

Fäulnisbewohner: *Neottia nidus avis*, *Monotropa*.

8. Vergleiche die Blattgestalt chlorophyllfreier und chlorophyllhaltiger Blätter.

9. Wie erzielt die Pflanze den grössten Lichtgenuss der Assimilationsorgane?

Rosettenförmige Anordnung der Laubblätter: *Plantago media*, *Chelidonium majus*.

*) Betreffend die Autornamen verweisen wir auf Schinz und Keller, Flora der Schweiz, 2. Auflage.

Tieferstehende Laubblätter langgestielt: *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum*,
Phyteuma spicatum.

Blattmosaik: Epheu.

Anisophylie von *Atropa Belladonna*.

10. Pflanzen, deren Stengel die Funktion der CO₂-Assimilation übernommen haben.

Equisetum; *Cytisus sagittalis*.

11. Nachweis, dass die Laubblätter die Transpirationsorgane sind.

Ein kleiner beblätterter Zweig wird in einem Medizinfläschchen ins Wasser gestellt. Um dessen unmittelbare Verdunstung zu verhindern, wird es mit einer ganz dünnen Ölschicht übergossen. Täglich wird das Gewicht bestimmt.

Für ein Rhabarberblatt wurden z. B. folgende Verdunstungsgrößen bestimmt:

Gewichtsverlust am 1. Tag: 35 g.

"	"	2.	"	35	"
"	"	3.	"	50	"
"	"	4.	"	50	"
"	"	5.	"	45	"
"	"	6.	"	25	"

Ein anderer Schüler verglich die Transpiration einer Holzpflanze mit immergrünem Laub mit der Wasserverdunstung einer Krautpflanze, und kam zu folgendem Ergebnis:

Holzpfl. Krautpfl.

Gewichtsverlust am 1. Tag:	4 g	22 g
" " 2. "	2 "	23 "
" " 3. "	2 "	13 "
" " 4. "	2 "	9 "

12. Schutz gegen die Gefahren zu grosser Wasserverdunstung.

a) Verdickung der Oberhaut: *Taxus baccata*, *Picea excelsa*, *Abies alba*, *Viscum album*, *Polygala chamaebuxus*, *Buxus sempervirens*, *Ilex aquifolium* usf.

b) Oberhaut mit bedeckenden Absonderungen oder Organen.

1. Reif auf den Blättern: z. B. *Chelidonium majus*, *Dianthus caesius*, *Polygonatum multiflorum* (in der Jugend vor Entfaltung der Laubblätter sehr auffallend auf deren Unterseite).

2. Reif an Früchten, z. B. *Prunus spinosa*, *Vitis vinifera*.

3. Eine Filzdecke bildende Trichome: z. B. *Potentilla anserina*, *Alyssum calycinum*, *Rosa tomentosa*, *Rubus tomentosus*, *Hieracium pilosella*, *Leontopodium alpinum*.

4. Schülferige Blätter: *Hippophaë rhamnoides*.

c) Dickblätter, z. B.: *Sedum*, *Sempervivum*.

d) Beschränkung der wasserverdunstenden Fläche, z. B.: *Linaria vulgaris*, *Linum perenne*, *Asparagus altilis*, *Erica carnea*.

e) Periodische Oberflächenverminderung der verdunstenden Organe, z. B.: *Melica*, *Festuca*.

13. Förderung der Wasserverdunstung:

- a) Durch starke Entwicklung der Blattspreite, z. B.: *Caltha palustris*, *Convallaria majalis*, *Paris quadrifolia*, *Allium ursinum*, *Polygonatum multiflorum*, *Carex sylvatica*.
- b) Durch rasche Trockenlegung der Spreite:
 1. Durch Ableitung des Niederschlagswassers durch Träufelspitze; siehe Aufgabe 1.
 2. Durch mangelnde Benetzbarkeit der Blätter, z. B.: *Lonicera xylosteum*, *Aquilegia vulgaris*.

14. Einfluss der Bodenfeuchtigkeit auf die Entwicklung der Laubblätter einer Art.

Eine Reihe von Arten entwickeln sich in ziemlich nassem, mässig feuchtem und trockenem Boden zu habituell sehr verschiedenen Individuen. Die Art des Einflusses der Bodenfeuchtigkeit auf die Wasserverdunstungsorgane lässt sich z. B. sehr gut an folgenden Arten feststellen: *Potentilla anserina*, *P. reptans*, *Lotus corniculatus*, *Polygonum aviculare*. An trockenen Standorten sehr starke Reduktion der Spreiten, an feuchten umgekehrt grosse Spreiten. Biologische Bedeutung?

15. Zum Verständnis der biologischen Bedeutung der Schlafbewegung der Blätter dient folgender Versuch:

In einer klaren Nacht werden zwei Schiefertafeln im Freien aufgestellt, die eine wagerecht, die andere senkrecht. Die Beobachtung zeigt, dass an ersterer ein reichlicher Tau sich niederschlägt, während letztere nicht, oder nur schwach benetzt wird.

16. Was für eine Stellung nehmen die Blättchen zusammengesetzter Blätter in der Nachtstellung ein? Was für einen Einfluss auf die Grösse der wasserverdunstenden Oberfläche übt der Übergang aus der Tag- in die Nachtstellung aus? Welches ist die biologische Bedeutung der Nachtstellung?

Beispiele von Pflanzen mit Schlafbewegung der Blätter: *Oxalis acetosella*, *Robinia pseudacacia*, *Onobrychis viciaefolia*.

Die Blättchen sind in der Schlafstellung vertikal. (Profilstellung). Da zwei Blättchen oder die Hälften zweier Blättchen einander anliegen, ist die Oberfläche um die Hälfte vermindert. Die Schlafbewegung ist ein Schutz gegen zu weitgehenden Wärmeverlust. Da der Tauansatz in der Vertikalstellung, wie der Versuch mit den Tafeln beweist, fehlt, dient die Schlafbewegung der Förderung der Wasserverdunstung.

17. Geht das Blatt von *Oxalis acetosella* nur abends oder bei trüber Witterung in Schlafstellung über?

Wird Sauerklee vom direkten Sonnenlichte um die Mittagszeit getroffen, dann nehmen die Blättchen ebenfalls Schlafstellung an. Da nun die Oberfläche vermindert ist, speziell die mit Spaltöffnungen versehene Seite der Blättchenhälften gegenseitig sich deckt, ist nun, wo die physikalischen Bedingungen der Umgebung die Transpiration besonders stark fördern würden, die Schlafbewegung Schutz gegen die Nachteile zu weit gehender Wasserverdunstung und gleichzeitig Schutz gegen zu intensives Licht.

18. Beobachte die Stellung der Blättchen des jungen Laubes von *Aesculus hippocastanum*. Welches ist die biologische Bedeutung?

19. Wie sind die Pflanzen gegen Tierfrass geschützt?

- a) Pflanzen, die durch Gifte geschützt sind, z. B.: *Colchicum autumnale*, *Daphne Mezereum*, *Atropa Belladonna*, *Anemone pulsatilla*.
- b) Schutz durch ätherische Öle, z. B.: *Heracleum Sphondylium*, ganz besonders die Früchte der Pflanze.
- c) Schutz durch bitter- oder scharfschmeckende Stoffe, z. B.: *Achillea millefolium*, *Artemisia absinthium*, *Juglans regia*; *Ranunculus acer*; *Cardamine pratensis*.

Im Anschluss an die Lösung der Aufgabe c kann der Lehrer durch eine mikroskopische Demonstration zeigen, dass der scharfe Geschmack vieler Arten auf die grosse Zahl der in den Zellen liegenden Kristallnadelbündel, Raphiden, zurückzuführen ist, so z. B. bei zahlreichen Orchideen und Liliaceen.

- d) Schutz durch Verdickung der Oberhaut oder durch Kieselsteinlagerungen in die Oberhaut; z. B.: *Arctostaphylos uva ursi*, *Vinca minor*; *Nardus stricta*, *Phragmites communis*, *Equisetum*.
- e) Schutz durch Stacheln und Dornen: z. B.: *Rubus*, *Rosa*, *Genista germanica*, *Carduus*, *Cirsium*, *Carlina vulgaris*.
- f) Schutz durch Borstenhaare, z. B.: *Echium vulgare*, *Symphytum officinale*, *Borago officinalis*.
- g) Schutz durch sich loslösenden Haarfilz; z. B.: *Verbascum thapsus*.
- h) Schutz durch Brennhaare; z. B.: *Urtica urens*.

Es kann der Lehrer, um Irrtümern vorzubeugen, die Schüler nicht nachdrücklich genug darauf aufmerksam machen, dass der Schutz nie ein absoluter ist, dass ein Schutzmittel, das sich z. B. gegen Schnecken richtet, nicht notwendigerweise auch vor pflanzenfressenden Insekten schützt. Die intime Wechselbeziehung zwischen Pflanze und Tier findet eine besonders schöne Illustration durch jene Fälle, in denen ein Pflanzenfresser der spezifische Gast einer besonders „geschützten Pflanze“ ist, z. B. die Raupen von *Vanessa urticae*, *V. cardui*, *Sphinx euphorbiae*.

Im Unterricht dürfte darauf hingewiesen werden, dass die Gräser, auch wenn sie weder durch ein mechanisches noch ein chemisches Schutzmittel gegen den Tierfrass geschützt sind, die Art dadurch erhalten, dass ihnen ein aussordentliches Reproduktionsvermögen zukommt. So können sie den durch Frass entstehenden Schaden durch rasche Entwicklung neuer Triebe korrigieren.

20. Wie wird der Blütenstaub auf die Narbe der Blüte übertragen?

- a) Windblütler: Nadelhölzer, Gräser, *Corylus Avellana*, *Carpinus betulus*, *Betula verrucosa*, *Cannabis sativa*, *Humulus lupulus*, *Plantago media*, *Thalictrum aquilegifolium*.
- b) Insektenblütler: *Salix*, *Anemone nemorosa*, *Cardamine pratensis*, *Pirus malus*, *Trifolium pratense*, *Daucus carota*, *Primula elatior*, *Gentiana asclepiadea*, *Lamium album*, *Knautia arvensis*, *Aster amellus*.

21. Vergleiche die Blüte von Windblüttern und Insektenblüttern.

Dort unscheinbare, reichliche Pollenmengen erzeugende Blüten. Antheren auf schlaffen Staubfäden sehr leicht beweglich; hier auffallende Blüten (Farbe, Duft).

22. Welche Teile dienen als Schauapparat?

- a) Blütenhülle, z. B.: *Ornithogalum umbellatum*, *Gagea lutea*, *Caltha palustris*, *Anemone nemorosa*.
- b) Krone: *Rosa arvensis*, *Primula officinalis*, *Lamium album*.
- c) Honigblätter: *Ranunculus*.
- d) Kelch- und Kronenblätter: *Impatiens noli tangere*.
- e) Neben Blütenhüllblättern Hochblätter *Melampyrum arvense*.
- f) Häufung kleiner Blüten: Korbblütler, Doldenblütler.
- g) Gefärbte Hochblätter eines Blütenstandes *Euphorbia cyparissias*.

23. Wie können die unscheinbaren Blüten von *Vitis vinifera*, *Plantago media* Insekten anlocken?

24. Darbietungen der Pflanze an die Bestäuber.

- a) Pollen: *Papaver rhoeas*, *Chelidonium majus*, *Anemone hepatica*, *Rosa canina*, *Helianthemum chamaecistus*.
- b) Honig: *Aquilegia vulgaris*, *Cardamine pratensis*, *Lamium album*, *Symphytum officinale*.

25. Zeichne die Nektarien

von *Ranunculus Lingua*, *Trollius europaeus*, *Helleborus foetidus*, *Aquilegia vulgaris*, *Aconitum lycoctonum*.

26. Vergleiche die Bestäubung

von *Populus nigra* und *Salix aurita*. In wiefern stellen die Verschiedenheiten beider Kätzchen Anpassungen an die verschiedenen Bestäubungsarten dar?

Die Einsicht in die Bedeutung der Fremdbestäubung ist das Ergebnis vergleichender Versuche, mit deren Resultaten der Schüler bekannt gemacht werden soll. Entsprechende Versuche selbst können ihm nicht vorgeführt werden. Wohl aber vermag er folgendem, ihn über diese Materie orientierenden Gedankengang auch auf dieser Altersstufe zu folgen. Wenn die Fremdbestäubung vorteilhafter ist als die Selbstbestäubung, wenn sie der Pflanze im allgemeinen eine lebenskräftigere und fruchtbarere Nachkommenschaft sichert, so wird sie, als das Zweckmässige, d. h. als das den Lebensbedingungen besser entsprechende, in der Natur einen wichtigen Platz behaupten. Wir müssen also oft Einrichtungen begegnen, welche im Dienste der Fremdbestäubung stehen, sei es, dass sie eine Selbstbestäubung absolut ausschliessen, sei es, dass sie dieselbe nicht in erster Linie eintreten lassen, also die Fremdbestäubung gegenüber der möglichen Selbstbestäubung begünstigen. Wenn schon die einschlägigen Beobachtungen, Feststellung der räumlichen oder zeitlichen Trennung der Geschlechter, zum Teil entschieden grössere Schwierigkeiten bieten, als die Lösung der bisherigen Beobachtungsaufgaben, so sollte

man sie doch ebenfalls anregen, da sie ein so überaus wichtiges Gebiet der Biologie der Pflanzen berühren.

Leicht lässt sich das Vorkommen verschiedener Arten *räumlicher Trennung* beider Geschlechter durch die Schüler feststellen. Um sie aus eigener Beobachtung die so verbreiteten Erscheinungen der Protandrie und Protogynie erkennen zu lassen, ist es passend, nachdem man die Bedeutung dieser Begriffe erklärt hat, die Beobachtungsaufgabe so zu formulieren, dass der Schüler angehalten wird, zu prüfen, ob bei einigen vom Lehrer zu nennenden Pflanzenarten die eine oder andere Form der *zeitlichen Trennung* der Geschlechter konstatiert werden kann, und anzugeben, woraus er auf Protandrie oder Protogynie schliesst.

27. Begünstigung der Fremdbestäubung durch Trennung der Geschlechter.

- a) Dioecische Blüten: *Taxus baccata*, *Urtica dioeca*, *Valeriana dioeca*, *Mercurialis perennis*, *Salix purpurea*.
- b) Monoecische Blüten: *Zea mais*, *Corylus avellana*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica*, *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*.
- c) Zwitterblüten mit räumlicher Trennung der Geschlechter: *Anemone pulsatilla*, *Convolvulus sepium*, *Veronica chaemadrys*, *Iris pseudacorus*.

28. Vergleiche die Lage der Narbe und der Staubbeutel in einer grösseren Zahl von Blüten verschiedener Pflanzen von

Primula elatior, *heterostyl-dimorph*; *Menyanthes trifoliata*, *heterostyl-dimorph*; *Lythrum salicaria*, *heterostyl-trimorph*.

29. Zeitliche Trennung der Geschlechter:

Geht das Öffnen der Antheren bei *Epilobium angustifolium*, *Heracleum sphondylium*, *Campanula glomerata* (drei protandrische Arten), *Geum rivale*, *Atropa Belladonna*, *Plantago media* (drei protogynische Arten) der Entwicklung der Narbe voran oder folgt es ihr?

30. Untersuche die Blütenformen von *Salvia pratensis*.

Abgesehen von den Farbenvariationen, tritt *Salvia pratensis* bei uns in vier Formen auf, nämlich in grossblütigen und kleinblütigen Zwitterblumen und grossblütigen und kleinblütigen weiblichen Blüten. Letztere sind nur zirka $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ so gross wie erstere. Man kann demnach von einem geschlechtlichen Dimorphismus der Blüten reden.

31. Vergleiche die männlichen Blüten von *Valeriana dioeca* und *Bryonia dioeca* mit den weiblichen Blüten, ebenso die männlichen Blütenstände von *Antennaria dioeca* mit den weiblichen.

Die männlichen Blüten bez. Blütenstände sind grösser oder anders gefärbt als die weiblichen. Die genannten Arten sind Beispiele des geschlechtlichen Dimorphismus.

32. Wie wird der Pollen gegen Nässe geschützt?

- a) Schutz durch Überhängen der Blüten; z. B.: *Convallaria majalis*, *Vaccinium myrtillus*, *Pirola rotundifolia*.

b) Mittelst Überdachung der Staubbeutel:

1. durch Blütenhüllblätter; z. B.: *Corydalis cava, Digitalis ambigua, Lamium maculatum.*

2. Durch Griffel und Narbe; z. B.: *Iris pseudacorus.*

c) Schutz durch Schliessen der Blütenhülle; z. B.: *Colchicum autumnale, Crocus vernus, Gagea lutea, Ornithogalum umbellatum, Specularia speculum, Nymphaea alba.*

d) Schutz durch Schliessen des Blütenstandes; z. B.: *Bellis perennis, Taraxacum officinale.*

e) Periodische Bewegung der Blütenstile, so dass nachts oder bei trüber Witterung die Blüten nicken, während sie bei heller Beleuchtung aufrecht sind, z. B.: *Anemone nemorosa, Chelidonium majus, Cardamine pratensis, Geranium Robertianum.*

f) Analoge Bewegung der Blütenstandachse; z. B.: *Daucus carota, Tussilago farfara.*

33. Fortpflanzung durch Sporen;

z. B.: *Agaricus muscarius, Lycoperdon Bovista, Physcia parietaria, Polytrichum commune, Aspidium filix mas, Equisetum maximum, Lycopodium clavatum.*

34. Verbreitungsmittel der Früchte und Samen:

a) Durch Schleudern; z. B. *Impatiens noli tangere, Oxalis acetosella.*

b) Ballistische Verbreitungsmittel, d. h. Kapselfrüchte, die hin- und herschwingend die Samen fortwerfen; z. B.: *Papaver Rhoeas, Capsella bursa pastoris, Lilium Martagon.*

c) Verbreitung durch den Wind:

1. Staubfeine Samen: *Orchideen.*

2. Flughaare an der Fruchtwand: *Taraxacum officinale, Tragopogon orientale, Cirsium oleraceum.*

3. Flughaare an Samen: *Epilobium angustifolium, Populus tremula, Salix daphnoides.*

4. Fruchtwand mit Flügeln; z. B.: *Carpinus betulus, Betula verrucosa, Ulmus montana, Fraxinus excelsior, Acer platanoides.*

5. Samenwand mit Flügel: *Abies alba.*

6. Hochblatt als Flügel dienend: *Tilia cordata.*

d) Verbreitung durch Tiere:

1. Fruchtfleisch oder fleischiger Blütenboden als Lockmittel dienend, z. B.: *Viscum album, Prunus avium, Ribes rubrum, Vaccinium myrtillus, Rubus Idaeus, Fragaria vesca.*

2. Warum sind die Samen dieser Pflanzen nicht gefährdet?

3. Verbreitung durch Anhängeln der Früchte; z. B.: *Galium aparine, Asperula odorata, Daucus carota, Geum urbanum.*

35. Beschreibung des Fallens einer Ahornfrucht.

36. Bestimme die Fallgeschwindigkeit einer Ahornfrucht mit und ohne Flügel.

37. Wie weit kann von einem Ahornbaum aus einer Höhe von 20 m die Frucht durch einen Wind von 10 m Geschwindigkeit getragen werden?

Wie weit würde aus gleicher Höhe und bei gleicher Windstärke ein Tannensamen fliegen?

38. Welche Bedeutung kommt den Farben der Beeren oder beerenähnlichen Früchte zu?

39. Vergleiche das Wachstum einer Bohne am Licht und im Dunkeln.

Man lässt unter gleichen Bedingungen zwei Bohnen in Blumengeschirren keimen, bringt das eine, nachdem die Bohnenpflanze aus der Erde hervorbricht, ans Licht, während das andere an möglichst dunklem Orte gehalten wird, und misst alle 24 Stunden die Höhe. Die Differenz zweier Messungen gibt den Zuwachs während eines Tages an.

In der folgenden Zusammenstellung sind zwei von Schülern gemachte Beobachtungen angegeben. (Der Einfluss der Temperatur wurde nicht berücksichtigt.

Tag	Am Licht	Im Dunkeln	Licht	Dunkel
1.	10 mm	9 mm	1,5 cm	5 cm
2.	15 "	10 "	5 "	8 "
3.	19 "	12 "	6,5 "	10 "
4.	26 "	18 "	7,5 "	16 "
5.	32 "	24 "	9 "	20 "
6.	36 "	29 "	9,5 "	24 "
7.	38 "	43 "	10 "	26 "
8.	42 "	68 "	13 "	27 "
9.	48 "	94 "	15 "	28 "
10.	52 "	125 "	16 "	29 "
11.	56 "	135 "	17 "	30 "
12.	58 "	136 "	20,5 "	32 "
13.	—	—	22,5 "	34 "
14.	—	—	23 "	35 "
15.	—	—	23,5 "	36 "

40. Beobachtung über den negativen Geotropismus.

In einem Blumengeschirr lässt man eine Bohne wachsen, bis sie zirka 10 cm hoch ist. Hierauf legt man das Geschirr horizontal. Sehr bald beobachtet man, dass die Achse nicht horizontal fortwächst, sondern am vorderen Ende sich aufwärts krümmt.

41. Eine Bohnenpflanze lässt man so wachsen, dass das Licht nur von einer Seite einfallen kann. Sehr bald beobachtet man die für den positiven *Heliotropismus* charakteristische Zuneigung gegen das Licht.

3. Die Bestimmungsübungen.

Die Verschiedenheit der Ziele, welche durch die Bestimmungsübungen verfolgt werden können, findet vielleicht einen ihrer prägnantesten Ausdrücke in zwei der Flora der Schweiz gewidmeten Veröffentlichungen. Der erste Satz des Vorwortes zu *Gremlis* Exkursionsflora lautet: „Das vorliegende Werkchen soll zunächst dem angehenden Botaniker *das Aufsuchen einer ihm unbekannten Pflanze* möglichst erleichtern.“ *Schinz* und

Keller, Flora der Schweiz, bezwecken in erster Linie, den Schülern der mittlern und höhern Unterrichtsanstalten die Kenntnis der schweizerischen Gefässpflanzen zu vermitteln. Deshalb bauen sie ihre Bestimmungstabellen nicht auf Linnés, sondern auf das natürliche System auf.

Im Unterricht sind mir die Bestimmungsübungen nicht in erster Linie Selbstzweck, sondern Mittel zum Zweck. Ich stelle sie vor allem in den Dienst der *Schulung des Beobachtungsvermögens*. Gewiss will der Schüler eine Pflanze bestimmen, um den ihm unbekannten Artnamen kennen zu lernen. Aber ich halte dafür, dass man gerade dem Anfänger zum Bewusstsein bringen muss, dass nicht die Kenntnis des Namens, wenn man so will, das Ziel einer Bestimmungsübung, das wichtigste an dieser Übung ist, vielmehr der Weg, der zu diesem Ziele führt, die Beobachtung. Wie die Beobachtungsaufgaben bezwecken, den Schüler aus eigener Anschauung mannigfaltige Wechselbeziehungen zwischen Pflanzengestalt und Lebenserscheinungen erkennen zu lassen, so sollen die Bestimmungsübungen ihn mit der Fähigkeit ausrüsten, durch Vergleichung morphologischer Verhältnisse seine Augen für die Morphologie der Pflanzen zu schärfen. Der hieraus sich ergebende Gewinn ist also ein doppelter. Die Bestimmungsübungen dienen einerseits der Schulung des Beobachtungsvermögens, anderseits geht zweifellos die Befestigung einer gewissen Summe systematischer Kenntnisse mit ihnen Hand in Hand, die sich schliesslich nicht nur zur Kenntnis der wesentlichsten Charaktere der Ordnungen und Gattungen, sondern auch zur wirklichen Kenntnis der Arten kristallisieren.

Damit ist nun auch gesagt, dass nicht die am schnellsten zum „Ziele“, d. h. zur Kenntnis des *Artnamens* führenden Bestimmungstabellen die der gestellten Aufgabe entsprechendsten sind, vielmehr jene, welche die wissenschaftliche Vertiefung des Beobachtungsvermögens erstreben, und daher den Schüler die Pflanze als ein Ganzes in allen ihren wichtigsten Merkmalen erfassen lassen, und nicht in einzelnen, oft recht äusserlichen Merkmalen, die zufällig stark in die Augen springende sind, die Pflanzenkenntnis erschöpfen. Das ist auch der Grund, warum meines Erachtens gerade in diesen ersten grundlegenden Übungen auf dem natürlichen System fussende Bestimmungstabellen von ganz besonderem Gewinn sein müssen, weil nur sie dazu angetan sind, den Schüler erkennen zu lassen, dass sich die Kenntnis einer Art und ihrer systematischen Stellung nicht in *ein Sätzchen* prägen lässt.

Meinen Lesern wird das sofort klar werden, wenn sie eine Art einmal nach den Bestimmungstabellen des natürlichen Systems, dann des Linnéischen bestimmen. Mit der Stellung zum Kreise und seiner Kenn-

zeichnung, mit der Zugehörigkeit zur Klasse und ihren Charakteren, ebenso mit dem Inhalt der Unterklassen wird er vertraut, d. h. die nicht rasch nur auf die Kenntnis des *Namens* hinarbeitenden Schlüssel regen ungleich umfassendere Beobachtungen und Vergleiche an, als jene, denen eine rasche Vermittlung des *Namens* das einzige oder doch das wesentliche Ziel der Bestimmungsübungen ist.

Aber, höre ich den einen und anderen der Leser fragen: Häufen sich in dieser Einführung in das natürliche System nicht Schwierigkeiten, welche einen einfacheren Weg natürlicher erscheinen lassen? Bei Bestimmung nach dem natürlichen, wie nach dem Linnéischen System handelt es sich um Beobachtungen morphologischer Verhältnisse. Die Schwierigkeiten können also nicht an sich bei einem System grösser sein, als beim andern. Der Weg gestaltet sich beim Bestimmen nach dem natürlichen System dadurch etwas komplizierter als entsprechend seinen Prinzipien in den Gegenüberstellungen nicht nur auf zwei besonders augenfällige Merkmale, sondern meist auf mehrere wichtige, die nicht stets auch sehr auffällige Eigenschaften sein müssen, das Augenmerk zu richten ist. Hält man aber den Schüler in seinen ersten Bestimmungsübungen zum exakten Sehen an und weist alles blosse Erraten zurück, so kommt er, wie mir scheinen will, nicht minder rasch zur Fertigkeit, ja, vielleicht nur auf diesen Wegen, die ihn zu genauer Beobachtung zwingen, während jene einfachern Wege, die Äusserlichkeiten zu stark betonend, nur zu leicht zu flüchtiger Beobachtung verleiten.

Bei dem grossen erzieherischen Wert, den ich den Bestimmungsübungen beilege, ist es nur konsequent, wenn sie nicht nebenbei betrieben werden. Sie sind während des ersten Quartales neben der Präparation der Beobachtungsaufgaben der ganze Inhalt des Unterrichtes, so dass ein grösserer Teil der Schüler eine recht erfreuliche Beobachtungsfähigkeit erwirbt, und damit eine gewisse Fertigkeit im Bestimmen von Phanerogamen erhält. Während des zweiten Quartals werden diese Übungen als häusliche Betätigung der Schüler fortgesetzt. Im ersten Semester des Schuljahres 1906/07 betrug in der IV. Klasse des Gymnasiums das Maximum der von einem Schüler bestimmten Arten 178, das Minimum 63, der Durchschnitt 101, an der Industrieschule war das Maximum 177, das Minimum 50, der Durchschnitt 94. Die bestimmten Arten verteilten sich mit wenigen Ausnahmen auf 58 Familien.

4. Der Schulgarten.

Die botanischen Gärten dienten, soweit sie in den Dienst des Unterrichts gezogen wurden, ursprünglich durch das „System“ sozusagen aus-

schliesslich der Systematik. In der Wahl der Pflanzen pflegte man speziell das Bedürfnis der Pharmazeuten bezw. Mediziner soweit zu berücksichtigen, dass in demselben eine grössere Zahl offizineller Pflanzen angebaut wurde.

Meines Wissens war *Kerner*, der Forscher, der ja vor allen für die biologische Betrachtungsweise der Pflanzenwelt Bahn brach, der erste, der im botanischen Garten zu Innsbruck durch biologische Gruppen die Wechselbeziehungen der Pflanzen und ihrer Lebensbedingungen beleuchtete. In der Schweiz hat als erster Herr Professor *Schinz* in Zürich bei der Übernahme der Direktion des botanischen Gartens durch zahlreiche biologische (oekologische) und morphologische Gruppen das „System“ in einer überaus anregenden und belehrenden Weise ergänzt.

In dieser Entwicklung der botanischen Gärten im Dienste des Unterrichtes spiegelt sich auch die Entwicklung der Schulgärten wieder. In Grossstädten sind sie entstanden, nachdem sich aller Orten die Überzeugung Bahn gebrochen hatte, dass ein gedeihlicher Unterricht in der Pflanzenkunde nur möglich sei, wenn jedem Schüler, wo immer es angeht, bei der Beschreibung einer Pflanze ein Exemplar in die Hand gegeben sei. Der Anschauungsunterricht soll ja so viel als möglich auf das Objekt selbst und nicht nur auf eine bildliche Darstellung desselben sich stützen.

Der Schulgarten war also *Materialgarten*. Ist er in Grossstädten durchaus berechtigt, ja notwendig, so können wir ihm überall da, wo es den Schülern ein Leichtes ist, auf kürzeren Spaziergängen zur spontanen Flora zu gelangen, die Existenzberechtigung nicht zuerkennen, ja, wir sind geradezu von seinem Nachteil überzeugt. Wo der Schüler gehalten ist, das Material für seine Bestimmungsübungen, für biologische Demonstrationen und systematische Darstellungen sich selbst zu beschaffen, da lernt er die Pflanze auch in ihrer natürlichen Umgebung kennen. Fast spielend wird ihm der Inhalt gewisser pflanzengeographischer Begriffe eigen, er gewinnt Einsicht in den Wechsel der Zusammensetzung der Formationen, ihre Beziehungen zu den chemisch-physikalischen Lebensbedingungen, vor allem ihre Abhängigkeit von Feuchtigkeit und Licht. Wenn wir dazu auch an die hygienischen Vorteile dieser Spaziergänge denken, die den Schüler aus der Stube oder aus der Städte Strassen in die Natur hinausführen, in die reine Luft des Waldes, das frische Grün der Wiesen, wer möchte sie da nicht jedem Schüler noch öfter gönnen, als sie für ihn ausführbar sind? Das sind für mich Gründe, welche mich in dem als Materialgarten dienenden Schulgarten nur einen Notbehelf sehen lassen, der da zulässig ist, wo das Bessere, *die Natur selbst* den Schülern nicht zugänglich ist.

Der Materialgarten der Grosstädte hat sich aber an manchen Orten weit über seinen ursprünglichen Rahmen hinaus entwickelt. Ihm wurde die eine und andere biologische Gruppe eingefügt, gelegentlich auch Formationsbilder. So wurde er zu einem Demonstrationsgarten, der, gleich dem Modell des Naturobjektes, gleich der Zeichnung des mikroskopischen Präparates, überall Anspruch auf Berechtigung erheben darf, wo man mit uns in dem Studium der Biologie der Pflanzen, ihrer ökologischen Verhältnisse, einen wichtigen Teil des modernen botanischen Mittelschulunterrichtes sieht.

Ich selbst war ursprünglich darauf bedacht, biologische Gruppen in Verbindung mit öffentlichen Anlagen zu bringen. Aus verschiedenen Gründen hat sich bei uns dieser Versuch nicht bewährt. Vor allem ist es fast unmöglich, die Tendenz, die eine öffentliche Anlage verfolgt, mit der lehrhaften Tendenz des biologischen Gartens so zu verbinden, dass beide Teile auf ihre Rechnung kommen.

Der Schulgarten, der hernach nun neu geschaffen wurde, ein kleiner Garten in der unmittelbaren Nähe des Schulhauses, ist nach folgendem Plane angelegt.

1. *Getreidearten und Ackerunkräuter*; erstere zugleich Beispiele für Windblütler: 18 Spezies.

2. *Niederwuchs* der lichten Wald- und Vorholzformation: 28 Spezies.

3. *Schutz gegen Tierfrass*:

- a) durch Gift oder schlechtschmeckende Stoffe: 10 Spezies,
- b) durch Stacheln und Dornen: 6 Spezies,
- c) durch Brennhaare: 1 Spezies,
- d) durch Borstenhaare: 1 Spezies,
- e) durch Lederblätter: 1 Spezies.

4. *Begünstigung der Fremdbestäubung*:

- a) durch räumliche Trennung der Staubblätter und Fruchtblätter: 7 Spezies,
- b) durch zeitliche Trennung der Geschlechter (Protogynie, Protandrie): 7 Spezies.

5. *Insektenblütler*:

a) *Lockmittel*:

- 1. durch Geruch: 5 Spezies,
- 2. durch einen Schauapparat.
 - a. durch die Blütenhülle gebildet: 4 Spezies;
 - β. durch den Blütenstand gebildet: 3 Spezies;
 - γ. Extrafloraler Schauapparat: 2 Spezies.

b) *Darbietung*:

- 1. Pollen (Pollenblumen): 3 Spezies,
- 2. Honig (Honigblumen): 6 Spezies.

c) *Pollenschutz*:

- 1. gegen Regen: 4 Spezies,
- 2. gegen unberufene Gäste:

- a. durch Wasseransammlung: 1 Spezies,
- β. durch Drüsen: 1 Spezies.
- 6. Verminderung der Gefahren zu grosser Wasserverdunstung:
 - a) Reduktion der transpirierenden Blattfläche: 5 Spezies,
 - b) Profilstellung der wasserverdunstenden Organe: 2 Spezies,
 - c) Lederblätter: 3 Spezies,
 - d) Bedeckende Organe: 5 Spezies,
 - e) Reif: 2 Spezies,
 - f) Saftpflanzen: 3 Spezies.
- 7. Verbreitungsmittel der Früchte und Samen:
 - a) Schleudervorrichtungen: 1 Spezies,
 - b) Flugeinrichtungen: 6 Spezies,
 - c) Aussaat durch Tiere und Menschen:
 - 1. durch Haftborsten: 7 Spezies,
 - 2. Beeren: 4 Spezies.
- 8. Samenschutz:
 - a) durch harte Hüllen: 1 Spezies,
 - b) durch ätherische Öle: 2 Spezies,
 - c) durch stachelige Fruchtwände: 1 Spezies.
- 9. Östliche Florenelemente (vorzüglich pontische Steppen) der zürcherischen Flora.

5. Physiologische Pflanzenanatomie als Unterrichtsgegenstand der Mittelschulstufe.

Wer der Biologie im botanischen Unterricht einen wichtigen Platz einräumt, ist nur konsequent, wenn er die Anatomie der Pflanzen in engsten Zusammenhang zur Physiologie zu bringen sucht. Üben doch die durch die Lebensbedingungen bestimmten Lebensäußerungen nicht minder auf den inneren Bau, die innere Gestalt der Pflanzen, einen bestimmenden Einfluss aus, als auf die äussere Gestalt.

Es sind nun mehr als drei Dezennien verflossen, seit unser berühmter Landsmann, der greise Berliner Professor *Schwendener*, mit seinem Werke „Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen“ die anatomisch-physiologische Forschungsrichtung, die Biologie der inneren Morphologie, mit einem Schlage zu einer Methode stempelte, der die Zukunft sicher sein musste. Denn sie wurde dem menschlichen Bedürfnis, die Erscheinungen mit den bewirkenden Ursachen in Verbindung zu bringen, gerecht. Mehr denn zwei Dezennien sind verstrichen, seit *Haberlandt*, diese Methode ausbauend, seine „Physiologische Pflanzenanatomie“ veröffentlicht hat, in welcher er den gesamten inneren Bau der Pflanzen mit der Physiologie in enge Verbindung brachte. Und trotzdem treffen wir auch heute noch verbreitete Lehrmittel der Mittelschulstufe, in denen der innere Bau, die Anatomie, und das Leben der Pflanzen, die Physio-

logie, ohne innere Beziehung zu einander, als gesonderte Wissensgebiete behandelt sind, Lehrmittel, in denen diese wichtigsten Teile der botanischen Wissenschaft, denen erfahrungsgemäss auch die Schüler unserer Stufe grosses Interesse und Verständnis entgegenbringen, auf wenigen Seiten abgewandelt sind. Sie werden also kaum als Gebiete aufgefasst, die während längerer Zeit im Mittelpunkt des botanischen Unterrichtes stehen sollen.

Der anatomische Unterricht, so wendet man ein, kann nicht mehr so leicht, wie die äussere Morphologie, in seinem vollen Umfang auf die Beobachtung der Naturobjekte aufbauen, und zum Verständnis der Physiologie fehlen die nötigen chemisch-physikalischen Kenntnisse. Beiden Einwänden ist ein gewisser Grad der Berechtigung nicht abzusprechen. Eine Probe auf die Zuverlässigkeit des Anschauens eines mikroskopischen Präparates, indem wir dasselbe von Schülern zeichnen lassen, pflegt selten so ermunternd auszufallen, dass man wagen dürfte, ohne weiteres auf diese Anschauung aufzubauen. Die mikroskopische Beobachtung durch Schüler, die das mikroskopische Sehen erst lernen müssen, wird nur dann einen Wert haben, wenn sie zunächst durch die schematisierende Wandtafelzeichnung, die nur gerade das hervorhebt, worauf der Lehrer im Momente das Hauptgewicht legt, sorgfältig vorbereitet ist. Ihr folgen die halbschematischen Darstellungen des Naturobjektes der Tabellenwerke. Hier setzt nun auch die grosse Bedeutung der Projektion von Lichtbildern für den naturwissenschaftlichen Unterricht ein, — für mich allerdings ein Hülfsmittel des Unterrichtes, das auf botanischem Gebiete der Verwirklichung noch harrt, da die den Unterrichtszielen entsprechenden Wiedergaben von Mikrophotographien mir noch fehlen. Sie ermöglichen die getreue Wiedergabe des Naturobjektes. Sie gestatten, dieses mit der halbschematischen Zeichnung des Tabellenwerkes, deren Verständnis dem Schüler durch die Wandtafelzeichnung erweckt wurde, zu vergleichen, und so auch das Verständnis des natürlichen Präparates anzubahnen, trotzdem dasselbe mancherlei ablenkendes Detail zeigt. Ganz besonders wertvoll müssen aber diese Lichtbilderprojektionen für den auf anatomisch-physiologischer Methode aufbauenden Unterricht der inneren Morphologie deshalb werden, weil es durch passende Auswahl der Objekte leicht möglich wird, am Naturgegenstande selbst der ganzen Klasse zugleich zu zeigen, wie durch Modifikationen der Lebensbedingungen der innere Bau modifiziert wird. Wenn nunmehr die mikroskopische Demonstration einsetzt, steht der Schüler nicht mehr vor etwas fremdartigem. Sein Sehen ist nun ein wohl vorbereitetes, geschultes, so dass er zum guten oder doch befriedigenden Verständnis des Naturobjektes selbst gelangen wird.

Und nun, nachdem durch Wandtafelzeichnung, nachdem durch Tabellen, wenn möglich auch durch Projektion der Diapositive von Mikrophotographien, schliesslich durch das Ansehen des Naturobjektes selbst, der Schüler mit dem Gegenstand der Erörterung mehr oder weniger vertraut ist — um so mehr, als er zum Zeichnen des Geschauten angehalten wurde — kann die physiologische Betrachtung des anatomischen Bildes erfolgreich einsetzen.

Fehlt nun aber nicht wieder die Bekanntschaft mit wichtigen physikalisch-chemischen Gesetzen, um in der Erörterang physiologischer Fragen wirklichem Verständnis zu begegnen? In der Tat setzt ihre Behandlung, setzt namentlich auch die physiologisch-anatomische Betrachtung, diese Biologie der Struktur der Pflanzen, eine gewisse Summe chemisch-physikalischer Kenntnisse voraus. Der Elementarunterricht der Naturlehre, der doch an vielen Lehranstalten dem zusammenhängenden Unterricht in den biologischen Naturwissenschaften voranging, kann diesem Unterricht vorarbeiten. Wo aber Erscheinungen berührt werden müssen, die dem Schüler fremd sind, da wird eben mit der biologischen Lektion ein Exkurs auf das Gebiet der Physik oder Chemie zu verbinden sein, in welchem das nötige ad hoc aus dem Erfahrungskreise der Schüler oder an Hand des Experimentes erläutert wird. Ein Verzicht auf die physiologische Betrachtung anatomischer Verhältnisse wäre in meinen Augen gleichbedeutend mit dem Verzicht auf das belebendste, das Interesse der Schüler am höchsten steigernde Element des anatomischen Unterrichtes.

Ein Beispiel! Die Schüler sahen den Querschnitt des Stengels einiger Land- und Wasserphanerogamen. Sie lernten in den Collenchymsträngen und dem Hartbast die wichtigsten mechanischen Gewebe kennen. Sie sahen ihre ungleiche Verteilung auf dem Querschnitt der Achse, wo das mechanische Gewebe in den einen Fällen nahe an der Oberfläche liegt, ja unmittelbar in das Oberflächengewebe des Stengels eingefügt ist, während es in anderen sich dem Zentrum nähert. Drängt sich da nicht unwillkürlich die Frage auf: Stehen diese Lagerungsverschiedenheiten zu den Lebensbedingungen der Pflanzen in Beziehung? Zentrale Anordnung weisen die Stengel der Wasserpflanzen, peripherische jene von Landpflanzen auf. Der Wind biegt die oberirdischen Stengel der Landpflanzen, das fliessende Wasser zieht sie. Also wird die passende Struktur jener die Biegungsfestigkeit, dieser die Zugfestigkeit sein. — Was beobachten wir an der Rinde, wenn eine Rute gebogen wird? Kaum ein Schüler zögert mit der zutreffenden Antwort. An der konvexen Seite ist die Rinde gespannt, an der konkaven gefaltet. Dort besteht also Zugspannung, hier Druckspannung. Die Gefahr der Verletzung ist oberflächlich die grösste, also be-

dingt die Sicherung gegen diese Gefahr eine Einlagerung mechanischer Festigungselemente an der Oberfläche. Solchem Gedankengang, der ja ganz auf der Erfahrung der Schüler selbst aufbaut, vermögen diese doch wohl auch dann zu folgen, wenn ihnen die Gesetze der Mechanik noch fremd sein sollten.

Dass die zentrale Anordnung der Leitbündel und damit der die Festigung bewirkenden Baststränge den mechanischen Anforderungen zugfester Konstruktion entspricht, soll sich den Schülern ebenfalls ohne Formeln und Gleichungen aus der Anschauung heraus verständlich machen. Dass ein dicker Faden mehr zu tragen vermag, als ein dünner, weiß er aus eigener Erfahrung längst. Die Grösse des Querschnittes bedingt also den Grad der Zugfestigkeit. Sind verschiedene Fäden auf einem Querschnitte zerstreut, so wird bei ungleichmässigem Zug leicht der eine und andere zerriissen; also muss nun, da der Gesamtquerschnitt der zugfesten Elemente verkleinert ist, die Zugfestigkeit verringert sein. Folglich stellt die Vereinigung aller dieser einzelnen zugfest bauenden Stränge das Ideal zugfester Konstruktion dar, ein Ideal, das der Schüler nun freilich in der Pflanze nie völlig verwirklicht sieht.

Sind wir auch weit entfernt, zu sagen, dass das Studium der Wechselbeziehung zwischen dem inneren Bau und den Leistungen die Abhängigkeit *aller* anatomischen Verhältnisse von den Lebensbedingungen einwandfrei zu erklären vermag, so besteht diese Einsicht doch tatsächlich für einen grossen Teil gerade jener elementaren Strukturverhältnisse, die dem Mittelschulunterricht zu grunde gelegt werden können. Darum sollen die Ergebnisse anatomisch-physiologischer Forschungsrichtung auch unserer Stufe zugute kommen.

6. Die Pflanzengeographie als Unterrichtsgegenstand an der Mittelschule.

Vor uns liegen einige für die Mittelschulstufe berechnete, verbreitete Lehrmittel der Naturgeschichte des Pflanzenreiches. Sie divergieren kaum in einem anderen Gebiete mehr, als in der Behandlung der Pflanzengeographie. Die einen berühren sie nicht, andere geben eine trockene Übersicht über neun Zonen und neun Regionen, Namen von Pflanzengesellschaften und schliesslich eine Zusammenstellung der Benennungen von vierundzwanzig natürlichen Vegetationsgebieten. Eines, das Lehrmittel von *Köhne*, ein inhaltsreiches Buch, das wir den *Lehrern* besonders empfehlen möchten, nimmt eine besondere Stellung ein. In ungleich einlässlicherer Weise, als irgend ein anderes Lehrmittel der Mittelschulstufe, behandelt der Autor die Beziehungen der Pflanzenwelt zur Bodenbe-

schaffenheit, die Regionen und Zonen, die Formationen der Regionen, die Abhängigkeit der Verbreitung der Pflanzen von der Landesgestalt, der Wanderfähigkeit, den klimatischen Bedingungen, und schliesslich die Hauptpflanzengebiete der Erde. Diese werden zwar überaus klar und treffend gekennzeichnet; aber für den Schüler der Mittelschulstufe bedeuten diese Ausführungen eine kaum zu rechtfertigende Gedächtnisbelastung.

Pflanzengeographische Probleme einfacher Art hängen nun so eng mit der Ökologie der Pflanzen zusammen, dass die Frage, ob sie auch in den Mittelschulunterricht hineinzuziehen sind, wenigstens gestellt werden darf. Auch hier hängt meine Antwort davon ab: Können pflanzengeographische Probleme auf die Anschauung, die Erfahrung der Schüler aufgebaut werden. Die blosse Registrierung von Namen der Zonen, Regionen, Vegetationsgebiete ist meines Erachtens durchaus wertlos. Dagegen scheinen mir gewisse pflanzengeographische Begriffe vor allem in Verbindung mit Exkursionen gelehrt und durch passende Vorweisungen bildlicher Darstellungen ergänzt werden zu können.

Ein botanischer Spaziergang braucht sich bei uns nicht über ein weites Gebiet zu erstrecken, um den Schüler erkennen zu lassen, dass das Aussehen der Pflanzenwelt, ihre Physiognomie, eine mannigfach wechselnde ist. Er sieht, dass sie nicht sowohl durch die Zahl der einzelnen Arten, als vielmehr durch die Zahl der Individuen einzelner Arten bestimmt wird. Seine eigene, vom Lehrer geleitete Beobachtung lässt ihn erkennen, dass Pflanzen in *Pflanzenbeständen* oder *Formation* vereint sind, d. h. in Gesellschaften, die gleichen oder ähnlichen Lebensbedingungen angepasst in gleicher oder ähnlicher Vereinigung öfters wiederkehren. Er sieht Bestände, deren Physiognomie Bäume bestimmen, die *Wälder*, sieht, wie diese Formationen je nach der das Aussehen des Waldes bestimmenden Baumart als Buchenformation, als Fichtenformation, als Kieferformation usw. auftreten, die unter sich nicht allein durch die bestimmende Art, sondern auch durch Begleitpflanzen, durch das Unterholz und den Niederwuchs ± verschieden sind. Er lernt die Abhängigkeit ihrer Zusammensetzung von Feuchtigkeit und Licht kennen. Sieht er doch längs des Waldrandes unter der Wirkung des Lichtes einen Bestand sich entwickeln, dessen Physiognomie Sträucher bestimmen, die *Vorholzformation*, die dort, wo an Hängen der Wald aus irgend einem Grunde zurückblieb, sich über weite Flächen ausdehnt. An anderem Orte sieht er die Strauchvegetation, die das Unterholz eines Kiefernwaldes bildet, ein zwerghaftes Aussehen annehmen. *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, die eben noch mit anderen Sträuchern gemischt, zerstreute Glieder des Unterholzes waren, treten in immer grösserer Individuenzahl auf; immer weniger ist

der Charakter der Waldformation erhalten, da nur mehr vereinzelte Kiefern die *Heideformation* beschatten, deren Farbenpracht unser Auge im Spätsommer erfreut.

Der botanische Spaziergang führt die Schülerschar aus Wald und Heide in eine *Waldwiese*. Der Schüler lernt in der Wiesenformation einen neuen Formationstypus erkennen, dessen Physiognomie durch Gräser bestimmt wird. Die Blumen mancher begleitender Kräuter lassen ihn leicht in *dieser* Wiese etwas anderes erkennen, als in den Talwiesen, durch die der Weg zum Walde führte. Die schwarzvioletten Blütensträusse der gemeinen Ackelei, der Wiesenraute zierliche, reichlich verästelte Blütenstände, der knolligen Rüsterstaude weisse Blütenähre, des Immenblattes rosenrote Lippen, die blauen Blütenkugeln des kugeligen Rapunzels, die blauen Trauben der pfirsichblätterigen Glockenblume usw., die den Gräsern beigemischt der Wiesen Grün mit bunten Farben durchwirken, sie alle suchte er umsonst in den Talwiesen. Dort, wo der Hängelehm, den die Niederschläge aus dem mergeligen Gesteine ausgewaschen und talwärts geführt haben, wo er nun in einer Mulde der Berglehne einen schwer durchlässigen, das Wasser stauenden Untergrund bildet, tritt ihm im *Wiesenmoor* ein neues Formationsbild entgegen.

So kann ihn ein einziger botanischer Spaziergang mit einer Reihe verschiedenartiger, die Pflanzenphysiognomie der Umgebung seines Wohnortes bestimmender Formationen vertraut machen.

Die Erläuterung der wichtigen pflanzengeographischen Begriffe *Zone* und *Region* kann dagegen nur zum Teil an die unmittelbare Naturbeobachtung der Schüler anknüpfen. Durch gute Vegetationsbilder — wir erinnern hier ganz besonders an die prächtige, von *Karsten* und *Schenk* herausgegebene Sammlung von Vegetationsbildern — gewinnt der Schüler einen Einblick in den Wandel des Charakters und der Zusammensetzung der Bestände je nach den geographischen Breiten, also einen Einblick in die *pflanzengeographischen Zonen*. Der Wechsel der Physiognomie der Flora, je nach den Höhen gleicher Breiten- und Längenlage, also die Verschiedenheit *pflanzengeographischer Regionen*, ist ihm aus eigener Anschauung wenigstens in flüchtigen Zügen bekannt, da ja zum grossen Teil Schüler dieser Stufe zumeist die Alpen aus ihren Wanderungen bereits kennen gelernt haben. Er weiss, dass die Waldformation, von Tal zu Berg steigend, bestimmtem Wechsel unterliegt, dass Wiesen und Heide der Niederung ein anderes Aussehen besitzen, als die gleichen Formationen der Berge, der Voralpen und Alpen. Erkennt er hier in erster Linie den Einfluss der ungleichen Wärmeverhältnisse auf die Gestaltung der Vegetation, so wird er im Wechsel der Formationen innerhalb einer Region bald

auch die Abhängigkeit der Pflanzenbestände von der Bodenbeschaffenheit, speziell der Feuchtigkeit, kennen lernen. Begriffe, wie Hygrophyten, Mesophyten und Xerophyten, werden ihm geläufig, auch wenn man von der Anwendung dieser Fremdwörter Umgang nehmen sollte.

Dem Einsichtigen, der Formationen gleicher Breiten, aber verschiedener Länge und gleicher Regionen in Vegetationsbildern so durchaus verschieden zusammengesetzt sieht, drängt sich sofort die Erkenntnis auf, dass nicht allein die physikalisch-chemische Bodenbeschaffenheit und klimatologische Verhältnisse die *heutige* Zusammensetzung der Formationen eines Gebietes bestimmen, sondern, dass hier noch ein anderes Moment mitspielen muss. Dass es die *Geschichte* der Pflanzenwelt ist, die so eng mit geologischen Wandlungen und mit der Wanderungsfähigkeit der Arten verknüpft ist, kann er selbstredend nicht wissen.

So weit, glaube ich, dürfen pflanzengeographische Erörterungen gehen, ohne dass der Lehrer dem Grundsatze, die Beobachtung der Schüler dem Unterrichte zu grunde zu legen, untreu wird.

7. Der Pflanzenschutz.

Wir stehen heute im Zeichen des Heimatschutzes. Dass er sich nicht nur Altertümern und alten Sitten zuwendet, sondern auch die belebte Natur bedenkt, ist nur recht und billig, und dass dieser Teil seiner Bestrebungen in der Schule eine wirksame Mitarbeiterin finden kann, zweifellos.

Pflanzenschutzbestrebungen, die indessen meist mehr lokalen Charakter haben, sind in der Schweiz durchaus nicht neu. Wir wissen, dass mancherorts Bestimmungen zum Schutze des Edelweiss bestehen — dessen Existenz zwar kaum irgendwo ernstlich bedroht sein dürfte — dass Gemeinden, in deren Bereich grosse Seltenheiten gedeihen — Andelfingen: *Chimophila umbellata*; Önsingen: *Iberis saxatilis* — Schutzbestimmungen getroffen haben.

Die neueren Anregungen, wie sie z. B. von Luzern ausgingen, wollen den Pflanzenschutz auf eine breitere Basis stellen, so dass in diesem Zusammenhang die Frage einer kurzen Erörterung wert ist: Wie soll sich die Schule diesen Pflanzenschutzbestrebungen gegenüber verhalten?

Wer an einem sommerlichen, sonnigen Feiertag seine Schritte durch Wald und Fluren lenkt, der mag wohl vielen begegnen, die einen Blumenstrauß nach Hause tragen. Fanatische Pflanzenschützler entsetzen sich ob solchem Raub, begangen an dem Schmucke der Wiesen und Wälder. Ein Zeichen engherzigen, egoistischen Denkens sehen sie darin, dass ein Schmuck, der dort, wo die Natur ihn werden liess, allen, die sich draussen

ergehen, zuteil würde, nun in die Behausung einzelner wandert. So fanatisch kann ich nicht empfinden und doch will auch ich ein Pflanzenfreund sein.

„Schmücke dein Heim“ ist eines der Leitmotive der Kunstfreunde. Wie könnte es aber anmutiger geschmückt werden, als durch einen Strauss, aus dem die weissen Strahlen der Wucherblume, das tiefe Blau der Kornblume, das brennende Rot des Feuermohns leuchten, den die zarten Rispen einiger Gräser beleben? Liegt nicht in der Aufmerksamkeit, die die Blumenfreunde unter den sonntäglichen Spaziergängern diesen einfachsten Kindern der Flora zuwenden, liegt nicht in dem gefälligen Binden des Strausses zum guten Teil der Ausfluss ihres Schönheitssinnes und des guten Geschmackes, denen man nicht entgegenarbeiten soll? Ist es nicht ein gutes Zeichen, wenn Frauen und Kinder, die kein Gärtchen ihr eigen nennen können, aus der reichen Fülle der Blumen zum Schmucke ihres Heimes sich einiges aussuchen?

Wie viele aber, so wendet man mit Recht ein, bringen den Strauss, den sie flüchtig binden, kaum nach Hause. Auf begangenen Sonntagswegen finden wir ja leider nur zu oft Blumen ausgestreut, als hätte ein Däumling mit ihrer Hülfe des Weges Spuren zu erhalten versucht. Da allerdings wendet sich dem Naturfreund das Herz. Das empfindet er als Frevel an der Natur. Diese Achtlosigkeit macht das Pflücken des Straussess zum verwerflichen Plündern blühender Fluren. Sehen wir aber gar, dass seltene und seltenste Arten dieser Sammelwut, die nur im augenblicklichen Besitz ihre Befriedigung findet, zum Opfer fallen, die nicht daran denkt, dem Strauss jene Liebe und Pflege zuzuwenden, die echte Freude an der Schönheit der Natur wachrufen, die sich auch nicht in den Dienst wissenschaftlichen Forschens stellt, dann wettern wir wohl in Gedanken gegen die Roheit, die im zwecklosen Vernichten Befriedigung findet. Dann macht sich wohl auch der Unmut etwa in einem herben Wort gegen die Schule Luft, die es nicht versteht, der Jugend *die* Liebe zur Natur einzupflanzen, die den Schutz der Pflanzen und Tiere zur natürlichen Folge hat. Der Unmut macht zwar ungerecht; denn mancher Lehrer weiss sich von dem Vorwurf frei, dass er nichts getan, um auf die Jugend so einzuwirken, dass sie die Pflanzen schonen lernte. Ein voller Erfolg wird sich allerdings nur dann zeigen können, wenn das Haus im gleichen Sinne auf die Kinder einzuwirken sucht, wenn kein Vater, keine Mutter duldet, dass auch nur das bescheidenste Sträusschen gepflückt werde, um nach kurzem weggeworfen zu werden, dass kein Kopf einer Distel durch die geschwungene Gerte fallen darf.

Weil aber stets das Beispiel mehr wirkt, als das schönste Wort, muss im Dienste des Pflanzenschutzes die Schule durch das Beispiel vorangehen. Da aber kommt der Unterstufe der erste, ja der Hauptanteil an Pflanzenschutzbestrebungen zu. Mit den Kleinen wandert ein Lehrer oder eine Lehrerin hinaus in die Wiesen, durch die Wälder. Sie werden die

Kinder auf die Schönheit der allergewöhnlichsten Blumen aufmerksam machen, die Kleinen lehren, ein Sträusschen zu binden, in welchem durch den Kontrast ihrer Farbenwirkungen auch gewöhnlichste Arten sich zum anmutigen Bilde vereinen, sie sollen sie lehren, dass nicht das Seltene, das Ungewöhnliche das Vorrecht der Schönheit hat. So wecken sie den Schönheitssinn. Und wenn sie die Lust und Freude an Blumen erziehen und damit auch zum Binden manches Sträusschens verlocken, so müssen sie doch nicht fürchten, dass es achtlos auf die Seite geworfen werde. Sie wissen, dass mit dieser Lust und Liebe die sorgsame Pflege verbunden ist.

Manche Pflanzen dienen auf höherer Unterrichtsstufe als Veranschaulichungsmittel. Der Unterricht verlangt, dass jedem Schüler die Pflanze zur Hand ist. In den Dienst des Pflanzenschutzes stellt sich der Lehrer, wenn er hierbei wohl bedenkt, dass nichts, was er in biologischer, morphologischer oder systematischer Richtung zu erläutern hat, nicht auch an ganz gewöhnlichen, häufigen Arten zu sehen ist.

Der Versuchung, den Schülern durch seine gründlichen Lokalkenntnisse der heimischen Flora dadurch zu imponieren, dass er ihnen die Seltenheiten der Umgebung zeigt, ja sie zum Unterrichtsgegenstand macht, wird er sich leicht erwehren, wenn er ein warmer, echter Freund der Natur ist, von der Liebe des Forschers zum Gegenstand der Forschung beseelt wird. Mit Entschiedenheit soll er auch dagegen auftreten, dass Schüler gerade nur die Seltenheiten, von denen sie zufällig Standorte kennen, in die Schule bringen, weil sie glauben, damit besonderen Gefallen zu erregen. Solche Vorkommnisse darf der Lehrer nie vorübergehen lassen, ohne ein mahnendes Wort zum Schutze der Pflanzen an die Schüler zu richten.

Arg wird das Gebot des Pflanzenschutzes oftmals von den Leitern botanischer Exkursionen der Mittel- und namentlich der Hochschulen verletzt. Da folgen Jahr um Jahr zu bestimmter Zeit Scharen dem Führer, der nun, um die Exkursion recht ergibig und interessant zu gestalten, sein Augenmerk ganz besonders auf das Aussergewöhnliche zu werfen pflegt. Zu dutzenden fallen Jahr um Jahr Arten, die vielleicht weit und breit gerade nur hier und oft dazu in beschränkter Zahl gedeihen, dem Eifer der botanisierenden Jugend zum Opfer. Die Büchse birgt sie . . . Werden sie allen ein Objekt ernsten Studiums? Sind nicht jene, — kein geringer Prozentsatz der ganzen Schar — die diese ausgestochenen Pflanzen nur eines flüchtigen Blickes würdigen, kaum einem Herbar sie anvertrauen, die schlimmsten Feinde seltener Arten?

Die Pflanzenschutzbestrebungen müssen also vor allem ein ernster Appell an die Einsicht der berufensten Pflanzenfreunde sein, an jene Mittel- und Hochschullehrer, denen auch die im Verborgenen blühende Art nicht unbemerkt blieb.