

6 Fachgemäße Arbeitsweisen¹⁹

Unter dem Begriff „Arbeitsweisen“ werden in einem weiten Sinne alle Denk- und Arbeitsmethoden verstanden, mit deren Hilfe man zu Erkenntnissen in einem Wissensgebiet gelangt.²⁰ Die Denkmethoden der Biologie sind in diesem Buch an anderer Stelle erläutert (vgl. Kap. 2.2). Arbeitsweisen im engeren Sinn sind die fachgemäßen bzw. fachtypischen Arbeitsmethoden des Schulfaches Biologie.²¹ Hierzu zählen die Formen der Erkundung sowie das Halten und Pflegen von Lebewesen. Das Vergleichen wird hier nicht als eigene fachgemäße Arbeitsweise aufgeführt, sondern dem Betrachten bzw. Beobachten zugeordnet.

Man unterscheidet vier Erkundungsformen: Beobachten, Betrachten, Untersuchen und Experimentieren. Die folgende Abbildung veranschaulicht die Beziehungen zwischen diesen Erkundungsformen.

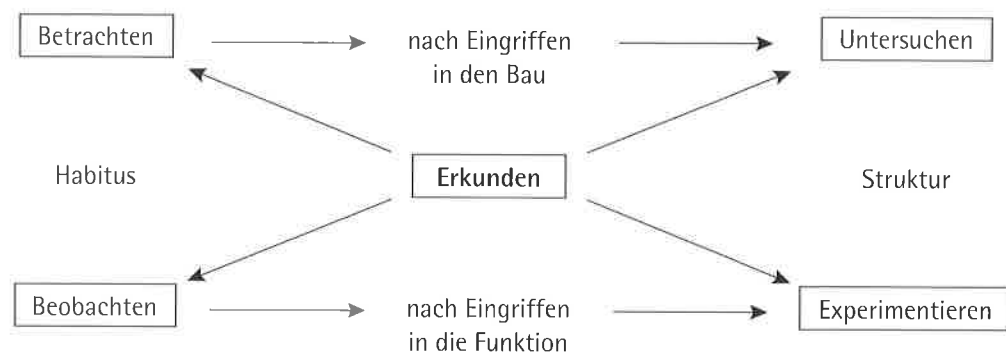


Abb. 28: Schema der Beziehungen zwischen den Erkundungsformen (nach UHLIG 1962, verändert)

Das Vermitteln und ständige Üben der fachgemäßen Arbeitsweisen ist im Biologieunterricht aus folgenden Gründen erforderlich:

- Sie sind Voraussetzung für das *Gewinnen biologischer Erkenntnisse* und damit Bestandteil der biologischen Wissenschaft. Ein Unterricht, der sich an der Biologie als Wissenschaft orientiert, muss auch deren Methoden einbeziehen und zumindest einen Einblick vermitteln, wie biologische Kenntnisse gewonnen werden.
- Ihr Einsatz bedeutet zumeist *Bezug zum Naturobjekt*, entspricht also dem Prinzip der originalen Begegnung. Damit verbunden ist Anschaulichkeit. Wirk-

¹⁹ Literatur z. B. Bäuml 1976, Bauer 1975, Hiering 1983, Eschenhagen, Löwe 1990, Kattmann & Rodi 2003

²⁰ „Biologische Arbeitsweisen“ werden begrifflich nicht eindeutig gebraucht, z. T. sehr umfassend (vgl. oben) oder enger nur für die praktischen Arbeitsverfahren, vgl. obige Literatur

²¹ vgl. Killermann 1990

lichkeitsgetreue Vorstellungen können gewonnen werden anstelle bloß verbaler oder über Medien vermittelter Sachverhalte. Seit der Zeit SALZMANNs wurden die Anschaulichkeit und der Objektbezug immer wieder in den Mittelpunkt didaktischer Forderungen gerückt.

- Üben der Arbeitsweisen bedeutet handelnden Umgang des Lernenden mit den Unterrichtsgegenständen und damit *Selbsttätigkeit* bzw. *Handlungsorientierung*. Beim aktiven Erkunden der Lebewesen lernt der Schüler/die Schülerin, sich mit den Objekten und Erscheinungen der Natur selbstständig und kritisch auseinanderzusetzen, und erwirbt eine Vielzahl von Fähigkeiten, die seine/ihre Handlungskompetenz fördern.
- Der selbstständige Umgang mit den Objekten fördert ferner die Neugierde und das Interesse; daraus kann *intrinsische Motivation* entstehen. Natur kann erlebt und damit die emotionale Komponente einbezogen werden.

Für einzelne Teilfragen und jeweils begrenzte Schülerzahlen wurde die Bedeutung der Veranschaulichung und des Einsatzes verschiedener Arbeitsweisen von verschiedenen Seiten empirisch durch Untersuchungen in Schulklassen belegt, vgl. KASBOHM (1975), STAECK (1980), LÖWE (1983), STAROSTA (1990), FÜLLER (1992).

In aktuellen Bildungskonzepten und für alle Schularten hat die Methodenkompetenz einen sehr hohen Stellenwert. Deshalb kommt den Arbeitsmethoden ein ebenso hoher Stellenwert zu wie den Lerninhalten.

6.1 Beobachten und Betrachten

6.1.1 Allgemeines, Begriff

Das bloße Hinschauen vermittelt nur einen oberflächlichen Eindruck eines Objektes oder Vorganges. Der Spaziergänger wird zwar in einem Park verschiedenartige Bäume wahrnehmen, aber kaum in der Lage sein, anschließend ihre typischen Merkmale – z. B. Form des Stammes, der Blätter, Art der Rinde usw. – wiederzugeben.

Beobachten bzw. Betrachten ist mehr als bloßes Wahrnehmen. Es ist ein aufmerksames, bewusstes Erfassen von Erscheinungen, eine aktive Auseinandersetzung mit dem Gegenstand oder Vorgang. Es macht seine Eigenart deutlich, lässt Einzelheiten erkennen. Von der Definition her kann zwischen dem *Betrachten* ruhender Objekte und dem *Beobachten* von Vorgängen unterschieden werden.

Der Prozess des Beobachtens bzw. Betrachtens schließt verschiedene *Wahrnehmungs-* und *Denkvorgänge* ein. „Alles Beobachten ist nicht nur ein Wahrnehmen, sondern auch ein Urteilen und Schließen“ (KERSCHENSTEINER 1963). Damit dieses Zusammenspiel von Wahrnehmen und Denken gelingt, muss konzentriert mit ausreichend Zeit gearbeitet werden können. Um zu Anschauung und Erkenntnis zu gelangen, bedarf es schließlich der *Versprachlichung*. „Nur durch die Sprache können wir von Gegenständen und Erscheinungen der Natur, dem konkret Gegebenen, zur Abstraktion, d. h. von der Anschauung zu Begriff und Urteil

gelangen“ (GRUPE 1977). Beobachten und Betrachten sind daher immer mit Beschreiben und Benennen verbunden.

Eine wertvolle Hilfe zum sorgfältigen Beobachten und Betrachten ist das *Zeichnen*. Es zwingt zum genauen Hinsehen, zur Erfassung der Gestalt und der Maßverhältnisse. Beim Zeichnen muss das Wesentliche eines Objekts erfasst werden. Eine große Herausforderung für die Schüler/innen ist die Transformation von dreidimensionalen Gegenständen auf die ebene Fläche. In dieser Hinsicht ist das Zeichnen auch eine Arbeitstechnik zum Üben der Denkfähigkeit.

Beobachten und Betrachten sind grundlegende Arbeitsweisen. Sie sind Basis für die weiteren Erkundungsformen des Untersuchens und Experimentierens und auch für den Einsatz visueller Medien unentbehrlich.

Beobachten und Betrachten bedürfen der *Anleitung* und *Übung*, damit die Schüler/innen mit dieser Arbeitsform vertraut werden. Dies gilt insbesondere für unser Zeitalter der Medienflut. Heute wird jeder durch Fernsehen, Funk, Film, Zeitschriften, Computer und andere Medien mit optischen und akustischen Eindrücken übersättigt. In rascher Folge wechseln die Bilder; das Außergewöhnliche, das Sensationelle zieht den Blick auf sich. Deshalb ist es nicht leicht, die Schüler/innen zum ruhigen Betrachten von Naturobjekten zu führen, die zum Alltäglichen unseres Lebens gehören und oft nichts Besonderes an sich haben. Es bedarf des ganzen erzieherischen Einsatzes, um zum genauen Beobachten, zum Verweilen am einzelnen Objekt anzuregen. Hierbei sind Beobachtungsaufträge hilfreich, vor allem wenn sie nicht pauschal formuliert, sondern differenziert auf Merkmale ausgerichtet sind, die biologisch Wesentliches aussagen. Beobachten darf sich auch nicht allein auf das Wahrnehmen mit dem Auge beschränken. Der Mensch hat für das Wahrnehmen mehrere Sinneskanäle, er kann nicht nur sehen, sondern auch hören, riechen, schmecken, tasten. Nach Möglichkeit sollten diese weiteren Sinnesempfindungen mit einbezogen werden. Vor allem für Freilandarbeiten wird ein „Beobachten mit allen Sinnen“ vorgeschlagen: Die Schüler/innen achten auf Vogellaute, nehmen den Modergeruch vom Waldboden wahr, ertasten die Rauheit einer Borke usw. Gerade durch das Betätigen aller Sinne lässt sich Natur intensiver erleben, wird der emotionale Bereich mit angesprochen. Aufgeschlossenheit und Liebe zur Natur können so gefördert werden.

6.1.2 Betrachten – Sammeln

Beim Betrachten ruhender Objekte geht es vor allem um das Erkennen und Beschreiben der Gestalt eines Lebewesens oder seiner Teile. Der Schüler/die Schülerin soll mit der Form und dem Aussehen vertraut werden, er/sie soll lernen, das Wesentliche zu erfassen und zu beschreiben, z.B. besondere morphologische Merkmale eines Greifvogels, des Maulwurfs, eines Insekts, eines Pflanzen- und Fleischfressergebisses, Bestandteile einer Blüte, Bau eines Blattes, einer Frucht, eines Samens.

Als lebende Objekte werden im Schulzimmer hierfür vor allem Pflanzen verfügbar sein. Bei tierkundlichen Themen müssen häufig Stopfpräparate, Einschluss-

präparate, Modelle und gelegentlich auch Bildtafeln, Abbildungen, Dias an die Stelle des lebendigen Objektes treten. Das sollte aber nicht zu einem Übergewicht an Medienbiologie führen.

Dem Betrachten geht, vor allem in der Unter- und Mittelstufe, das Sammeln oder Zusammentragen von Objekten voraus, z.B. Laubblätter, Samen und Früchte, Fraßstücke von Tieren. Es ist eine grundlegende Arbeitsweise für jüngere Schüler/innen und kommt ihrem Tätigkeitsdrang entgegen. Der Lehrer/die Lehrerin sollte besonders in den Grundschulklassen immer wieder Anregungen dazu geben, um die natürliche Freude der Schüler/innen dieses Alters am Sammeln und Ordnen zu nutzen und zugleich zum genauen Betrachten zu erziehen. Verbunden mit dem Sammeln und Betrachten ist das Benennen, schließlich das Vergleichen und Ordnen (z.B. nach Größe, Farbe, besonderen Merkmalen).

Bei der Objektbetrachtung kann auch der Tastsinn mit herangezogen werden. Die Schüler/innen ertasten die Rauheit eines Ulmenblattes, das weiche Gefieder einer Eule (Stopfpräparat), die unterschiedliche Struktur von Blättern krautiger Pflanzen an feuchten und trockenen Standorten usw.

Bei Grundschülerinnen und -schülern kann gelegentlich mit dem Ertasten ein Erraten von Objekten – in einem Sack oder einer Schachtel („Fühlbox“) – verbunden sein. Auf diese Weise kann spielerisch motiviert werden. Auch naturkundliche Museen und Informationshäuser bedienen sich dieser Möglichkeiten, um Kinder für die Natur zu interessieren.

6.1.3 Beobachten von Vorgängen

Das Beobachten ist umfassender als das Betrachten und beschreibt Veränderungen in Raum und Zeit. Beobachtungen erfordern Ruhe und Ausdauer. Es gibt hierzu eine Fülle von Möglichkeiten in der freien Natur, im Zoo, im Klassenzimmer. Wenn die Schüler/innen in der Lage sind, diese Arbeitsweise selbstständig auszuführen, bieten sich Beobachtungen auch als vor- und nachbereitende Hausaufgabe an.

Im Folgenden werden einige Beobachtungen zu Entwicklungsvorgängen beispielhaft herausgegriffen. Wachstum und Entwicklung sind Grundphänomene des Lebendigen, das Beobachten solcher Vorgänge lässt das Werden in der Natur miterleben, verknüpft Biologie und Alltag, führt zur Freilandbiologie.

Entwicklungsvorgänge bei Tieren

Seit jeher wird in den Lehrplänen vorgeschlagen, die Entwicklung und Metamorphose von Kaulquappen im Schulaquarium oder die Entwicklung von Raupen in Insektarien zu beobachten. Die Bundesartenschutzverordnung 1980 lässt die Entnahme von Laich oder Kaulquappen der meisten Lurche nicht mehr zu²². Auch die Raupen aller Tagfalter, mit Ausnahme des Kohlweißlings und des Rapsweißlings, sind besonders geschützt und dürfen nicht mehr im Klassenzimmer gehalten werden.

²² Es ist die Genehmigung der unteren Naturschutzbehörde einzuholen. Sie wird in der Regel für Lehrzwecke erteilt.

ten werden. Deshalb wird für verschiedene Schülerjahrgangsstufen vorgeschlagen, die Entwicklung von Mehlkäferlarven („Mehlwürmer“) zu Mehlkäfern im Unterricht zu verfolgen. Diese Tiere sind z. B. als Tierfutter in Zoohandlungen erhältlich; sie sind leicht in größerer Anzahl zu halten und zu züchten, sodass für Gruppenarbeit genügend Exemplare zur Verfügung stehen.

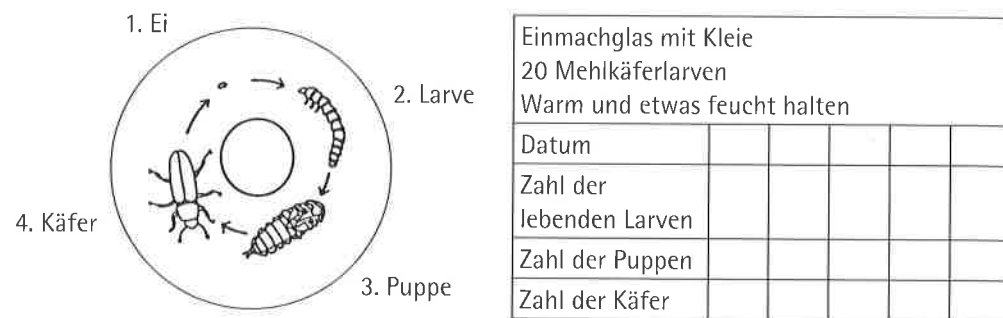


Abb. 29: Die Entwicklung des Mehlkäfers

Entwicklungsvorgänge bei Pflanzen – phänologische Beobachtungen

Zu den traditionellen Beobachtungsaufgaben zählen Keimung und Entwicklung von Bohnensamen, von Getreidekörnern, das Austreiben von Barbarazweigen usw. Hier soll auf die Bedeutung phänologischer Beobachtungen hingewiesen werden. Darunter versteht man das Beobachten des Eintretens bestimmter Ereignisse oder Entwicklungsphasen im Jahreslauf. Solche Freilandbeobachtungen vermitteln den Kontakt zur Natur, führen zum Naturerleben. Es gibt hierzu verschiedene Möglichkeiten:

- Beobachten einzelner Pflanzen im Freien und Festhalten ihrer Entwicklung im Laufe einiger Wochen. Beispiel: Eine einzelne Rosskastanie oder Rotbuche, Linde usw. wird vom Ende der Knospenruhe bis zur Blüte beobachtet – mit Protokoll und Skizzen einzelner Knospen. Feststellen des Wachstums von Getreidehalmen bis zum Stäuben (Messen der Höhe); Erstellen einer Wachstumskurve;
- Anlegen eines Frühjahrskalenders, in dem besonders kennzeichnende Entwicklungsereignisse festgehalten werden (hierzu auch das Eintreffen und der erste Gesang von Vögeln);
- Bei Schulen mit größerem Einzugsgebiet vergleichendes Feststellen des Eintretens bestimmter Phasen in der Pflanzenentwicklung, z. B. Aufblühen, Blattentfaltung beim Flieder, bei der Rosskastanie, bei der Schlehe usw. Die Entwicklungsphasen der Pflanzen im Frühjahr sind in größeren Städten dem umgebenden Land meist um einige Tage voraus;
- Beobachten von Tag- und Nachtrhythmus und der Bewegung nach dem Sonnenstand.

Weitere Beobachtungsmöglichkeiten

Nahrungsaufnahme

Art der Nahrungsaufnahme bei Vögeln, Säugern, Raupen, Süßwasserpolyphen usw. Z. B.: Wie frisst der Goldhamster? Was frisst ein Fink, eine Amsel, eine Kohlmeise? Wie kommen sie zu ihrer Nahrung? Speisekarte und Nahrungssuche anderer Vögel. Wie bearbeiten Grünfink und Kohlmeise die Körner am Futterplatz?

Fortbewegung

Z. B.: Wie bewegt sich ein Käfer, eine Schnecke, ein Regenwurm? Wie fliegt der Mauersegler, der Turmfalke, die Lerche, der Sperling? Beobachte den Flügelschlag!

Brutpflege-Revierverhalten

Z. B.: Wie lange brüten Schwalben, Sperlinge? Wie füttern sie ihre Jungen, wie verhalten sich die Jungen bei der Fütterung, wann piepsen sie? Wie verhält sich ein Grünfink am Futterplatz gegen seinesgleichen und gegen andere Vögel? Wie verhält sich ein Hund bei der Begegnung mit anderen Hunden?

Bestäubungs- und Reifungsvorgänge bei Pflanzen

Z. B.: Welche Insekten besuchen die Taubnessel, den Wiesenkerbel, die Schlüsselblume, den Phlox, die Linde? Beobachte das Verhalten eines Insekts auf einer ausgewählten Blüte, wie geht die Bestäubung vor sich? Stelle an der Tulpe die Veränderungen des Fruchtknotens nach der Bestäubung fest! Notiere die Veränderungen einer Kirschblüte während und nach der Blütezeit!

6.1.4 Methodische Hinweise

In Bezug auf die Zeitdauer der Beobachtung unterscheidet man zwischen Kurzzeit- und Langzeitbeobachtung. *Kurzzeitbeobachtungen*, etwa zur Nahrungsaufnahme, zur Fortbewegung von Tieren oder zu einzelnen tierischen Verhaltensweisen, werden im Rahmen einer Unterrichtsstunde durchgeführt. Viele biologische Vorgänge erstrecken sich aber über längere Zeiträume, z. B. Wachstum und Entwicklung. Dann muss zur methodisch aufwändigeren Form der *Langzeitbeobachtung* gegriffen werden. Sie erstreckt sich über die Dauer einer Unterrichtsstunde hinaus oft über einige Tage, ja Wochen. Dabei ist es wichtig, das Interesse der Schüler/innen längerfristig wach zu halten, die Aufmerksamkeit, z. B. durch tägliche Beobachtungsaufgaben, immer wieder auf den Vorgang zu lenken. Außerdem ist eine geeignete Form des schriftlichen Festhaltens des Beobachteten, z. B. durch text- und bildgestützte Protokolle, erforderlich. Hilfreich sind hierbei Sofortbildkameras und die modernen Digitalkameras, da die Bilder ohne lange Entwicklungszeit zur Verfügung stehen.

Weiterhin kann man zwischen *entdeckendem* und *bestätigendem* Beobachten unterscheiden. Die Gewinnung neuer Erkenntnisse ist nur durch entdeckendes Beobachten möglich, wobei der Schüler/die Schülerin möglich selbstständig arbeitet. Das bestätigende Beobachten, bei dessen Beginn die Erkenntnis des beobachteten Sachverhalts bereits vorliegt, dient in erster Linie als zusätzliche Anschauungshilfe. Beim Beschreiben oder Darstellen von Beobachtungen muss fachlich exakt zwischen Beobachtung und Interpretation unterschieden werden. „Was wir beobach-

ten“ und „Wie wir es deuten bzw. erklären“ entspricht verschiedenen geistigen Tätigkeiten (vgl. BAY & RODI 1978, S. 45). Im Hinblick auf das Ziel des Biologieunterrichts, das Wahrnehmungs-, Denk- und Urteilsvermögen zu schulen, sollte zumindest in mittleren und höheren Jahrgangsstufen auf diese Unterscheidung geachtet werden.

Beobachtungsaufgaben bieten sich an:

- als vorbereitende Aufträge zur *Hinführung* auf ein Thema; in dieser Form sollen sie zugleich die Schüler/innen außerhalb der Unterrichtszeit zum selbstständigen Kontakt mit der Natur führen. Die Besprechung der Beobachtungen bildet eine Einstiegsmöglichkeit und zugleich eine Motivation für die neue Thematik.
- während der *Erarbeitung* eines Unterrichtsthemas; Beobachtungen helfen bei der Problemlösung.
- zur *Erweiterung* eines Themas am Ende einer Unterrichtseinheit, z.B. im Sinne des Orientierungswissens: Zusammenstellen ähnlicher Lebewesen oder Erscheinungen in der Umgebung der Schule, ggf. wieder als häusliche Aufträge.

In vielen Fällen ist eine schriftliche Fixierung der Aufträge im Heft zu empfehlen. Auf möglichst klare und eng begrenzte Aufgabenstellung ist zu achten. Kurze Merksätze oder Daten legen das Ergebnis fest. Zahlreiche auf diese Weise gesammelte Fakten regen zu weiteren Beobachtungen an.

Das Anlegen von Schemata, Arbeitsblättern oder vorbereiteten Tabellen, in denen der Beobachtungsauftrag festgelegt ist, erleichtert besonders jüngeren Schülerinnen und Schülern die Durchführung solcher Aufgaben und erzieht zum genauen Hinsehen. Allmählich sollten die Schüler/innen allerdings dazu kommen, auch selbstständig Naturbeobachtungen anzustellen und dabei Wesentliches zu erfassen.

Name des Vogels	Grünfink	Kohlmeise
Größe vgl. Sperling, Amsel, Tauben	wie Sperling	kleiner als Sperling
Farbe	gelblich-grün	oben grau-grün, unten gelb ...
Schnabelform	dick, kräftig (Kegelschnabel)	kurz
besonders auffallende Merkmale (Verhalten)	lässt andere nicht ans Futter	sehr lebhaft, turnt herum
Art der Nahrungs- aufnahme	zerkleinert die Körner im Schnabel	hämmer Körner auf, pickt Löcher hinein

Abb. 30: Beispiel für Beobachtungstabelle: Vögel am Futterhäuschen

6.1.5 Vergleichendes Beobachten und Betrachten

Begriff, Bedeutung und Eigenart

Beim *Vergleichen*²³ werden mindestens zwei Objekte oder Vorgänge (real oder in unserer Vorstellung) einander gegenübergestellt und zueinander in Beziehung gesetzt. Dabei sind einerseits Unterschiede, andererseits Gemeinsamkeiten oder Ähnlichkeiten festzustellen. Das Vergleichen ist unentbehrlich für die biologische Erkenntnisgewinnung. Viele Teilgebiete sind ohne vergleichendes und ordnendes Vorgehen nicht denkbar, z.B. Systematik, Evolution, vergleichende Anatomie. Auch im täglichen Leben wie in der Sprache spielt das Vergleichen, bewusst oder unbewusst, vom Kindesalter an eine große Rolle. Obwohl das Verfahren des Vergleichens auch beim Untersuchen und Experimentieren möglich ist, spielt der Vergleich im Biologieunterricht hauptsächlich bei den Arbeitsweisen des Beobachtens und Betrachtens eine Rolle.

Die folgenden Gesichtspunkte sollen die hohe Bedeutung des vergleichenden Arbeitens verdeutlichen:

- Der Schüler/die Schülerin wird mit einer für die Biologie typischen Arbeitsweise vertraut.
- Die Exemplarität, der Modellcharakter eines Phänomens, wird nur im Vergleich mit ähnlichen Objekten oder Erscheinungen deutlich.
- Der Vergleich ermöglicht es, allgemeine Aussagen oder abstrakte Begriffe zu erschließen, z.B. biologische Gesetzmäßigkeiten, verwandtschaftliche Gruppierungen, morphologische Typen.
- Hat der Schüler/die Schülerin nur ein einzelnes Objekt vor sich, so kann er/sie kennzeichnende Merkmale leicht übersehen. Erst das Vergleichen mit dem Andersartigen oder Ähnlichen lässt das Wesentliche deutlicher hervortreten.
- Die Beobachtungsimpulse kommen beim Vergleich von den Objekten selbst, während bei Einzelobjekten meist eine Anleitung in Form von Beobachtungsaufgaben erforderlich ist.
- Das Beobachtungsvermögen wird geschult, ebenso die sprachliche Ausdrucksfähigkeit. Über das bloße Aufnehmen durch die Sinnesorgane hinaus, erfordert das Vergleichen kritisches Prüfen und übt die Fähigkeit, zu abstrahieren.
- Das vergleichende Untersuchen von Objekten und Vorgängen fördert Aufmerksamkeit und Interesse.
- Der Vergleich bringt Abwechslung in das unterrichtliche Geschehen. Er führt weg von der Gefahr der eintönigen monografischen Behandlung von Pflanzen und Tieren, er regt zum selbstständigen Denken und Handeln an.

RÜTHER & STEPHAN-BRAMEYER (1984) konnten in einer Untersuchung mit 203 Schülerinnen und Schülern der 5. Jahrgangsstufe von Hauptschulen in Köln empirisch zeigen, dass die vergleichende Beobachtung biologischer Phänomene vorteilhafter für den Lernerfolg ist als die monografische Beobachtung bzw. Betrachtung von Einzelercheinungen. Sie folgern daraus, dass die für die Bewältigung der Lernaufgabe „Beobachtung biologischer Phänomene“ notwendigen internen kognitiven Operationen demnach durch die wahrnehmungs- und erkenntnisfördernden Funktionen des Vergleichs unterstützt werden.

²³ Literatur z.B. Hamann 2003, Hamann & Bayrhuber 2003, Sula 1968, Stephan-Brameyer 1985

Die Beobachtungen wurden an Filmausschnitten und an Realobjekten durchgeführt (z.B. vergleichen- de Betrachtung von Fichten- und Tannenzweig – Betrachtung eines Fichtenzweiges). Zur Generalisier- barkeit dieser Aussagen müssten weitere Untersuchungen ähnlichen Inhalts durchgeführt werden.

Vergleichsmöglichkeiten, Beispiele

1. *Vergleich von Arten und systematischen Gruppen*
 - a) Zur Erarbeitung kennzeichnender Artmerkmale oder allgemein- bzw. angewandt-biologischer Aspekte (Anpassung, Ernährungs- und Fortpflanzungsweise, Domestikationsgrad usw.), z.B.:

Haushund – Wolf	(Haustier – Wildtier)
Feldhase – Kaninchen	(Feld-, Höhlenbewohner)
Mauerpfeffer – Sumpfdotterblume	(Pflanzen an trockenen und feuchten Standorten)
Apfel – Kirsche	(Blütenbau, Ausbildung der Früchte)
 - b) Zur Erarbeitung von Bauplänen und systematischen Begriffen, entweder unter Heranziehung von Arten gleicher systematischer Gruppen, z.B.:

Taubnessel, Salbei, Günsel – Familie der Lippenblütler	
oder von Arten verschiedener systematischer Gruppen, z.B.:	
Delfin – Kabeljau	(Säugetier – Fisch)
Molch – Eidechse	(Lurch – Kriechtier)
Salbei, Taubnessel – Esparsette, Bohne	(Lippen-, Schmetterlingsblütler)
Tulpe, Narzisse – Hahnenfuß, Hederich	(Ein-, Zweikeimblättrige).
2. *Vergleich von Organen, Organsystemen und ihrer Funktionsweise*
 Verdauungstrakt eines Pflanzen- und Fleischfressers;
 Linsen-, Facettenauge;
 Haut-, Lungen-, Kiemen-, Tracheenatmung;
 Nahrungsspeicher verschiedener Pflanzen, z.B.: Knolle, Wurzelstock, Zwiebel.
3. *Vergleich von Entwicklungsabläufen und Entwicklungsstadien*, z.B. bei Amphibien, Insekten, von Fortpflanzungsvorgängen, z.B. Wind- und Insektenbestäubung bei Pflanzen, (un)geschlechtliche Fortpflanzung im Pflanzen- und Tierreich; Generationswechsel.
4. *Vergleich von Ökosystemen (ökologische Vergleiche)*
 Z.B.: Wald – offene Flur; Nadelwald – Laubwald – Mischwald;
 trockener Hang – feuchter Wiesengrund;
 eutrophes – oligotrophes Gewässer.

Diese und andere Möglichkeiten des Vergleichens können Inhalt eines eigenen unterrichtlichen Vorhabens im Rahmen einer Stunde oder einer ganzen Lehreinheit sein. Das Vergleichen kann aber auch, wie andere Arbeitsweisen, kurzzeitig an geeigneter Stelle in den Unterrichtsverlauf einbezogen sein.

6.2 Untersuchen

6.2.1 Begriff, Bedeutung, Beispiele²⁴

Beim *Untersuchen* wird, über das Beobachten bzw. Betrachten hinaus, in das Objekt eingegriffen, Hilfsmittel finden Verwendung. Ein Naturobjekt wird zerlegt,

²⁴ Literatur z.B. König & Röpke 1993, Knutzen 1993, Wilmes 1993

zerschnitten, mit Chemikalien versetzt. Pinzette, Messer, Schere, Präpariernadel, optische und andere Geräte (Lupe, Mikroskop, Thermometer) werden benötigt. Das Untersuchen dient dem genaueren Kennenlernen von Strukturen und Organen. Bei ökologischen Untersuchungen werden einzelne Umweltfaktoren, meist mithilfe von Messgeräten, erfasst; den Beziehungen in einem Ökosystem wird nachgegangen.

Beispiele für Untersuchungsobjekte:

- Pflanzen und Pflanzenteile, insbesondere Blüten, Früchte und Samen (Apfel, Erbse, Getreidekorn), Rindenstücke (z.B. mit Borkenkäferfraß)
- Tote Insekten. An der Stubenfliege oder der Honigbiene (vom Imker!) können die Schüler/innen den Bau eines Insektes kennenlernen; einzelne Teile, wie das Bein der Honigbiene mit den Sammeleinrichtungen, werden genauer untersucht.
- Wirbeltiere und ihre Organe. Das Präparieren oder Sezieren ganzer Wirbeltiere erscheint aus erzieherischen Gründen problematisch. Infrage kommt hierfür allenfalls das Präparieren eines Fisches. Geeigneter sind einzelne Organe von Schlachttieren, z.B. das Schweineherz oder der Augapfel eines Rindes.

Bei Untersuchungen an toten Tieren ist auf die emotionale Einstellung der Kinder stets Rücksicht zu nehmen.

Ökologische Untersuchungen im Freiland umfassen z.B.:

- Aufnehmen eines Pflanzenbestandes²⁵
 Zur Bestandsaufnahme wird z.B. eine Böschung (ca. 15 m²) oder ein kleiner Waldbereich (ca. 200 m²) abgegrenzt und die vorkommenden Pflanzenarten – je nach Jahrgangsstufe und Kenntnissen mehr oder minder vollständig – bestimmt und notiert. Im Wald erfolgt die Aufnahme nach Schichten getrennt. Vergleiche mit anderen Standorten sind möglich (feuchte/trockene Wiese; Fichten-/Laubmischwald).
- Feststellen abiotischer Faktoren
bei terrestrischen Ökosystemen:
 Messen der Lufttemperatur an sonnigen Tagen in geringer Höhe (70 cm) über dem Boden vergleichend in verschiedenen Biotopen, z.B. Wald – offene Flur; Messen der Bodentemperatur, z.B. der Bodenoberfläche, in 2 cm, 5 cm Tiefe; Messen der Luftfeuchtigkeit in verschiedenen Biotopen;
 Messen des Lichteinfalls an verschiedenen Stellen im Wald (vgl. Abb. 22, Abschnitt 5.3.6);
 Feststellen des Kalkgehaltes im Boden (Aufbrausen mit 10 %iger Salzsäure) und des Säuregrades (pH-Teststreifen oder pH-Messgerät);
 Feststellen des Anteils an groben und feinen Bestandteilen und damit der Bodenart (Schlamm-analyse des Bodens in Reagenzgläsern oder im Schlammzylinder). Erforderliche Geräte: Schleuderthermometer, Bodenthermometer, Hygrometer, Luxmeter, pH-Teststreifen oder pH-Meter, Schlammzylinder, Reagenzgläser usw.

²⁵ Literatur z.B. Walter 2001, Winkel 1981

bei aquatischen Ökosystemen:

Feststellen der Gewässergüte;

Messen des Sauerstoffgehalts/des biologischen Sauerstoffbedarfs (BSB);

Messen chemischer Inhaltsstoffe: Nitrat, Nitrit, Phosphat, Gesamthärte;

- Aufdecken von Beziehungen in einem Ökosystem, etwa: Verteilung der Pflanzen am Waldboden und Lichteinfall, Frühjahrs- und Sommeraspekt der Krautschicht des Waldes in Abhängigkeit vom Lichteinfall, Frühjahrs- und Sommeraspekt einer Wiese (Beziehung zum Schnitt).
- Durchführen von Untersuchungen zu Vorgängen im Waldboden (Ackerboden), z. B. Bodentiere fangen. Anzahl und Formen feststellen (mithilfe von eingegrabenem Bechern bzw. Berlesetrichter); vermodernde Schichten untersuchen (sehen, riechen, tasten); Laub verschiedener Zersetzungsstadien vergleichen; Beziehung zum Stoffkreislauf (vgl. Kap. 10.5).

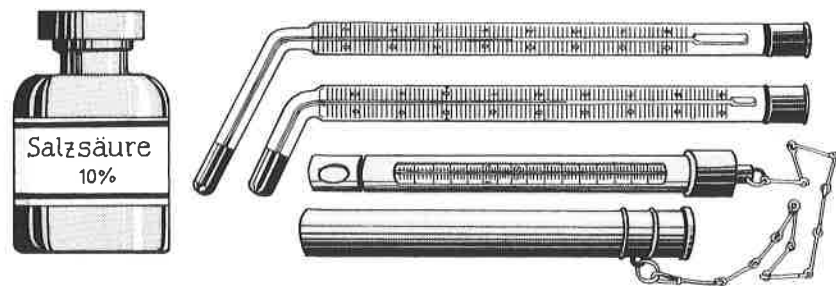


Abb. 31: Für standortkundliche Untersuchungen: Schleuderthermometer, Bodenthermometer (zur Messung in verschiedener Bodentiefe)

Für Beobachtungen und Untersuchungen zur *Umweltbelastung* kommen infrage z. B.

- Verschmutzungsgrad von Wasserläufen ober- und unterhalb von Ortschaften (Trübung vergleichen), Verpilzung, Sauerstoffgehalt, weitere chemische Nachweise
- Staubbodenniederschlagsmessungen mittels Haftfolien
- Schäden an Nadelhölzern (Vergilbungen, Kronenverlichtung)
- Lärmmessungen mit dem Schallpegelmessgerät

6.2.2 Kenn- und Bestimmungsübungen

Kenn- und Bestimmungsübungen basieren auf den Arbeitsweisen des Beobachtens, Vergleichens und Untersuchens und dienen dazu, Formen- und Artenkenntnisse zu sichern und zu erweitern (siehe Kapitel 10.3). Daneben haben sie aber auch formale Funktion, indem sie zum genauen Hinsehen und zum sorgfältigen Arbeiten erziehen. Kenn- und Bestimmungsübungen erfolgen in der Regel an den originalen Lebewesen und sind daher gut geeignet, Freude und Interesse an der Natur zu wecken und zu fördern.

Ziel von Kennübungen ist das Einprägen der Gestalt mit den kennzeichnenden Merkmalen und des dazugehörigen Namens durch wiederholtes Bewusstmachen. Geeignet sind hierzu alle Präsentationsformen von Lebewesen, im Original oder als Abbilder. Kennübungen können durchgeführt werden im Verlauf einer Unterrichtsstunde, auf Unterrichtsgängen, auf Ausstellungen in der Schule oder an außerschulischen Lernorten oder im Rahmen der 5-Minuten-Biologie²⁶. Zu empfehlen ist das Anlegen eines Heftchens, in dem Pflanzen und Tiere eingetragen werden. Zusatzinformationen über das jeweilige Lebewesen, z. B. zur Geschichte (Biber), zu Nutzanwendungen (z. B. Heilpflanzen, Kräuter) oder sonstigen Auffälligkeiten, verstärken den Behaltenseffekt.

Bestimmungsübungen sind fachlich anspruchsvoller und zeitaufwändiger. Für sie muss in der Regel eine eigene Übungseinheit vorgesehen werden. Bestimmungsübungen benötigen spezielle Hilfen in Form von selbst gefertigten oder käuflichen Bestimmungshilfen²⁷ (vgl. Kapitel 10.3). Bestimmungshilfen mit dichotomen Bestimmungsschlüsseln sind für die Grund- und Hauptschule weniger geeignet, da – abgesehen von wenigen einfachen Bestimmungsgängen – die Fachsprache zu den Bestimmungsmerkmalen sehr umfangreich ist, der Bau von Pflanzen und Tieren ziemlich genau bekannt sein muss und durch das Fehlen von Bildern ein erhebliches Abstraktionsvermögen vorausgesetzt wird. Besser geeignet sind für diese Schularten die bebilderten Bestimmungsbücher, wobei es besonders für die Grundschule ratsam ist, Bestimmungshilfen mit einer begrenzten, auf den Fundort zugeschnittenen Anzahl von Objekten selbst zu fertigen.

6.2.3 Arbeiten mit Lupe und Mikroskop²⁸

Wichtige optische Hilfsmittel sind Lupe und Mikroskop. *Handlupen* (6–10fache Vergrößerung) sind sehr einfach zu handhaben und können schon in der Grundschule eingesetzt werden. Die Schüler/innen betrachten damit z. B. Blütenteile, Keimlinge in Samen, kleine Tiere. Die fachgerechte Verwendung einer Lupe sollte genau geübt werden. Die Schüler/innen halten die Lupe meist zu weit vom Auge weg, so wie man eine Leselupe einsetzt. Die Handlupe gehört aber möglichst nahe ans Auge. Zur Beobachtung von Kleinstlebewesen eignen sich *Becherlupen* aus unzerbrechlichem Kunststoff. Im abnehmbaren Deckel ist eine Lupe mit 2–4facher Vergrößerung eingearbeitet. Luftlöcher im Deckel versorgen die Tiere mit Sauerstoff. Am Boden dieser Lupen ist meist noch ein Größenmaßstab eingelassen.

Die nächste Stufe sind *Stereomikroskope*, die auch mit der Bezeichnung Stereolupe, Binokularlupe oder Präpariermikroskop im Handel sind. Sie vergrößern in der Regel 10–40fach bei meist kontinuierlichem Vergrößerungswechsel und arbeiten mit Auflicht. Da das Bild dreidimensional, seitenrichtig und aufrecht ist, eine

²⁶ Die 5-Minuten-Biologie steht am Anfang einer Unterrichtsstunde und hat i. d. R. keinen Bezug zum folgenden Stundenthema. Ziel ist zumeist die Erweiterung der Formenkenntnisse.

²⁷ Empfehlenswerte Bestimmungsbücher: z. B. Engelhardt 2003, Stichmann-Marny, Stichmann & Kretschmar 2003, Chinery 2004, Eisenreich, Handel & Zimmer 2004, Haymann & Hume 2004, Mitchell & Wilkinson 2004, Aichele & Golte-Bechtle 2005, Schauer & Caspari 2005

²⁸ Praktische Hinweise zur Mikroskopie z. B. in: Dietle 1983, Bay & Rodi 1983, Jäkel 2005, Knoll 1987, Jungbauer 1990, Oxlade & Stockley 1991, Nachtigall 1994



Abb. 32: Becherlupe

große Tiefenschärfe besitzt und der Arbeitsabstand zwischen Objekt und Objektiv 5–10 cm beträgt, ist für die Bedienung dieses Geräts keine lange Einarbeitungszeit erforderlich. Sogar einige Zentimeter große Objekte, wie z. B. kleinere Tiere oder eine Blüte als Ganzes, lassen sich ohne vorbereitenden Präparieraufwand untersuchen, und die Schüler/innen finden sich im optischen Abbild aufgrund der „überschaubaren“ Vergrößerung schnell zurecht.

Der Umgang mit mono- oder binokulären *Mikroskopen* ist anspruchsvoller und bedarf, vor allem beim erstmaligen Einsatz, einer gewissen Einarbeitungszeit. Trotzdem sollte jeder Schüler/jede Schülerin im Laufe seiner/ihrer Schulzeit Einblicke in die mikroskopische Dimension erhalten und im Biologieunterricht z. B. die Vielfalt der Organismen in einem Wassertropfen erleben und den zelligen Aufbau eines Blattes, eines Stängels, der menschlichen Haut erkennen. Der Aufbau der Lebewesen aus Zellen ist eine der elementaren Einsichten, die auf jeden Fall am lebenden Objekt erfahren werden soll. Zur Ausrüstung jeder modernen Schule gehört deshalb eine genügende Anzahl von Mikroskopen.

Für *Schülermikroskopie* genügt eine 200–400fache Vergrößerung. Die Vergrößerung eines Mikroskops ergibt sich aus der Multiplikation der Objektiv- und Okularvergrößerung. Beim Kauf der Geräte ist zu berücksichtigen, dass nicht allein eine starke Vergrößerung die Güte und Verwendbarkeit eines Mikroskops bedingt. Entscheidend für die Qualität des mikroskopischen Bildes ist vor allem das sog. Auflösungsvermögen, d. h. die Leistung des Linsensystems, nahe beisammen liegende Punkte oder Strukturen noch getrennt abzubilden, sie „aufzulösen“.²⁹ Eine Ansteckleuchte sorgt für die Beleuchtung der Präparate von unten (Hellfeld-Durchlicht-Mikroskopie). Mit einer Blende kann der Lichteinfall variiert werden, um die Objekte kontrastreich erscheinen zu lassen. Zur Aufnahme der Präparate dienen Objektträger, das sind kleine rechteckige Glasplatten. Zum Schutz der Objektive werden auf die Objekte dünne Glasplättchen, die Deckgläschen, gelegt. Die zu untersuchenden *Objekte* sollten selbst hergestellt werden. Für das häufig verwendete Durchlichtmikroskop müssen sie, damit sie vom Licht der Mikroskopbeleuchtung durchdrungen werden, sehr dünn sein. Man erreicht das, indem man die Objekte zerzupft, ggf. Häutchen abzieht oder sie sehr dünn schneidet. Lebensfrische Präparate werden auf dem Objektträger auf einen Wassertropfen gelegt, dann kommt das Deckgläschen darüber. Eine Alternative bieten käufliche Fertigpräparate. Sie ersparen einerseits die zeitaufwändige Fertigung und präsentieren die Objekte, unterstützt durch eine adäquate Färbetechnik, klar und deutlich. Das ist vor allem bei den ersten Versuchen der Schüler/innen am Mikroskop von Vorteil. Auch für Objekte, deren Herstellung Erfahrung und Geschick erfordert oder mit schulischen Mitteln schwierig ist (z. B. tierische Gewebe), sind Fertigpräparate angebracht. Andererseits fehlt aber die Unmittelbarkeit des selbst

²⁹ Die auf dem Objektiv aufgeprägte sog. numerische Apertur gibt einen Hinweis auf die Größe dieses Auflösungsvermögens.

hergestellten Objekts. Beim Präparat, das die Lehrkraft oder der Schüler/die Schülerin eigenhändig zurechtmacht, ist der Bezug zu einem lebenden Organismus ganz offensichtlich gegeben. Da mikroskopische Präparate häufig mit dem Ausgangsobjekt nur noch wenig Ähnlichkeit haben und die Abstraktionsfähigkeit der Schüler/innen stark fordern, sind Fertigpräparate nur zu verstehen und zu interpretieren, wenn man erfahren hat, auf welche Weise und mit welchen Methoden sie entstanden sind.

Präparate, die leicht hergestellt werden können, sind z. B.:

- Oberhaut der Zwiebelschuppen: Zwiebel zerschneiden, mit Pinzette die Oberhaut einer Schuppe (innen an der konkaven Seite) abziehen; zu erkennen sind Zellwand, Zellkern, Zellplasma, Vakuolen; durch Jod-Jod-Kali-Lösung nehmen Zellkerne eine bräunliche Färbung an und werden besser sichtbar
- Oberhaut (Epidermis) einkeimblättriger Pflanzen, z. B. der Schwertlilie (*Iris* sp.), evtl. auch der Tulpe: Blatt einschneiden, Haut einfach abziehen – Oberhautzellen und Schließzellen mit Spaltöffnungen
- Moosblättchen vom Sternmoos (*Mnium* sp.) oder Drehmoos (*Funaria hygrometrica*): sehr dünne Blättchen, Chlorophyllkörner in den Zellen
- Blättchen der Wasserpest (*Elodea canadensis* oder *densa*): Chlorophyllkörner, Plasmaströmung
- Stärkekörner aus Kartoffelknollen: Knolle durchschneiden und etwas abschaben – zahlreiche freie Stärkekörner und Körner im Zellverband; bei stärkerer Vergrößerung Schichtung des einzelnen Kornes erkennbar
- Zellen (Epithelzellen) aus der Mundschleimhaut des Menschen: Einfach von der Innenseite der Wange vorsichtig schaben – zahlreiche Zellen mit deutlich erkennbarem Kern (leichtes Anfärben mit Methylenblau)
- Leberzellen von Rind oder Schwein
- Einzellige tierische Lebewesen aus *Heuaufgüssen*. Dazu wird zu Leitungs- oder besser Tümpelwasser in einem Glas eine Handvoll Heu oder Stroh zugegeben und offen stehen gelassen. Um mehrere Arten von Protozoen zu erhalten, werden andere Gläser mit verschiedenen Pflanzenteilen, z. B. Mohrrübenscheiben (evtl. Pantoffeltierchen), Petersilie, Blumenkohl (evtl. Glockentierchen), angefaulte Salatblätter (evtl. Trompetentierchen oder Pantoffeltierchen) oder Wasserpflanzen, besetzt. Nach zwei bis vier Wochen sind überall Protozoenkolonien vorhanden. Amöben findet man im Bodensatz älterer Heuaufgüsse, an faulenden Schilfstängeln oder Moosrasen. Es sind immer mehrere Kulturen anzusetzen, um mit größerer Wahrscheinlichkeit die gewünschten Einzeller zu erhalten.
- Einfachste pflanzliche Lebewesen, ein- und mehrzellige Algen: Grüner Überzug von Bäumen und Steinen – meist einzellige kugelige Grünalgen und Blaualgen an den Oberflächen von Tümpeln in Watten von schleimiger Beschaffenheit – Schraubenalgen (*Spirogyra*); braune Überzüge auf Steinen im Wasser oder an Schilfstängeln – Kieselalgen (*Diatomeen*)
- Hahnenfuß (z. B. *Ranunculus repens*): Stängelquerschnitt – Leitbündel
- Tradescantien: Stängelquerschnitt oder einfach Saft aus dem Stängel pressen: Raphiden (= Kristallnadeln aus Kalziumoxalat)

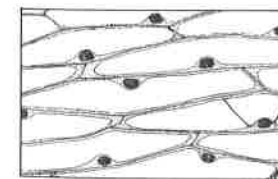


Abb. 33: Zellen der Haut (Epidermis) einer Zwiebel

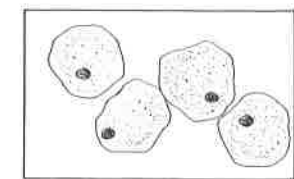


Abb. 34: Zellen der menschlichen Mundschleimhaut

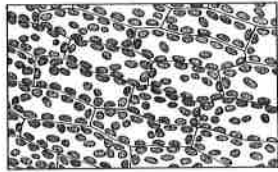


Abb. 35: Zellen eines Moosblättchens mit Chloroplasten (*Funaria hygrometrica* = Drehmoos)



Abb. 36: Einzeller: Amöbe, Pantoffeltierchen, Augentierchen, Kieselalge

Mikroskopieren ist zeitaufwändig, die Lehrkraft muss sich auch vergewissern, ob alle Schüler/innen das Richtige sehen. (Ideal ist natürlich ein gesonderter Mikroskopierkurs im Rahmen des Wahlunterrichts.) Bei größeren Klassen ist die Kombination von mikroskopischen Schülerübungen mit der Mikroprojektion bzw. mit einer Videoanlage (auf das Mikroskop aufgesetzte Fernsehkamera mit Monitor) zu überlegen.

RIEGER (1995) hat in einer vergleichenden empirischen Untersuchung am Thema „Zellen und ihre Bestandteile“ mit insgesamt 619 Hauptschülerinnen und -schülern im Raum Oberbayern die Effizienz der Arbeit mit Schülermikroskopen und mit Videofilm getestet. Dabei brachte der Unterricht mit Mikroskopieren einen signifikant höheren Behaltenserfolg als das Videoverfahren. Über 75% der Schüler/innen bevorzugten in freier Wahl das Mikroskopieren und nannten dabei insbesondere die Selbsttätigkeit als Wahlmotiv (vgl. auch KILLERMANN & RIEGER 1996).

6.3 Experimentieren³⁰

6.3.1 Begriff

Beim Experimentieren wird, wie beim Untersuchen, gezielt in das Objekt eingegriffen (vgl. Abb. 28). Während man aber bei der Untersuchung meist die statischen Elemente manipuliert, geht es beim Experiment um dynamische Abläufe, um Vorgänge. Außerdem verändert der Experimentator die Bedingungen, unter denen das Objekt existiert. Im Regelfall isoliert und variiert er einen Faktor – bei Konstanzhaltung der übrigen – und untersucht damit seine Wirksamkeit auf den Vorgang. Die bestimmenden Kennzeichen des Experiments sind also (vgl. PIETSCH 1954/55) a) die Beobachtung unter *künstlich hergestellten Umständen*, b) die *Isolation* und c) die *Variation eines Parameters*.

In der Wissenschaft werden Experimente bei der induktiven Erkenntnissuche (vgl. Kap. 2.2) eingesetzt. Sie haben die Aufgabe, Hypothesen zu bestätigen oder zu widerlegen. Vereinfacht sieht dabei die Vorgehensweise folgendermaßen aus: Aus Hypothesen werden Einzelfälle abgeleitet und durch Experimente überprüft.

30 Literatur z.B. Falkenhan 1981, Füller 1992, Grosse 1990, Klautke 1990, 1997, Kopeszki 2000, Löwe 1983, Moisl 1988, Probst 1983

Weiterhin erfolgt ein Vergleich mit anderen, durch die Hypothese erfassten und experimentell untersuchten Fälle. Hierbei spielt die Reproduzierbarkeit der Experimente eine entscheidende Rolle. Die Hypothese gilt als bestätigt und erhält ggf. den Rang einer Theorie, wenn die Ergebnisse aller Experimente die Hypothese stützen oder wenn kein einziges Experiment die Hypothese zu Fall bringen konnte.

In der Schulpraxis wird synonym zu „Experiment“ der Begriff „Versuch“ gebraucht. Neben sprachlichen Gründen soll damit ausgedrückt werden, dass kein Experiment im wissenschaftlichen Sinn durchgeführt werden soll. Schulversuche sind meist einfach gehalten, der Ablauf von der Hypothesenbildung bis zur Erkenntnisformulierung verkürzt; dafür stehen Kriterien wie Durchschaubarkeit, Klarheit der Ergebnisse, angemessener Zeitbedarf, geringer Aufwand usw. stark im Vordergrund. Ungünstig ist es, den Begriff „Versuch“ auch auf die „Untersuchung“ auszuweiten, da die beiden Arbeitsweisen doch grundverschieden sind.

6.3.2 Didaktische Bedeutung

Das Experimentieren ist eine sehr anspruchsvolle fachgemäße Arbeitsweise. Sie basiert auf anderen allgemeinen und fachgemäßen Arbeitsweisen. Der experimentierende Schüler muss beurteilen, schlussfolgern, verallgemeinern, beobachten, vergleichen, beschreiben, protokollieren, zeichnen usw. Es überrascht daher nicht, dass das Experiment im Biologieunterricht in vielerlei Hinsicht von Bedeutung ist:

- Das biologische Schulexperiment gibt Einblick in die Methoden der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, es zeigt den Weg zu allgemeinen Gesetzmäßigkeiten auf (Induktion).
- Der Schüler/die Schülerin gewinnt durch das Experimentieren vertiefte Kenntnisse von biologischen Erscheinungen und Zusammenhängen; sein/ihr Wahrnehmungs-, Denk- und Urteilsvermögen wird geschult; dies gilt in besonderem Maße für das entdeckende Experiment.
- Experimentieren bringt den direkten Objektbezug und damit Anschaulichkeit. Es regt die Schüleraktivität an, besonders der Schülerversuch fördert die Selbsttätigkeit.
- Experimentieren steigert die Lerneffektivität. Das zeigen die vielen positiven Erfahrungen im Unterricht; auch gibt es zahlreiche Untersuchungen, die diese Annahmen empirisch belegen (z. B. FÜLLER 1992).
- Durch Anschaulichkeit, Selbsttätigkeit usw. werden erfahrungsgemäß auch die biologische Fragehaltung und das Interesse für biologische Themen gefördert (vgl. LÖWE 1983).
- Schülerexperimente werden meist in Gruppen- oder Partnerarbeit durchgeführt. Da die Zusammenarbeit der Schüler/innen bei der Planung und Durchführung eine wichtige Rolle spielen, kann hierbei die Bedeutung von Teamarbeit einsichtig gemacht und Teamfähigkeit geübt werden.
- Experimentieren fördert den Erwerb technischer Fertigkeiten, die über das Experimentieren hinaus Alltagsbedeutung besitzen.

In diesem Zusammenhang wird betont:

- Experimentieren ist nur dann für den Unterricht effektiv, wenn es sinnvoll in das didaktische Konzept von Unterrichtseinheiten und Unterrichtsstunden eingebaut ist.
- Experimente, bei denen Aufbau und Durchführung von der Lehrkraft wie in einem Kochrezept vorgegeben werden, sind wenig hilfreich. Eine bloß manuelle Betriebsamkeit ohne gedankliche Beteiligung geht am Wesen des Experimentierens vorbei (alternatives Vorgehen vgl. etwa NEUHAUS, SANDMANN & SCHUBERT 2007).
- Experimentieren ist bei einer Reihe von Themen das adäquate Verfahren, um bestimmte Fragen zu lösen. Bei anderen Themen stellen Beobachten, Untersuchen, Modellbilden, Medieneinsatz usw. die methodisch angemessenen Arbeitsweisen dar. Deshalb wird ein Methodenpluralismus, der sich der jeweils sinnvollsten Verfahren bedient, befürwortet. Auch im Hinblick auf das Lernverhalten der Schüler/innen – mehr abstrakt-verbal, visuell oder praktisch orientierte Typen – ist ein Wechsel in den Methoden bzw. Arbeitsweisen stets notwendig.

FÜLLER setzte sich in einer größeren empirischen Arbeit mit der Effizienz biologischer Schulexperimente auseinander. Er bezog 605 Gymnasialschüler/innen der 5. und 7. Jahrgangsstufen in eine Quer- und Längsschnittuntersuchung (letzte über 3 Schuljahre hinweg) ein. Er konnte dabei zeigen, dass Unterricht mit Experimenten höheren kognitiven Erfolg bringt als Unterricht ohne Experimente. Dabei ergab der Unterricht mit Demonstrationsexperimenten mehr Lernzuwachs als der mit Schülerexperimenten. Im affektiven Bereich zeigten die Gruppen mit Schülerexperimenten eine Verbesserung der Einstellung zum Biologieunterricht und größeres Interesse an der Botanik, während Demonstrationsexperimente weder in der Einstellung zum Biologieunterricht noch beim Interesse zu einer Verbesserung führten (vgl. FÜLLER 1992 und KILLERMANN 1998).

Ein bestimmtes unterrichtliches Vorgehen kann also durchaus unterschiedliche Ergebnisse im kognitiven und affektiven Bereich erbringen. Weitere empirische Untersuchungen zur Effizienz der Arbeitsweisen, hier besonders zum Experimentieren, erscheinen notwendig, z.B. für andere Schularten oder andere Jahrgangsstufen.

6.3.3 Formen des biologischen Schulexperiments

In der Schule muss, wie in der wissenschaftlichen Biologie, zwischen *qualitativen* und *quantitativen* Experimenten unterschieden werden. In vielen Fällen wird für den Unterricht das qualitative, leichter durchführbare Experiment genügen. Es erlaubt Aussagen, ob ein Faktor überhaupt einen Einfluss auf den Vorgang hat, und lässt Ja/Nein-Antworten zu, z.B.: Benötigt der Same Wasser zur Keimung? Hat das Licht Einfluss auf pflanzliches Wachstum? Wirkt Zigarettenrauch schädigend auf Kressekeimlinge? Quantitative Experimente sind erheblich exakter und zielen auf zahlenmäßig fassbare Ergebnisse, z.B.: Wie viel CO₂ enthält die Ausatemluft? Wie viel Wasser verdunstet eine Pflanze in einer bestimmten Zeit unter gegebenen Umweltbedingungen? Diese Experimente erfordern meist kompliziertere Geräte und einen höheren messtechnischen Aufwand. Sie werden in der Regel auf mittlere und höhere Jahrgangsstufen beschränkt sein.

Bei der Frage, welche Personen das Experiment durchführen, muss zwischen Schüler- und Lehrerexperimenten unterschieden werden. Das *Schülerexperiment* wird von den Schülerinnen und Schülern allein oder in Gruppen durchgeführt. Es ist hinsichtlich der Motivation, der manuellen und geistigen Selbsttätigkeit sowie der Erziehung zu Arbeitstugenden (Genauigkeit, Ausdauer, Material schonendes Arbeiten) besonders wertvoll.

Nicht jeder Versuch wird jedoch von den Schülerinnen und Schülern selbst durchgeführt werden können. In einer Reihe von Fällen tritt an seine Stelle das *Lehrer- oder Demonstrationsexperiment*; es ist notwendig bei:

- geringer Ausstattung an Experimentiergeräten und Materialien,
- Einsatz kostspieliger Apparaturen,
- hohem Arbeits- oder Zeitaufwand,
- für die Schülerhand zu gefährlichen Materialien (z.B. bestimmte Chemikalien oder starke elektrische Ströme).

Das Demonstrationsexperiment der Lehrkraft, an dem die Schüler/innen durch gedankliches Planen und Auswerten aktiv und intensiv beteiligt sind, kann im kognitiven Erfolg sehr effektiv sein (FÜLLER 1992). In höheren Jahrgangsstufen ist es durchaus möglich, dass auch Schüler/innen – allein oder als „Assistenten“ der Lehrkraft – ein Demonstrationsexperiment durchführen.

Bei der Klassifizierung der Experimente kann weiterhin unterschieden werden, ob sie mit *realen* Materialien durchgeführt werden oder auf einer *virtuellen* Ebene ablaufen. Zu Letzterem rechnet man das Gedankenexperiment und Experimente mit virtuellen Modellen. Schon KERSCHENSTEINER (1963) weist dem Gedankenexperiment, das dem eigentlichen Versuch als gedankliche Vorwegnahme vorausgeht, einen hohen Stellenwert zu. Virtuelle Modelle haben in Form von Computersimulationsprogrammen erst in jüngerer Zeit Einzug in die Schule gehalten (vgl. Abschnitt 7.10.3).

Von der Zeitdauer her, kann, ähnlich wie bei der Arbeitsweise „Beobachten“, zwischen *Kurzzeit-* und *Langzeitexperimenten* unterschieden werden. Erstere lassen sich in den Rahmen einer Unterrichtsstunde einfügen, Letztere erstrecken sich über einige Tage oder Wochen. Viele biologische Vorgänge verlaufen sehr langsam, häufig sind längere Beobachtungszeiten notwendig. Bei solchen Langzeitexperimenten muss die Lehrkraft versuchen, die ursprünglich vorhandene Aufmerksamkeit weiter aufrechtzuerhalten, den Blick wiederholt auf die Versuchsanordnung zu lenken. Regelmäßiges Notieren des Versuchsablaufes, ggf. wiederholtes Messen, Wägen und entsprechendes Protokollieren im Schülerheft tragen dazu bei.

Zu vielen biologischen Schulexperimenten gibt es heute brauchbares Filmmaterial. Der Einsatz solcher Filme oder anderer Medien zu Experimenten ist aber nur in folgenden Fällen zu bejahen:

- zu hoher Zeitaufwand für den Versuch
- zu großer Material- und Gerätebedarf, schwierige Durchführung
- Versuche mit Tieren, z.B. verhaltenskundlicher Art (auch im Unterrichtsfilm keine Versuche, die Tieren Schmerz zufügen!)

- zur Wiederholung eines schon durchgeführten Lehrer- oder Schülerexperiments.

Unter methodischen Gesichtspunkten sollte der Film nur an die Stelle der manuellen Versuchsdurchführung treten, die übrigen Phasen eines biologischen Schulexperimentes sollten im Unterricht beibehalten werden. Dasselbe gilt für die Darstellung von Versuchen anhand von Dias oder anderen Medien.

Einteilung	Experimente		
nach der Genauigkeit der Ergebnisse	qualitativ		quantitativ
nach der auszuführenden Person	Lehrer	Demonstration (Lehrer/innen + Schüler/innen)	Schüler/innen
nach der Abstraktionsebene	mit realen Objekten	mit realen (Funktions-) Modellen	mit virtuellen Modellen
nach dem Zeitbedarf	kurze Zeitspanne		längerer Zeitraum
nach der didaktischen Funktion	einleitend	klärend	bestätigend

Abb. 37: Einteilung der Experimente nach verschiedenen Gesichtspunkten

6.3.4 Didaktische Funktion des Experiments

Das Experiment kann mit unterschiedlicher didaktischer Intention eingesetzt werden und findet dann an jeweils anderer Stelle (didaktischer Ort) im Verlauf des Unterrichts statt. Man unterscheidet:

- *das einleitende Experiment*

Es steht am Anfang einer Unterrichtseinheit oder -stunde und dient als motivierender Einstieg. Einleitende Experimente beinhalten oftmals das Moment der Überraschung oder der Provokation und fordern Neugierde, Erstaunen oder Widerspruch heraus. Meist handelt es sich um ein Demonstrationsexperiment der Lehrkraft.

Z.B. kann ein Versuch über die Wasserkapazität eines Mooses (feuchtes und trockenes Moospolster wiegen) zu Überlegungen über die Rolle der Moose im Wasserhaushalt anregen; Versuche zur CO₂-Ausscheidung in der Atemluft (Luft in Baryt- oder Kalkwasser leiten) führen in das Kapitel „Atmung und ihre Aufgaben“ ein; der Versuch zur Trockenresistenz des Mauerpfeffers (blühende Pflanze längere Zeit nicht gießen) steht am Anfang einer Unterrichtsstunde über Trockenanpassung dieser Pflanze.

- *das klärende Experiment*

Es ist als schulische Abwandlung des Forschungsexperiments der zentrale Experimenttyp. Er dient der Lösung aufgeworfener Fragen oder Probleme und versucht, gemäß der induktiven Erkenntnisuche, die Vermutungen zur Problemlösung zu bestätigen oder zu widerlegen. Der didaktische Ort ist die Phase der Problemlösung (siehe Abschnitt 9.2.1).

Da der Lehrkraft die Ergebnisse vor der Durchführung bekannt sind, könnte man einwenden, dass nur nachvollziehend experimentiert werden kann, es eigentlich nichts Neues zu „klären“ gibt. Aus Schülersicht sieht die Sache aber anders aus. Sie sollen in der Schule keine neuen Gesetze im Sinne der Naturwissenschaft entdecken, für sie sind aber die der Fachwissenschaft bekannten gesetzmäßigen Zusammenhänge neue „Entdeckungen“. Die Lehrkraft muss sich allerdings zurückhalten und dem Schüler bzw. der Schülerin bei der Versuchsplanung und -durchführung entsprechende Gestaltungsfreiheiten lassen. Auch falsche Lösungsansätze gehören in diesem Fall zur Problemlösung.

- *das bestätigende Experiment*

Es hat dieselbe didaktische Funktion wie das bestätigende Beobachten: Die auf andere Weise gewonnene Erkenntnis liegt bereits vor und wird nochmals auf experimentelle Weise überprüft. Das bestätigende Experiment dient als zusätzliche Anschauungshilfe und als Maßnahme zur Sicherung, Übung und Wiederholung des Gelernten. Der didaktische Ort liegt zeitlich nach der Problemlösung.

Beispiel: Die Entstehung von Stärke und Sauerstoff bei der Fotosynthese wurde mittels Film und Lehrbuch erarbeitet. Die Erkenntnisse werden dann anhand des bekannten Experiments zur Sauerstoffentstehung bei der Wasserpest bestätigt.

6.3.5 Methodischer Aufbau des biologischen Schulexperiments – Beispiel

Ein biologisches Schulexperiment soll besonders folgende Forderungen erfüllen:

- klare Frage- oder Problemstellung,
- einfacher, gut überschaubarer Aufbau der Versuchsanordnung,
- eindeutige, leicht beobachtbare Ergebnisse.

Ein Experiment ist eine Frage an die Natur. Es muss aus einer Fragehaltung, aus einer Problemstellung heraus erwachsen. Dabei ist das sachliche Problem dem Jugendlichen häufig nicht als solches von vornherein erkennbar. Die Lehrkraft muss den Schüler/die Schülerin erst darauf hinführen, um dann eine klare Fragestellung zu formulieren. Zur Frage- oder Problemstellung kommt das kritische Überlegen des möglichen Versuchsablaufes oder das Gedankenexperiment, evtl. mit Vermutungen zum Ergebnis. Daraus resultieren Erwägungen zum Versuchsaufbau. Klare, eindeutige Aussagen sollen ermöglicht werden. Der Versuch wird dann durchgeführt, sein Verlauf überwacht und notiert. Schließlich wird das Ergebnis festgestellt. Anschließend muss es bewertet („Kann das richtig sein?“) und interpretiert werden. Evtl. prüft man auch den Aussagebereich

und die Übertragbarkeit, schließt, soweit möglich, auf eine allgemeine Gesetzmäßigkeit.

Ein biologisches Schulexperiment umfasst also folgende Phasen:

1. Frage- oder Problemstellung (mit motivierender Hinführung)
2. Gedankenexperiment, Planung und Versuchsaufbau
3. Versuchsdurchführung (evtl. Verlaufsprotokoll)
4. Registrieren des beobachtbaren Ergebnisses
5. Auswertung bzw. Interpretation des Ergebnisses, Möglichkeit des Transfers.

Unterrichtlich bedeutsam ist das Protokollieren der einzelnen Phasen bzw. des Versuchsaufbaues im Biologieheft. Der Versuchsaufbau soll möglichst durch anschauliche Skizzen dargestellt werden. Ein späteres gedankliches Nachvollziehen des Experiments durch den Schüler/die Schülerin ist dadurch möglich. Bei der Ergebniserhebung ist streng zu unterscheiden zwischen Fakten, die beobachtet werden können, und ihrer Auswertung bzw. Interpretation.

Zur Verdeutlichung der einzelnen Phasen wird hier ein Versuch zur Wärmeisolation durch Fett vorgestellt (Abb. 38).

Lernziel: „Einsicht, dass die Fettschicht bei Säugetieren (beim Wal ...) einen Kälteschutz darstellt.“

- zu 1. Aufgabe der Fettschicht bei einzelnen Säugetieren? Schützt sie gegen Abkühlung? Wie kann man das in Erfahrung bringen?
- zu 2. Warmes Wasser (im Reagenzglas) von etwa Körpertemperatur soll in kaltem Wasser abgekühlt werden – einmal mit und einmal ohne Schutz durch Fettschicht. Wie wird das ablaufen? Sinkt die Temperatur gleich oder unterschiedlich schnell? Wie baut man den Versuch am günstigsten auf?
- zu 3. Durchführung (vgl. Abb. 38): Bestreichen eines Reagenzglases mit Schweinefett, Eintauchen in Bechergläser mit Leitungs- oder Eiswasser, Einfüllen von Wasser (ca. 37° C) in dieses und ein anderes Glas (ohne Fett), Messen und Notieren der Wassertemperatur nach 1, 2, 5 Minuten.
- zu 4. Im Reagenzglas mit Fettschicht sinkt die Wassertemperatur wesentlich langsamer als in dem ungeschützten Glas.
- zu 5. Fett schützt gegen Abkühlung. – Welche Tiere benötigen bzw. besitzen eine dicke Fettschicht? (Säuger im Wasser, Landtiere mit Winterspeck). Weitere Möglichkeiten des Kälteschutzes.

Reagenzglas mit Wasser 37° C

(RG = Reagenzglas)

in Leitungswasser	RG ohne Fett	RG mit Fett
nach 1 Minute	23°	28°
nach 2 Minuten	21°	26,5°
nach 5 Minuten	18,5°	24°
in Eiswasser		
nach 1 Minute	13°	26°
nach 2 Minuten	8°	23°
nach 5 Minuten	4°	19°

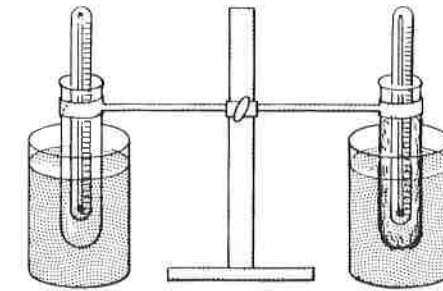


Abb. 38: Versuch zur Wärmeisolation durch Fett (man verwende größere Reagenzgläser!)

6.3.6 Auswahl der Experimente

Tierversuche sind problematisch. Oberstes Gebot ist, dass das Tier nicht leiden muss. Eingriffe in den tierischen Körper sind deshalb abzulehnen, auch wenn z. B. bei Wirbellosen noch keine sicheren Hinweise auf einen Schmerzsinne gefunden werden konnten. Die Versuchung, das Schulexperiment auch bei anderen Tierarten zu Hause fortzusetzen, ist zu groß, als dass unter erzieherischen Aspekten eine solche Anregung verantwortet werden könnte. Zu leicht wird letztlich als Folge des experimentellen Arbeitens tierisches Leben an sich gering geachtet. Befürwortet werden z. B. Nahrungswahlversuche bei verschiedenen Tieren (z. B. Nacktschnecken) oder Versuche und Beobachtungen, bei denen natürliche Umweltbedingungen, wie Licht oder Temperatur, geändert und die tierischen Reaktionen getestet werden. Hierfür eignen sich zum Beispiel Regenwürmer, Asseln, Käfer. An Terrarien- und Aquarienbewohnern sind einfache Versuche zum Verhalten möglich.

In höheren Jahrgangsstufen können Experimente mit der Taufliege *Drosophila* (verschiedene Stämme kreuzen) zur Vererbungslehre durchgeführt werden. In der Regel werden Experimente zum Verhalten der Tiere im Film veranschaulicht.

Pflanzliche Organismen bieten sich für Experimente besonders an. Infrage kommen z. B. Versuche zur Quellung und Keimung, zur Fotosynthese und Transpiration, zum Foto- und Geotropismus, Versuche mit Nährlösungen in Hydrokulturen, Züchten von Bakterienkolonien in Petrischalen, ökologische Versuche.

Auch zur *Humanbiologie* gibt es eine Reihe von einfachen Experimenten, vor allem auch Kurzzeitversuche, die in den Rahmen einer Stunde passen. Solche Versuche betreffen z. B.

- die Funktion der Sinnesorgane, z. B. Pupillen- und Lidschlussreflex, Richtungshören, Gleichgewichtssinn, Tastempfindlichkeit bestimmter Hautstellen, Relativität des Temperaturempfindens ...
- Versuche über die Wirkung von Verdauungssäften, z. B. zur Verdauung im Mund,
- Versuche zur Zusammensetzung der ein- und ausgeatmeten Luft (CO₂-Nachweis) oder zur Größe der Lungenkapazität,
- Versuche zum Ultrakurzzeitgedächtnis des Menschen u. v. m.

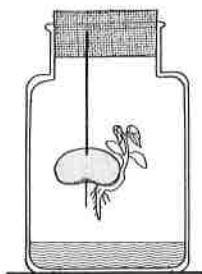


Abb. 39: Keimungsversuch: Der Bohnensamen treibt in der „feuchten Kammer“ aus. Das Wachstum von Spross und Wurzel kann gut beobachtet werden. Wenn man zusätzlich angekeimten Bohnensamen „verkehrt“ herum aufsteckt, lässt sich auch der Geotropismus beobachten.

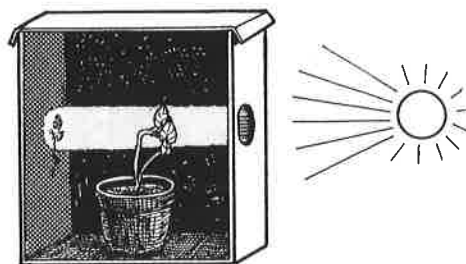


Abb. 40: Versuch zur Lichtwändigkeit der Sprosse

Schließlich können Experimente auch mit Funktionsmodellen durchgeführt werden, etwa mit einem Modell zur Zwerchfellatmung oder der Pfefferschen Zelle. Dabei sind die Schüler/innen aber auf die Begrenztheit der Aussagekraft solcher *Modellversuche* hinzuweisen. Für die tägliche Unterrichtspraxis empfiehlt es sich, fertige Versuchsschränke mit Zubehör und Karteien oder Schülerübungskästen anzuschaffen. Jeder Versuch ist vor dem Unterricht von der Lehrkraft selbst durchzuführen, auch die beste Anleitung ersetzt nicht die eigene Erfahrung und schützt nicht vor unliebsamen Überraschungen. Gelegentlich kann man gegenüber der Beschreibung vereinfachen. Ein Experiment mit geringem Geräteaufwand ist schon wegen seiner besseren Überschaubarkeit jedem komplizierten Versuchsaufbau vorzuziehen.

Im Hinblick auf Unfallgefahren müssen Verbandkasten und Feuerlöschgerät vorhanden sein. Sicherheitsrichtlinien zum naturwissenschaftlichen Unterricht sind zu beachten.³¹

6.4 Halten und Pflegen

6.4.1 Bedeutung

Das Halten und Pflegen von Tieren und Pflanzen gehört zu den typischen Arbeitsweisen des Biologieunterrichtes, es gilt als ein wichtiges didaktisches Prinzip dieses Faches. Folgendes kann zur Bedeutung angeführt werden:

- Der wünschenswerte, unmittelbare Kontakt mit den Lebewesen wird ermöglicht; die Schüler/innen werden mit den Lebewesen näher vertraut, lernen sie besser kennen und werden zu eigenen Beobachtungen und Untersuchungen

³¹ vgl. z.B. KMK-Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht – Naturwissenschaften, Technik/Arbeitslehre, Hauswirtschaft, Kunst, 2003

motiviert. Diese Tätigkeiten führen weg vom verbalen Vermitteln von Lernstoff hin zu einem am Lebewesen orientierten Biologieunterricht.

- Halten und Pflegen von Pflanzen und Tieren im Rahmen der Schule kann heute, da im häuslichen Lebensbereich für viele Schüler/innen nur noch wenig Gelegenheit zum tätigen Umgang mit Lebewesen besteht, zumindest in geringem Umfang eine ausgleichende Funktion übernehmen und den Schülerinnen und Schülern persönliche Erfahrungen mit Lebewesen vermitteln.
- Der Kontakt mit den lebenden Organismen bildet auch im Hinblick auf affektive Ziele eine wertvolle Bereicherung des Biologieunterrichtes. Vor allem jüngere Schüler/innen können emotional angesprochen werden, das Halten und Pflegen kann zu echten Naturerlebnissen führen.
- Auch erzieherische Werte, z.B. Erziehung zur Ausdauer und zu verantwortlichem Handeln, werden bei den Pflegemaßnahmen zum Tragen kommen. Insbesondere erfahren Schüler/innen, dass Pflanzen und besonders Tiere ständiger Pflege bedürfen und nicht einfach, je nach Laune, beiseite gestellt werden können. Zugleich lernen sie praktische Regeln der Pflanzenpflege bzw. Tierhaltung kennen, die sie dann auch zu Hause anwenden können.
- Schließlich kann der Umgang mit Tieren, auch mit weniger beliebten Arten (z.B. Spinnen, Mehlkäfer), zu einer Erhöhung des Interesses sowie zum Abbau von Ekel und Furcht bzw. zum Aufbau und zur Festigung positiver Einstellungen führen.

Die zuletzt genannte Annahme wird durch die Ergebnisse einer empirischen Untersuchung an 371 Hauptschülerinnen und -schülern der 6. Jahrgangsstufen im Münchner Raum gestützt.

Die Teilnehmer der Versuchsgruppe hatten hierbei die Möglichkeit, lebendige Gliedertiere (Regenwurm, Hausspinne, Mehlkäfer) zu beobachten, anzufassen, im Klassenzimmer zu halten und kleine Verhaltensexperimente mit ihnen durchzuführen. Sie zeigten nach der Unterrichtseinheit eine wesentlich positivere Einstellung zu den Tieren als die anderen Schüler/innen (Kontrollgruppe), die im Unterricht nur Diapositive und Fertigpräparate betrachten konnten. Zum Abbau von negativen Emotionen wie Furcht und Ekel vor solchen Tieren scheint die Interaktion mit den Lebewesen unter Einbeziehung fachgemäßer Arbeitsweisen notwendig zu sein.

Ungeachtet ihrer Einstellung, war bei der Mehrzahl der in die Untersuchung einbezogenen Schüler/innen das Interesse am Umgang mit lebenden Wirbellosen sehr hoch (BAUHARDT 1990).

6.4.2 Möglichkeiten

Möglichkeiten zum Halten und Pflegen bieten im Schulbereich der Schulgarten, Pflanzen im Schulzimmer, Tiere in Käfigen und Vivarien. In den Anfangsjahrgängen wird es sich um zeitlich begrenzte Pflegeaufgaben handeln, später können einzelne Schüler/innen oder Schülergruppen auch für längere Dauer Aufgaben dieser Art übernehmen, z.B. Füttern, Reinhalten von Käfigen, Gießen, Umpflanzen, Düngen. Auch der Werkunterricht kann einen Beitrag leisten, indem Insektarien, Nistkästen oder Blumenständer hergestellt werden. Bei der Auswahl der Pflanzen und Tiere, die gehalten werden sollen, sind stets die Artenschutzbestimmungen zu beachten. Nähere Hinweise zum Halten und Pflegen von Tieren und Pflanzen im Schulgebäude und zu ihrem unterrichtlichen Einsatz finden sich in Kapitel 7.2 „Lebende Organismen“.