

BIOLOGIE IN DER SCHULE

7/8'90

Volk und Wissen Verlag Berlin · 6,- DM



no. 5-12a.

Biologie in der Schule

39. Jahrgang 1990

Heft 7/8

Volk und Wissen Verlag GmbH

Inhaltsverzeichnis

- 257 Siegfried Schlosser
Artenschutz – Warum?
(mit Bildbeilage)

Theorie und Praxis des Unterrichts

- 264 Peter Bolbrinker
Vermittlung von Artenkenntnis im Biologieunterricht der Klassen 5 und 6
- 270 Rolf Krasper
Erweiterung der Sippen- und Artenkenntnisse (Klasse 5 und 6)
- 272 Hans Blümel
Vermittlung von Sippenkenntnissen in Klasse 5
- 274 Dieter Neupert
Kennmerkmale für das Erkennen von Wirbeltieren am Erscheinungsbild
- 278 Ute Petznick/Ursel Dahl
„Kieferngewächse und der Wald als Lebensgemeinschaft“ (Kl. 6) – unsere Vorschläge
- 280 Waltraud Schlichting
Unterrichtsgang zum Thema „Korbblütengewächse“ – Klasse 6
- 282 Peter Peuleke
Methodische Varianten für das Stoffgebiet „Vererbung“ (Klasse 10)
(Fortsetzung des Beitrags aus Heft 6/90)
- 286 Karl-Heinz Schiller
Rekultivierte Bergbaugelände und Kippen – lohnende Objekte für Fakultative Kurse
- 293 BioS-Mosaik

- Leserpost •
- Leserumfrage •
- Tagungen/Kongresse •
- Schülerwettbewerb •
- Knobelaufgaben •
- Kurzinformationen •
- Rezensionen •

Informationen

- 298 Klaus Eisbein/Edgar Schliephake
Insektenlathogene Viren zur Bekämpfung von Schadinsekten (mit Bildbeilage)
- 300 Christina Babenzien
Limnologische Forschung am Stechlinsee
- 309 Horst Pauke
Energie und Umwelt
- 315 Christian Garbe
Rauschmittel – Wirkung und Prävention des Mißbrauchs (Teil 1)

Zum Titelbild: Eichelhäher (*Garrulus glandarius*)
Der Eichelhäher (Familie Rabenvögel) ist wohl fast jedem bekannt. Seine rätschenden Rufe machen im Wald auf ihn aufmerksam. Sein kleines Nest baut der Vogel gut versteckt in Bäumen und Sträuchern, wo er 5 bis 6 grünliche, braun-gefleckte und schwarz verschnörkelte Eier innerhalb von 17 Tagen ausbrütet. Drei Wochen später können die Jungen fliegen. Zwischen Eichelhäher und Eiche hat sich eine enge wechselseitige Beziehung herausgebildet. Im Herbst verstecken die Eichelhäher in großen Mengen Eicheln (je Vogel etwa 4 000) einzeln an markanten Stellen im Boden. Mit dem kräftigen Schnabel drückt sie der Vogel tief in den lockeren Waldboden und bedeckt sie zusätzlich mit Erde, Moos oder Blättern. Allein mit dem visuellen Gedächtnis wird die versteckte Nahrung nach Wochen – selbst unter Schnee – wieder gefunden. Da nicht alle vergrabenen Früchte gebraucht oder gefunden werden, keimen sie im Frühjahr aus. Dabei bleiben die Keimblätter mit etwa einem Viertel des anfänglichen Nährstoffgehalts für den Eichelhäher nutzbar im Boden. Dieser zieht das junge Pflänzchen – das er gut von 2-jährigen Pflanzen unterscheidet – ohne es zu schädigen, mit dem Schnabel etwas heraus. Die nun erreichbaren Eichelreste und Keimblätter werden an die Nestlinge verfüttert. Die flüggen Jungen lernen dieses „Herausziehen“ von den Eltern.

Käthe Mewes
Zeichnung: Manfred Behrendt

Literatur

Urania Tierreich Vögel. Leipzig, Jena, Berlin, 1969
Gisela Deckert: Tiere, Pflanzen, Landschaften. Vom Gleichgewicht in der Natur. – Leipzig, Jena, Berlin, 1988

Artenschutz – Warum? (mit Bildbeilage)

SIEGFRIED SCHLOSSER

Situation

In der Erhaltungsstrategie für die lebende Vielfalt unserer Erde (WORLD CONSERVATION STRATEGY, IUCN 1980) wurde festgestellt, daß jährlich 110000 km² tropischer Regenwald gerodet werden. Das entspricht etwa der Fläche der DDR oder Bulgariens. Heute, 10 Jahre später, hat die Vernichtung dieser artenreichsten Lebensgemeinschaft der Erde weiter zugenommen. In jeder Minute verringert sich der tropische Regenwald mindestens um 20 ha und in etwa 80 Jahren wird er – außer wenigen geschützten Resten – abgeholzt sein. Es sind dann Pflanzen- und Tierarten ausgestorben, die weder taxonomisch erfaßt und beschrieben, noch auf ihre Nützlichkeit für den Menschen untersucht worden sind. Selbst von den bisher bekannten etwa 280000 Farn- und Blütenpflanzen der Erde wurden erst etwa 2 % auf wertvolle Inhaltsstoffe intensiv geprüft, 25000 Arten mußten aber bereits 1975 (Lukas u. Synge 1978) als vom Aussterben bedroht charakterisiert werden. Der Rückgang der genetischen Mannigfaltigkeit trifft leider nicht nur für den tropischen Regenwald zu, sondern die Gefährdung bzw. Ausrottung der biologischen Vielfalt ist charakteristisch für die meisten Biome der Erde bzw. für fast alle Länder. So müssen heute mehr als 30 % der Farn- und Blütenpflanzen der DDR, der Bundesrepublik Deutschland und anderer mitteleuropäischer Industriestaaten als gefährdet oder in ihrem Vorkommen als vom Aussterben bedroht eingestuft werden.

Das Phänomen des Aussterbens von Organismenarten existiert im Evolutionsprozeß wohl schon seit Beginn des Lebens vor etwa 3 Mrd. Jahren, zumindest läßt sich

dies aus den Zeugen der Erdgeschichte schlußfolgern. Das Aussterben und Neuentstehen von Tier- und Pflanzenarten hatte jedoch vor den gravierenden Umweltveränderungen (und -zerstörungen) durch den Menschen insgesamt eine positive Tendenz. Es entstand eine immer größere Vielfalt des Lebens. Man rechnet im Prozeß der natürlichen Evolution mit etwas mehr als einer neuentstehenden Art zu einer ausgestorbenen Art pro Jahr (Mannigfaltigkeitswachstum). Das heutige Ausrotten von Tier- und Pflanzenarten durch die Tätigkeit des Menschen übersteigt aber die Zahl der früher im natürlichen Evolutionsprozeß ausgestorbenen Organismenarten um Zehnerpotenzen! Es muß unter dem sich aktuell vollziehenden Artenrückgang für das Jahr 2000 mit einem weltweiten Mannigfaltigkeitsverlust von 5000–20000 ausgerotteten Arten auf eine neuentstehende Art bzw. bis zu einer ausgerotteten Art pro Stunde oder mehr als 8000 ausgerotteten Arten pro Jahr (nach Erz 1983, ergänzt) gerechnet werden.

Die Arten verschwinden im Gegensatz zum natürlichen Evolutionsprozeß ersatzlos, denn eine ausgerottete Organismenart kann durch nichts neu geschaffen werden. Deshalb kennzeichnen wir die Arten- und Formenvielfalt der Organismenarten im Hinblick auf ihre Ressourceneignung als erschöpfbar und nicht wiederherstellbar und nur in ihrer steten evolutiven Entwicklung als existenzfähig (Reichhoff u. Böhnert 1987). Neben den bereits genannten weit über 25000 vom Aussterben bedrohten Pflanzenarten sind mindestens 1000 Wirbeltierarten bestandsbedroht, für andere Organismengruppen liegen nur wenige Angaben aus kleineren Territorien vor, die aber ähnliche negative Tendenzen vermuten lassen. Es ist leider mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß kurz nach dem Jahre 2000 mindestens 500000–1000000 Tier- und Pflanzenarten ausgestorben sein werden, wenn nicht Entscheidendes für den Schutz ihrer Existenzbedingungen geschieht (Tafeln 1 bis 4).

Warum Artenschutz?

Das Existenzrecht jeder Organismenart

Zwei Gründe werden für den Schutz von Tier- und Pflanzenarten angeführt. Der erste ist philosophischer bzw. religiöser Natur und wird durch das „Existenzrecht“ jeder Organismenart auf der Erde charakterisiert. So stellt z. B. Sukopp (1985) fest: „Die Frage, ob Arten auch dann ein Lebensrecht besäßen, wenn sicher wäre, daß sie nie einem Menschen nützen werden, muß von der Philosophie beantwortet werden.“ Wir wissen, daß auch ohne Verschulden des Menschen vor seinem Erscheinen auf der Bildfläche der Erde durch Selektion und Konkurrenzprozesse zwischen den Organismenarten hunderttausende Arten ausgestorben sind, die Saurier sind nur besonders eindrucksvolle Beispiele für dieses Geschehen. Daher ist die philosophische Begründung aus religiöser Sicht nur so zu führen, daß zwar Gott oder die Natur Arten aussterben lassen, der Mensch moralisch dazu aber nicht berechtigt ist. Eine andere Forderung, nämlich das Argument „Erhaltung der Artenmannigfaltigkeit für die kommenden Generationen“ ist letzten Endes eine materielle Zielstellung, da wir dabei an den Nutzen für unsere Nachkommen denken.

Ergänzt muß jedoch werden, daß die ethischen Prinzipien des Tierschutzes (Vermeidung von Wild- oder Haustiermißhandlungen) selbstverständlich auch akzeptiert werden müssen, aber mit Artenschutz oder Naturschutz nichts zu tun haben. Übrigens ist ein modernes Tierschutzgesetz, das auch den Mißbrauch von Tieren für Laborversuche oder in der Tierhaltung entscheidend einschränkt, schon seit Jahrzehnten in der DDR überfällig.

Der auf den Menschen bezogene Schutzgrund.

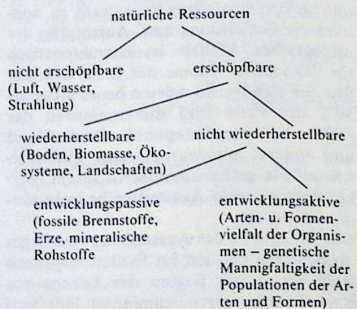
Der zweite Grund für den Artenschutz ist im weitesten Sinne materieller Art, d. h. er geht von den Bedürfnissen des Menschen aus. Schutz und Nutzung der Natur werden in engem Zusammenhang gesehen. Von vielen Naturforschern unserer Zeit wird mit Nachdruck darauf hingewiesen, daß gegenwärtig zwei sich konträr gegenüberstehende Prozesse sichtbar werden.

Der eine betrifft das immer tiefere Eindringen in die Möglichkeiten der Nutzung der Organismenarten durch die modernen Methoden der Naturstoffchemie, der Gen- und Biotechnologie, der Tier- und Pflanzenzüchtung. Dieser Erkenntnisprozeß macht uns bewußt, welchen großen Reichtum wir in den vielfältig zu nutzenden Eigenschaften der niederen und höheren Organismenarten besitzen. Alle Tier- und Pflanzenarten sind – zumindest potentiell – als „Ressource“ (Genressource) für den Menschen zu werten. Die Fähigkeit zur Stoffproduktion wird genutzt und ist durch generative oder vegetative Vermehrung (z. B. Saatgut, Stecklinge) zwar regenerierbar, die Art selbst kann aber bei Verlust nie mehr neu geschaffen werden. So verstehen wir heute immer besser die Vielfalt der Organismen in ihrer Bedeutung für den Menschen, sehen aber gleichzeitig, daß diese Mannigfaltigkeit – konträr dazu – in erschreckender Geschwindigkeit durch uns selbst vernichtet wird, wie es die oben angeführten Beispiele verdeutlichen.

Wie die Arten- und Formenvielfalt der Organismenarten in ein Klassifikationssystem der Ressourcen einzuordnen ist, zeigt die Übersicht 1 (Reichhoff u. Böhnert 1987).

Unter „Artenschutz“ ist immer „Schutz der Arten- und Formenmannigfaltigkeit“ zu verstehen. Damit soll auf die bei vielen Arten gefährdete, innerartliche Variabilität hingewiesen werden. Unter letzterer verstehen wir einmal die genetische Vielfalt in

Übersicht 1



nerhalb von Populationen (z. B. die genetische Mannigfaltigkeit der Individuen in einem autochthonen Fichtenbestand des Oberharzes), andererseits aber auch die Differenzierung zwischen den Populationen (z. B. die mindestens 150 Kleinarten beim Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) in Mitteleuropa). Ein wichtiges Argument des Artenschutzes ist dabei, daß der Ursprung aller für den Menschen lebensnotwendigen Kulturpflanzen- oder Haustierarten in der innerartlichen Variabilität, d. h. im Formenreichtum der Wildarten liegt. Nur dadurch war es den ersten Pflanzenzüchtern möglich, aus Wildarten Kulturpflanzen zu entwickeln. Obwohl bereits 10000 bis 6000 vor unserer Zeitrechnung erste Formen von Kulturpflanzen entstanden, ist die planmäßige wissenschaftliche Pflanzenzüchtung nur etwa 130 Jahre alt und wird in ihrer weiteren Entwicklung für uns noch viele neue oder verbesserte Nutzpflanzen bereitstellen. Das Reservoir an bereits bekannten und den noch vielen unbekannten, für den Menschen wertvollen Eigenschaften der Wildpflanzen ist eine unverzichtbare Grundlage dafür. Es stellt heute ein unerschöpfliches Guthaben für die zukünftige Entwicklung des Menschen dar, sofern wir damit verantwortungsvoll umgehen und es zu bewahren verstehen.

Die Anwendung des Ressourcebegriffes auf die Arten- und Formenmannigfaltigkeit der Organismen beschränkt sich aber keineswegs nur auf die Nutzung etwa als Nahrungspflanzen. Heute werden für den Artenschutz neben dem Existenzrecht jeder Tier- und Pflanzenart aus Sicht der Ressourcennutzung im wesentlichen folgende Argumente genannt:

Das ethische Argument. Tier- und Pflanzenarten sind zur vielfältigen Nutzung durch die kommenden Generationen zu erhalten. Außerdem bedeutet eine große Mannigfaltigkeit an Lebensformen mit ihren vielen Beziehungen untereinander, gleichzeitig auch, daß dadurch die Erkenntnismöglichkeit der Natur für den Menschen vielfältiger und umfassender ist. Oder umgekehrt, je ärmer die Umwelt des Menschen an Naturerscheinungen ist, um so eingeschränkter sind letzten Endes die Voraussetzungen zur Weiterentwicklung des menschlichen Bewußtseins und der materiellen Produk-

tion. Weiterhin unterstützt der sorgsame, bewahrende Umgang mit der Natur auch die Erkenntnis, daß der Mensch ein Teil der Natur ist, von ihr abhängig ist und ohne sie nicht existieren kann.

Das ästhetische Argument. Unverzichtbare Voraussetzung für die Persönlichkeitsbildung des Menschen ist die Befriedigung und Entwicklung seines Schönheitsempfindens. Dabei ist vor allem die Freude am Lebendigen zutiefst im Menschen verwurzelt. Der Drang, sich die Vielfalt der Umwelt zu erschließen und sie zu erhalten, die Freude an den Schönheiten und Besonderheiten der Natur sind das viele Menschen bewegende Moment der individuellen Freizeitgestaltung oder der Mitarbeit in Umweltorganisationen. Leider werden die psychisch-emotionalen bzw. ästhetischen Bedürfnisse des Menschen noch zu oft unterschätzt und sind in ihrer psycho-hygienischen Bedeutung kaum erforscht.

Das ökologische Argument. Wir wissen heute, daß durch den Ausfall von Organismenarten die Labilität eines Ökosystems erhöht wird und bei Ausfall des zentralen Elementes völlig zerstört werden kann. Auch wird die Zuverlässigkeit eines Ökosystems durch potentiell vorhandene Möglichkeiten der Substitution von funktionell ähnlichen Elementen erhöht (d. h. bei Artenausfall treten andere Arten – wenn vorhanden – an die Stelle der nicht mehr vorhandenen). Dies bedeutet wiederum den Erhalt einer möglichst vollständigen Arten-garnitur. Schädlingsgradationen oder z. B. extrem hohe, Felder und Wälder schädigende, Wildwüchse weisen auf sehr einseitig zusammengesetzte Ökosysteme bzw. auf den Ausfall von Prädatorenarten hin. Unser Wissen über die Funktion und die Elemente der Ökosysteme ist noch recht unvollkommen. Aber gerade dieses „Nichtwissen“ verpflichtet, sehr behutsam mit der uns umgebenden Arten- und Formenmannigfaltigkeiten umzugehen.

Das ökonomische Argument. Noch heute ist die direkte Nutzung von Wildarten von großer Bedeutung (Fischreichtum der Weltmeere, Holzproduktion in vielen Ländern, Arzneipflanzen aus Wildbeständen). Wesentlich wichtiger war und ist jedoch die oben bereits genannte Entwicklung der Kultur- aus Wildpflanzen (bzw. Wild- zu

Haustieren). Hervorzuheben ist weiterhin die jetzt mehr in den Vordergrund tretende Nutzung von Wildpflanzenarten zur Verbesserung bereits existierender Kulturpflanzen oder die Entwicklung neuer Kulturpflanzen aus Wildarten bis hin zur Nutzung von Wildinsekten (z. B. zur Bestäubung schwer vermehrbare Kulturpflanzen). Die Palette der Nutzungsmöglichkeiten ist groß und erhöht sich ständig. Manche Wildarten, die aussterben, wären vielleicht später wichtige Kulturpflanzen. Klassisches Beispiel ist das bereits vor über 1000 Jahren ausgerottete, wegen seiner Bedeutung für den Menschen sogar auf Münzen dargestellte Silphion (Abb. 1). Das Silphion war wahrscheinlich eine vor über 2000 Jahren im Mittelmeerraum sehr geschätzte Heil- und Gewürzpflanze und kam in Nordafrika offensichtlich massenhaft vor. Ganze Schiffsladungen dieser Pflanze wurden nach Rom transportiert. Wegen rücksichtslosen Einsammelns der Wildpflanze war die Pflanze aber bereits zur Zeit Neros im 1. Jh. n. Chr. außerordentlich selten. Trotz allen Nachschubs konnten Restbestände dieser Pflanzenart nie mehr gefunden werden. Die Abbildung zeigt die Darstellung der Pflanze auf einer griechischen Münze um 400 v. Chr. aus Kyrene, der Hauptstadt der griechischen Kolonie Kyrenaika in Nordafrika. Ebenfalls vom Aussterben bedroht ist heute die Wildpflanze des Ginseng, nur sie soll nach einheimischen Sachverständigen die volle heilende bzw. verjüngende Wirkung entwickeln (Brondegaard 1981). Auch vom Deutschen Bertram (*Anacyclis officinarum*), ebenfalls eine Heilpflanze, gilt die Kulturform als verschollen.

Ergänzend soll hinzugefügt werden, daß seit langem Organismenarten bewußt oder unbewußt als Vorbild für technische Prinzipösungen genutzt werden (Bionik).

Für die DDR wurden die über 2000 heimischen Wildpflanzenarten in ihrer Nützlichkeit für den Menschen (bezüglich des ökonomischen Argumentes für den Artenschutz) beurteilt (Schlosser 1982). Danach besitzen 642 Arten aktuelle oder potentielle Bedeutung für den Menschen, 23 % davon sind allerdings bereits in ihrem Bestand gefährdet. In ihrer Bedeutung lassen sie sich gliedern in



Abb. 1: Die Zeichnung zeigt das auf einer fast 2500 Jahre alten griechischen Münze aus Kyrene dargestellte Silphion (nach einem Foto aus Brondegaard 1981). Zeichn. Schlosser

- Stammformen von Kulturpflanzen,
- beständige Vorkommen verwilderter Kulturpflanzen mit guter Anpassung an unsere klimatischen Bedingungen,
- früher genutzte Wildpflanzen unserer heimischen Flora,
- autochthone Restbestockungen (Restpopulationen), insbesondere von Forstpflanzen,
- unseren Kulturpflanzen nah verwandte Wildarten,
- heimische Arten, die im Ausland Anbaubedeutung besitzen,
- Art- oder Gattungsbastarde zwischen Stamm- und Kulturformen (z. B. zwischen Kultur- u. Wild-Äpfel).

Es erfolgten bereits unter Verwendung von Pflanzenmaterial (Ökotypen) aus Naturschutzgebieten verschiedene Nutzungen heimischer Wildpflanzenarten als Ausgangsmaterial für die Pflanzenzüchtung. International haben Wildformen von Reis oder Kartoffeln große Bedeutung für die Verbesserung von Kultursorten erlangt. Die vier genannten Argumente für den Artenschutz umfassen die wesentlichsten Gründe der Erhaltung der Arten- und Formenmannigfaltigkeit für eine vielseitige, durchaus nicht nur wirtschaftliche Nutzung der Organismenarten. Alle vier Gründe berühren unverzichtbare Lebensinteressen des Menschen und sollten gleichrangig in ihrer Bedeutung für uns sein.

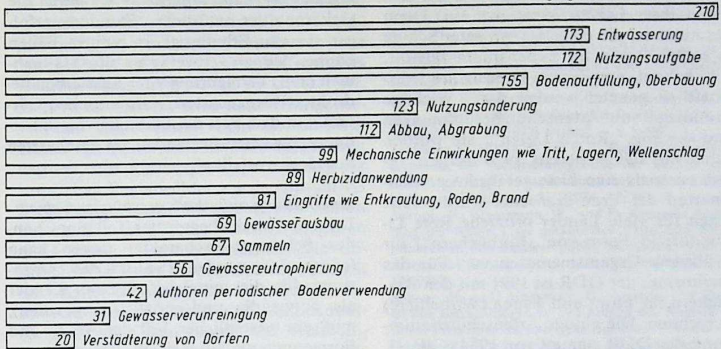


Abb. 2: Ursachen (Okofaktoren) des Artenrückgangs, angeordnet nach Zahl der betroffenen Pflanzenarten der Roten Liste, infolge Mehrfachnennungen der Arten, die durch mehrere Okofaktoren gefährdet sind, liegt die Summe der angegebenen Arten höher als die Gesamtzahl (= 581) der untersuchten Arten.

Möglichkeiten des Artenschutzes

Die zu Beginn geschilderte Situation des bisher nicht aufzuhaltenden Rückgangs und Aussterbens vieler Pflanzen- und Tierarten gerade in unserer Zeit, weist schon darauf hin, daß noch kein durchschlagendes Mittel zum Aufhalten dieses Prozesses gefunden wurde.

Im wesentlichen wird versucht, durch vielfältige nationale und internationale gesetzliche Bestimmungen Arten zu schützen und Flächenschutzmaßnahmen durchzusetzen. Neuerdings werden ökologisch begründete bzw. vertretbare Landnutzungen gefordert und zwar nicht nur für den Bereich der Land- und Forstwirtschaft (Abb. 2 u. 3).

Ursachen und Verursacher des Artenrückgangs haben für die Bundesrepublik Deutschland Sukopp, Trautmann u. Korneck (1978) dargelegt. Ähnliches trifft auch für die DDR zu (Schlosser, Hilbig u. Seelig 1989).

Artenschutzbestimmungen

Die ersten Schutzbestimmungen gingen vom Individualschutz aus, der das Abpflücken, Beschädigen und Ausgraben geschützter Pflanzenarten untersagte oder geschützte Tierarten als nicht jagdbar einstuft, das Zerstören ihrer Nester verbot u. ä. m. Die heutigen Artenschutzbestimmungen in wohl allen Ländern beziehen jedoch die noch zu behandelnden Flächen-

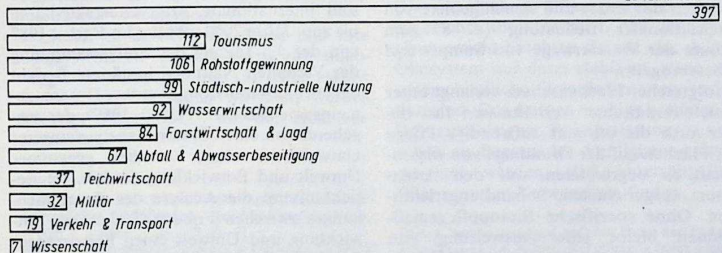


Abb. 3: Verursacher (Landnutzer und Wirtschaftszweige) des Artenrückgangs

schutzmaßnahmen, d. h. den Schutz von Teilen ihrer Lebensräume mit ein. Denn was nutzt es, die einzelne Art unter Schutz zu stellen, wenn ihr Lebensraum zerstört, d. h. bebaut, entwässert, intensiv landwirtschaftlich genutzt werden darf? Wichtige Grundlage von Artenschutzbestimmungen sind die sog. „Roten Listen“. Sie wurden durch die IUCN bereits 1970 initiiert, indem erstmals eine Liste gefährdeter Pflanzenarten der Erde erarbeitet wurde. Jetzt liegen für viele Länder offizielle Rote Listen (oft in Form von „Rotbüchern“) für gefährdete Organismenarten vor. Für das Territorium der DDR ist 1991 mit den Rotbüchern für Flora und Fauna (Wirbeltiere) zu rechnen. Die gültige Artenschutzbestimmung der DDR stammt von 1984 (GBl. II, Nr. 46, 1984). Sie bedarf jedoch bereits wieder der Überarbeitung. Verschiedene internationale Abkommen setzen sich für den Schutz gefährdeter Arten ein, so z. B. das Washingtoner Artenschutzabkommen (CITES), das den Handel mit gefährdeten Tier- und Pflanzenarten kontrolliert bzw. verbietet.

Maßnahmen des Flächenschutzes

Flächenschutzmaßnahmen sind ebenfalls in gesetzlichen Bestimmungen geregelt. Für die DDR betrifft dies vor allem unser weitsichtig abgefaßtes Landeskulturgesetz und die neue Naturschutzverordnung vom 19. 6. 89 (GBl. I, Nr. 12, 1989). Neben nationalen Flächenschutzkategorien (Nationalparke, Naturschutzgebiete, Flächennaturdenkmale u. a.) wurden in vielen Ländern auch international registrierte Schutzgebiete eingerichtet, so z. B. Biosphärenreservate (Schutz charakteristischer Biogeozönosen der Erde) und Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung (u. a. zum Schutz der Wanderwege von Sumpf- und Wasservögeln).

Erfolgreicher Flächenschutz verlangt unter mitteleuropäischen Verhältnissen fast immer auch die oft sehr aufwendige Pflege der Flächen auf der Grundlage von wissenschaftlich begründeten, auf den Artenschutz ausgerichteten, Handlungsrichtlinien. Ohne spezifische Biotoppflegemaßnahmen bleibt jede Ausweisung von Schutzgebietsflächen nur wenig effektiv. Die Erhaltung der Arten- und Formenman-

nigfaltigkeit kann langfristig nur durch die Sicherung der natürlichen Standorte erfolgen (in situ Erhaltung). In einigen Fällen können jedoch zeitweilig ex situ Maßnahmen (z. B. Vermehrung vom Aussterben bedrohter Pflanzenarten in Botanischen Gärten), mit dem Ziel der Stärkung von individualschwachen Beständen am geschützten Standort, vorteilhaft sein.

Arterhaltung außerhalb geschützter Gebiete.

Da nur ein sehr begrenzter Teil eines Landes Schutzgebietscharakter tragen kann (gegenwärtig werden etwa 10 % des Territoriums für die mitteleuropäischen Länder als notwendig und möglich angesehen), muß ein wesentlicher Teil der Arten- und Formenmannigfaltigkeit in der nicht geschützten Landschaft erhalten werden. Dies ist möglich, wenn zukünftig mehr als bisher in die Art und Weise der Landnutzung Elemente des Schutzes einfließen, d. h. ein produktionsintegrierter Naturschutz akzeptiert wird. Biotoperhaltung in der ungeschützten Landschaft setzt aber eine schnellstens in der DDR durchzuführende, bereits in anderen mitteleuropäischen Ländern realisierte Biotopkartierung voraus. Sie ermöglicht z. B. für neue Anforderungen an die Landnutzung (Tourismus, Straßenbau, Industrieflächen u. a.) Entscheidungsfindungen unter Beachtung des Artenschutzes für die zukünftig erforderlichen Umweltverträglichkeitsprüfungen.

Der „Brundtland-Bericht“ an die UNO

Eine aktuelle Orientierung für nationale und internationale Artenschutzaktivitäten bis zum Jahre 2000 gibt der im Herbst 1987 von der 42. Tagung der Vollversammlung der Vereinten Nationen bestätigte Bericht der Brundtland-Kommission „Unsere gemeinsame Zukunft“ (UNO, 1987), der ausgehend von einer Zustandsanalyse unserer Umwelt ein neues Verhalten gegenüber Umwelt und Entwicklung fordert. Im Bericht nimmt die Analyse des Zusammenhanges zwischen Frieden, Sicherheit, Entwicklung und Umwelt einen hervorragenden Platz ein. Es heißt darin: „Die Suche nach Lösungen für ökologische Probleme

ist unmöglich, ohne das Wettrüsten zu stoppen, denn dieses verschlingt riesige geistige und materielle Ressourcen der Menschheit". (I. I. Russin, Öffentliches Hearing Moskau 1986, zit. in UNO 1987, S. 290). Im Bericht wird darauf hingewiesen, daß 1985 weltweit mehr als 900 Mrd. Dollar für militärische Zwecke ausgegeben wurden. Ein Aktionsplan zur Rettung der tropischen Regenwälder würde jährlich 1,3 Mrd. Dollar für den Zeitraum von 5 Jahren kosten, d. h. es wären die Militärausgaben eines halben Tages erforderlich. Die Lösung ökologischer Probleme, einschließlich des Artenrückgangs, wird weiterhin erschwert durch extreme Ressourcennutzung. So nach dem Bericht der Weltkommission einerseits durch den Zwang zur Übernutzung durch die große Armut in vielen Ländern der Welt, andererseits durch Raubbau und Profitstreben (z. B. rücksichtsloser Holzeinschlag), aber auch durch überhöhtes Konsumdenken oder falsche Wertorientierungen. Der unter Vorsitz der norwegischen Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland von 1984 bis 1987 erarbeitete Bericht hat auch für den nationalen Artenschutz bis 2000 und darüber hinaus grundsätzliche Bedeutung. Drei Konsequenzen aus dem Bericht sollen zum Schluß genannt werden (UNO 1987, S. 167 bzw. 171):

1. „Eine erste Priorität ist es, das Problem aussterbender Arten und bedrohter Ökosysteme als ein wesentliches Ressourcenproblem auf die politische Tagungsordnung zu setzen“.
2. „Die Regierungen sollten die Aussicht prüfen, eine „Arten-Konvention“ zu vereinbaren, ... die die Prinzipien der „Weltressourcen“ widerspiegelt“.
3. „Noch ist es Zeit, die Arten und ihre Ökosysteme zu retten. Dies ist eine unabdingbare Voraussetzung für eine stabile Entwicklung. Versagen wir hier, werden künftige Generationen uns das nicht verzeihen“.

Literatur

- Brondegaard, V. I.: Zur Gefährdung der kulturgeschichtlichen Wildpflanzen. – In: Aus Liebe zur Natur. – Heft 3. – Bonn, 1983. – S. 67–71
 Erz, W.: Artenschutz im Wandel. – Umschau 23(1983). – S. 695–700
 IUCN, UNEP, WWF ...: WORLD CONSERVATION

STRATEGY. – Paris, 1980

Lukas, G., u. H. Synge: The IUCN plant red data book. – IUCN. – Gland 1978

Reichhoff, L., u. W. Böhrert: Aktuelle Aspekte des Naturschutzes. – Archiv Naturschutz und Landschaftsforschung, Berlin 27(1987)2. – S. 139–160

Schlosser, S.: Genressourcen für Forschung und Nutzung. – Naturschutzarbeit in den Bezirken Halle und Magdeburg. – 19(1982) Beiheft. – S. 1–96

Schlosser, S., Hilbig, W., u. K.-J. Seelig: Die Zustandserfassung der Naturschutzgebiete der Bezirke Halle und Magdeburg. – Naturschutzarbeit in den Bezirken Halle und Magdeburg 26(1989). – S. 25–32
 Sukopp, H., Trautmann, W., und D. Korneck: Auswertung der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in der Bundesrepublik Deutschland für den Arten- und Biotopschutz. – R. Vegetationskunde. – 12(1978)

Sukopp, H., u. U. Hampicke: Ökologische und ökonomische Betrachtungen zu den Folgen des Ausfalls einzelner Pflanzenarten und -gesellschaften. – Warum Artenschutz? – In: Dt. Rat für Landschaftspflege. – (1985)46. – S. 595–600

UNO: Unsere gemeinsame Zukunft. – Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung 1987. – Dt. Übersetzung. – Berlin, 1988

Fortsetzung v. S. 292:

– Im Gebiet sollte der Mensch möglichst nicht mehr eingreifen, damit die vielen Insekten und Vögel, Hasen und Rehe nicht gestört werden.

– Es gibt auch seltene Pflanzen und geschützte Tiere.

– Man sollte aus diesem Gebiet ein Landschaftsschutzgebiet machen.

Nach der Erörterung der ökologischen Zusammenhänge kamen die Schüler zu dem Schluß, daß rekultivierte Tagebauflächen wichtige Rückzugsgebiete für viele Tiere sind.

Die vielschichtige Pflanzenwelt ermöglicht ein reiches Insektenleben. Aus dem Biologieunterricht brachten sie mit ein, daß ein Ökosystem nur dann stabil ist, wenn viele unterschiedliche Organismenarten vorhanden sind. Das fanden sie hier bestätigt.

Bei zukünftigen Rekultivierungen sollte schon zu Beginn der Anpflanzung darauf geachtet werden, daß unterschiedliche Pflanzenarten Verwendung finden.

Dieser Beitrag entstand auf der Basis der Pädagogischen Lesung des Autors „Rekultivierte Bergbaugelände und Kippen – lohnende Objekte für Fakultative Kurse nach Rahmenprogramm“, Reg. Nr. 88-09-20.

Vermittlung von Artenkenntnis im Biologieunterricht der Klassen 5 und 6

PETER BOLBRINKER

Beim anzustrebenden Wissen über Arten müssen wir beachten, daß es in der Schulbiologie wohl weniger um das Kennen und Wiedererkennen, als vielmehr darum geht, das Lebewesen ganzheitlich zu erfassen. Deshalb geht es auch nicht darum, eine zu große Fülle von Sippen und Arten zu bearbeiten.

Bei der Vermittlung von Artenkenntnis muß das Lebewesen primär als Teil der Umwelt im Raum stehen – vom Erscheinungsbild bis hin zu den Bezugsfaktoren. Und das gelingt mit unterschiedlicher Effektivität, auch im Klassenraum mit originalen oder mit stellvertretenden Objekten. Es muß allerdings mit aller Deutlichkeit betont werden, daß die Grundlage einer lebendigen Artenkenntnis der direkte Kontakt mit dem lebenden Objekt ist. Darüber täuschen auch keine „anderen guten Erfahrungen“ hinweg. Sind wir gezwungen, Bilder, Dias oder ähnliches einzusetzen – ja selbst Modelle sind nicht vollwertig –, so müssen wir Abstriche in der lebendigen Vorstellung bei unseren Schülern in Kauf nehmen.

Arbeitsformen während der Unterrichtsgänge

Die Lage meiner Schule bietet relativ günstige Bedingungen für diese Unterrichtsform – viele Biotope sind in kürzester Zeit zu erreichen. Und das sind nicht nur Gärten, Parkanlagen und Ruderalflächen, sondern auch Teich, Feuchtwiese, Hecke und Felder.

Was mich früher häufig von Unterrichtsgängen abhielt, ist die Frage nach der rationellsten Form. Sie ist auch heute noch nicht immer eindeutig zu beantworten, da

es im Freien viele Störfaktoren gibt, die die Arbeit beeinträchtigen. Zum anderen ist bei größeren Klassen die Kontrolle und Arbeitsanleitung sehr kompliziert. Ich hatte mitunter große Schwierigkeiten, Disziplin und Ordnung so zu wahren, daß für alle Schüler ein intensives Arbeiten gewährleistet werden konnte.

Für das Arbeiten im Freien müssen die Schüler besonders motiviert werden, noch mehr als im Fachraum. Die besten Erfahrungen machte ich mit der Motivation vor dem Unterrichtsgang, noch im Fachraum. Die Schüler wissen zu diesem Zeitpunkt noch nicht, daß es raus geht. Sie werden vom biologischen Anliegen gefangen genommen, noch ehe sie sich auf den Unterrichtsgang orientieren.

Motivation und Einstimmung – einige Beispiele

1. Es ging um Vogelarten, die am Futterhaus an der Schule beobachtet werden sollten. Der Unterricht zu den im Winter hier verbleibenden Singvögeln wurde im Klassenraum eingeleitet. Dabei wurden Bekanntes und Schülererfahrungen reproduziert. Die Motivation zum Beobachten ergab sich in diesem Fall durch Bergfinken, die sich seit einigen Tagen am Futterhaus aufhielten. Es hätte auch jede andere Art sein können. Die Ankündigung von Unbekanntem oder Besonderem oder schönen Tieren, die fremd sind, steigert die Neugierde.

Ich sage natürlich vorher nicht, um welche Tiere es sich handelt. Ein paar Indizien werden angekündigt, um die Richtung zu steuern: Was, könnte es sein? Sind sie scheu? usw. Hierbei werden Arbeits- und Verhaltensweisen zum Ablauf der Beobachtung besprochen und stichpunktartig zusammengefaßt: Merkmale genau erkunden! Mit anderen vergleichen! Aus den Abbildungen herausfinden! Ruhig verhalten, bewegungslos verharren!

Jetzt kann der Unterrichtsgang beginnen.

2. Im Zusammenhang mit der Einführung „Samenpflanzen“ Kl. 5 sollten Kenntnisse über Frühblüher gefestigt und erweitert werden. In diesem Fall ging es u. a. um Huf-lattich. Ich entschloß mich für ihn, um zum Bau der Pflanze am Besonderen das

Allgemeine deutlich zu machen und weil er eine Heilpflanze ist.

Motivation im Klassenraum: In das Gespräch über das beginnende Blühen in der Natur wurde eingeflochten: „Ihr habt von den gelben Blumen an der Straßenböschung erzählt! Was mag das sein? Was ist das für eine Pflanze? Wie sieht sie aus? Warum wächst sie nur dort? Das müssen wir näher untersuchen!“

Auch hier diskutiere ich mit den Schülern die Arbeitsweise im Freien und das Verhalten beim Unterrichtsgang: Wie verhalten wir uns am Standort? Was brauchen wir zum Beobachten (Lupe, Heft, Buch usw.)?

In jedem Fall sind eine klare Zielorientierung und eine konkrete Aufgabenstellung wesentliche Voraussetzungen für ein erfolgreiches Arbeiten vor Ort.

Arbeitsaufträge und Aufgabenstellungen

Am Arbeitsort erhalten die Schüler die konkreten Arbeitsaufträge. Es hat sich bewährt, den Auftrag in Teilaufgaben zu zerlegen. Diese stellten in der Gesamtheit eine gewisse Schrittfolge dar, die zum systematischen Beobachten zwingt. Ich gehe davon aus, daß immer zuerst der Gesamteindruck wirken soll. Die Kinder schauen sich alles erst einmal an, unter Beachtung der nötigen Vorsicht, vor allem, wenn es um Tierbeobachtungen geht. Erste Eindrücke lasse ich kurz berichten. Um nicht vom Wesentlichen abzukommen, lasse ich an dieser Stelle in der Regel noch keine ausführliche Diskussion zu. Die Schüler neigen aus einem starken Mitteilungsdrang dazu, alles Gesehene sofort als sehr wichtig aufzufassen und mitzuteilen. Nur was für weitere Beobachtung für alle Schüler notwendig ist, wird durch gezielte Fragen diskutiert: z. B. Wo hält sich das zu beobachtende Tier auf? Sind es mehrere? Besteht die Gefahr, daß es sich entfernt? Welche anderen wichtigen Lebewesen sind da?

Beobachten am Objekt

Anschließend orientiere ich auf die spezifische Beobachtung. Ich habe es mir bei Tierbeobachtungen zum Prinzip gemacht, zuerst aus angemessener Entfernung Verhaltensweisen und Aktivitäten beobachten zu lassen. Dies den Baumerkmale vorzu-

ziehen, erwies sich als günstig, weil erstens manche Verhaltensbeobachtung von sich aus zum Anatomischen führt (umgekehrt seltener) und zweitens der „Beunruhigungsfaktor“ am Anfang noch nicht so groß ist. Zur Beobachtung des Habitus müssen wir aber nahe an das Objekt heran oder es sogar in die Hand nehmen. Das verursacht starke Störungen. Bei Unterrichtsgängen, für die oft nur 15 bis 20 Minuten eingeplant sind, hat man nicht die Zeit, so lange zu warten, bis sich die Tiere wieder beruhigt haben. Ich nutze durch diese Reihenfolge weiterhin eine altersspezifische Interessenlage der Schüler, die sich z. B. viel mehr dafür interessieren, wie ein Frosch macht, als dafür, wie er aussieht. Die Verhaltensbeobachtung wird durch entsprechende Aufgaben stimuliert und gerichtet. Die Aufträge müssen kurz und verständlich sein. Teilaufgaben sind manchmal erforderlich, sie sollten aber unbedingt überschaubar bleiben.

Anfangs in Klasse 5 wußten viele Schüler noch nicht, was im einzelnen solche Aufgabe wie „Beobachtet, wie sich der Hecht verhält!“ umreißt. Ich stelle deshalb Zusatzfragen: „Was macht der Hecht jetzt? Könnt ihr irgendwelche Bewegungen erkennen? Wie reagiert er auf andere Lebewesen?“ usw. (Den Hecht beobachteten wir im Aquarium.) Später, wenn die Schüler wissen, was mit ‚Verhalten‘ gemeint ist, werden solche Teilaufgaben weniger, sollten aber immer wieder einmal gestellt werden. Sie spielen eine nicht unwesentliche Rolle bei der Entwicklung der Beobachtungsfähigkeit.

Die Verhaltensbeobachtungen beim Unterrichtsgang ‚Frösche‘ erfolgten nach der Aufgabenstellung: „Beobachtet, wie die Frösche sich verhalten, nachdem wir sie durch unsere Annäherung erschreckt haben! Reagieren alle Frösche gleich oder unterschiedlich?“ Die Beobachtung wird sofort ausgewertet.

Zuerst berichten einigen Schüler über Einzelbeobachtungen. Es wurde dabei immer für denjenigen, der das Genannte noch nicht gesehen hatte, genügend Zeit zur Eigenbeobachtung gelassen. Aus solchen Einzelbeobachtungen wie: „Einige Frösche kauern im Gras, einige liegen an der Wasseroberfläche, nur Maul und Augen sind

zu sehen, einige ducken sich bewegungslos am Teichrand“, wird die Beschreibung zusammengefaßt. Ein oder zwei Schüler schließen diese Phase mit einer Zusammenfassung ab.

Verhaltensmerkmale sind sippen- bzw. art-spezifisch. Ihre Beobachtung leitet oftmals zur Beobachtung morphologischer Merkmale über. Das wird am Beispiel „Hecht“ deutlich. Verhaltensbeobachtung: „– Der Hecht lauert unbeweglich am flachen Ufer. –“ Ableitung: „Er ist ein Raubfisch und wartet auf Beute. Einige Flossen wedeln ganz sacht hin und her. Er bewegt Maul und Kiemen. Er atmet. Beim Atmen sehen wir die spitzen Zähne. –“ Mit letzterer Feststellung motiviere ich zum exakten Beobachten körperlicher Merkmale, die den Hecht von anderen Fischen unterscheiden und leite damit zur Beobachtung morphologischer Details über. Wie im Fall Hecht und Frosch halte ich auch bei fast allen Arterkundungen nicht mit dem Namen der Objekte zurück. Anders muß das natürlich gehandhabt werden, wenn es um Bestimmungsübungen geht, bei denen der Artname das Ergebnis der Tätigkeit ist. Bei den Merkmalsbeobachtungen formuliere ich die Aufgaben häufig z. B. in der Form: „Stellt die besonderen Merkmale der Frösche im Teich fest! Vergleicht dabei mit anderen Fröschen!“ Damit verfolge ich die Absicht, die Schüler bis zur Artenkenntnis vordringen zu lassen und dabei Wasser- und Grasfrosch zu erkennen. Um eine genaue Beobachtung abzusichern und den Zufallsfaktor einzuschränken, nehme ich (auch für Vergleichszwecke), die Plastmodelle mit.

Zur Zeit der Herbstbeobachtung (Anfang bis Mitte Oktober) läßt die Aktivität der Frösche merklich nach, so daß auch ein kurzzeitiges Einfangen zwecks genaueren Beobachtens ohne Schaden für die Tiere verantwortet werden kann.

Durch ein systematisches Herangehen an Beobachtungen wird die Ausbildung von Fertigkeiten bei den Schülern gefördert. Ich lege dazu Beobachtungskriterien in einer gewissen Schrittfolge fest, die zumindest bei der Auswertung abgearbeitet wird. Auch beim Beobachten dränge ich darauf, danach zu verfahren. Es sind: GRÖßE – FORM – FARBE – BESONDERHEITEN.

Wird diese Folge eingehalten, erleichtert das ein schnelleres und vor allem umfassenderes Erfassen und Darstellen der Merkmale.

Auswertung der Beobachtungen

Die Hauptform ist das Beschreiben. Es reicht nicht aus, nur über das Gesehene berichten zu lassen. Die Schüler sollten stets zum zusammenhängenden Beschreiben des beobachteten Objekts angehalten werden. Erst durch das Beschreiben werden spezifische Merkmale bewußt verarbeitet und damit eingepreßt. Beobachtung und Beschreibung bilden eine Einheit. Und nicht zuletzt geht es auch um die sprachliche Befähigung der Schüler. Um ihren Fachwort- und Sprachwortschatz (ganz allgemein) zu fördern und die Ausdrucksfähigkeit zu entwickeln, setze ich sehr häufig Vergleichsbegriffe aus der Umgangssprache und dem Erfahrungsbereich der Schüler ein. So z. B. für Größen vor allem Bezugsgrößen wie handgroß, armlang, bleistift dick, sperrlingsgroß; natürlich auch Schätzgrößen der Maßeinheiten. Für Formenangaben, was sich oft als besonders schwierig erwies, z. B. beim Hecht statt länglich, auch pfählförmig; aber auch andere Formen, wie kugelförmig, spindelförmig, eiförmig, schlank usw.

Den meisten Schülern wird das Beobachtete erst beim Beschreiben bewußt, wenn sie um Ausdrucksmittel ringen. Jetzt prägt sich das Wesentliche erst ein.

Nach dem Herausstellen aller Merkmale müssen die wesentlichen Merkmale erfaßt werden. „Woran erkennt man die Amsel? Was unterscheidet sie von anderen Vögeln?“ In dieser Situation findet die Vermittlung von Artenkenntnis ihren Höhepunkt. Jeder Schüler muß durch Vergleichen mit anderen sich anbietenden Arten – solche, die eine relative Ähnlichkeit besitzen und solche, die extreme Unterschiede zeigen – die markanten Merkmale erkennen (z. B. Amsel – gleichmäßig dunkelbraun oder schwarz, gelblich-roter Schnabel, viel größer als Spatzen, in Hecken bzw. Bodennähe, napfförmiges Nest usw.). Die Artmerkmale unserer beiden Froscharten werden erst beim Vergleich von Modellen und Bildern mit den originalen Objekten bewußt und gleichzeitig eingepreßt. Dabei

spielen die Farb- und Größenunterschiede die entscheidende Rolle.

Für die Aneignung von Artenkenntnissen ist es m. E. nicht so bedeutsam, ob die Artmerkmale notiert oder mündlich gefestigt werden. Zu viel Schreiben geht auf Kosten der Interessiertheit und unterbricht den Beobachtungsablauf. Auf Unterrichtsgängen lasse ich nur Kladdennotizen zu, bzw. fordere sie vereinzelt für bestimmte Stichpunkte. So wird der Artname (Sippe) geschrieben und o. g. Schlagworte für markante Merkmale. Das schriftliche Beschreiben setze ich häufig zur Übung als Hausaufgabe ein, dann aber immer nur auf eine Art reduziert. Ich nutze dagegen schriftliche Beschreibungen für differenzierte Aufträge an leistungstärkere Schüler oder für die Ausgestaltung unserer biologischen Ecke. Alle speziell bearbeiteten Arten oder Sippen (und nicht nur die von den Unterrichtsgängen her) werden in der biologischen Ecke und auf dem Wandbrett vorgestellt, mit Bild und Artbeschreibung durch eine Schülerarbeit. „Die beste Beschreibung wird ausgestellt!“, das ist für viele Schüler eine wesentliche Stimulanz.

Pflanzen als Beobachtungsobjekte

Botanisch-floristische Unterrichtsgänge haben in meiner Arbeit den gleichen Stellenwert wie die zu Tierbeobachtungen und sind nach Ablauf und Organisation sowie methodischer Gestaltung ebenso angelegt. Handelt es sich nicht gerade um geschützte oder giftige Substanzen enthaltende Arten, können und sollten die Beobachtungsobjekte auch am Standort entnommen und später als dauernder Beleg herbarisiert werden.

Allerdings arbeiten die Schüler bei Pflanzenbeobachtungen oft oberflächlicher als bei Tierbeobachtungen. Man muß häufiger zum genaueren Beobachten auffordern. Anfangs machte ich den Fehler, zu viele Arten auf einmal bearbeiten zu wollen. Dabei stellte ich selbst den Schülern die Pflanzen vor. Der Behaltenseffekt war relativ gering.

Die Schülerertätigkeit am Objekt muß immer die entscheidende Arbeitsgrundlage sein. Ein anderer Fehler bestand darin, daß ich z. B. Frühblüher über den Gartenzaun hinweg beobachten lassen wollte. Es kam zum

Zeigen und Abfragen auf Zuruf und zur Korrektur bei fehlerhafter Benennung. Zur Festigung kann man das schon mal so machen. Für die Vermittlung von Artenkenntnis bringt das aber sehr wenig. Um z. B. den „Blaustern“ kennenzulernen, müssen Blütenbau und Blütenstand sowie Blätter und Zwiebel angesehen und beschrieben und ein Vergleich mit anderen Frühblühern durchgeführt werden. So prägen sich neben dem Gesamtbild auch Einzelmerkmale ein.

Es wirkt immer stimulierend, wenn bei der Übersichtsbeobachtung zum Standort bereits Bekanntes wiederholt, bekannte Arten wiedererkannt und benannt werden.

Zur Unterstützung des Lernens setze ich möglichst immer Hilfsmittel in Form von Abbildungen (Naturführer, Quartettkarten, Zeitschriftenbilder o. ä.) mit ein.

Arbeit im Fachraum

Eine Vielzahl von Beobachtungen und Untersuchungen können bzw. müssen im Klassenraum erfolgen. Der Hauptarbeitsort ist nach wie vor der Fachraum.

Welche Voraussetzungen und Bedingungen sind zu schaffen?

Dazu gehört z. B., daß alle Möglichkeiten erschlossen und genutzt werden, geeignete (und „erlaubte“) Lebewesen mit in den Unterricht zu bringen. Ich versuche immer, so viel Material zu beschaffen, daß alle Schülergruppen (je zwei Schüler) Beobachtungsobjekte erhalten. Die besten Lern- und Arbeitsaufgaben nützen nichts, wenn der Schüler die Beobachtung nicht ordentlich durchführen kann. Manches in den Unterricht mitgebrachte Haustier ist wohl als Anschauungsmittel und für die Unterrichts-atmosphäre gut, für das Beobachten am Objekt vielfach aber recht zweifelhaft. Meerschweinchen im Glaskasten auf dem Lehrertisch können nur von einem kleinen Teil der Schüler gut gesehen und damit auch beobachtet werden. Was aber machen die anderen? Der Lehrer trägt das Becken durch die Reihen der Klasse, um wenigstens allen einen kurzen Blick zu gewähren. Nach einigen Fehlversuchen setze ich solche Objekte vom Programm der systematischen Beobachtungsschulung ab.

Trotzdem dienen auch diese Objekte zumindest der Festigung der Artenkenntnis, denn diese Tiere sind in der Regel bereits bekannt. Ihre Funktion besteht vor allem in der Belebung des Unterrichts. Sie sind bestens geeignet für Pausenbeobachtungen und Pausenbetätigung, z. B. als Streicheltiere, zum Füttern usw.

Methodik und Arbeitsorganisation bei der Arbeit am Objekt lege ich im Prinzip so wie im Freiland an. Da die natürlichen Umweltbedingungen fehlen, ist in der Regel der erste Beobachtungsschritt das Erfassen der Ganzheit des Lebewesens: „Seht Euch die Pflanze erst einmal an!“, ohne große Auswertungsdiskussion, nur mit der Feststellung: „Kennen wir nicht!“. Meistens nenne ich gleich den Namen und schreibe ihn an die Tafel. Danach folgen Detailbeobachtungen zum Erfassen von Größe, Form, Besonderheiten der ganzen Pflanze oder Tiere und ihrer Teile bzw. Organe.

Aufgabe: „Was ist das Besondere am Wasser-Hahnenfuß? Woran erkennt man ihn?“ Zur Arbeit ziehe ich in diesem Fall Lehrbuchabbildung und -text /2, S. 110/ heran, um den Schülern Orientierungshilfe zu geben und das Informationsspektrum zu erweitern. Eine zusammenfassende Beschreibung, oft als Übung von mehreren Schülern, schließt diesen Arbeitsteil ab. Die Lebens- und Verhaltensweisen finden vielfach bereits in das Auswertungsgespräch Eingang, wo sie sich aus Merkmalsbeobachtungen ergeben. Oftmals setze ich dazu aber in gesonderten Arbeitsphasen Fachliteratur, verschiedene Veröffentlichungen und natürlich den Lehrervortrag ein. Die Merkmale zu Lebensraum, Lebens- und Verhaltensweise stelle ich auch in zusammengefaßten Stichpunkten deutlich heraus und ordne sie den ‚Besonderheiten‘ zu. Auf eine solche Arbeitsweise legte ich mich im Laufe der Zeit fest und verfolgte sie mit einer gewissen Konsequenz.

Wenn es möglich ist, werden Material und Geräte erst zum geplanten Stundenabschnitt, dem der direkten Beobachtung, ausgegeben. Die Ablenkung durch die „Originale“ kann in der Anfangsphase des Unterrichts so erheblich sein, daß sie die gesamte Unterrichtskonzeption gefährdet.

Wenn keine originalen Objekte vorhanden sind, greife ich auf stellvertretende Repräsentationsformen wie Modelle und Abbildungen zurück. Und das ist relativ oft der Fall. So lassen sich Eindrücke über Lebewesen fremder Länder und anderer Gebiete sowie über alle nicht anders zugängliche Sippen (z. B. geschützte Arten) nur auf diese Art und Weise vermitteln. Bei Beachtung einiger Besonderheiten und Einschränkungen können auch auf diesem Wege Sippenkenntnisse mit einem recht hohen Sicherheitsgrad vermittelt werden. Ich betone, Sippenkenntnisse! Denn ob Artenkenntnis ohne natürliche Objekte erworben werden kann, bleibt zumindest zweifelhaft.

So machte ich gute Erfahrungen bei Fischsitten, Kriechtieren und Lurchen, wenn es eben nur um die Vermittlung von Sippenkenntnissen (z. B. Frosch, Kröte, Molch, Schildkröte, Eidechse oder Krokodil) mit Hilfe von Abbildungen geht. Sippenkenntnisse über Antilopen erlangten meine Schüler z. B. aus der Verallgemeinerung von fünf Abbildungen von Antilopenarten aus einer NBI-Serie. Sie waren so sicher, daß bei einem späteren Zoobesuch Antilopen als solche von den Schülern angesprochen werden konnten.

Der Lehrplan überläßt es dem Lehrer, an welchen Beispielen er bis zur Artenkenntnis vordringt. Es gibt aber Themen, die diesbezüglich keinen großen Entscheidungsfreiraum zulassen. Zur Problematik „Naturschutz von Säugetieren“ z. B. müssen entsprechende Arten herangezogen werden. Die Schüler erfassen das Problem nur dann in seiner ganzen Breite – bis hin zum Verstehen konkreter Schutz- und Verhaltensmaßnahmen – wenn sie konkrete Vorstellungen von den betreffenden Arten haben.

Ich entschied mich bei dieser Thematik für den Elbebiber.

Zur Arterschließung mußten verschiedene Abbildungen herangezogen werden. Man macht sehr schnell die Erfahrung, daß Schüler bei einseitiger Bildverwendung mit dem Lebewesen das Bild bzw. das Lebewesen in dem Bild verinnerlichen.

Bei einer Hospitation war in einer Leistungsermittlung z. B. folgendes zu beobachten: Die Kollegin setzte die im Unter-

richt mehrfach verwendeten Dias über Lurche und Kriechtiere ein. Dabei erkannten alle Schüler z. B. die Erdkröte. Als aber das bis dahin noch nicht eingesetzte Bild aus der Tafelmappe „Geschützte Tiere“ gezeigt wurde, gab es große Schwierigkeiten. Nur wenige Schüler äußerten sich zaghaft und nur zwei entschieden sich eindeutig für die richtige Art. Hier wird das Problem deutlich. Es läßt sich weitestgehend umgehen, wenn mehrere Abbildungen oder Darstellungsformen gleichzeitig oder nacheinander eingesetzt werden.

Zur Bearbeitung des Elbebibers verwende ich vier Abbildungen, darunter solche aus „Brehms-Tierleben“ und der „Roten Liste“ und zur Festigung eine weitere aus der Bildmappe „Geschützte Tiere“.

Der Übergang von der Beobachtung zur Beschreibung erfolgt bei der Arbeit mit Bildern unmittelbar, wie auch die gemeinsame Verständigung recht intensiv sein muß. Damit nimmt wohl der Anteil selbständiger Schülertätigkeiten ab, was nicht bedeuten muß, daß die geistigen Aktivitäten niedriger angesetzt werden müssen.

Abbildungen können aber nur bedingt Vorstellungen von den Lebens- und Verhaltensweisen vermitteln. Dazu suchte ich Hilfen in Darstellungen aus der Literatur. Solche Texte sammelte ich vor allem aus biologischen Fachzeitschriften. Im Fall Biber verwende ich Texte aus „Brehms Tierleben“.

Festigung von Artenkenntnis

Eine erste Festigungsphase umreißt einen Zeitraum von wenigen Unterrichtsstunden, in denen der Schüler noch häufig mit den entsprechenden Arten in Berührung kommt. Ich achte auf eine große Vielfalt der Festigungs- und Anschaulichkeitsformen, besonders in dieser Zeit.

Dazu griff ich z. B. Anregungen aus der Fachzeitschrift „Biologie in der Schule“ auf und suchte auch nach eigenen Wegen. Sehr gute Beispiele vermittelt die Pädagogische Lesung von Gudrun Schedler (1989) /3/.

Worauf kommt es an?

Die erste Festigungsphase muß so intensiv sein, daß die anfänglichen Eindrücke und

angebauten Vorstellungen auf verschiedenen Sinnes- und Geistesebenen eingeprägt werden. Deshalb die Artbeschreibung auch als methodisches Mittel:

a) An allen Objekten bei der Bearbeitung mehrfach mündlich üben;

b) an wenigen ausgewählten Beispielen schriftliches Üben, – ausführlich und sprachlich abgerundet vorrangig als Hausaufgabe; stichpunktartige Merkmalsanalysen vorrangig im Unterricht;

c) Wissensspiele und Wissenstests in vielen Varianten – „Wer erkennt das Lebewesen an Hand der Beschreibungen?“ (Einsatz finden vor allem die Schülerarbeiten.)

Dieses „Spiel“ schult das Ausdrucksvermögen der Schüler, denn es muß treffend beschrieben werden, wenn andere daraus die Art erkennen sollen. Die Hauptfestigung besteht in einer vielseitigen visuellen Konfrontation mit dem Objekt:

– Deshalb der Einsatz unterschiedlicher Abbildungsformen (von Postkarten und Postern bis zu Nachschlageliteratur). Das Variieren mit verschiedenen Abbildungsformen lenkt sehr konsequent auf das Wesentliche hin. Während bei der Erarbeitung das Original im natürlichen Lebensraum am effektivsten ist, ist die Abbildung in der ersten Festigungsphase günstig.

– Deshalb das Ausstellen der behandelten Arten mit Bild und Text. Möglichst auch hier Beschreibungen, die Schüler anfertigten. Der Wettbewerb „Wer die beste Beschreibung liefert, kann diese aushängen!“, oder ähnliches, kann die Arbeitsintensität erheblich beeinflussen.

– Deshalb das Halten von Lebendobjekten in Aquarien, Terrarien o. ä. in der biologischen Ecke oder im Fachraum. Hier griff ich die Anregung auf, zu den gehaltenen Tieren und Pflanzen, Quartettkarten und anderes Vergleichsmaterial zur eigenen Betätigung der Schüler mit auszulegen. Die Schüler beschäftigen sich eine Zeitlang sehr intensiv damit.

– Deshalb auch Artenwandzeitungen und Ausstellungen aus dem Sammelmaterial der Schüler, die so lange bleiben, wie die Stoffeinheit anhält. Diese Wandzeitungen sollte man aufbewahren und später u. a. bei permanenter Wiederholung einsetzen (eben auch in Klassen 6, 7 und 8).

Zur Langzeitfestigung macht es sich erforderlich, in Form von geplanter permanenter Wiederholung immer wieder einmal bestimmte Gruppen von Sippen oder Arten gezielt einzusetzen. Und wenn es nur darum geht, diese wiedererkennen zu lassen.

Schließlich soll noch auf die altbewährten Exkursionen verwiesen werden. Neben anderen Zielen dienen sie vor allem der Festigung von Artenkenntnissen. Ich plane in jedem Schuljahr für die meisten Klassen einige wenige Festigungsexkursionen ein. Grundsätzlich geht es dabei in Biotopen, die es ermöglichen, einer Vielzahl von Lebewesen unseres Artenrepertoires zu begegnen.

Ausstellungen mit lebenden Objekten führte ich in der letzten Zeit seltener durch. Anfänglich hatte ich große Erwartungen und erhoffte eine nachhaltige Wirksamkeit. Ich machte aber nur dann gute Erfahrungen damit, wenn es um das Festigen bereits erarbeiteter Formen ging. Eine Erweiterung der Artenkenntnis der Schüler durch neue Vertreter konnte kaum festgestellt werden. Es besteht ja auch keine Motivation zum genaueren Beobachten und Einprägen. Folglich sind solche Ausstellungen nur dann effektiv, wenn sie einer Ziel- und Aufgabenstellung untergeordnet werden – z. B. eine Ausstellung über Heilkräuter verbunden mit einer Sammelaktion.

Die oftmals zu beobachtenden umfangreichen Pflanzenausstellungen haben leider meist nur eine geringe Wirkung. Trotzdem baue ich hin und wieder auch solche Ausstellungen auf (wenn auch nur mit jeweils wenigen Pflanzen). Sie haben ihren Wert vor allem im Ästhetischen, im Erzieherischen und in ihrer Gesamtausstrahlung. Sie fördern die „Begegnung mit der Biologie“.

Literatur

- /1/ Horn, F.; Kaiser, G.: Zur Weiterentwicklung des Biologieunterrichts in den Klassen 5 bis 10. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 35(1986)2/3. – S. 49–59
- /2/ Lehrbuch Biologie Klasse 5. – Berlin, 1988
- /3/ Schedler, G.: Artenkenntnis unserer Schüler – eine Möglichkeit zu ihrer Aneignung. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 38(1989)2/3. – S. 72–74

Erweiterung der Sippen- und Artenkenntnisse (Klassen 5 und 6)

In der ersten Biologiestunde teile ich den Schülern mit, daß sie aus Zeitschriften und Zeitungen Bilder von Wirbeltieren sammeln sollen. Dazu gebe ich Informationen über Erscheinungsbild, Vorkommen, Naturschutz, Tiere heimischer bzw. anderer Gebiete. In der zweiten Stunde wird begonnen, einige der von den Schülern gesammelten Bilder zu beschreiben. Dabei wird von Beginn an darauf geachtet, wesentliche, charakteristische Merkmale zu betonen. Die Mitschüler werden nach weiteren Merkmalen befragt, machen Ergänzungen. Zum Betrachten (nicht alle Schüler erfassen sofort vollständig die Merkmale) wird das Bild im Fachraum an die Tafel geheftet.

Das Beobachten von Fischen ist sehr effektiv. Zur Erfassung der Körpermerkmale, der Fortbewegung (Flossenfunktion) und der Nahrungsaufnahme lasse ich die Schüler im Becherglas (pro Arbeitsplatz) Guppys, Platys, Black Mollys und Welse beobachten. Sie können aus der Nähe zielgerichtet Beobachtungsaufgaben lösen und Ergänzungen zu den Aussagen der Mitschüler machen. Hier bewährt sich das Aquarium im Schaufenster des Biologie-Vorbereitungsraumes. Einige Schüler angeln mit ihren Vätern. Voller Stolz berichten sie über Erlebnisse oder bringen das Gebiß eines gefangenen Hechtes mit. Es ist sehr wichtig, die leitende Funktion des Lehrers unbedingt zu garantieren, damit das Interesse, die Neigungen in die richtigen Bahnen gelenkt werden. Die exakte Formulierung der Aussagen über die Merkmale biologischer Objekte muß unbedingt realisiert werden.

Im Stoffgebiet „Lurche“ wird diese Verfahrensweise fortgesetzt. Mit der ersten Stunde werden den Schülern Aufträge zum Sammeln von Bildern dieser Tiere erteilt. Wiederum werden ausgehend von gesammelten Bildern von den Schülern wesentliche Merkmale zu Stundenbeginn vorgetragen. Manchmal haben auch mehrere Schü-

ler das Bild vom gleichen Objekt, so bestehen Möglichkeiten des Vergleichs. Die Behandlung dieses Stoffgebietes erfolgt jahreszeitlich ungünstig, da keine Originalobjekte vorliegen. Hier kommt den exakten Beschreibungen des Bildmaterials besonderer Wert zu.

Ähnlich ist die Sachlage bei Kriechtieren. Hier ist die Auswahl von Bildmaterial sehr umfangreich, die Vielfalt der Tiergruppe kann umfassend veranschaulicht werden. Im Fachraum werden Tafeln mit den Bildern vieler Kriechtiere ausgestellt. Einige Schüler bringen auch Schlangenhaut mit. Dazu gehörten bisher Ringelnatter (gefunden auf einem Grundstück) und *Boa constrictor* (Bekannte halten sie in der Wohnung).

Beim Stoffgebiet Vögel können viele Realobjekte von den Schülern vorgewiesen werden. Dazu gehören Steine aus Hühnermägen, Federn, Nester und auch lebende Tiere (Exoten, die von Eltern gezüchtet werden). Am lebenden Objekt können die Schüler die Merkmale studieren. Ein Vater organisierte z. B. den Besuch einer Exotenschau und erklärte an ausgewählten Beispielen (vorher abgesprochen) die Merkmale und Verhaltensweisen von Sittichen, Kanarien und verschiedenen Papageien. Die Schüler waren begeistert. Hier wurde wohl eine gute Synthese von Unterricht und außerunterrichtlicher Tätigkeit erreicht.

Bei den Säugetieren lege ich besonderen Wert auf die Gesichtspunkte „Ernährung“ und „Fortpflanzung“. Viele Beispiele werden von den Schülern gebracht, umfassend werden oft die Merkmale von Meer-schweinchen, Hauskaninchen, Pferd, Hausrind und Vertretern von Rassekatzen und Rassehunden sowie Nutria (aus der Zucht) dargelegt. Ausführlich erfolgt die Erläuterung des Verhaltens der Alttiere beim Säugen und bei der Pflege der Jungtiere. Gegen Ende des Stoffgebietes wird den Schülern folgende Hausaufgabe (Zeit: 4 Wochen) erteilt (dazu entsprechende Erläuterungen an einem Beispiel):

Wähle aus den gesammelten Bildern von Wirbeltieren pro Tierklasse 4 bis 5 Beispiele aus und klebe sie auf Papier! Gib bei allen Beispielen die typischen Körpermerkmale und weitere Hinweise an!

Fische: Vorkommen im Süß- oder Meerwasser, Speise- oder Zierfisch, Besonderheiten bei der Fortpflanzung.

Lurche: Frosch- oder Schwanzlurch, heimische Tiere, Forderungen zum Erhalt dieser Tiere (Naturschutz), Fortpflanzung.

Kriechtiere: Einordnung in eine der vier Gruppen, heimisch oder Exot, Maßnahmen zur Erhaltung – Naturschutz, Fortpflanzung, eigene Beobachtungen.

Vögel: Heimisch oder Exot, Nutzen für den Menschen, Naturschutz, Brutverhalten, Nisthilfen, Farbe der Eier, Verhalten der Jungvögel, Aufkleben von Federn eines Vogels.

Säuger: Heimisches Tier, Zootier, Nutzen für den Menschen (Haustier), Naturschutz, Besonderheiten der Fortpflanzung, Art der Ernährung, Verhalten der Jungtiere, besondere Verhaltensweisen.

In den folgenden Stunden haben die Schüler teilweise noch Fragen, die kurz erläutert werden. Dies belebt den Unterricht vielseitig. Die Begeisterung und das Interesse der Schüler wird in Bahnen des exakten Wissenserwerbs gelenkt. Sie lernen genauere Beschreibungen über Körperbau und Verhaltensweisen von Wirbeltieren kennen. Es müssen auch Schüler berichten, die sonst zurückhaltend sind. Dabei überwinden auch einige ihre Scheu. In den Klassenarbeiten wird immer die Aufgabe gestellt, ein Wirbeltier (entsprechendes Stoffgebiet) zu beschreiben. Dafür erfolgt eine Punktbewertung oder die Wertung als Zusatzaufgabe. Für die mündlichen Darstellungen habe ich Belobigungen ausgesprochen und auch teilweise Zensuren erteilt. Besonders möchte ich noch betonen, daß bei den Darlegungen der Naturschutz eine große Rolle spielt. Die Schüler sollten an den ausgewählten Beispielen darstellen, ob die beschriebenen Tiere selten sind. Daraus folgend der Naturschutz und welchen Beitrag sie persönlich zum Umweltschutz und zur Erhaltung gefährdeter Tiere (und auch Pflanzen) leisten können. Abschließend möchte ich erwähnen, daß auch alle Sendungen des Unterrichtsfernsehens genutzt werden.

In Klasse 6 habe ich schon einige Jahre versucht, den Schülern die Vielfalt der Insekten nach ähnlichem Muster zu veranschaulichen. Die Kinder sammelten viele

Materialien aus Zeitschriften, Zeitungen und natürlich „Originale“. Dazu gehörten Wespenester, Maikäfer, eine Bienenkönigin und viele andere Objekte. Im Fachkabinett wurden diese Materialien mit Beschriftungen bzw. zusätzlichen Erläuterungen ausgestellt.

Eine Hausaufgabe (Zeit: 3 Wochen) habe ich so formuliert:

Wähle aus den gesammelten Bildern von Insekten zehn Beispiele aus und klebe sie auf Papier. Ordne diese Vertreter in die vier Gruppen ein!

Gib zu diesen Tieren die Körpermerkmale, die Lebensräume, die Art der Ernährung, Schädlichkeit oder Nutzen für den Menschen, Möglichkeiten der Bekämpfung, Maßnahmen zur Erhaltung (Naturschutz), Besonderheiten der Fortpflanzung an!

– Sammle vier Schabbilder von Insekten und erläutere diese!

– Präpariere fünf Insekten (sie dürfen nicht unter Naturschutz stehen), gib Namen und Fundorte an!

Rolf Krasper (Flöha)

Vermittlung von Sippenkenntnissen in Klasse 5

HANS BLÜMEL

Zum „Erkennen am Erscheinungsbild“ gehören m. E. nicht nur die wesentlichen Kenn- (Bestimmungs-) Merkmale, sondern auch typische Verhaltensweisen und der bevorzugte Lebensraum. Dabei muß in der Klasse 5 nicht beim Punkt Null begonnen werden. Die Schüler besitzen bereits z. T. sichere Kenntnisse aus der Unterstufe, besonders aus Klasse 4, aber auch aus Büchern, Zeitungen, Fernsehsendungen, nicht zuletzt durch den eigenen Umgang mit Tieren. Sie berichten aus eigenem Erleben begeistert über Verhaltensweisen von Tieren. Damit die Schüler bei der Vielzahl von Fakten die Übersicht behalten und Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden lernen, halte ich es für wichtig, daß sie sich kurzgehaltene Aufzeichnungen anfertigen. Im folgenden ein Beispiel (behandelte Arten, nähere Angaben zum Erscheinungsbild ausgewählter Arten):

Heimische Vögel

Weißstorch, Haubentaucher, Stockente, Bleßralle, Höckerschwan, Graureiher, Großtrappe, Mäusebussard, Habicht, Star, Amsel, Rauchschwalbe, Mehlschwalbe, Elster, Feldsperling, Haussperling, Singdrossel: Amselgroß, Oberseite braun, Unterseite hell mit dunklen Flecken; Nest in halbhohen Fichten, 4 bis 6 Eier.

Eisvogel: Größer als Sperling, langer Schnabel, kurzer Schwanz, Oberseite blau, Unterseite rostrot; Brutröhre, taucht nach kleinen Fischen.

Lachmöwe: Taubengroß, Gefieder weiß, Kopf braun, Nahrungssuche auch auf Feldern, brütet in Kolonien an Seen und Teichen.

Waldohreule: Kleiner als Krähe, großer Kopf, Federohren, Beine befiedert; Gewölle aus Mäusefell und Knochen, Nachtjäger.

Die Schüler begreifen diese kurze Ausdrucksweise schnell und können sie auch anwenden. Bei einer solchen Vermittlung

CHEMIE IN DER SCHULE

Dieses aktuelle Fachmagazin bietet, was Sie für Unterricht und Weiterbildung brauchen: vielseitige Beiträge aus den Bereichen

Fachwissenschaft (mit Bezug zu den Lehrplanthemen), Umweltschutz, Methodik/Didaktik der Chemie, Unterrichtspraxis, ergänzt durch Karteiblätter mit erprobten Experimentieranleitungen, Aufgabentexten, Informationen zu Unterrichtsmitteln, zur Chemiewirtschaft, Umschau, Mitteilungen und Literaturmarkt. In der Rubrik „Forum“ werden aktuelle Fragen des Unterrichtsalldtags diskutiert.

Preise (2. Halbjahr 1990): Einzelheft 4,- DM, Doppelheft (8/9) 6,- DM, Quartalsabonnement 10,- DM

Bestellungen erbitten wir an die Deutsche Post oder direkt an

Volk und Wissen Verlag, Red. Chemie in der Schule, Lindenstr. 54a, Berlin, 1086

von Sippenkenntnissen verbietet es sich m. E. von selbst, diese in einzelne Stoffgebiete zu integrieren, wie das auch Grönke /1/ vorschlägt. Auf diese Weise lassen sich Sippenkenntnisse höchstens festigen. Da das „Erkennen biologischer Objekte am Erscheinungsbild“ eine ausgewiesene Schülertätigkeit ist, sollte sie nicht als „Beiwerk“ anderer Themen sondern in eigenständigen Unterrichtsstunden durchgeführt werden.

Was läßt sich bei der Vermittlung von Sippenkenntnissen in eigenständigen Stunden erreichen? Zunächst betrachte ich es als Vorteil, daß eine konzentrierte Hinwendung auf den „Gegenstand“ Art erfolgt. Eine Ablenkung auf andere Wissensgebiete (z. B. Funktion der Lunge) ist weitestgehend ausgeschlossen. Weiterhin lassen sich Kennmerkmale verschiedener Arten deutlicher im Vergleich herausarbeiten. Entsprechende Aufzeichnungen im Heft erfolgen zusammenhängend und nicht angefügt an andere Stoffgebiete.

Dadurch konnte ich bei meinen Schülern relativ dauerhafte Sippenkenntnisse erreichen. Bei den Vögeln lernten sie z. B. 20 Vertreter (bei den Fischen 12) kennen, einschließlich solcher, die aus der Unterstufe bekannt sind.

Gemessen an den 192 Brutvogelarten in der DDR ist das auf den ersten Blick herzlich wenig. Aber die Vielzahl der Arten ist überhaupt nicht entscheidend! Bedeutsam ist, daß der Schüler lernt, am konkreten Objekt wesentliche Merkmale zu erkennen. Bekommt er beispielsweise eine Kreuzotter gezeigt, dann reicht es nicht, wenn er nur den Artnamen nennt. Er muß auch typische Kennmerkmale, in diesem Fall eines (Zickzackband auf dem Rücken) und Fakten zur Lebensweise (Ernährung, Giftschlange) wissen. Der Schüler soll im Unterricht vor allem lernen, daß man zum sicheren Erkennen eines Fisches woanders hinschauen muß (Körperform, Struktur der Schuppen, Stellung und Form der Flossen) als bei einem Vogel. So befähigt, kann er bei entsprechendem Interesse sein Wissen selbsttätig erweitern.

Die Aneignung notwendiger Kenntnisse über einzelne Arten kann nicht abstrakt oder gar nur nach dem Lehrbuch erfolgen. Hierfür sind alle Arten von Unterrichtsmit-

teln wie lebende originale Objekte, Stoffpräparate, Tiermodelle, Rollbilder, Farbphotos (z. B. große Kalenderblätter), Filme u. a. m., aber auch Freizeitbeobachtungen der Schüler und Exkursionen zu nutzen. Zu Beginn des Schuljahres ermutige ich meine Schüler, Bildmaterial zur Illustrierung des Heftes zu sammeln. Das fördert nicht nur die Freude und das Interesse am Fach, sondern trägt auch zur ästhetischen Bildung bei. Unübertroffen bezüglich Aufmerksamkeits- und emotionaler Wirkung ist das Vorstellen eines eigenen Tieres durch Schüler. Es werden nach dem Vortrag herzerfrischende Fragen gestellt und Antworten gegeben, die die Liebe zum Tier und die Achtung vor dem Leben eindrucksvoll zeigen. Auf diese emotionale Seite des Unterrichts sollte kein Lehrer in einer 5. Klasse verzichten!

Beim Kennenlernen der heimischen Tierwelt sind viele unterschiedliche Methoden praktikabler. Auch die von Heinzl /2/ vorgestellte Möglichkeit zum Erkennen und Wiedererkennen von Meeresfischen wende ich mit gutem Erfolg bei der Behandlung der Süßwasserfische an. Die Auswahl der heimischen Tiere zur Behandlung im Unterricht nehme ich unter Berücksichtigung der Kenntnisse der Schüler, der territorialen Gegebenheiten, des vorhandenen Anschauungsmaterials und der Wünsche der Schüler vor.

Noch eine Bemerkung zu den Fachlehrern. In Gesprächen beklagen viele ihre nicht befriedigenden Tier- und Pflanzenkenntnisse, die nun offen zutage treten. Sicher ergeben sich aus dieser Tatsache Aufgaben für die Fachkommission, den Fachzirkel und für Weiterbildungsveranstaltungen, in erster Linie aber muß m. E. eigenes Bemühen gefördert werden. Hier genügt auch nicht nur das Studium entsprechender Literatur, sondern der Biologielehrer muß (wieder) den Weg in die Natur finden.

Literatur

- /1/ Grönke, O.: „Erkennen am Erscheinungsbild“ – eine neue Schülertätigkeit? – In: Biologie in der Schule. – Berlin 38(1989)5. – S. 182–189
/2/ Heinzl, I.: Erkennen und Wiedererkennen von Meeresfischen am Erscheinungsbild (Klasse 5)
In: Biologie in der Schule. – Berlin 38(1989)6. S. 229

Kenntnisse für das Erkennen von Wirbeltieren am Erscheinungsbild

DIETER NEUPERT

Dieser Beitrag stellt einen Versuch der von Grönke /1/ geforderten Aufbereitung der „Diagnose- und Zusatzmerkmale“ für ausgewählte biologische Objekte dar. Ich möchte davon ausgehen, daß es nicht das Ziel des Unterrichts in der Klasse 5 sein kann, die in Tabellen (in diesem Beitrag beispielhaft für Fische und Vögel) aufgeführten Kenntnisse etwa vollständig zu vermitteln und abzufordern (s. Tab. 1 u. 2). Sie sollen dem Lehrer helfen, die für seinen Unterricht erforderlichen Kenntnisse aus den aufbereiteten schnell herauszufinden. Die Schüler werden für die angeführten Wirbeltiere bis zur Habitusstufe I geführt, d. h. sie haben dann eine ganzheitliche Vorstellung vom betreffenden Objekt und können es richtig benennen (s. a. /2/). An einigen ausgewählten Vertretern sollten aber die Schüler exemplarisch bis zur Habitusstufe II weitergeführt werden. Dabei kommt zur ganzheitlichen Vorstellung vom biologischen Objekt die bewußt(er) gewordene Kenntnis von Kenntnissen hinzu, was die eigentliche Sippenkenntnis erst ausweist. Auf dieser Stufe ist auch erst die Beschreibung der Art oder allgemein der Sippe möglich.

Wenn die Schüler bis zur Habitusstufe II geführt werden, begreifen sie auch die Bedeutung der Kenntnisse, die unterscheidende und verbindende Funktionen haben. Die Schüler werden zum genauen Betrachten bzw. Beobachten der Naturobjekte und der erscheinungsaffinen Repräsentationsformen angehalten, wenn die Aufgaben präzise, auf die Kenntnisse zielend, gestellt werden. Diese Förderung der Beobachtungsfähigkeit sollte nicht nur in der 5. Klasse, sondern bei allen sich bietenden Gelegenheiten auch in anderen Klassenstufen sowohl beim Unterricht im

Fachraum als auch auf Exkursionen, die Besichtigungen von Ausstellungen, Zoologischen Gärten, Museen u. a. fortgesetzt werden. Beim Beobachten von Wirbeltieren in der Natur können, neben den Kenntnissen des Erscheinungsbildes, das Verhalten der Tiere und der Lebensraum das Erkennen erleichtern.

Die Kenntnisse, die wir im Unterricht vermitteln, beinhalten in erster Linie die wesentlichen besonderen Merkmale (Diagnosemerkmale). Dabei sollten wir anstreben, mit möglichst wenigen Diagnosemerkmalen auszukommen. Wenn die Diagnosemerkmale zum Erkennen und Wiedererkennen nicht ausreichen, müssen zusätzliche Merkmale herangezogen werden. Beispiel: Zu den Familienmerkmalen der Schollen benötigen wir noch Merkmale der Ordnung Plattfische. Diese verbindenden Merkmale für alle Plattfische grenzen die Schollen gleichzeitig von allen Fischen anderer Ordnungen ab. Andererseits sind zum Wiedererkennen eines biologischen Objektes nicht alle Kenntnisse erforderlich. Wie weit nun eine *bestimmte Anzahl von Merkmalen ausreichend* ist, ist weitgehend *von der Situation, den Unterrichtsmitteln und den Vorkenntnissen der Schüler abhängig*.

Wie können Kenntnisse vermittelt werden?

A. Durch darbietendes Lehren;

1. Nennen des Namens und Demonstrieren eines Vertreters der betreffenden Sippe

2. Vortragen der Kenntnisse (Demonstration oder Anzeichen mit Erläuterung)

B. Durch anregendes und anleitendes Lehren:

1. Demonstration von wenigstens zwei Vertretern einer Sippe (Namen nennen) zum Erkunden gemeinsamer Merkmale durch – im Sinne der Logik – innerartlichen Vergleich (evtl. Tabelle aufstellen).

2. Demonstration von Vertretern einer oder mehrerer anderer Sippen, mindestens aber eines geeigneten Vertreters einer anderen Sippe zum Erkunden der Kenntnisse durch – im Sinne der Logik – zwischenartlichen Vergleich (Kennzeichnen der Kenntnisse in der Tabelle z. B. durch + und die herausfallenden unwesentlichen Merkmale durch –).

Tabelle 1: Fische

	Diagnose- bzw. Kennmerkmale
„Forelle“ Fam. Lachse <i>Salmonidae</i> Meerforelle (<i>Salmo trutta f. trutta</i>) Bachforelle (<i>Salmo trutta f. fario</i>) Regenbogenforelle (<i>Salmo gairdneri</i>)	Fettflosse (strahlenlose Flosse auf Schwanzstiel); Maul reicht bis unter die Augen; schwarze Punkte auf dem Körper Hinterrand der Schwanzflosse fast gerade, Fettflosse rot gerandet (Abgrenzung gegenüber Lachs); Körper mit schwarzen Punkten Hinterrand der Schwanzflosse fast gerade; neben schwarzen Punkten noch bauchwärts rote Augenflecke mit hellem Rand schwarze Punkte in größerer Zahl auch auf Rücken-, Fett- und Schwanzflosse; rosa Längsband auf Körperseiten vom September bis Mai
Karpfen	endständiges Maul, 2 Paar Barteln
Hecht	langgestreckter Körper; Rückenflosse über Afterflosse kurz vor Schwanzflosse
Aal	schlangenförmiger Körper mit Flossensaum, der erst weit hinter den Brustflossen beginnt
Makrele (<i>Scomber scombrus</i>)	geteilte Rückenflosse; hinter der 2. Rückenflosse und der Afterflosse bis zur Schwanzflosse je 5 Flöbchen
Hering (<i>Clupea herengus</i>)	nur weichstrahlige Flossen; ohne Seitenlinie; Maul oberständig, bis zu den Augen reichend; Kielschuppen des Bauches vor den Bauchflossen stumpf; Augen ohne „Fettlid“
„Scholle“ Ordn. Plattfische Fam. Butte Fam. Schollen (u. a. auch Scholle, Flunder) Fam. Seezungen	unsymmetrischer platter Körper in Seitenlage; Augen auf Oberseite (\cong linke oder rechte Körperseite) Augen auf linker Körperseite, \pm untereinander stehend; Mund oberständig Augen auf rechter Körperseite, \pm untereinander stehend; Mund endständig Augen auf rechter Körperseite, das obere steht vor dem unteren; Mund unterständig

3. Zusammenfassen der Kennmerkmale

Die Übungen zur Festigung der Kenntnisse sollten vielfältig und abwechslungsreich sein, z. B. durch Herausfinden des betreffenden Objekts aus einer Vielzahl anderer, durch Zuordnen von Namen zu den Objekten und umgekehrt, durch Ergänzen typischer Körpermerkmale an unvollständigen Zeichnungen, durch Nennen von Kennmerkmalen (erst nur ein Merkmal, dann weitere) und Herausfinden des Namens des Objektes (/1, S. 189/). Ein weiterer Schritt wäre, die Schüler nicht nur bestimmte Kennmerkmale nennen, sondern das Objekt auch richtig zu Organismengruppen zuordnen zu lassen.

Das Vermitteln der Diagnose- bzw. Kennmerkmale sollte immer im Zusammenhang mit der Demonstration des Naturobjektes (lebend oder tot) oder eines Bildes bzw. Modells erfolgen. Stehen nur Abbildungen

zur Verfügung, so sollte angestrebt werden, verschiedene Abbildungen zu einem Objekt zu verwenden. Ohne Vergleich ist kein Abgrenzen denkbar.

Wenn schon, u. a. durch den Zeitfaktor bedingt, im Unterricht nicht für alle im Lehrplan genannten Sippen die Kennmerkmale so vermittelt werden können, daß die Schüler bis zur Habitusstufe II geführt werden, so sollte der Lehrer aber die erforderlichen Merkmale beim Vorstellen der biologischen Objekte nennen. Den Schülern muß aber auch dabei bewußt werden, daß durch die Kenntnisse bestimmter unterscheiden der Merkmale ein sicheres Erkennen möglich ist.

Anmerkung zu den Tabellen:

Die mit Anführungszeichen versehenen Lehrplanbegriffe stellen keine eindeutigen taxonomischen Begriffe dar.

In der Spalte „Diagnose- bzw. Kennmerk-

Tabelle 2: Vögel

	Diagnose- bzw. Kennmerkmale
Hausperling	♂ Scheitel dunkelgrau; Nacken und Rücken braun; Bauch grau; schwarzer Kehlfleck
Buchfink	sperrlingsgroß; 2 weiße Flügelbinden; moosgrüner Bürzel; ♂ Scheitel und Nacken blaugrau; Unterseite rötlichbraun
Amsel	Größe zwischen Sperling und Haustaube; ♂ schwarzes Gefieder, gelber Schnabel
Saatkrähe	größer als Taube; schwarzes glänzendes Gefieder; Schnabelwurzel nackt, weißlich-grau
Kohlmeise	sperrlingsgroß (größte Meise); Oberkopf blauschwarz; großer weißer, schwarz eingerahmter Wangenfleck; Unterseite gelb mit schwarzem Mittelstreif
Mehlschwalbe	knapp sperrlingsgroß; schlank, mit langen schmalen Flügeln; kurze Füße; weiße Unterseite, weißer Bürzel
Buntspecht	drosselgroß; Scheitel und Rücken schwarz; Flügel schwarzweiß, großer weißer Schulterfleck; schmutzig-weiße Unterseite bis auf rote Unterschwanzdecken; Wangen weiß; Hinterkopf und Halsseite verbindendes schwarzes Band; ♂ mit rotem Nackenband
Waldohreule	krähengroß; großer Kopf; große Augen (rötlichgelb) starr nach vorn gerichtet; Kopf bis 270° drehbar; lange Federohren; Hakenschnabel
Uhu	größer als Bussard (größte europäische Eule); auffallende Federohren; großer Kopf; große Augen starr nach vorn gerichtet; Kopf bis 270° drehbar; Hakenschnabel
Mäusebussard	größer als Krähe; Schwanz eng gebändert; Oberseite meist einfarbig bräunlich, Unterseite gefleckt; Hakenschnabel; Flugbild: breite abgerundete Flügel, horizontal gehalten; schwach gerundeter Schwanz, gespreizt; häufig kreisend; Stimme: gedähtes „hiäh“
Seeadler	großer Adler; schwarzbraun, Kopf und Hals heller; mächtiger hellgelblicher Hakenschnabel; Flugbild: mächtige bretartige Flügel mit gespreizten Handschwingen; kurzer keilförmiger weißer Schwanz
Lachmöwe	taubengroß; kurze Beine; Schwimmhäute zwischen den Zehen; Schwanz nicht gebändert; schokoladenbraune Kopfmäule (Nacken weiß); Ruhekleid: Kopf weiß mit dunklem Fleck in der Ohrgegend; Flugbild: breiter weißer Vorderrand der Flügel und weiße schwarzgesäumte Handschwingen
Stockente	größte Gründelente; ♂ Kopf dunkelgrün schillernd; weißer Halsring; Brust braun; Körperseiten und Unterseite hellgrau; ♂ und ♀ graubraune Flügel mit schwarz umrahmtem purpurvioletttem Spiegel, der oben und unten weiß eingefasst ist
Haushuhn	Beine unbefiedert (Fam. Fasanenvögel); nackter gezackter Scheitelkamm und Hautlappen am Schnabelwinkel
Großtrappe	♂ storchengroß, Federbüschel am Schnabelgrund; ♀ kleiner; Gestalt hühnerartig, aber hochbeiniger; Beine kräftig; Kopf und Hals hellgrau; Oberseite rostbraun mit schwarzer Querbänderung, Unterseite weiß; Schwanz mit schmaler weißer Endbinde; Handschwingen dunkel
Weißstorch	großer, langschnäbliger und langbeiniger Vogel; weiß, nur Schwungfedern schwarz; Schnabel und Beine rot
„Albatros“	± storchengroß (je nach Art); möwenähnliches Aussehen, aber sehr lange schmale Flügel (Flügelspannweite bis zu 3 m)
„Pinguin“	an Land aufrechte Körperhaltung und schwerfälliger watschelnder Gang; schwarz-weiße Färbung: oben dunkel, unten weiß („Frack und Weste“); flossenähnliche Flügel

Strauß	sehr großer Laufvogel (♂ 2,50 m, größter Vogel der Erde); Kopf und Schenkel nackt; sehr kräftige Beine mit nur 2 Zehen (davon 1 schwächer)
„Kolibri“	meist sehr kleine buntschillernde Vögel; langer dünner Schnabel; insektenhafter Schwirrflug (ähnlich dem der Schwebfliegen)

male“ erscheinen notwendigerweise auch Fachbegriffe, die kein Unterrichtsziel darstellen. Auch hier ist es wiederum die Aufgabe des Lehrers, die für seine Klasse günstigen Unterrichtsbeispiele auszuwählen.

Literatur

- /1/ Grönke, O.: „Erkennen am Erscheinungsbild“ – eine neue Schülertätigkeit? – In: Biologie in der Schule. – Berlin 38(1989)5. – S. 182-189
 /2/ Schedler, G.: Artenkenntnis unserer Schüler – einige Möglichkeiten zu ihrer Aneignung. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 38(1989)2/3. – S. 72–74

Laubblätter mit anderen Augen gesehen

In der Stoffeinheit 1.1.2. „Bau und Stoffwechsel der Sproßpflanzen“ (Klasse 9) ist die Herstellung eines Abziehpräparats der unteren Epidermis von Laubblättern vorgesehen. Diese mikroskopische Beobachtung läßt sich an Irisepidermis (Schwertlilienblätter) sehr gut realisieren.

Doch sollte neben der Anfertigung eines solchen Abziehpräparats und dem zeichnerischen Erfassen wesentlicher „baulicher“ Bestandteile die Fragestellung nach der Gesamtzahl der Spaltöffnungen eines Blattes – als Aspekt der Lebensverbundenheit des Unterrichts – Beachtung finden.

Bei Hospitationen beobachtete ich wiederholt, daß die Schüler keine Vorstellungen über die Vielzahl der Spaltöffnungen eines Blattes besitzen. So schrieben Schüler in Klassenarbeiten bei der Unterscheidung der oberen von der unteren Epidermis zum Beispiel, daß die untere nur eine Spaltöffnung besitze.

Mit Schülern einer 9. Klasse löste ich dieses Problem nach folgendem Muster (s. Tab. 1):

Frage: Wieviel Spaltöffnungen wird dieses Blatt haben?

Die Schüler mikroskopieren Epidermis der Iris. Bei 225facher Vergrößerung wird im Sehfeld eine durchschnittliche Zahl von 18 Spaltöffnungen ermittelt.

Das Irisblatt wird auf Millimeterpapier gelegt und mit Bleistift umzeichnet. Die Fläche wird ausgezählt. (Beachten: beide Blattseiten!)

Tabelle 1: Ermittlung realer Größen mit Hilfe des Schülermikroskops

Vergrößerung:	Sehfeld	Fläche in cm ²
	Ø in mm	
50	3,0	0,07
75	2,2	0,038
100	1,5	0,018
125	1,3	0,013
150	1,1	0,009
175	0,9	0,006
200	0,8	0,005
225	0,7	0,004

A = Fläche des Bildfeldes

A₁ = Fläche des Blattes

a = durchschnittliche Zahl der Spaltöffnungen im Sehfeld

Die Schüler lösen das Problem mit Hilfe einer Proportion:

$$A : A_1 = a : x$$

$$x = \frac{A_1 \times a}{A}$$

$$0,004 : 120 = 18 : x$$

$$x = \frac{120 \cdot 18}{0,004}$$

$$x = 54000$$

Die Schüler waren sehr erstaunt über die hohe Anzahl der Spaltöffnungen. Sie sehen ein Blatt danach mit ganz anderen Augen.

OL Bernhard Anders

„Kieferngewächse und der Wald als Lebensgemeinschaft“ (Kl. 6)

– unsere Vorschläge

UTE PETZNICK/URSEL DAHL

Vorüberlegungen

- Welche Möglichkeiten können wir nutzen, damit die Schüler ihr Heimatterritorium noch besser kennenlernen?
- Wie können wir unsere Schüler emotionaler ansprechen?

- Wie fördern wir die Liebe zur Natur?
- Wie können wir die Schüler über Sachkenntnis zu Normkenntnis führen?

Da sich viele Schulen unseres Kreises in Waldnähe befinden, haben wir zwei Exkursionen eingeplant. Wir sind auch der Auffassung, daß Festigung und Erweiterung der Artenkenntnis zum Bestandteil jeder Unterrichtsstunde werden müssen. Das kann in täglichen Übungen kontinuierlich während der gesamten STE erfolgen.

Unsere Stoffverteilung

1. Std. „Kieferngewächse als häufige Forstbäume“
2. Std. „Bestimmen von Kieferngewächsen“
3. Std. „Die Fortpflanzung der Kieferngewächse“
4. Std. Exkursion – „Die Schichten des Waldes als Lebensraum für die Tiere“
5. Std. „Nahrungsbeziehungen zwischen Pflanzen und Tieren im Wald“
6. Std. Exkursion – „Bedeutung und Schutz des Waldes“

Unsere methodischen Empfehlungen

1. Stunde

Mit Hilfe von Naturobjekten, Dias bzw. Fotos der behandelten Pflanzenfamilien sowie Zweigen von Laub- und Nadelbäumen sollen die Artenkenntnis der Schüler gefestigt und ihre Vorkenntnisse aus dem Heimatkundeunterricht angewendet werden:

- Benenne und zeige die Pflanzen, die du erkennst!

– Ordne die Pflanzen, die miteinander verwandt sind, in eine Gruppe ein!
Der Begriff „Kieferngewächse“ wird vom Lehrer eingeführt. Anhand von Kieferngewächsen (z. B. Wald-Kiefer, Europäische Lärche und Gemeine Fichte) werden die gemeinsamen Merkmale herausgefunden. Im Anschluß werden diese Merkmale an ausgewählten Naturobjekten (Zweigen), die am Arbeitsplatz der Schüler liegen, gefestigt:

- Wähle ein Kieferngewächs aus und beweise an drei Merkmalen seine Zugehörigkeit zu dieser Pflanzenfamilie!

Im letzten Stundenabschnitt arbeiten wir im Unterrichtsgespräch heraus, daß es neben den gemeinsamen Merkmalen auch unterschiedliche Kennmerkmale gibt.

Hausaufgabe:

- Notiere, welche Kieferngewächse in unseren Wäldern häufig vorkommen!

- Welche Kieferngewächse werden in Vorgärten angepflanzt?

Diese Aufgaben sollen dazu beitragen, daß die Schüler sich mit ihrer Umgebung intensiver beschäftigen und ihre Artenkenntnis anwenden.

2. Stunde

Schwerpunkte:

- Festigung der Arbeit mit dem Bestimmungsschlüssel;
- Erweiterung der Artenkenntnis durch gemeinsame objektbezogene Tätigkeit;
- Förderung des Lernens durch die Arbeit in Zweiergruppen.

Unsere Erfahrungen zeigen, daß die meisten Schüler ohne Schwierigkeiten die Bestimmungsübungen selbständig bewältigen können, wenn in den vorangegangenen STE die Arbeit mit dem Bestimmungsschlüssel kontinuierlich entwickelt wurde.

Wir legen auch Wert darauf, daß sie beim Notieren des Bestimmungsweges das „entscheidende“ Merkmal aufschreiben. So prägen sich die Kennmerkmale sicherer ein.

Für die Organisation empfehlen wir, Zweige der zu bestimmenden Vertreter mit einer Nummer zu versehen, z. B. Zweige der Küstendouglasie (1), Zweige der Wey-

mouths-Kiefer (2) usw. Das erleichtert die Kontrolle und Bewertung der Schülerleistungen.

3. Stunde

Der Lehrer beginnt mit einer motivierenden Aussage: „In trockenen Sommern kommt es oft zu Waldbränden. Dabei werden viele Forstbäume – unter anderem auch Kieferngewächse – vernichtet.“

Fragen:

- Wie entstehen neue Wälder?
- Wie entsteht eine Wald-Kiefer?

Unter Einbeziehen des Blütenmodells (Rapsblüte), von Zweigen und Zapfen der Wald-Kiefer sowie Dias und Lehrbuchabbildungen werden Teilziele erarbeitet:

1. Bau der Blüten von Raps und Wald-Kiefer;
2. Erläutern der Begriffe Nackt- und Bedecktsamer;
3. Anwenden der Kenntnisse über Bestäubung und Befruchtung;
4. Erkennen der Angepaßtheit des Pollens an die Windverbreitung.

Am Ende der Stunde wird die Motivation wieder aufgegriffen, indem die Schüler Maßnahmen zur Verhinderung von Waldbränden nennen und persönliche Verhaltensregeln ableiten.

4. Stunde: Exkursion

„Wir wollen untersuchen, ob der Wald nur aus Bäumen besteht.“ (Abgeleitet vom Sprichwort: Man sieht den Wald vor lauter Bäumen nicht.)

Im Mittelpunkt dieser Exkursion stehen folgende Schwerpunkte:

- Erkennen der Schichten des Waldes.
- Erkennen, daß für die Entwicklung der Strauch- und Krautschicht Licht notwendig ist.
- Erkennen, daß in bestimmten Schichten nur bestimmte Pflanzen und Tiere vorkommen.
- Schlußfolgern, daß für die Fortpflanzung und Entwicklung der Tiere die Schichten als Lebensräume erhalten bleiben müssen.

Wir halten es für vorteilhaft, in Gruppen zu arbeiten. Jede Gruppe untersucht eine Schicht und ordnet die Vertreter der Pflanzen und Tiere in die vorgegebene Tabelle (s. Unterrichtshilfen, S. 29) ein.

5. Stunde

Der Lehrer leitet die Stunde mit einer Frage ein: Warum leben im Wald so viele verschiedene Tier- und Pflanzenarten? Mit Hilfe der Vorkenntnisse aus dem Heimatkundeunterricht äußern die Schüler Vermutungen. Die Schüler sollen in dieser Stunde zu der Erkenntnis gelangen, daß es notwendig ist, den Wald zu schützen, Tiere nicht zu quälen oder sinnlos zu töten.

Folgende Teilschritte sollen zum Stundenziel führen:

1. Aufstellen und Beschreiben von Nahrungsketten;
2. Nennen von Störfaktoren in einer Nahrungskette und Erläutern der Auswirkungen (Beispiele: massenhafte Vermehrung von Marienkäfern im vergangenen Sommer; massenhaftes Auftreten der Nonne in vergangenen Jahren und deren biologische Bekämpfung durch Anbringen von zahlreichen Nistkästen);
3. Schutzmaßnahmen zur Erhaltung des Waldes durch den Menschen (Beispiele: Waldbrandwarnstufen; Jagdgesetz; geplante Holzerzeugung).

Hausaufgabe: LB, S. 37: Nr. 4 und 5

6. Stunde: Exkursion

Diese Exkursion soll einen wesentlichen Beitrag zur Ausprägung des Umweltbewußtseins leisten, indem die Schüler emotional angesprochen werden und „Wirkungen“ des Waldes aktiv erleben.

– Wir empfinden die Ruhe im Wald, indem alle Schüler für einen kurzen Moment ganz still sind.

– Wir spüren die kühle und frische Luft, indem alle tief einatmen.

– Die Schüler erkennen den Einfluß des Waldes auf das Klima (z. B. Wind), indem die Blattbewegung am Waldrand und im Wald beobachtet wird. (Als „Unterstützung“ kann auch eine Feder fallengelassen und ihre Flugweite gemessen werden.)

– Die Schüler erkennen die wirtschaftliche Bedeutung der Bäume (Bsp.: Harzgewinnung, Holzgewinnung).

– Sie „entdecken“ Naturschutzmaßnahmen (z. B. Nistkästen für Vögel und Fledermäuse, Einzäunung von Schonungen).

Für die Erarbeitung der Schwerpunkte wird die Klasse in Gruppen aufgeteilt. Sie erhalten folgende Aufgaben:

1. Notiere Beispiele für positive und negative Einwirkungen auf den Wald!
2. Notiere Beispiele für die Nutzung des Waldes durch den Menschen!
3. Welche Bedeutung hat der Wald als Wasserspeicher und Windschutz?

In der Auswertung werden die Schüler dazu angehalten, Schlußfolgerungen für das eigene Verhalten im Wald zu ziehen. Im Lehrervortrag gehen wir auf das „Waldsterben“ ein. Am Beispiel einer fünfjährigen Kiefer demonstrieren wir den Schülern die Schädigungen der Nadeln und nennen die Ursachen. Innerhalb eines Jahres sind in unserem Kreis die Waldschäden um 21 % angestiegen, das bedeutet, daß (Stand vom 31. 12. 1988) 40 % der Waldfläche geschädigt sind: Eine große Gefahr besteht für die Kiefernwälder auf Grund der zu starken Belastung durch Schwefel- und Stickstoffgase.

An dieser Stelle sind die Schüler besonders beeindruckt, da die Verursachung vor allem durch eine Großviehanlage in der näheren Umgebung mit bedingt ist.

Während der Exkursion haben die Schüler mit großem Eifer Zapfen und abgebrochene Zweige gesammelt, so daß im Biologieraum eine interessante Ausstellung mit zahlreichen Vertretern der Kieferngewächse (so z. B. der Küsten-Douglasie, der Colorado-Tanne, der Sitka-Fichte, der Pechkiefer u. a.) gestaltet werden konnte.

Für Schulen, die keinen Wald in unmittelbarer Nähe haben, empfehlen wir das Anpflanzen ausgewählter Vertreter von Kieferngewächsen auf dem Schulgelände bzw. den Besuch eines Naturlehrpfads.

Bakterien zersetzen Sprengstoff

Bei diesen kürzlich gefundenen Bakterien handelt es sich um überall vorkommende Bodenorganismen. Sie besitzen ein Enzymsystem, daß toxische Stickstoffverbindungen aufbrechen und zersetzen kann. Diese Tatsache erklärt heute, weshalb Dynamitstangen altern, d. h., ihre Sprengkraft mit der Zeit nachläßt. Mit Hilfe dieser Mikroorganismen könnten möglicherweise ins Erdreich versickerte Sprengstoffe gefahrlos beseitigt werden.

Biowissenschaftliche Informationen 13(1989)7

Unterrichtsgang zum Thema „Korbblütengewächse“ – Klasse 6

Nachdem die Schüler Merkmale der Korbblütengewächse kennengelernt haben, sollen sie in der Lage sein, Vertreter dieser Familie nach dem Erscheinungsbild in der Natur wiederzuerkennen. Zugleich soll der Artenreichtum dieser Familie bewußtgemacht werden. Dazu eignet sich die 6. Stunde dieses Stoffgebiets, wenn in Schulnähe ein Schulgarten, eine Ödfläche oder ähnliches vorhanden ist. Lebensnähe in Bezug zum Original kann auch durch Einbeziehen von Grünflächen und Blumenbeeten des Schulgebäudes erreicht werden.

Nachdem die Schüler 10 Minuten im Klassenraum durch Vergleichen von Pflanzen eines Straußes Merkmale der Korb- und Kreuzblütengewächse wiederholt hatten, bekamen sie Aufgabenstellungen zur Arbeit im Freien.

Als Arbeitsmaterial erhielten sie Nachschlagewerke, Lupen und Pinzetten sowie je Gruppe einen verschlossenen Briefumschlag. Dieser enthielt den Arbeitsauftrag für die Gruppe sowie Kärtchen mit einem Einschnitt in der Mitte, die gesammelte Pflanzen aufnehmen können und gleichzeitig Platz für Notizen (z. B. Art- und Familiennamen) bieten.

Noch im Fachraum wurden fünf Schülergruppen mit je einem Gruppenleiter eingesetzt. Es erfolgte der Hinweis, daß, nachdem alle Schüler sich auf dem Schulhof versammelt haben, die Gruppenleiter den überreichten verschlossenen Briefumschlag mit der Aufgabenstellung öffnen dürfen. Dort angelangt, wurden dann voller Erwartung von den Gruppenleitern die Aufgaben den Mitgliedern der Gruppe übermittlelt. Arbeitsaufträge (Beispiele)

Gruppe 1

1. Sucht in der Nähe der Turnhalle:
 - a) die Ackerwildpflanze Knopfkraut
 - b) eine Zierform der Schafgarbe!
2. Bringt eine Pflanze vom Knopfkraut zum Lehrer und begründet, in welche Familie diese eingeordnet wird!

Kreuzt vorher an: Kreuzblütengewächs
Korbblütengewächs
Die Farbe der Zungenblüten der gesuchten Schafgarbe ist ...

3. Sucht eine Pflanze mit dem Namen Graukresse!

– Kreuzt an: a) Kreuzblütengewächs oder

b) Korbblütengewächs

Bringt die Graukresse mit zur Kontrolle!

Gruppe 2

a) Sucht vier Pflanzen, die zu den Korbblütengewächsen gehören und schreibt die Namen auf!

(Pflanzen in Kärtchen stecken)

b) Sucht Hirtentäschelkraut!

Familienname:

c) Warum ist das gleiche Unkraut (Hirtentäschel) im Schulgarten zwischen den gelben Lupinen größer?

Kreuzt an!

a) mehr Platz

b) lockerer Boden

c) mehr Nahrung

d) erhält mehr Wasser

Gruppe 3

a) Sucht vier Pflanzen, die zu den Korbblütengewächsen gehören!

b) Schreibt die Namen auf die Kärtchen, in die ihr die Pflanze gesteckt habt!

c) Sucht außerdem die Graukresse und eine weitere Pflanze der gleichen Familie! ...

Gruppe 4

Sucht in der Nähe des Schulgartens drei Vertreter der Korbblütengewächse:

a) hat Zungenblüten und Röhrenblüten

b) hat nur Zungenblüten

c) hat nur Röhrenblüten

Schreibt die Namen auf die dafür vorgesehenen Steckkärtchen und bringt diese zur Kontrolle mit!

Die Aufgabenblätter enthielten genaue Hinweise zu den Arbeitsorten, die alle vom Lehrer aus zu übersehen waren, so daß die Aufsichtspflicht gewährleistet war. In den Gruppen waren 5 Schüler mit unterschiedlichem Leistungsniveau zusammengefaßt. Zum Leiter wurden teilweise sogar disziplinschwierige Schüler benannt, was sich bewährte, da sie sich größtenteils durch diese Aufgabe herausgefordert fühlten und unbedingt viele richtige Ergebnisse errei-

chen wollten. Nachdem die Schüler 25 Minuten intensiv gearbeitet hatten, haben sich alle an der vorher als Treffpunkt vereinbarten Bank auf dem Schulhof versammelt. Dort wurden die Ergebnisse ausgewertet.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, daß der Lehrer sich die zu erwartenden Ergebnisse auf einer Karteikarte notiert, da so eine zügige Auswertung möglich ist.

Waltraud Schlichting (Potsdam-Babelsberg)

Falabella-Pferde sind die Kleinsten

Bislang galten Shetlandponys, die nach dem gültigen Standard eine Widerristhöhe von mindestens 80 bis maximal 107 cm aufweisen müssen, als die kleinste Pferderasse der Welt. Dieses Recht nehmen inzwischen die Falabella-Pferde (auch als Mini-Horse bezeichnet) für sich in Anspruch. Die Widerristhöhe dieser in Argentinien herausgezüchteten Pferderasse darf 34 Inches (86,4 cm) nicht überschreiten, zumeist liegt sie zwischen 50 und 75 cm. Die Fellfärbung der Falabella-Pferde variiert sehr stark. Es können sämtliche Farbtöne von weiß bis schwarz auftreten. Ebenso sind verschiedenartige Scheckungen möglich.

Das Exterieur (besonders die Extremitäten) der Falabella-Pferde ist wesentlich graziler als das der Shetlandponys. Sie sind nicht so tief und massig gebaut. Ihr Kopf wirkt edler. Mähne und Schweif sind schwächer, aber auch wie beim Shetlandpony sehr lang.

Die Geburtsmasse der Falabella-Fohlen liegt zwischen 5 und 6 kg. Vorerst sind Falabella-Pferde in Europa meist nur in Zoos zu sehen. Sie erfreuen sich eines hohen Liebhaberwertes, obwohl sie wirtschaftlich wenig rentabel sind.

Axel Gutjahr (Stadtroda)

Methodische Varianten für das Stoffgebiet „Vererbung“ (Klasse 10)

(Fortsetzung des Beitrags aus Heft 6/90)

PETER PEULEKE

Zelluläre Grundlagen der Vererbung – zweites Erklärungs-niveau

In den ersten Stunden dieser Stoffeinheit wiederholten die Schüler den Bau der Zelle, erwarben Kenntnisse über Chromosomen und über die Weitergabe von Chromosomen und Genen. Auch hier stiegen wir über Naturobjekte – Mikroskopieren von Pflanzen- und Tierzellen, Zellen in Zellteilung (Präparate waren in unserem Kreis häufig so wenig aussagekräftig, daß auf Dias und Abbildungen ausgewichen werden mußte!) und Riesenchromosomen der Taufliege – in die Theorie ein.

Nach Vermittlung von Kenntnissen über paarweises Auftreten von Chromosomen und die Lokalisation von je zwei Genen pro Merkmal auf einem Chromosomenpaar koppelten wir auf die „Ebene Mendel“ zurück. Die Schüler wurden aufgefordert, die Aufgaben 2 und 3 (Lehrbuch, S. 19) selbständig zu bearbeiten. In ihren Lösungen stellten sie einen Zusammenhang zwischen der Vermutung Mendels – Vorhandensein von zwei Anlagen pro Merkmal – und dem paarweisen Auftreten von Chromosomen her.

Wir halten dieses Zurückführen auf Mendels Beobachtungen, Vermutungen und Schlußfolgerungen für sehr wichtig, um allen Schülern das schrittweise Anwachsen ihres individuellen Vermögens, von der Beobachtung über Vermutungen bis zu Erklärungen zu kommen, bewußt zu machen.

Damit tragen wir wohl auch dem „historischen Prinzip“ hinsichtlich der Genetik Rechnung.

Nach Behandlung der Zellteilungsvorgänge, einschließlich der daran gebundenen Anwendungsmöglichkeiten, war das Wissen der Schüler über die zellulären

Grundlagen der Vererbung so weit „angewachsen“, daß die Verteilung und Kombination von Genen in der Generationsfolge modellhaft dargestellt und damit das 1. und das 2. Mendelsche Gesetz erklärt werden konnten.

Die Schüler wurden durch eine vorbereitende Hausaufgabenstellung – „Beschreiben Sie die Merkmalsausbildung bis zur F_2 nach der Kreuzung reinerbig rotblühender mit reinerbig weißblühenden Erbsen!“ – auf die thematische Einheit eingestimmt. Anhand einer Folie beschrieben sie die Merkmalsausbildung und erläuterten die Aussagen des 1. und 2. Mendelschen Gesetzes. Die offenen Fragen – „Wie werden die Anlagen (Gene) verteilt? Warum blühen in der Enkelgeneration (F_2) drei Viertel aller Erbsenpflanzen rot und ein Viertel weiß?“ – wurden zur Motivierung wieder aufgegriffen.

Zunächst wurde vom Lehrer deutlich gemacht, daß wir zu ihrer Klärung modellhafte Darstellungen bzw. Experimente verwenden.

Wir argumentieren, daß wir ebenso wie Mendel nicht den gesamten Organismus mit allen Chromosomen und Genen untersuchen wollten, sondern nur ein Genpaar für ein ausgewähltes Merkmal. Es wurde festgelegt, die Gene mit Buchstaben, die Organismen der Eltern- und Tochtergeneration mit viereckigen Kästen mit einem Buchstabenpaar, z. B. AA und die Geschlechtszellen mit einem Kreis und einem Buchstaben, z. B. A, zu kennzeichnen. Mit diesen Symbolen entstand im Verlaufe der Stunde schrittweise ein Tafelbild (vgl. Abb. 2).

Viele unserer Kollegen verwendeten anstelle der „Strichelei“ zum Darstellen der Kombinationsmöglichkeiten in der F_2 das Kreuzungsquadrat.

Der erste Erklärungsschritt wurde bis zur Darstellung der F_1 gegangen. Im Unterrichtsgespräch wurde in Anwendung der Kenntnisse über die Zellteilungsarten erarbeitet, daß reinerbige Eltern nur einen Typ von Geschlechtszellen bilden und daß beim Übertragen von Pollen einer rotblühenden Erbse auf die Narbe einer weißblühenden Erbse nur die Genkombination Aa möglich ist. Damit war die uniforme Merkmalsausbildung in der F_1 erklärt. Blieb

Kreuzung zweier Erbsensorten
 Unterschied in einem Merkmal: Blütenfarbe
 A = Gen für rote Blütenfarbe (dominant)
 a = Gen für weiße Blütenfarbe (rezessiv)

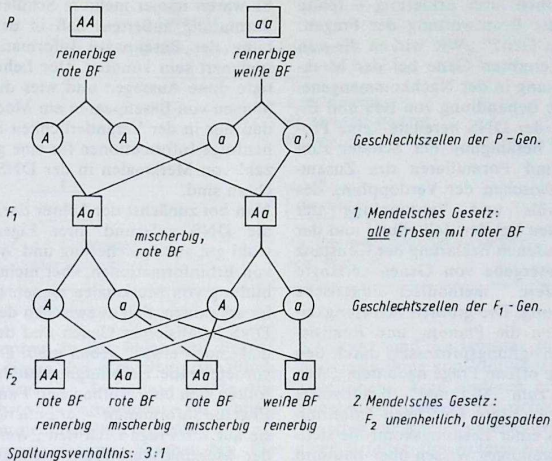


Abb. 2: Erklärung der Mendelschen Gesetze

noch die Frage offen: „Warum das Aufspalten in festen Zahlenverhältnissen in der F₂?“ Die veränderte Ausgangssituation, die in der Mischerbigkeit der F₁-Organismen und dem Bilden von zwei verschiedenen Typen der Geschlechtszellen besteht, wurde aufgezeigt. Im Unterrichtsgespräch wurden die Möglichkeiten der Kombination von Samenzellen des Pollenkorns der Typen A und a mit Eizellen der Typen A und a erörtert. Die Vermutung über die Wahrscheinlichkeitsverteilung bestätigten die Schüler mit Hilfe eines Modell-experiments: In je einem Briefumschlag befanden sich 50 roteingefärbte oder mit Buchstabe A gekennzeichnete Papierstreifen und 50 weiße oder mit Buchstabe a gekennzeichnete Papierstreifen. Aus jedem der beiden Briefumschläge wurde blind ein Streifen entnommen und zu der entsprechenden Genkombination zusammengefügt. Dies wurde als Gruppen- bzw. Partnerarbeit ausgeführt.

Nach Festlegen des Erscheinungsbildes – rote oder weiße Blütenfarbe in der F₂ – berechneten die Schüler das Zahlenverhältnis. Durch Addition der Werte der einzelnen Schülergruppen wurde die Wahrscheinlichkeit der Einstellung eines Zahlenverhältnisses von 3:1 sichtbar. Das Kreuzungsschema wurde in gemeinsamer Arbeit vervollständigt. In der Zusammenfassung erklärten die Schüler in Anwendung ihrer Kenntnisse über Chromosomen und Gene und ihre Verteilung und Kombination und über den Vergleich von Mendels Beobachtungsergebnissen mit ihren Vermutungen und modellhaft gefundenen Ergebnissen das Spaltungsgesetz. Die Fähigkeit der Schüler im Aufstellen von Kreuzungsschemata, im Erläutern und Erklären der Aussagen der Mendelschen Gesetze wurden durch entsprechende Hausaufgabenstellungen und Übungen in den nächsten Stunden gefestigt.

Molekulare Grundlagen der Vererbung – drittes Erklärungsniveau

In der Gedankenkette – bezogen auf Gesetzmäßigkeiten der Merkmalsausbildung – einschließlich ihrer Erklärung – fehlte nun noch die Beantwortung der Fragen: „Was ist ein Gen?“ „Wie wirken die von den Eltern ererbten Gene bei der Merkmalsausprägung in der Nachkommengeneration?“ Die Behandlung von Bau und Eigenschaften der DNS bereitete keine Probleme. Die Befähigung der Schüler zum Erkennen und Formulieren des Zusammenhangs zwischen der Verdopplung des DNS-Moleküls und Verdopplung der Chromosomen bei der Zellteilung und der daran gebundenen Erklärung der Konstanz bei der Weitergabe von Genen verlangte schon tiefere methodisch-didaktische Durchdringung. Die größten Schwierigkeiten bereiteten die Planung und Realisierung des Aneignungsprozesses, durch den unsere letzte offene Frage nach dem „Weg von Gen zum Merkmal“ beantwortet wurde. Dazu unsere konkreten Erfahrungen: Mittels einer Leistungskontrolle stellten wir notwendiges Wissen über Bau und Eigenschaften der DNS bereit. Es wurde auf ihre Lokalisation im Zellkern, ihre Molekülgröße und auf ihre Funktion als materieller Träger der Erbinformation orientiert. Aus der offengebliebenen Frage leiteten wir die Zielstellung für die Unterrichtsstunde ab.

Ausgehend vom Wissen über Bau und Eigenschaften der DNS formulierten wir: „Wie kann in diesem langgestreckten, aus wenigen Grundbausteinen bestehenden Molekül eine Information, z. B. für gelbe

Farbe von Erbsensamen, untergebracht (verschlüsselt) sein?“ Als Lösungshilfe stand den Schülern das DNS-Modell (vom SKUS) zur Verfügung. Als Denkhilfe wurde auf einen Lochstreifen hingewiesen. Es waren immer mehrere Schüler, die die Vermutung äußerten, daß in der Anordnung der Basenpaare Informationen gespeichert sein könnten. Der Lehrer bestätigte diese Aussagen und wies durch Umhängen von Basenpaaren am Modell nach, daß nur in der Veränderlichkeit ihrer Reihenfolge Informationen für eine große Anzahl von Merkmalen in der DNS zu speichern sind.

Nun bot zunächst der Lehrer dar, daß sich die DNS aufgrund ihrer Eigenschaften wohl gut zur Speicherung und Weitergabe von Erbinformationen, aber nicht zur Ausbildung von Merkmalen eignet. Die Schüler erkannten, daß es zwischen den auf der DNS lokalisierten Genen und dem Merkmal „noch etwas“ geben muß. Durch eine vorbereitende Hausaufgabenstellung – sie sollten sich über Aufbau und Funktion der Eiweiße informieren – orientiert, konnten sie auf die Frage nach den „Werkzeugen“ der Merkmalsausbildung richtige Vermutungen äußern.

Zur Unterstützung dieser Gedankenführung entwickelten wir Schritt für Schritt ein Tafelbild (vgl. Abb. 3). Es stellte keinen Merktex dar und wurde demzufolge nicht in den Hefter der Schüler übernommen. Damit hatten wir unsere Schüler so vorbereitet, daß sie den Zusammenhang zwischen der Reihenfolge der Basenpaare in der DNS und der Reihenfolge der Aminosäuren im Eiweißmolekül begreifen konnten.

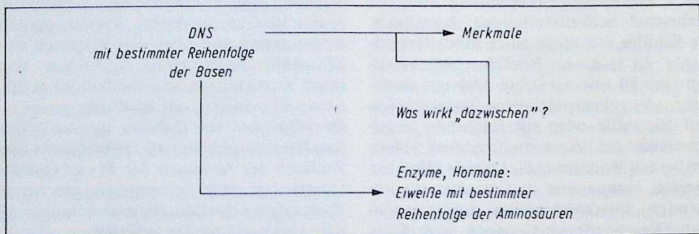


Abb. 3

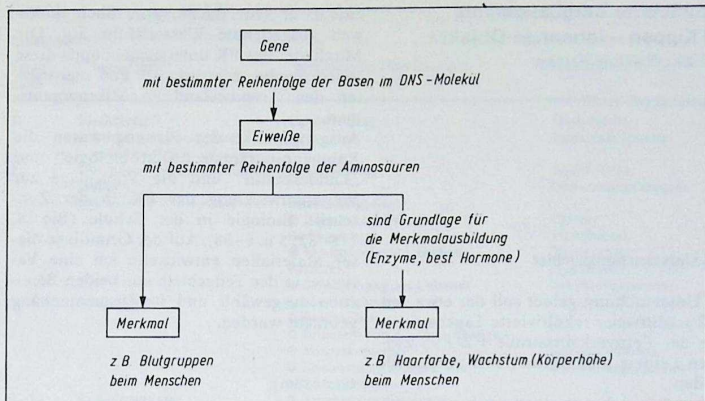


Abb. 4

Sie waren nun in der Lage, den Begriff Gen um diesen Zusammenhang inhaltlich zu erweitern. Die Definition wurde aus dem Lehrbuch entnommen, ihr Inhalt wurde von den Schülern erläutert.

Zur Zusammenfassung bearbeiteten die Schüler selbständig die Aufgabe 5 (LB, S. 56). Sie wurden aufgefordert, dazu den entsprechenden Lehrbuchabschnitt (S. 57) zu lesen. Als Ergebnis der selbständigen Schülerarbeit entstand als Merktext folgendes Tafelbild (Abb. 4).

Wir glauben mit unserem Weg eine Möglichkeit gefunden zu haben, den Schülern den Zusammenhang „Gen(e) – Eiweiß(e) – Merkmal(e)“ auf dem vom Lehrplan bestimmten Niveau zu verdeutlichen.

Bilanz

Auf eine Erfahrung sei mit Nachdruck hingewiesen. Trotz Stoffentlastung und Ausdehnung des Stoffgebiets von 19 auf 24 Stunden traten bei seiner Realisierung, besonders in der Stoffeinheit 1.2. „Zelluläre Grundlagen der Vererbung“, Stoff-Zeit-Probleme auf. Zum einen wurde bekanntlich neuer Stoff aufgenommen (biotechnologische Inhalte, Züchtung, stärkere Berücksichtigung der Zusammenhänge zwischen Fortpflanzung, Vererbung und

Konstanz und Variabilität in der Merkmalsausbildung von Individuen und in Populationen). Zum anderen erforderte die zunehmend stärkere Ausrichtung des Unterrichts auf einen verstehenden, geistig aktiven Schüler, der Fragen stellt, offenläßt, wieder aufgreift, der die „rein“ genetischen Inhalte in vielfältiger Weise anwendet, mehr Zeit als eingeplant war. Wir schlagen deshalb vor, die 3 Stunden zur freien Verfügung dem Stoffgebiet „Vererbung“ zuzuordnen.

Literatur

- /1/ Freye, H.-J.: Spur der Gene. – Leipzig, 1980
- /2/ Litsche, G./R. Loschan: Rund um die Biologie. – Berlin, 1977
- /3/ Biologie – Lehrbuch für Klasse 10. – Berlin, 1988 (1. Aufl.)
- /4/ Schöne, G.: Menschenskind. – Amiga. – Berlin, 1985
- /5/ Biologie – Unterrichtshilfen Klasse 10. – Berlin, 1988
- /6/ Dransfeld, K.: Stimmt das „Mendel-Bild“ bei unseren Schülern? – In: Biologie in der Schule. – Berlin – 36(1987)10
- /7/ Sajner, J.: Johann Gregor Mendel – Leben und Werk. – Leipzig, 1983

Rekultivierte Bergbaugebiete und Kippen – lohnende Objekte für Fakultative Kurse

KARL-HEINZ SCHILLER

Das Untersuchungsgebiet

Als Untersuchungsgebiet soll der etwa seit 1962 schrittweise rekultivierte Tagebau entlang der Fernverkehrsstraße F2/F95 zwischen Leipzig und Rötha näher vorgestellt werden.

Es handelt sich um einen nach und nach verfüllten Tagebau, auf den etwa 50 cm hoch abgelagerter Mutterboden aufgebracht wurde. Anschließend erfolgte eine Erstbepflanzung. Im südlichen Teil wurden neben Eichenarten auch Birken und Pappeln sowie Weidenarten auf relativ magerem, sandigem Boden gepflanzt. Diese zum Teil buschartig gewachsenen Bäume haben sich gut entwickelt. Steppenähnliche Flächen, die dazwischen liegen, lockern den Bestand auf und bieten anders geartete Existenzbedingungen. In diesem und dem anschließenden Bereich konnte als besonders erwähnenswertes Gras die Mähnengerste festgestellt werden. Diese Pflanze gelangte aus Amerika über Asien in unser Gebiet und kommt nur auf Halden und rekultivierten Tagebauflächen vor.

In diesem Bereich befindet sich ein kleiner, mit Schilf umgebener Tümpel, der von den Mitgliedern des FK sehr intensiv untersucht wurde.

Am nördlichen Hang eines Rückhaltebeckens liegt ein Trockenrasen. Charakteristische Pflanzen sind neben Gräsern auch Hornklee, Luzerne, Berufskraut und Steinkleearten. Vereinzelt wachsen in diesem Gebiet auch kleine Bäumchen, so unter anderem Kastanie, Sanddorn, Robinie und Pappel. Die Südexposition des Hanges führt zu hohen Bodentemperaturen und demzufolge auch zur schnellen Austrocknung des Bodens. Dieser nördliche Teil des Rückhaltebeckens weist seit drei Jahren

eine zwar sehr flache, aber doch relativ weit ausgedehnte Wasserfläche auf. Die Mitglieder des FK untersuchten auch diese Wasserfläche recht intensiv und registrierten den Artenbestand an Mikroorganismen.

Ausgangspunkt der Planung waren die Rahmenprogramme „Mikrobiologie“ und „Landeskultur“ und die Vorschläge zur Weiterentwicklung der FK in der Zeitschrift Biologie in der Schule (Bio S. 7/8–82; 5 u. 6–88). Auf der Grundlage dieser Materialien entwickelte ich eine Variante, in der Teilgebiete aus beiden Bereichen ausgewählt und in Zusammenhang gebracht wurden.

Gestaltung

Gesamtanliegen war es, stärker als bisher, biologisches Grundwissen und ökologische Fragen an die Schüler heranzutragen. (Kurzfassung des Arbeitsplans s. Übersicht 1).

Da das Gelände nur mit der Bahn zu erreichen war und sich über eine Strecke von etwa 3 km erstreckte, reichten die zwei zur Verfügung stehenden Stunden nicht aus. Deshalb wurden die Exkursionen nur etwa 3- bis 4mal im Schuljahr durchgeführt. Von den 120 Stunden des 9. und 10. Schuljahres, die nutzbar waren, standen etwa 40 Stunden für Exkursionen zur Verfügung. Die restlichen 80 Stunden gliederte ich in einen Grundkurs, der etwa 20 Stunden umfaßte und in einen Fachkurs, der die restlichen 60 Stunden einbezog. Zu Beginn des Kurses wurde von mir eine Grobkonzeption möglicher Aufgabenstellungen erarbeitet und vorgestellt:

- Untersuchung eines rekultivierten Tagebaugeländes und Erfassung der vorhandenen Pflanzenarten
- Überprüfen der beiden Tümpel hinsichtlich ihrer Wasserqualität und des Mikroorganismenbestandes
- Ermitteln der im Gebiet vorhandenen Vogelarten und ihrer Häufigkeit
- Welche Insektengruppen besiedeln diese Gebiete
- Untersuchung von Bodenproben hinsichtlich ihrer Eigenschaften
- Welche Bedeutung haben diese Gebiete

Übersicht 1: Arbeitsplan des FKR „Mikrobiologie“ (Kurzfassung)

Grundkurs:

Veranstaltg.	Thema/Inhalt	Methodische Überlegungen	Materialien
1.	Einführung – Arbeitsschutzbelehrung – mögliche Arbeitsaufgaben	Lehrervortrag	Dias, Herbar, Insektenpräparate
2.	Überblick – Mikroorganismengruppen	Lehrervortrag	Folien, Dias, Bestimmungsliteratur
3.	Exkursion in den Auwald	Schülertätigkeiten: ● Entnahme v. Wasser- u. Bodenproben ● Ermitteln der abiotischen Faktoren ● Beschreibung des Gebietes	Gläser, Plastebeutel, Thermometer, Hygrometer, Belichtungsmesser
4.–8.	Auswertung	Schülertätigkeiten: ● Beschreiben ● Erläutern von Zusammenhängen ● Mikroskopieren ● Bestimmungsübungen von Mikroorganismen	Kursmikroskope, Bestimmungsliteratur
9.–10.	Kultivierung von Mikroorganismen	● Arbeitsschutzbelehrung ● Notizen zu Rezepten Schülertätigkeiten: ● Herstellung und Sterilisierung der Nährböden	
11.	● Beimpfen und Auswertung		

Fachkurs:

12.–13.	Exkursion ins Untersuchungsgebiet	Lehrervortrag: Vorstellen des Geländes Schülertätigkeiten: ● Entnahme von Wasserproben ● Entnahme von Bodenproben ● Ermittlung von abiotischen Faktoren	siehe Grundkurs
14.	Rekultivierte Tagebaugelände	Lehrervortrag ● Ökologische Zusammenhänge in diesen Gebieten	Dias, Insektenpräparate
15.		● Maßnahmen des Umweltschutzes	siehe Grundkurs
16.–18.	Auswertung	Schülertätigkeiten: ● mikroskopische Untersuchungen der Wasserproben ● Bestimmungsübungen ● mikroskopische Zeichnungen	
19.–20.	Auswertung Bodenproben	Schülertätigkeiten: ● Bodeneigenschaften beschreiben ● Versuche (pH-Wert, Humus, Kalkgehalt usw.)	siehe Grundkurs
21.–22.	Versuche zur Kultur von Schimmelpilzen	Schülertätigkeiten: ● Herstellung der Nährböden – Beimpfen	
23.	Erste Auswertung	● Auswertung der Platten	
24.	Präzisierung des Arbeitsplanes	Zusammentragen aller Ergebnisse Lehrervortrag: ● Zusammenhänge im Ökosystem ● Ziele der Rekultivierung ● Landeskultur u. Rekultivierung ● Festlegung der exakten Aufgaben zur weiteren Arbeit	Dias, Lehrbuch Kl. 9 Folien
25.–27.	Exkursion	● Versuche zur Anfertigung von Bodenprofilen	Folien,

Veranstaltg.	Thema/Inhalt	Methodische Überlegungen	Materialien
		<ul style="list-style-type: none"> ● Entnahme von Wasserproben ● Entnahme von Bodenproben ● Feststellen von Pflanzen und Tieren ● Ermittlung von abiotischen Faktoren 	Reinalid, Spaten
28.–35.	Auswertung	siehe 16.–23. Veranstaltungen	
36.	Herbar	Anfertigung eines Herbars	
37.–39.	Exkursion	Eintragen von Pflanzen <ul style="list-style-type: none"> ● Entnahme von Wasserproben ● Entnahme von Bodenproben ● Ermittlung abiotischer Faktoren 	
40.–47.	Auswertung	Fangplatten für Mikroorganismen	
48.	Insekten	siehe oben Bestimmungsübungen	Bestimmungsliteratur, Präparierte Insekten
ab 49.–60.	Zusammenstellung aller Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> ● Sichtung des Gesamtmaterials ● Aufstellen einer Gliederung ● Zusammenstellen der ermittelten Mikroorganismen ● Feststellen der Zeigerorganismen ● Aussagen über Wasserqualität ● Aussagen zu den Bodenproben ● Herbarfertigung ● Zusammenstellung wichtiger Pflanzen und Tiere des Gebietes ● Charakterisierung des Gebietes ● Vorschläge zur zukünftigen Gestaltung 	

für Ansiedlung und Entwicklung geschützter heimischer Tier- und Pflanzenarten? Aus diesen Vorschlägen wählten die Schüler die aus, die ihrer Meinung nach möglichst zahlreiche Versuche zulassen und interessant sein könnten. Dazu kamen Fragen, die auch staatliche und gesellschaftliche Institutionen interessieren könnten. Als Arbeitsgrundlage blieben schließlich folgende Bereiche:

- Feststellen des Artenspektrums von Mikroorganismen in den beiden Kleingewässern und Ermittlung der Wasserqualität
- Untersuchungen zum Vorkommen von Tieren im Gebiet
- Untersuchungen von Bodenproben und Feststellen seiner Eigenschaften
- Schlußfolgerungen zur ökologischen Situation im Gebiet.

Im Grundkurs sollten die Schüler sich alle notwendigen Kenntnisse theoretisch und praktisch aneignen, die zur Erfüllung der Aufgaben benötigt wurden. Dazu erfolgten Übungen mit Materialien, die aus dem Leipziger Auwald stammten.

Nach der Bildung von Arbeitsgruppen zu

je drei Schülern erfolgte die Aufteilung der Detailaufgaben für jede Gruppe. Jede Gruppe legte fest, wer für die benötigten Gerätschaften verantwortlich war, wer die Literatursichtung machen sollte und wer für die notwendigen Notizen zuständig sein mußte. In der Schule wurden Möglichkeiten geschaffen, die zusammengetragenen Proben aufbewahren zu können und günstige Zugriffsbedingungen für die Experimente zu haben.

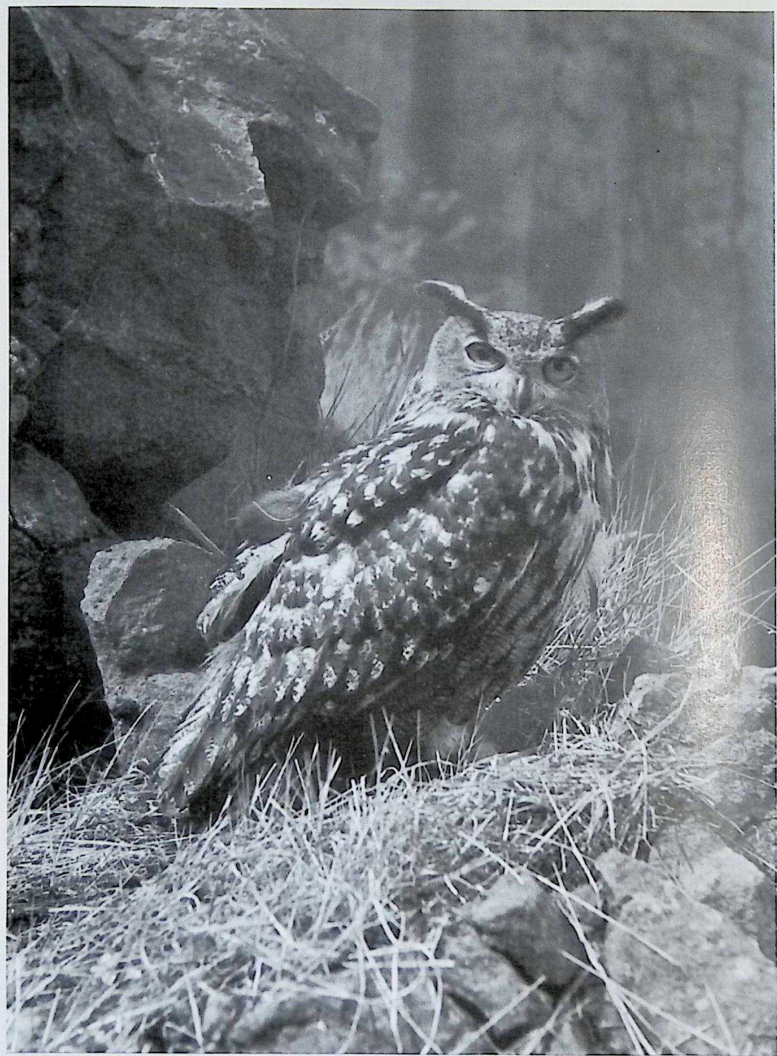
Die technischen Voraussetzungen für die geplanten Arbeitsvorhaben waren durch langjährige Vorplanung der notwendigen Anschaffungen gegeben. So standen neben den Schülermikroskopen auch einige Kursmikroskope zur Verfügung. Planktonnetze, Bodensiebe, Hygrometer, Glasgeräte, Waagen u. a. mehr waren vorhanden.

Die Aufnahme von Verbindungen zur Einrichtung, die die Rekultivierung geleitet hatte und zur zuständigen Einrichtung, die für das Gebiet verantwortlich ist, stellten den nächsten Schritt dar.

Von mir wurde vom Braunkohlenwerk Borna die Genehmigung zum Betreten des



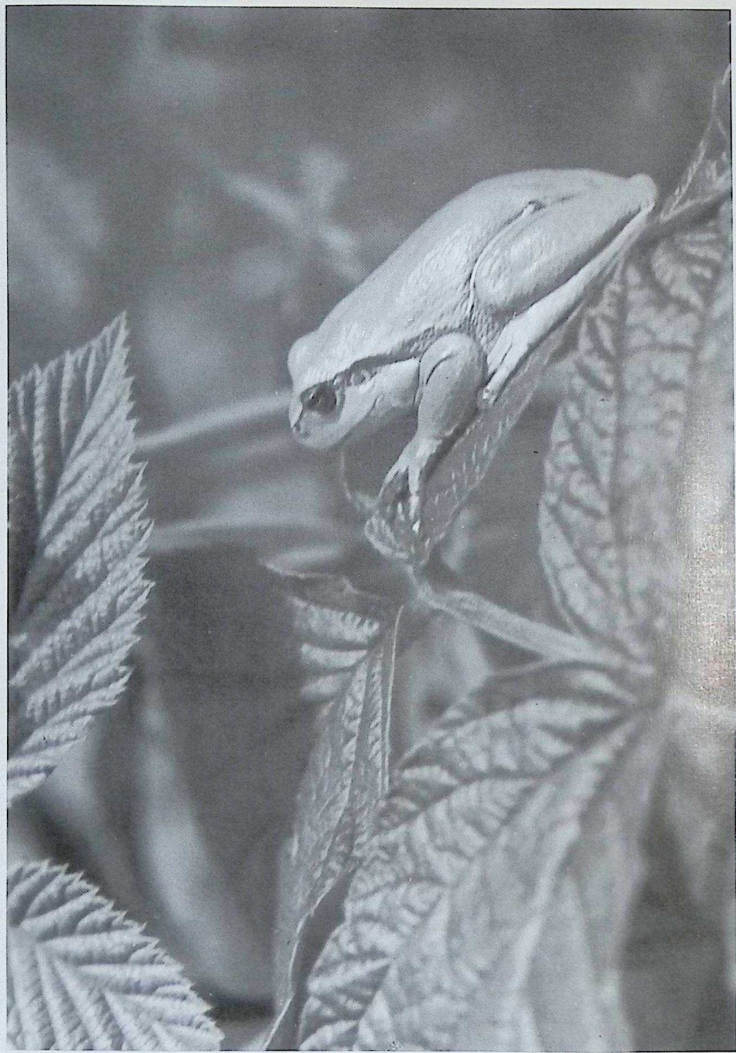
Tafel 1: Der stark im Rückgang befindliche Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus*) – Foto: Müller



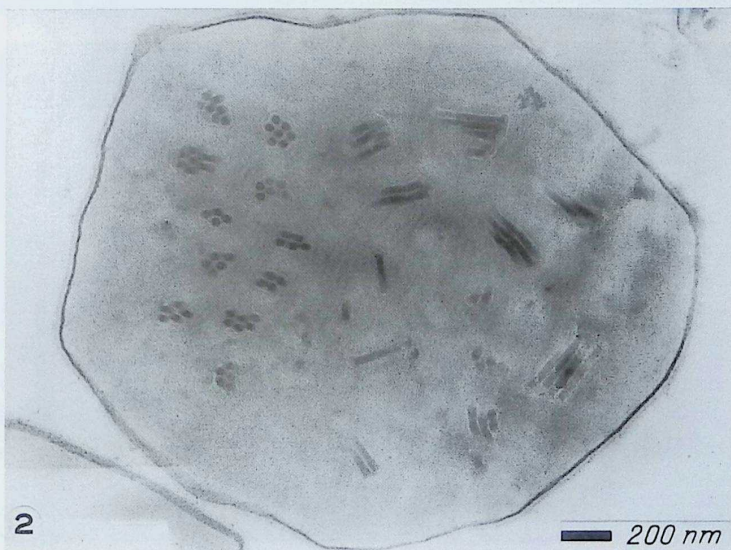
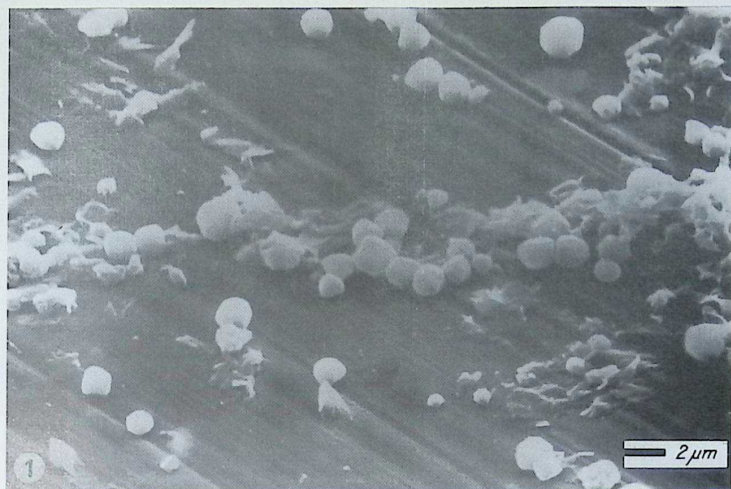
Tafel 2: Der durch Arten- und Flächenschutzmaßnahmen in seinem Bestand in der DDR auf etwa 60 Brutpaare stabilisierte Uhu (*Bubo bubo*) – Foto: H. Straßburg



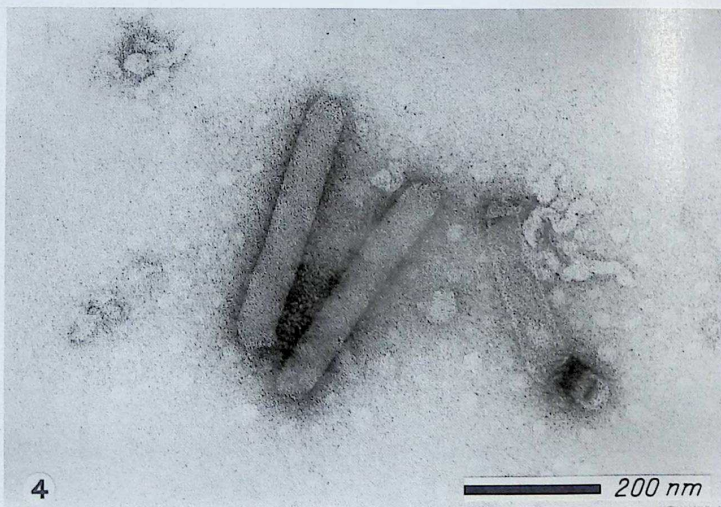
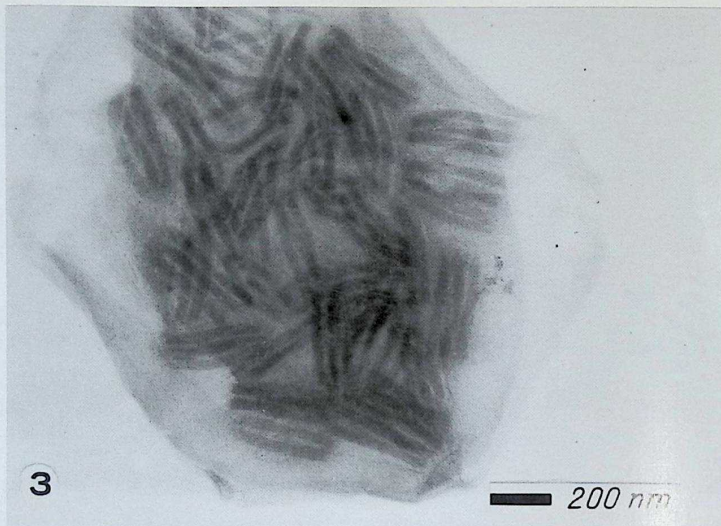
Tafel 3: Frauenschuhvorkommen in einem Naturschutzgebiet. Der Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*) ist in der DDR eine bestandsgefährdete Pflanzenart – Foto: W. Vieweg



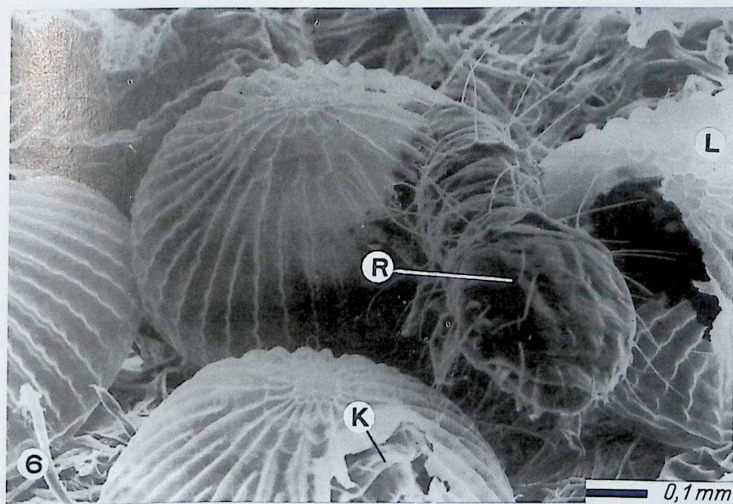
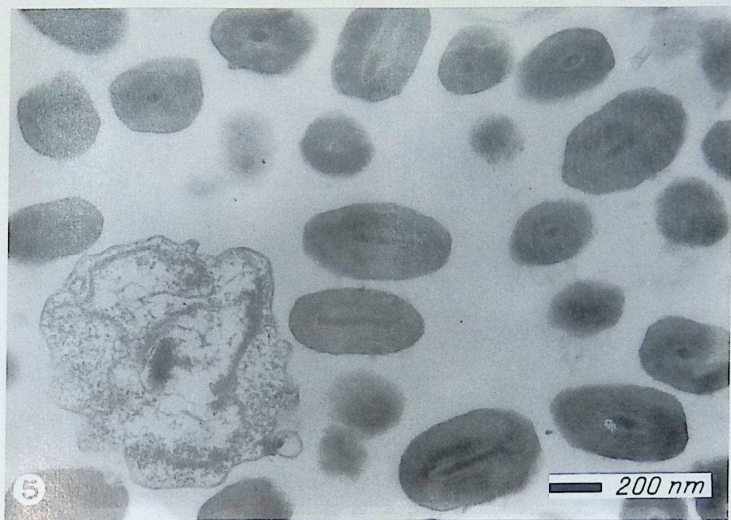
Tafel 4: Die einzige in Mitteleuropa vorkommende Baumfroschart ist der bestandsgefährdete Laubfrosch (*Hyla arborea*) Foto: H. Winkler



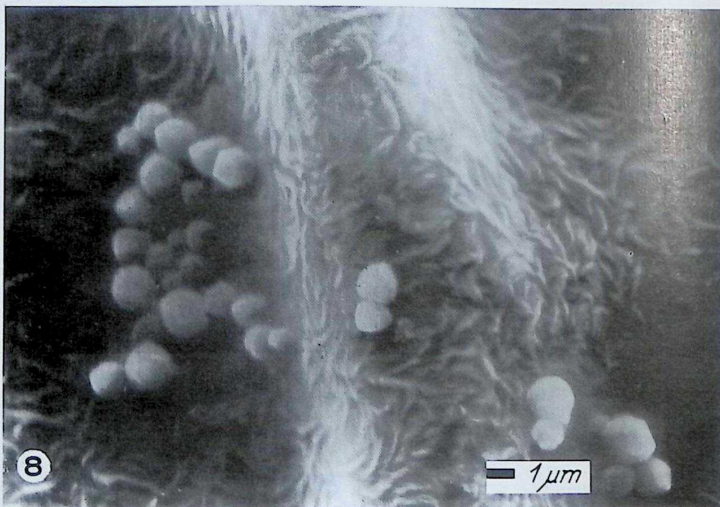
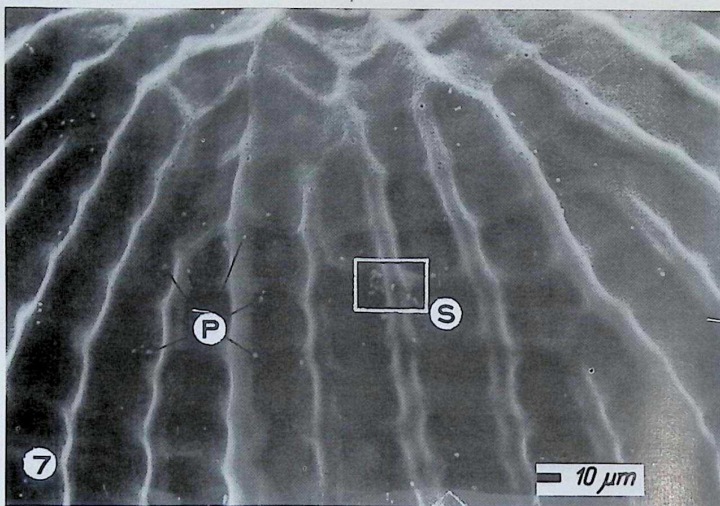
Tafel 5: oben – Polyederförmige Einschlusskörper des Kernpolyedervirus der Kohleule im Rasterelektronenmikroskop bei hoher Vergrößerung. (Vergrößerung: 3 600:1)
 unten – Ultradünnschnitt durch einen Polyeder vom Kernpolyedervirus der Erdraupe mit gebündelten Virionen im Längs-, Schräg- und Querschnitt (transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme). (Vergrößerung 40 000:1)



Tafel 6: oben – Polyeder des Kernpolyedervirus der Kohleule nach Alkalibehandlung mit dadurch sichtbarer bündelförmiger Anordnung der Virionen innerhalb des Einschließungskörpers (transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme). (Vergrößerung: 45 000:1)
 unten – Außerhalb der Polyeder freiliegende Virionen des Kernpolyedervirus der Kohleule stark vergrößert (transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme). (Vergrößerung 120 000:1)



Tafel 7: oben – Längs-, schräg- und querschnittene Einschlusskörper mit jeweils einem Virion des Granulosevirus der Erdräupe im Ultradünnschnitt (transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme). unten – Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Eiern der Kohleule (Ausschlüpfende Raupe [R], Raupe kurz vor dem Ausschlüpfen [K] und bereits leeres Ei [L]). (Vergrößerung: 110:1)



Tafel 8: oben – Teil der Oberfläche eines Eies der Kohleule mit künstlich aufgetragenen und als helle Punkte erscheinenden Polyedern (P) des Kernpolyedervirus der Kohleule (rasterelektronenmikroskopische Aufnahme). Ausschnitt (S) etwa 11fach stärker vergrößert in Abbildung Tafel 8 – unten dargestellt. unten – Ausschnittsvergrößerung von Abb. Tafel 8 – oben mit erkennbarer Polyederform der Einschließungskörper. (Vergrößerung: 5 000:1)

Übersicht 2: Erfassungsbogen

Tümpel A Klimaangaben

Datum d. Exkursion	Luft- Temp.	wolkig	sonnig	trüb	Wind schwach	mäßig	stark	Richtung

Wasserproben:	1	2	3
Datum			
Temperatur			
Sichttiefe			
pH-Wert			
Geruch			

Bodenproben:	1	2	3
Datum			
Farbe			
Bodentemperatur			
Wasserhaltevermögen			
Humusgehalt			
pH-Wert			
Zusammensetzung			
Kalkgehalt			

Mikroorganismen:		Zeigerart für Wasserqualität				Häufigkeit
Art	Lebensraum u. Ökologie	1	2	3	4	

Gebietes eingeholt. Um den notwendigen Praxisbezug herzustellen, erfolgten auch Kontaktaufnahmen zu gesellschaftlichen Institutionen. So wurde mit dem Naturkundemuseum Leipzig abgesprochen, an welchen Ergebnissen es interessiert ist. Neben dem Braunkohlenwerk Borna war der Rat des Bezirks, Abteilung Wasserwirtschaft und Umweltschutz, ebenfalls an Ergebnissen interessiert.

Unterrichtsbeispiele

Untersuchungen der beiden Tümpel im Rückhaltebecken

Der in Richtung Rötha liegende kleine Tümpel ist mit umfangreichen Schilfzonen ausgestattet. Die tiefste Stelle misst etwa 50 cm. An den Rändern erwärmt sich das Wasser sehr rasch und erreicht Temperaturen bis 29°C. Das Wasser ist klar und sau-

ber. An den Tümpel grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen, die regelmäßig durch Agrarflugzeuge gedüngt werden. Bei den Vorüberlegungen konnte man davon ausgehen, daß Düngemittel in den Tümpel eingetragen werden. Es war also die Frage zu klären, ob und wie sich das auf die Mikroorganismen des Wassers auswirkt.

Der Tümpel im nördlichen Bereich des Rückhaltebeckens entstand erst vor drei Jahren. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde diese Fläche landwirtschaftlich genutzt. Meist wurden Luzerne und Klee angebaut. Das Gewässer hat eine recht beachtliche Ausdehnung und erwärmt sich rasch.

Um möglichst viel Untersuchungsmaterial in der knapp bemessenen Exkursionszeit zu bekommen, dominierte die Gruppenarbeit. Jede der 4 Arbeitsgruppen hatte vorher festgelegte Aufgaben zu erledigen. Dazu mußte eine Lageskizze des Tümpels angefertigt und die Gebiete markiert werden, in denen die Probenentnahme stattfand.

Die Wasserproben wurden infolge des sehr sumpfigen Geländes nur aus dem Randbereich entnommen. Aufbewahrt in verschlossenen Marmeladengläsern, hielten sich die darin enthaltenen Mikroorganismen mehrere Wochen ohne abzusterben. Das hatten vorherige Versuche ergeben. Sichttiefe, Wassertiefe, Wassertemperatur und der pH-Wert wurden an Ort und Stelle ermittelt und sorgfältig notiert. Um Fehlerquellen möglichst einzuschränken, erfolgten die Messungen mehrmals, so daß Vergleiche angestellt werden konnten.

Die Auswertungen der eingetragenen Proben erfolgten in der Schule. Meist habe ich mit einem Diavortrag oder einer kurzen theoretischen Einführung auf die Arbeit eingestimmt. Danach erfolgte die Vorstellung der Arbeitsvorhaben mittels Folien. Ich stellte die zur Verfügung stehende Literatur vor und gab Hinweise zu ihrer Benutzung. Die Schüler suchten Angaben zum Versuchsablauf, zu benötigten Materialien oder theoretischen Erörterungen zum entsprechenden Thema selbständig heraus und notierten sich das Benötigte. Nach der Durchführung der Versuche und dem Festhalten der Ergebnisse erarbeitete ich mit den Schülern einen Erfassungsbogen (Übersicht 2), der vervielfältigt und dann

den einzelnen Arbeitsgruppen ausgehändigt wurde. Alle Bögen dienten als Grundlage für die Endauswertung. Als „muttersprachliche Übung“ fertigte jeder Schüler eine Beschreibung des Gebietes an. Aus den verschiedenen Varianten entstand am Ende eine Beschreibung, die alle wichtigen Details über die Untersuchungsflächen enthielt.

In den nächsten Zusammenkünften fand die Auswertung der mitgebrachten Wasserproben statt. Dabei hatten alle Schüler die gleiche Aufgabe, nämlich Ermittlung der vorhandenen Mikroorganismen. In Einzelarbeit stellte jeder 10 Frischpräparate her und durchmusterte sie genau.

– Notieren Sie alle Mikroorganismenarten, die durch Vergleich mit den vorhandenen Zeichnungen und Abbildungen bestimmbar sind und ordnen Sie sie tierischen oder pflanzlichen Bereichen zu!

– Stellen Sie mit Hilfe einer Strichliste die ungefähre Häufigkeit der einzelnen Arten fest!

– Arten, die nicht sofort bestimmbar sind, zeichnen Sie mit ihren charakteristischen Merkmalen skizzenhaft auf und notieren Farbe bzw. wichtige Details!

– Versuchen Sie mit Hilfe der vorliegenden Literatur diese Arten zu bestimmen!

Die zur Bestimmung vorgegebenen Zeichnungen enthielten neben den von mir in den Wasserproben festgestellten Arten auch andere, von ihrer Form nur wenig abweichende Arten, die nicht im Gewässer vorkommen. So konnte sehr schnell ermittelt werden, wie exakt die Schüler beobachteten. Nach anfänglichen Schwierigkeiten begriffen sie sehr schnell, daß nur sorgfältiges und gewissenhaftes Arbeiten gute Ergebnisse bringt.

Aus der Literatur suchten die Schüler alle verfügbaren Angaben über Zeigerarten und ökologische Ansprüche der verschiedenen Organismen heraus und fügten sie in die Faktensammlung ein. Dabei stellten sie durch Vergleich der Einzelfakten fest, daß in den zwei Jahren keine erheblichen Differenzen zwischen den im ersten Jahr und den im zweiten Jahr ermittelten Werten bestanden. Allerdings erhöhte sich die Zahl der festgestellten Mikroorganismen. Die Schüler vermuteten, daß durch laufende Übungen und größere Artenkenntnis es zu

einem besseren Erkennen von charakteristischen Merkmalen der Organismen kommt und so mehr bestimmt werden konnten.

Untersuchung der Bodenproben

Bei allen Exkursionen wurden Bodenproben an verschiedenen Stellen des Bereiches entnommen, gekennzeichnet und in Plastebuteln aufbewahrt. Die Untersuchungen und Experimente fanden dann in den Wintermonaten in der Schule statt:

- Abnahme eines Bodenprofils und Beschreibung des Aussehens der Probe
- Ermitteln der Anteile der unterschiedlichen Bodenkörnungen
- Feststellen des Wasserhaltevermögens der Bodenproben
- Feststellen des Humusgehaltes
- Ermitteln des pH-Wertes der verschiedenen Bodenproben.

Die Abnahme des Bodenprofils erfolgte schon bei den Exkursionen und mußte nur noch ausgewertet werden.

Ich achte darauf, daß jede Arbeitsgruppe alle Versuche durchführt, damit die Schüler unterschiedliche Methoden kennenlernen und Sicherheit in der Handhabung der Gerätschaften erlangen.

Ergebnisse

Generell kann gesagt werden, daß jeder Schüler einen Wissenszuwachs erreichte. Auch bei experimentellen Fähigkeiten ließen sich Fortschritte hinsichtlich der Handhabung der Mikroskope und der Anfertigung von Mikropräparaten feststellen. Die Anfertigung der Protokolle, einschließlich ihrer Auswertung, konnte ebenfalls zufriedenstellen. Diese positiven Tendenzen fanden zum Abschluß des 10. Schuljahres auch ihren Niederschlag in den Ergebnissen im Fach Biologie.

Sichere Kenntnisse besitzen die Schüler auch in der Auswertung von mikroskopischen Präparaten. Sie verfügen über größere Artenkenntnisse bei Pflanzen, Schmetterlingen, Libellen und Vögeln als ihre Mitschüler, da diese Lebewesen bei den Exkursionen beobachtet oder mit Hilfe von Dias oder Präparaten im Kurs vorgestellt wurden.

Nach wie vor gibt es Schwierigkeiten, wenn Schüler ihr Wissen in größeren Zusammenhängen darlegen sollen. Es fehlt ihnen meist der nötige Überblick über die vielen Einzelfakten, und sie haben Probleme, eine logische Ordnung in diese Details zu bringen.

Die Anwendung der Kenntnisse gelingt nur den leistungsstarken Schülern.

Nicht so viel Begeisterung erweckten Arbeiten, die etwas monoton waren und häufiger wiederholt wurden.

Zusammenfassend kann man aber feststellen, daß die Schüler des Fakultativen Kurses „Mikrobiologie“ biologischen Problemen großes Interesse entgegenbringen und begriffen haben, daß die Verantwortung der Menschen gegenüber ihrer Umwelt sehr groß ist.

Sie haben auch verstanden, daß viel Wissen notwendig ist, damit neue Ökosysteme geschaffen werden können. Dazu gehören auch Erfahrungen aus Exkursionen, die gezeigt haben, daß Menschen in der Lage sind, entstandene Schäden durch intensive Arbeit wieder zu beseitigen.

Fachliche Ergebnisse

Zustand der beiden Kleingewässer (Tümpel) und ihr Bestand an Mikroorganismen. Tümpel im südlichen Teil des Rückhaltebeckens:

Typisch für Tagebaugewässer ist das häufigere Auftreten von tierischem Plankton gegenüber pflanzlichem Plankton. Ausgehend von der Vermutung, daß durch die Düngung der angrenzenden Landwirtschaftsflächen auch die Wassergebiete betroffen sein könnten, galt es zunächst, den pH-Wert des Wassers festzustellen. Mehrfache Überprüfungen ergaben einen pH-Wert von 5.

Das schwach saure Gewässer weist nur 8 von Schülern bestimmbare Algenarten auf. An tierischen Arten wurden von ihnen 5 gefunden und bestimmt. Die geringe Zahl an Algenarten beweist, daß die Vorüberlegungen richtig sein könnten. Hinzu kam, daß die Individuenzahlen bei tierischen Arten sehr viel höher waren als bei den pflanzlichen Organismen. Da Mikroorganismenarten gelegentlich sehr empfindlich auf ihre Umwelt reagieren, galt es, solche Arten herauszufinden. Die Schüler ent-

ber. An den Tümpel grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen, die regelmäßig durch Agrarflugzeuge gedüngt werden. Bei den Vorüberlegungen konnte man davon ausgehen, daß Düngemittel in den Tümpel eingetragen werden. Es war also die Frage zu klären, ob und wie sich das auf die Mikroorganismen des Wassers auswirkt.

Der Tümpel im nördlichen Bereich des Rückhaltebeckens entstand erst vor drei Jahren. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde diese Fläche landwirtschaftlich genutzt. Meist wurden Luzerne und Klee angebaut. Das Gewässer hat eine recht beachtliche Ausdehnung und erwärmt sich rasch.

Um möglichst viel Untersuchungsmaterial in der knapp bemessenen Exkursionszeit zu bekommen, dominierte die Gruppenarbeit. Jede der 4 Arbeitsgruppen hatte vorher festgelegte Aufgaben zu erledigen. Dazu mußte eine Lageskizze des Tümpels angefertigt und die Gebiete markiert werden, in denen die Probenentnahme stattfand.

Die Wasserproben wurden infolge des sehr sumpfigen Geländes nur aus dem Randbereich entnommen. Aufbewahrt in verschlossenen Marmeladengläsern, hielten sich die darin enthaltenen Mikroorganismen mehrere Wochen ohne abzustorben. Das hatten vorherige Versuche ergeben. Sichttiefe, Wassertiefe, Wassertemperatur und der pH-Wert wurden an Ort und Stelle ermittelt und sorgfältig notiert. Um Fehlerquellen möglichst einzuschränken, erfolgten die Messungen mehrmals, so daß Vergleiche angestellt werden konnten.

Die Auswertungen der eingetragenen Proben erfolgten in der Schule. Meist habe ich mit einem Diavortrag oder einer kurzen theoretischen Einführung auf die Arbeit eingestimmt. Danach erfolgte die Vorstellung der Arbeitsvorhaben mittels Folien. Ich stellte die zur Verfügung stehende Literatur vor und gab Hinweise zu ihrer Benutzung. Die Schüler suchten Angaben zum Versuchsablauf, zu benötigten Materialien oder theoretischen Erörterungen zum entsprechenden Thema selbständig heraus und notierten sich das Benötigte. Nach der Durchführung der Versuche und dem Festhalten der Ergebnisse erarbeitete ich mit den Schülern einen Erfassungsbogen (Übersicht 2), der vervielfältigt und dann

den einzelnen Arbeitsgruppen ausgehändigt wurde. Alle Bögen dienten als Grundlage für die Endauswertung. Als „muttersprachliche Übung“ fertigte jeder Schüler eine Beschreibung des Gebietes an. Aus den verschiedenen Varianten entstand am Ende eine Beschreibung, die alle wichtigen Details über die Untersuchungsflächen enthielt.

In den nächsten Zusammenkünften fand die Auswertung der mitgebrachten Wasserproben statt. Dabei hatten alle Schüler die gleiche Aufgabe, nämlich Ermittlung der vorhandenen Mikroorganismen. In Einzelarbeit stellte jeder 10 Frischpräparate her und durchmusterte sie genau.

– Notieren Sie alle Mikroorganismenarten, die durch Vergleich mit den vorhandenen Zeichnungen und Abbildungen bestimmbar sind und ordnen Sie sie tierischen oder pflanzlichen Bereichen zu!

– Stellen Sie mit Hilfe einer Strichliste die ungefähre Häufigkeit der einzelnen Arten fest!

– Arten, die nicht sofort bestimmbar sind, zeichnen Sie mit ihren charakteristischen Merkmalen skizzenhaft auf und notieren Farbe bzw. wichtige Details!

– Versuchen Sie mit Hilfe der vorliegenden Literatur diese Arten zu bestimmen!

Die zur Bestimmung vorgegebenen Zeichnungen enthielten neben den von mir in den Wasserproben festgestellten Arten auch andere, von ihrer Form nur wenig abweichende Arten, die nicht im Gewässer vorkommen. So konnte sehr schnell ermittelt werden, wie exakt die Schüler beobachteten. Nach anfänglichen Schwierigkeiten begriffen sie sehr schnell, daß nur sorgfältiges und gewissenhaftes Arbeiten gute Ergebnisse bringt.

Aus der Literatur suchten die Schüler alle verfügbaren Angaben über Zeigerarten und ökologische Ansprüche der verschiedenen Organismen heraus und fügten sie in die Faktensammlung ein. Dabei stellten sie durch Vergleich der Einzelfakten fest, daß in den zwei Jahren keine erheblichen Differenzen zwischen den im ersten Jahr und den im zweiten Jahr ermittelten Werten bestanden. Allerdings erhöhte sich die Zahl der festgestellten Mikroorganismen. Die Schüler vermuteten, daß durch laufende Übungen und größere Artenkenntnis es zu

einem besseren Erkennen von charakteristischen Merkmalen der Organismen kommt und so mehr bestimmt werden konnten.

Untersuchung der Bodenproben

Bei allen Exkursionen wurden Bodenproben an verschiedenen Stellen des Bereiches entnommen, gekennzeichnet und in Plastebuteln aufbewahrt. Die Untersuchungen und Experimente fanden dann in den Wintermonaten in der Schule statt:

- Abnahme eines Bodenprofils und Beschreibung des Aussehens der Probe
- Ermitteln der Anteile der unterschiedlichen Bodenkörnungen
- Feststellen des Wasserhaltevermögens der Bodenproben
- Feststellen des Humusgehaltes
- Ermitteln des pH-Wertes der verschiedenen Bodenproben.

Die Abnahme des Bodenprofils erfolgte schon bei den Exkursionen und mußte nur noch ausgewertet werden.

Ich achte darauf, daß jede Arbeitsgruppe alle Versuche durchführt, damit die Schüler unterschiedliche Methoden kennenlernen und Sicherheit in der Handhabung der Gerätschaften erlangen.

Ergebnisse

Generell kann gesagt werden, daß jeder Schüler einen Wissenszuwachs erreichte. Auch bei experimentellen Fähigkeiten ließen sich Fortschritte hinsichtlich der Handhabung der Mikroskope und der Anfertigung von Mikropräparaten feststellen. Die Anfertigung der Protokolle, einschließlich ihrer Auswertung, konnte ebenfalls zufriedenstellen. Diese positiven Tendenzen fanden zum Abschluß des 10. Schuljahres auch ihren Niederschlag in den Ergebnissen im Fach Biologie.

Sichere Kenntnisse besitzen die Schüler auch in der Auswertung von mikroskopischen Präparaten. Sie verfügen über größere Artenkenntnisse bei Pflanzen, Schmetterlingen, Libellen und Vögeln als ihre Mitschüler, da diese Lebewesen bei den Exkursionen beobachtet oder mit Hilfe von Dias oder Präparaten im Kurs vorgestellt wurden.

Nach wie vor gibt es Schwierigkeiten, wenn Schüler ihr Wissen in größeren Zusammenhängen darlegen sollen. Es fehlt ihnen meist der nötige Überblick über die vielen Einzelfakten, und sie haben Probleme, eine logische Ordnung in diese Details zu bringen.

Die Anwendung der Kenntnisse gelingt nur den leistungsstarken Schülern.

Nicht so viel Begeisterung erweckten Arbeiten, die etwas monoton waren und häufiger wiederholt wurden.

Zusammenfassend kann man aber feststellen, daß die Schüler des Fakultativen Kurses „Mikrobiologie“ biologischen Problemen großes Interesse entgegenbringen und begriffen haben, daß die Verantwortung der Menschen gegenüber ihrer Umwelt sehr groß ist.

Sie haben auch verstanden, daß viel Wissen notwendig ist, damit neue Ökosysteme geschaffen werden können. Dazu gehören auch Erfahrungen aus Exkursionen, die gezeigt haben, daß Menschen in der Lage sind, entstandene Schäden durch intensive Arbeit wieder zu beseitigen.

Fachliche Ergebnisse

Zustand der beiden Kleingewässer (Tümpel) und ihr Bestand an Mikroorganismen. Tümpel im südlichen Teil des Rückhaltebeckens:

Typisch für Tagebaugewässer ist das häufigere Auftreten von tierischem Plankton gegenüber pflanzlichem Plankton. Ausgehend von der Vermutung, daß durch die Düngung der angrenzenden Landwirtschaftsflächen auch die Wassergebiete betroffen sein könnten, galt es zunächst, den pH-Wert des Wassers festzustellen. Mehrfache Überprüfungen ergaben einen pH-Wert von 5.

Das schwach saure Gewässer weist nur 8 von Schülern bestimmbare Algenarten auf. An tierischen Arten wurden von ihnen 5 gefunden und bestimmt. Die geringe Zahl an Algenarten beweist, daß die Vorüberlegungen richtig sein könnten. Hinzu kam, daß die Individuenzahlen bei tierischen Arten sehr viel höher waren als bei den pflanzlichen Organismen. Da Mikroorganismenarten gelegentlich sehr empfindlich auf ihre Umwelt reagieren, galt es, solche Arten herauszufinden. Die Schüler ent-

deckten aber nur Arten, die solche exakten Aussagen nicht zulassen oder die charakteristisch für Moorgewässer sind. Dominante Formen waren bei Algen:

Ulothrix zonata

Kieselalgen (überwiegend *Navicula rhynchocephala*)

Schiffchenalge

Pinnularia-Arten.

Bei tierischen Organismen überwogen zwei Gruppen:

Rädertierchen (*Radiolaria*)

Tonnentierchen (*Colepa hirtus*).

Nach Einbeziehung von Literaturangaben deuteten die Schüler die Ergebnisse so: Der Tümpel steht noch am Anfang seiner ökologischen Entwicklung und hat das β -mesosaprobe Stadium noch nicht erreicht. Aus dem Boden werden wahrscheinlich immer wieder saure Mineralien ausgewaschen, so daß die Düngung noch keine Auswirkungen hat. Mikroorganismen finden hier zur Zeit noch keine guten Lebensbedingungen. Es sind aber schon Lurche im Gewässer, und Wasserinsekten sind sehr zahlreich vertreten.

Die Schüler vermuteten weiter, daß durch Düngung und Pflanzenreste sowie Tierkadaver in den nächsten Jahren der Säurewert zurückgehen könnte und damit mehr Mikroorganismen auftreten dürften.

Tümpel im nördlichen Teil des Rückhaltebeckens:

Landwirtschaftliche Nutzung und Düngung in den vergangenen Jahren ließen vermuten, daß hier günstigere Existenzbedingungen für Mikroorganismen vorhanden sein müßten. Nachdem die Schüler den pH-Wert mehrmals überprüft hatten und immer wieder 6.5 feststellten, begriffen sie, daß ihre Vermutung richtig war und hier wahrscheinlich keine Salzauswaschung aus dem Boden mehr stattfindet. Da auch die Wassertemperatur nach längerer Sonneneinstrahlung schnell stieg (z. T. auf 29°C), meinten die Schüler, es müssen hier günstige Bedingungen für die Existenz der Mikroorganismen vorhanden sein. Die mikroskopischen Untersuchungen boten den Schülern eine große Artenzahl. Dabei waren besonders attraktive Arten:

Zackenrädchen (*Pediastrum boryanum*)

Sternalgen (*Asterionella formosa*)

Gürtelalgen (*Scenedesmus*-Arten).

Absolut dominierend war aber die Blaualgenart *Merismopedia clauca* (Tafelblau-alge).

Ebenfalls häufig von den Schülern gefunden wurden:

Schwingalgen (*Oscillatoria limosa*)

Ulothrix zonata

Mycrocystis viridis

Stephanodiskus-Arten.

So fanden sie auch diese Vermutung bestätigt. Da viele Wasserinsekten feststellbar waren, vermuteten die Schüler, daß hier das β -mesosaprobe Stadium erreicht ist. An tierischen Organismen entdeckten sie vorwiegend Glockentierchen, Sonnentierchen, Nematoden und Rädertierchen. Sie stellten aber fest, daß pflanzliche Organismen wesentlich häufiger waren als tierische. Auch der große Lurchbestand ließ bei den Schülern die Vermutung aufkommen, daß man hier eventuell Fische einsetzen könnte.

Zusammensetzung des Bodens und seine Eigenschaften:

Die Auswertung der Bodenproben durch die Schüler erbrachte fast überall einen pH-Wert von 5. Lediglich bei Grasflächen oder starkem Strauchbewuchs, wo sich eine mehrere Zentimeter starke Humusschicht gebildet hatte, lag der Wert bei 6. So erkannten die Schüler, daß Pflanzen einen wichtigen Einfluß auf die Bodenentwicklung haben.

Der Boden weist noch viele größere Steinchen auf und hat nur an einigen Stellen eine deutliche Krümelstruktur. Da das Wasserhaltevermögen recht gering und die Bodenerwärmung sehr stark ist, vermuteten die Schüler, daß hier vor allem Pflanzen auftreten könnten, die sie als Bewohner eines Trockenrasens schon bei der biologisch-geographischen Exkursion kennengelernt hatten.

Sie fanden auch mehrere Arten. Als auch noch Birkenpilze und Rotkappen sowie Ziegenlippen gefunden wurden, meinten die Schüler, daß es doch schon eine gewisse ökologische Stabilität geben könnte. In der Zusammenfassung formulierten sie folgende Hinweise:

Fortsetzung auf S. 263

• **Leserpost** •

Werte Redaktion!

Ein fachliches Problem beschäftigt mich schon länger, bei dessen Lösung sie mir vielleicht behilflich sein könnten:

Werden Stiere beim Stierkampf durch die rote Farbe oder durch die Bewegungen des Tuches gereizt?

Für eine eindeutige Klärung dankt

Martin Vollrath (Wormstedt)

Rinder haben ein Farbunterscheidungsvermögen, aber keine besondere Empfindlichkeit für langwelliges Licht. Das führt zu der Schlußfolgerung, daß die Farbe an sich nicht ausschlaggebendes Signal ist. Für den Stierkampf wird die überlieferte Vorstellung über die aggressionsauslösende Wirkung der roten Farbe aber genutzt, in dem die Stiere während der Aufzucht damit konfrontiert werden (Lerneffekte).

Wesentlich entscheidendere Bedeutung hat beim Stierkampf die Bewegung des Tuches. Insgesamt scheint bei Säugetieren in seiner agonistischen Auseinandersetzung die Bewegung des Gegners oder seine Körperstellung stärker reaktionsauslösend zu wirken. Die Vorstellung über Reaktionsauslösungen durch rote Kleidungsstücke ließ sich bisher bei Rindern auch nicht auf die Farbe allein zurückführen, sondern vielmehr auf die auffällige Bewegung der in Angst geratenen Menschen. Die eindeutige Beweisführung für die Dominanz von Bewegung oder roter Farbe des Tuches im Stierkampf konnte noch nicht gegeben werden.

Prof. Dr. A. Bilsing
(Leiterin des Bereiches
Verhaltenswissenschaften,
Sektion Biologie,
Humboldt-Universität zu Berlin)

• **Leserumfrage** •

Wir möchten uns auf diesem Wege bei den zahlreichen Leserinnen und Lesern herzlich bedanken, die mit großem Interesse auf unsere Umfrage (in Heft 2–3/1990, S. 91) reagiert haben.

Viele unterbreiteten über das „Ankreuzen“ gewünschter Gestaltungsvarianten hinaus Anregungen und Erwartungen zum Angebot von Informationen, Materialien und Gestaltungsvorschlägen für Ihren Unterricht, sowie zum Spektrum der Beiträge, die Ihre fachwissenschaftliche Weiterbildung fördern können.

Die farbige Titelseite dieses Heftes und das holzfreie Papier in seinem Innenteil sind ein erster Schritt in der Richtung, auch den von Ihnen geäußerten Wünschen zur Verbesserung des „Erscheinungsbildes“ (Arbeitsblätter, Illustrationen im Text, Bildbeilagen u. a.) unserer Zeitschrift zu entsprechen.

Eine überwiegende Mehrheit votierte für eine eigenständige Fachzeitschrift „Biologie in der Schule“ – die selbstverständlich auch über das informiert, was auf unserem Fachgebiet außerhalb der DDR, vor allem in der BRD und Westberlin für Sie interessant ist – und befürwortete auch die Herausgabe eines (zusätzlichen) Jahreshaftes der naturwissenschaftlichen Zeitschriften unseres Verlages zu einem integrativen Thema. Bei uns sind Sie auch in Zukunft als Autor(in) gefragt: Wir möchten bei dieser Gelegenheit unsere Bitte an Sie bekräftigen, „Biologie in der Schule“ beispielsweise mit eigenen Erfahrungsberichten, Vorschlägen zur Gestaltung von Beobachtungen und Experimenten im Unterricht, Anregungen zur Arbeit mit Unterrichtsmitteln mitzugestalten und würden uns freuen, wenn Sie auch Ihnen bekannte Kolleginnen und Kollegen aus der BRD und Westberlin auf diese Möglichkeit der Förderung des Erfahrungsaustausches zwischen Biologielehrern aufmerksam machen.

Mit besten Wünschen
für Ihre verantwortungsvolle Arbeit
Ihre Redaktion „Biologie in der Schule“

• Tagungen/Kongresse •

Jahrestagung des Verbandes Deutscher Biologen vom 25. bis 28. September 1990 im ICC Berlin

Das Elementare im Komplexen

Dienstag, 25. 9. 1990, 19.00 Uhr

Öffentlicher Abendvortrag

Prof. Dr. P. Sitt, Freiburg

Vom Komplexen zum Elementaren – Wege, Einsichten, Möglichkeiten der Biologie

Mittwoch, 26. 9. 1990, 8.30 Uhr

Eröffnung, Preisverleihung (Hörlein, Karlson), Vorträge

Prof. Dr. W. Haehnel, Münster

Die Umwandlung der Sonnenenergie in chemische Energie – Strukturen und Funktionen der Photosynthese

Prof. Dr. B. M. Jokus, Bielefeld

Das Cytoskelett – Strukturelement und Motor der Eukaryontenzelle

Prof. Dr. H. Wässle, Frankfurt (M.)

Neurobiologie – vom Molekül zum Gehirn

Prof. Dr. G. Korge, Berlin

Drosophila – aktuelle Forschung auf dem Gebiet der Eukaryontengenetik

Mittwoch, 26. 9. 1990, ab 14.30 Uhr

Arbeitskreise · Plenar-Diskussion

AK1: Fortschritte in der Erkenntnis der Protein-Biosynthese

Leitung: Prof. Dr. K. Nierhaus, Berlin

AK2: Rezeptor-Wirkstoff-Beziehungen am Beispiel der Psychopharmaka

Leitung: Dr. R. Horowski, Berlin

AK3: Gentechnik als Thema des Unterrichts: Experimente, Sicherheitsprobleme, ethische Fragen

Leitung: Prof. Dr. H. Bayrhuber, Kiel

Donnerstag, 27. 9. 1990, 9.00 Uhr

Mitgliederversammlung

AK4 (11.00–13.00 Uhr): Fachdidaktik und Biologieunterricht – Perspektiven der Zusammenarbeit

Leitung: Prof. Dr. L. Staack, Berlin und Dr. C. Weigelt, Schwerte

Donnerstag, 27. 9. 1990, 13.30 Uhr

Exkursionen (E) und Besichtigungen (B)

E1 Stadtökologie Berlins

E2 Botanischer Garten

E3 Schering AG

E4 Bundesgesundheitsamt

E5 Museum für Naturkunde Berlin (Ost)

B1 Stadtrundfahrt Berlin (West/Ost)

B2 Abend in Ost-Berlin

Freitag, 28. 9. 1990

Exkursionen (E) und Besichtigungen (B)

E6 Wald-, Seen- und Bruchgebiete der nördlichen Mark Brandenburg (Liepnitzsee bei Wandlitz, Kremmener Luch, Schorfheide)

B3 West- und Ost-Berlin vom Wasser aus

B4 Potsdam: Sanssouci, Cecilienhof

B5 Rund um die Müggelberge

Anmeldung zur VDBiol-Tagung Berlin vom 25. bis 28. September 1990

Hiermit melde ich mich an:

Name	Vorname
------	---------

Anschrift	
-----------	--

Teilnahmegebühr:

O Mitglied (DM 20,-)

O Nichtmitglied (DM 35,-)

O Student/Begleitperson (DM 10,-)

An folgenden Exkursionen/Besichtigungen werde ich teilnehmen:

O E1 (DM 25,-) O B1 (DM 55,-)

O E2 (DM 10,-) O B1.1 (DM 22,-)

O E3 (DM 10,-) O B1.2 (DM 35,-)

O E4 (DM 10,-) O B2 (DM 115,-)

O E5 (DM 10,-) O B3 (DM 85,-)

O E6 (DM 72,-) O B4 (DM 85,-)

O B5 (DM 95,-)

Die Teilnahmegebühr und die Kosten für die gewünschten Exkursionen/Besichtigungen habe ich überwiesen auf das Konto 4 801 866 03, Dresdner Bank, Berlin, BIZ 100 800 00

An: StD D. Schetat

LV Berlin im VDBiol

Ruhlaer Str. 7

1000 Berlin 33

Zimmerreservierung

Beim Verkehrsamt Berlin, Europa Center, 1000 Berlin 30, Telefon 030/21 23-4 Biologen aus den Ländern der DDR, die dem VDBiol bereits beitraten bzw. beitreten, sind für 1990 vom Mitgliedsbeitrag von DM 48,- befreit. Für sie gilt selbstverständlich die Tagungsteilnehmergebühr für Mitglieder (DM 20,-).

• Schülerwettbewerb •

Ernst-Haeckel-Schülerpreis 1991

Die Leitung der Sektion Schulbiologie der Biologischen Gesellschaft ruft alle Schüler, die sich mit einer Arbeit biologischen Inhalts am Wettbewerb um den Ernst-Haeckel-Schülerpreis beteiligen wollen, auf, diese Arbeit bis zum 15. November 1990 einzureichen.

Die Arbeiten sind zu senden an
Dr. Herbert Gläser
Friedrich-Schiller-Universität Jena
WB Biologiemethodik
Am Steiger 3, Haus 1
Jena, 6900



• Knobelaufgaben •

Klasse 10/Genetik

Monohybrider Erbgang: Aufspaltung der Merkmale bei den Individuen der 2. Tochter-Generation (Arbeit mit leistungsstarken Schülern)

Aufgabenstellung

Es werden Garten-Erbsen mit den Samenmerkmalen reinerbig rund ($S^R S^R$) \times reinerbig kantig ($S^k S^k$) gekreuzt. Die Individuen der 1. Tochtergeneration werden wiederum miteinander gekreuzt.

1.1. Entwerfen Sie Kreuzungsschemata bis zur 2. Tochtergeneration!

1.2. Gibt es in der 2. Tochtergeneration Hülsen mit runden und kantigen Samen?

1.3. Können in der 2. Tochtergeneration manche Hülsen nur runde Samen enthalten?

1.4. Können in der 2. Tochtergeneration manche Hülsen nur kantige Samen enthalten?

Erklären Sie!

Lösung

1.1. vgl. Abb. 1

1.2.

● Die Pflanzen der 1. Tochtergeneration enthalten in jeder Geschlechtszelle die An-

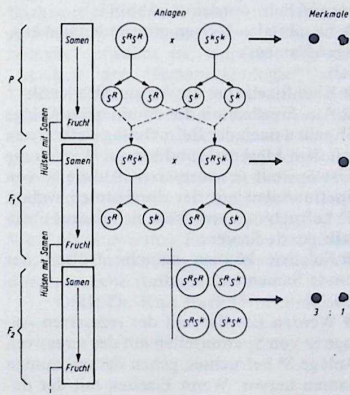


Abb. 1

• Kurzinformationen •

In Italien werden alljährlich weit über 300 Millionen Zugvögel mit Leimruten und Schlingen gefangen, getötet, gehandelt und verzehrt. Seit 1972 kämpft das „Komitee gegen den Vogelmord“ gegen die Jagd auf Singvögel im Mittelmeerraum und in Belgien, aber ebenso gegen den massenhaften Handel mit Wildvögeln in der BRD. Jedoch gelten nach wie vor Singdrosseln als „ein köstliches Essen“. Von den Rotkehlchen wird behauptet: „Sie schmecken vorzüglich, vor allem, wenn sie in Butter gebraten werden“. Auf den Wochenmärkten setzen manche Händler an einem Herbsttag bis zu 10000 Amseln, Drosseln, Finken und Lerchen ab. Westlich des Gardasees veranstalten Berggemeinden öffentliche Vogelgrillfeste.

Zur Zeit reichen die auf der Apenninen-Halbinsel gefangenen Singvögel nicht mehr aus, um die Nachfrage der Restaurants zu decken. Deshalb haben sich Großhändler auf den Import tiefgefrorener

Singvögel aus Taiwan, China, Tunesien und Spanien spezialisiert. Auch der Export von Vogelfanggeräten erweist sich als gutes Geschäft. Vogelleim wird nach Frankreich, Jugoslawien und Österreich geliefert. Noch gelingt es nicht, den profitablen Massenmord an Singvögeln zu verhindern; jedoch mehren sich die Erfolge italienischer und deutscher Gegner der Vogeljagd im harten Kampf gegen diesen Naturfrevler (Kosmos. – 85[1989]8. – S. 62).

In einem Interview stellte der stellvertretende Außenminister der UdSSR, Wladimir Petrowski fest, daß der Umweltschutz eine der wichtigsten Aufgaben ist, die dieses Ministerium zu lösen hat, da die „ökologische Selbstvernichtungsgefahr“ nicht weniger bedrohlich sei als die nukleare. Der sowjetische Diplomat sprach sich auf diesem Gebiet für eine weltweite Zusammenarbeit aus und plädierte dafür, in der UNO einen Ökologischen Sicherheitsrat mit politischen Befugnissen ins Leben zu rufen. In diesem Zusammenhang müßten



lage S^R oder S^k , der Fruchtknoten einer Erbsenblüte enthält mehrere Samenanlagen. Daher können in den befruchteten Eizellen eines Fruchtknotens alle vier möglichen Kombinationsformen der Anlagen verwirklicht werden (s. Abb. 1).

● Es gibt also Hülsen mit runden und kantigen Samen.

1.3.

● Eine Eizelle hat die Anlage S^R oder S^k .

● Aus Eizellen mit der dominanten Anlage S^R gehen nach der Befruchtung stets Samen mit dem Merkmal rund hervor. Werden die Eizellen mit der rezessiven Anlage S^k von Spermazellen mit der dominanten Anlage S^R befruchtet, entwickeln sich daraus ebenfalls runde Samen.

● Folglich können manche Hülsen nur runde Samen enthalten.

1.4.

● Werden Eizellen mit der rezessiven Anlage S^k von Spermazellen mit der rezessiven Anlage S^k befruchtet, gehen daraus kantige Samen hervor. Wenn Eizellen mit der dominanten Anlage S^R nicht befruchtet werden, verkümmern diese Samenanlagen.

● Folglich können manche Hülsen nur kantige Samen enthalten. In diesen Hülsen sind manche Samenanlagen verkümmert.

Ergänzung

Es ist theoretisch auch möglich, daß alle Samen einer Hülse kantig sind, wenn sich jede Samenanlage zu einem Samen entwickelt. Als Grundlage zum Verständnis dieser Erscheinung kann die Abbildung auf S. 28 im Lehrbuch Klasse 10 über den Kernteilungsverlauf bei der Bildung der Geschlechtszellen dienen: Als Ergebnis dieser Zellteilung entstehen vier Geschlechtszellen mit je einem einfachen Chromosomensatz. Bei der Entwicklung der weiblichen Geschlechtszellen bildet jedoch nur eine davon die Eizelle, die anderen drei gehen zugrunde. Überleben nun in den Fruchtknoten von den ursprünglich vorhandenen je vier weiblichen Geschlechtszellen nur diejenigen mit der rezessiven Anlage S^k und werden diese von Spermazellen mit der Anlage S^k befruchtet, entwickelt sich eine Hülse, in der sich nur kantige Samen befinden.

Rolf Tille (Dallgow)

auch Angaben über den Zustand der Umwelt in den Gebieten der UdSSR allen zugänglich gemacht werden. Die ökologischen Probleme müßten im gesamten Land durch bilaterale und multilaterale Zusammenarbeit mit anderen Staaten gelöst werden. (Neue Zeit. — 44[1989]32. — S. 35).

8 Stauseen bilden das System der Wolga-Kaskade und überstauen ein Gebiet von 40000 km² Land (Vergleich: Müritz 112 km²). Die gewonnene Energie (40 Mio Kilowattstunden/Jahr) beträgt aber nur 2 % der Energieproduktion der UdSSR. Im Einzugsgebiet des Stromes leben und produzieren 25 % der Bevölkerung der Sowjetunion. Durch den Stau entstanden gewaltige Veränderungen im Ökosystem des Stromes. Die Fließgeschwindigkeit von der Quelle bis zur Mündung beträgt nur noch 10 % der ursprünglichen Werte. Durch Bewässerungsmaßnahmen und Verdunstung entsteht ein Wasserdefizit von 15 Mio km³ Jahr, dadurch sinkt der Wasserspiegel des Kaspischen Meeres. Das Rückflußwasser der Bewässerungssysteme führt Düngemittel (Stickstoff, Phosphor) der Landwirtschaft und Schwermetalle der Industrie in den Strom. Neun Fischarten sind an der Wolga verschwunden, nur noch vereinzelt gehen Stör und Hausen ins Netz. Vom Süden und Norden wanderten andere Fische und Wassertiere ins Stromgebiet ein, jedoch sank der jährliche Fischertrag von 40 kg/ha auf meist nicht mehr als 6 kg/ha. Durch den stark wechselnden Wasserstand der Stauseen verschwanden mit den Wasserpflanzen die Laichgebiete der Fische. Im Sommer entwickelt sich das Phytoplankton überproportional zum Zooplankton und führt durch Sauerstoffentzug zum Fischsterben. Wissenschaftler des Instituts für die Ökologie des Wolgabassins der AdW der UdSSR, das 1957 am Kuibyscher Stausee gegründet wurde, erforschen u. a. den Stoff- und Energiekreislauf zwischen Fischen, Bakterien, Zooplankton, Zoobenthos, Phytoplankton, Algen, Wasserpflanzen und Anaerobiern und nehmen in zunehmendem Maße Einfluß auf die Gestaltung des Ökosystems der Wolga (spectrum. — 20[1989]7/8. — S. 45).

Dr. Hellmut Räuber (Dresden)

• Rezensionen •

Aresin, Hörz, Hüttner, Szewczyk: *Lexikon der Humansexuologie*. — Verlag Volk und Gesundheit. Berlin: 1990. — 272 S., 133 Abb., 16 Tab. — 46,— DM

Vor mehr als 20 Jahren erschien das erste „Wörterbuch der Sexuologie und ihrer Grenzgebiete“, hrsg. von Dietz und Hesse. An dieses viel beachtete Werk knüpft das vorliegende Lexikon an. Die Autoren gehören natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen an. Die Artikel berücksichtigen die neuesten Erkenntnisse des jeweiligen Fachgebietes ohne dessen Enge zu erliegen, d. h. auch andere Auffassungen werden sachlich dargestellt. Dem nichtsachkundigen Leser wird durch übersichtliche Verweise die Herstellung wesentlicher Bezüge zwischen den Stichwörtern ermöglicht. Die Abbildungen im Text sind zumeist den biol.-med. Artikeln zugeordnet und erleichtern deren Verständnis. Die Aufnahme von 80 z. T. farbigen Kunstdruckern vermittelt Einblicke in Werke aus verschiedenen Kunstepochen, die Sexualthemen gewidmet sind. Sparsam wurden in den Text Tabellen als Belege eingefügt. Sie weisen auf Quellen hin und regen zum tieferen Eindringen in die Problematik an wie auch die knappe Auflistung weiterführender Literatur. Wenn auch die Sexualpädagogik nicht als Stichwort zu finden ist und ihre praktische Anwendung ganz knapp unter „Erziehung, sexuelle“ erwähnt ist, empfehle ich das „Lexikon der Humansexuologie“ allen Lehrern. Sie sollten sich nicht von der Einschränkung im Vorwort abschrecken lassen, daß sich das Nachschlagewerk vorwiegend an „Wissenschaftler aller Fachgebiete wendet, die sich zu einem sexuellen Sachverhalt schnell informieren wollen“. Die Herausgeber haben es verstanden, ihr Werk als eine wahre Fundgrube zu gestalten. Ich wünsche ihm viele, immer wieder durchgesehene Auflagen.

OSTr Dr. Kurt Bach (Hohenmölsen)

Bernhard Kausmann und Ulrich Schiewer: Funktionelle Morphologie und Anatomie der Pflanzen. – Jena, 1989; 465 S., 349 Abb., 26 Tab., 38.– DM.

Mit dem vorliegenden Buch haben die Autoren sehr erfolgreich den Versuch unternommen, Struktur und Funktion von Geweben und Organen der Pflanze als Einheit zu betrachten, wobei sie gleichzeitig die bisher weithin geübte trennende Darstellung von Morphologie und Anatomie gegenüber Stoffwechsel- und Entwicklungsphysiologie aufgaben. Sicher kamen dabei einige Kapitel der einen oder anderen Disziplin zu kurz, was jedoch bei der wirklich geglückten synthetischen Darstellung nicht als Mangel empfunden werden kann.

Das Buch ist in 8 Abschnitte gegliedert. Beginnend mit einer Einführung in die Formenmannigfaltigkeit im Pflanzenreich, werden des weiteren Gewebe, Samen und Entwicklung der Keimpflanze, Sprossachse, Laubblatt, Blüte und Frucht sowie Wurzel behandelt. Abschließend erhält der Leser wichtige Informationen zur Gestaltung der Pflanze. Die Autoren haben es verstanden, den Stoff klar und übersichtlich darzustellen und schwierige Sachverhalte durch leicht einprägsame Abbildungen zu erläutern. Hinweise auf moderne Literatur regen zum weiteren Nachforschen auf morphologisch-anatomischem und physiologisch-ökologischem Gebiet an.

Die Erarbeitung des Stoffes wird durch ein übersichtlich gestaltetes Register mit hervorgehobenen Hinweisen auf Abbildungen und wichtige Textstellen erleichtert. Sehr gelungen erscheinen auch die vielen, oft in Anlehnung an Troll gestalteten morphologischen Abbildungen sowie die Darstellung von Evolutionsprozessen nach dem Vorbild von Takhtajan.

Das Buch kann dem Biologielehrer wärmstens empfohlen werden. Besondere Bedeutung dürfte jedoch das Buch für die Vorbereitung auf all jene Stoffgebiete haben, die wegen ihres Querschnittscharakters immer wieder Schwierigkeiten bei der Stoffearbeitung bereiten. Das trifft für Ökologie, Genetik und Evolution der Organismen zu.

Dr. sc. J. Pötsch (Potsdam)

Informationen

Insektenpathogene Viren zur Bekämpfung von Schadinsekten (mit Bildbeilage)

KLAUS EISBEIN/EDGAR SCHLIEPHAKE

In einem früheren Artikel dieser Zeitschrift /1/ berichteten wir speziell über pflanzenpathogene Viren, die beträchtliche Ertragsverluste an unseren Kulturpflanzen verursachen können. Heute wenden wir uns Viren zu, die bei Insekten meist tödlich verlaufende Krankheiten hervorrufen. Für den Menschen und die Wirbeltiere sind diese insektenpathogenen Viren jedoch ungefährlich. Bestimmte Insektenviren wie die Kernpolyedroviren und die Granuloseviren, die aufgrund der stäbchenförmigen Gestalt ihrer Viruspartikeln zur Gruppe der Baculoviren gehören, befallen vorwiegend Larven von Schmetterlingen und von Hautflüglern. Viele dieser Insekten sind Schädlinge wie vor allem die Erdraupe (die Larve der Wintersaateule), die Raupen des Apfelwicklers, des Schwammspinner, der Kohleule und der Gammaeule sowie die Larve der Kiefernbuschhornblattwespe, die sowohl in der Land- und Forstwirtschaft als auch im Garten- und Obstbau erhebliche Fraßschäden anrichten.

Im Unterschied zu anderen Viren sind die Viruspartikeln der Kernpolyeder- und der Granuloseviren in Eiweißkörper eingeschlossen und somit weitgehend vor Umwelteinflüssen geschützt.

Die etwas unter 1 µm bis etwa 3 µm großen Einschließungskörper der Kernpolyedroviren lassen sich im Lichtmikroskop gut beobachten. Dagegen ist es schwierig, die wesentlich kleineren Eiweißkörper der Granuloseviren lichtmikroskopisch zu erkennen. Erst das Elektronenmikroskop mit seinem hohen Auflösungsvermögen gibt uns die Möglichkeit, u. a. Gestalt und Feinstrukturen zu untersuchen und exakt auszumessen /2/. So geben die rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen bei höheren Vergrößerungsstufen eindeutig die Po-

Iyederform der Einschließungskörper von Kernpolyederviren wieder (Tafeln 5 und 8).

Die bei 0,2 nm liegende und damit mehr als 10fach bessere Auflösung des Durchstrahlungselektronenmikroskopes gegenüber der des Rasterelektronenmikroskopes gestattet es, die auch als Virionen bezeichneten Viruspartikeln sichtbar zu machen (Tafeln 5, 6, 7). Innerhalb der Polyeder finden wir die Virionen gebündelt angeordnet (Tafeln 5 und 6). Meist wurden bis zu 10, gelegentlich auch mehr Virionen je Bündel gezählt. Die Länge der Viruspartikeln beträgt etwa 390 nm, ihr Durchmesser knapp 60 nm (Tafel 6).

Die Granula des Granulosevirus der Erdraupe haben eine ovale Gestalt, deren Länge zwischen 500 und 600 nm liegt. Sie enthalten jeweils ein Virion, das leicht über 300 nm lang und etwa 30 nm im Durchmesser ist. Von den Raupen bzw. Larven mit der Nahrung aufgenommene Einschließungskörper lösen sich im Darmsaft des Verdauungstraktes auf. Die freigesetzten Virionen gelangen in die Körperzellen ihres Wirtes und vermehren sich dort. Im weiteren Verlauf der Infektion stirbt die Larve ab und zerfällt. Millionen neugebildeter Eiweißkörper mit den in ihnen eingeschlossenen Viruspartikeln werden frei und ergeben neue Infektionsquellen.

Manche Verhaltensweisen der infizierten Insekten begünstigen die Ausbreitung der Viren. So führt die auch als Wipfelsucht bezeichnete Polyederkrankheit der Nonne dazu, daß die Nonnenraupen nach Infektion mit dem Kernpolyedervirus in die Baumwipfel wandern. Dort sterben die mit neuen Kernpolyedern stark angereicherten Raupen ab, ihr Körperinneres löst sich auf. Der infektiöse Körperbrei tropft herab und verteilt sich auf den Nadeln der Bäume. Auf diese Weise werden Raupen, die diese Nadeln fressen, wiederum infiziert.

Die insektenpathogenen Viren sind hoch wirksam und sehr wirtsspezifisch. Sie infizieren nur eine oder wenige eng verwandte Schädlingsarten, wobei bereits einige Einschließungskörper für eine tödliche Infektion genügen. Nützliche Insekten bleiben verschont. Präparate von diesen Viren lassen sich wie chemische Bekämpfungsmittel anwenden, belasten aber nicht die Umwelt.

Diese und weitere Vorteile wie Unbedenklichkeit für Mensch und Nutztier sowie volle Wirksamkeit gegen insektizidresistente Schädlinge bieten sich an, insektenpathogene Viren zur biologischen Bekämpfung von Schadinsekten zu nutzen. Tatsächlich wird in verschiedenen Ländern intensiv daran gearbeitet, derartige Viren einzusetzen. Im Rahmen einer integrierten Schädlingsbekämpfung läßt sich die Anwendung von Viruspräparaten sinnvoll mit chemischen Bekämpfungsmethoden kombinieren.

Zum Herstellen der Viruspräparate werden die Viren in Raupen aus Massenzuchten vermehrt. Eine andere Möglichkeit bieten Versuche zur Virusvermehrung in Kulturen von Insektenzellen. In den Raupenzuchten läßt sich allgemein eine hohe Anzahl von 10^8 bis 10^9 Polyedern je Raupe erzielen. Sowjetische Feldversuche ergaben, daß auf Kohlfeldern 10^{11} Polyeder – aus etwa 100 bis 1000 infizierten Kohleulenraupen gewonnen – auf 1 ha verteilt genügend Schutz vor Raupenfraß gewähren. Auf 1 ha Apfelplantage kann der wichtigste Schädling im Apfelanbau, die Raupe des Apfelwicklers, mit Granulosevirus aus etwa 2000 Apfelwicklerlarven erfolgreich bekämpft werden.

Bis zur praxisreifen Anwendung der Insektoviren sind jedoch noch etliche Probleme zu lösen. Beispielsweise müssen die Massenzuchten der Raupen so rationell gestaltet werden, daß Viruspräparate mit einem ökonomisch vertretbaren Aufwand hergestellt werden können. Weiterhin ist es notwendig, Formulierungen und Zusätze zu finden, die eine längere Lagerung der Viruspräparate ermöglichen. Darüber hinaus erfordert die Anwendung dieser hochspezifischen Viruspräparate eine weitaus exaktere Bestimmung des optimalen Anwendungstermins, als es bis jetzt vielfach für chemische Mittel der Fall ist.

Jedoch ist abzusehen, daß diese Probleme in naher Zukunft erfolgreich gelöst werden. Erste kommerzielle insektenpathogene Viruspräparate befinden sich bereits heute international in der Erprobung.

Literatur

- /1/ Proeseler, G.; Eisbein, K.: Pflanzenpathogene Viren und ihre Übertragung durch Tiere (mit Bild-

- teil). — In: *Biologie in der Schule*. — Berlin 27(1978)4. — S. 166–167
- /2/ Krause, W.: Elektronenmikroskopie — Zu Verfahren und Möglichkeiten. — In: *Biologie in der Schule*. — Berlin 27(1978)4. — S. 159–165

Limnologische Forschung am Stechlinsee

CHRISTINA BABENZIEN

Hautkrebs-Gen entdeckt

Das ultraviolette Licht der Sonnenstrahlen ist die Ursache für die Auslösung verschiedener Hautkrebsarten. Die gefährlichste Form ist das maligne Melanom, das sehr schnell metastasiert. In den USA werden pro Jahr durchschnittlich 27 000 neue Fälle registriert, so daß unter allen Krebsarten das maligne Melanom die höchste Anstiegsrate zeigt. Eine Forschergruppe des USA National Cancer Institute und des Massachusetts Institute of Technology hat herausgefunden, daß etwa 10 % der Neuerkrankungen durch die Anwesenheit eines Hautkrebs verursachenden Gens bedingt sind.

Mittels gentechnologischer Methoden konnte dieses Gen auf dem kurzen Arm des Chromosoms Nr. 1 lokalisiert werden.

Die Analyse des Vererbungsmodus in sechs betroffenen Familien enthüllte die Dominanz des Hautkrebs-verursachenden Gens: Ist ein Elternteil Träger dieses Gens, so erhalten die Kinder mit einer 50%igen Wahrscheinlichkeit das Hautkrebs-Gen. In etwa 90 % aller Fälle kommt es bei Vorhandensein des Gens zur Entstehung des malignen Melanoms.

Entnommen aus: *Biologische Rundschau* (Heft 3/1990, S. 155)

Die zunehmende Belastung der Ökosysteme mit Abprodukten aus Industrie, Landwirtschaft und dem kommunalen Bereich sowie diffusen atmosphärischen Immissionen führte in den letzten Jahrzehnten auch zu einer z. T. besorgniserregenden Beeinflussung der Gewässerökosysteme (Flüsse, Talsperren, Seen, Boddengewässer, Weltmeere). Sie äußert sich u. a. in zunehmender

Nährstoffkonzentration (Phosphor, Stickstoff) und nachfolgender Massenentwicklung von Algen, d. h. einer Eutrophierung. Dem stehen ein steigender Bedarf an Brauch- und Trinkwasser sowie die Nutzung der Gewässer für Erholungszwecke und die Fischerei gegenüber. Die DDR hat einen außerordentlich angespannten Wasserhaushalt, der Nutzungsfaktor des Abflusses ist 10mal höher als im Weltdurchschnitt. Maßnahmen zur Senkung der Abwasserlast von Seen und Flüssen sind eine dringende gesellschaftliche Aufgabe. Erforderliche Sanierungsmaßnahmen setzen umfassende Forschungsarbeiten zu den Funktionsmechanismen von Gewässerökosystemen sowie ihrer Stabilität und Regenerationsfähigkeit voraus. Eine der Einrichtungen in der DDR, die sich mit solchen Fragestellungen befassen, ist die Forschungsstation für Limnologie am Stechlinsee.

Die limnologische Station am Stechlinsee

Die Station existiert schon seit 30 Jahren, heute als Abteilung experimentelle Limnologie des Bereiches Ökologie am Zentralinstitut für Mikrobiologie und experimentelle Therapie der Akademie der Wissenschaften der DDR in Jena. Die Forschergruppe bearbeitet neben einem breiten Spektrum der Grundlagenforschung zur Struktur sowie zum Stoff- und



Abb. 1: Blick auf die Alte Fischerhütte am Stechlinsee (Foto W. Scheffler)

Energiefluß von Gewässerökosystemen auch praxisbezogene Aspekte der Ökosystemsteuerung.

Die Gründung der „Forschungsstelle für Limnologie“ erfolgte 1959 in Zusammenhang mit dem Bau des ersten Kernkraftwerkes in der DDR am Stechlinsee. Die Station wurde am Ufer des Sees in den Gebäuden einer ehemaligen Gaststätte und Fischerei eingerichtet (Abb. 1). Gegenwärtig sind Laborkomplexe für die Arbeitsgruppen Primär- und Sekundärproduktion, Algologie und Gewässermikrobiologie vorhanden. Die Geräteausstattung ermöglicht chemische, radiochemische, biologische und mikrobiologische Laborarbeiten, die dem internationalen Stand der Gewässerforschung entsprechen. Es ist ein besonders glücklicher Umstand, daß die grundlegenden und umfassenden Forschungsarbeiten zum Gewässerökosystem an einem unserer schönsten und interessantesten Seen erfolgen. Mit 68 m ist der Stechlinsee der tiefste See der DDR. Die Buchen- und Eichenwälder seines Ufers bieten Schutz vor Nährstoffeinträgen, insbesondere aus der Landwirtschaft. Es ist ein sehr nähr-

stoffarmer (oligotropher) See mit Sichttiefen bis zu 12 m. Infolge seiner hohen Transparenz sind ausgedehnte Bereiche bis zu 20 m Wassertiefe mit Wasserpflanzen bedeckt. Im See ist die Maräne zu Hause, ein typischer Fisch für Seen mit sauerstoffreichem Tiefenwasser. Tauchsportler aus vielen Ländern tragen hier alljährlich ihre Wettkämpfe aus. Seit 1937 ist die Landschaft um den Stechlinsee Naturschutzgebiet. Eine 1982 erlassene Behandlungsrichtlinie gewährleistet den Schutz des Sees und seiner Umgebung. Das Naturschutzgebiet, in dem neben der limnologischen Station auch eine hydrometeorologische Station arbeitet, wird seit 1982 im internationalen Umweltkontrollprogramm (Global Environmental Monitoring System, GEMS) als Backgroundstation, d. h. als anthropogen unbelastetes Gebiet, untersucht. Nicht zu vergessen, daß schon Theodor Fontane in seinen „Wanderungen durch die Mark Brandenburg“ und im Roman „Der Stechlin“ die Schönheit dieses Sees gepriesen hat.

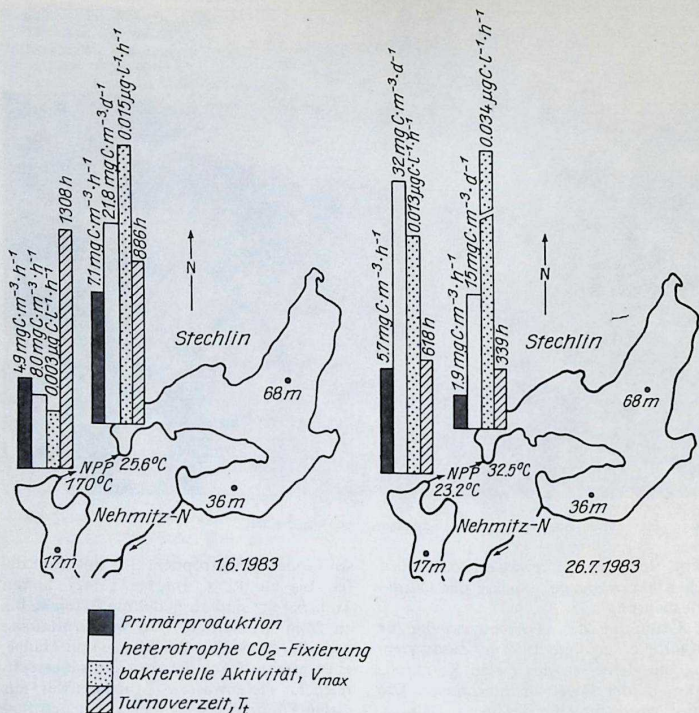


Abb. 2: Synoptische Analyse einiger mikro-biologischer Aktivitätsparameter in Hinblick auf die stimulierende und hemmende Wirkung der Temperaturerhöhung

Forschungsaufgaben und Ergebnisse

Auswirkungen des Kernkraftwerkes Rheinsberg auf die Seen des Kühlwasserkreislaufes

Als in den sechziger Jahren das Kernkraftwerk Rheinsberg gebaut wurde, gab es nur wenig Erfahrungen zur thermischen Belastung von Binnengewässern. Die Untersuchungen im Stechlinsee begannen schon mehrere Jahre vor Inbetriebnahme des Kernkraftwerkes und erlaubten so eine umfangreiche Bestandsaufnahme und den Vergleich mit den Ergebnissen während des Betriebes. Durch den Kühlwasserkreislauf des Kernkraftwerkes Rheinsberg werden zwei Seen

unterschiedlichen Charakters miteinander vermischt, der oligotrophe Stechlinsee und der mesotrophe Nehmitzsee. Das Kühlwasser wird dem Nehmitzsee entnommen und fließt um 10 K erwärmt ($20000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) in den Stechlinsee. Bis zur Inbetriebnahme im Jahre 1966 wurden mehr als 1900 Arten von Bakterien, Pilzen, Algen, Makrophyten, Protozoen, Wirbellosen und Wirbeltieren im Stechlinsee nachgewiesen sowie ihre zeitliche und räumliche Verteilung und ihre Wechselbeziehungen ermittelt. Diese Arbeiten wurden während des Kernkraftwerkbetriebes fortgeführt und erweitert. Es ergaben sich folgende Erkenntnisse zu den Auswirkungen des Kühlwasser-

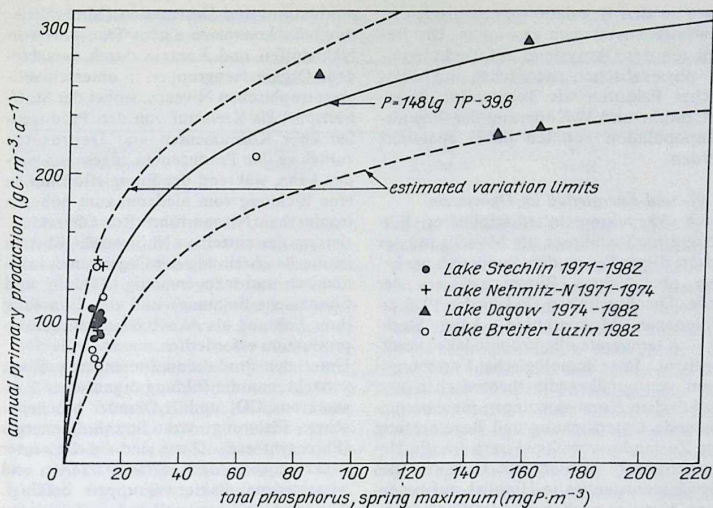


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Phosphatkonzentration und Primärproduktion für Seen unterschiedlicher Trophie (nach Koschel, 1985)

kreislaufes auf die beiden Seen. Die Temperaturerhöhung beträgt für die Gesamtwassermenge des Stechlinsees im Mittel 1 K, im Oberflächenbereich von April bis November 1,9 K, in 20 m Tiefe 0,6 K. Bis 1982 wurde ein Rückgang der Sichttiefe (mittleres Sommermaximum) von 10 m auf 6 m beobachtet, danach nahm die Sichttiefe wieder zu. Es kam zu Veränderungen der Organismengemeinschaften (Phytoplankton, Phytobenthos, Makrophyten und Makrozoobenthos) hinsichtlich der Artenzusammensetzung mit Zunahme solcher Arten, die eine Eutrophierung anzeigen. Temperaturerhöhung führt zu einer Stimulation von Aktivität und Produktionsleistung bei pflanzlichen und tierischen Organismen bis zu etwa 28°C, bei Bakterien bis zu 30°C, darüber sind diese Prozesse gehemmt. Abbildung 2 zeigt diesen Temperatureffekt an vergleichenden Messungen der Primärproduktion des Phytoplanktons und der bakteriellen Aktivität im Einlauf- und Auslaufkanal des Kernkraftwerkes. Durch Schädigung von Organismen in den Kondensatoren und beschleunigte Mineralisie-

rung im Warmwasserbereich werden Nährstoffe verfügbar. Eine Erhöhung der Phosphatkonzentration, das im Stechlinsee limitierend für die Primärproduktion ist, wirkt sich dabei als Eutrophierungsfaktor aus (Abb. 3). Auch in der Dynamik von Organismensukzessionen gab es Verschiebungen. Die Mischung der Wasserkörper beider Seen führte natürlich ebenfalls zu einer Veränderung ihrer Wasserqualität, einer „Verbesserung“ des Nehmitzsees und einer „Verschlechterung“ des Stechlinsees. Insgesamt wurde festgestellt, daß der Stechlin trotz anfänglicher Eutrophierungserscheinungen seinen oligotrophen Zustand stabilisieren konnte. Dabei kam es zu einer Überlagerung der unmittelbaren Auswirkungen des Kernkraftwerkbetriebes durch Nährstoffzufuhr aus den Abwässern des Kernkraftwerkes bis zur Mitte der 70er Jahre und durch einen Zufluß vom eutrophen Dagowsee. Über diese Ergebnisse zur thermischen Belastung von Gewässern hinaus wurden durch die Forschungsarbeiten grundlegende theoretische limnologische Erkenntnisse zum Stoff- und Energiefluß

sowie zu den Regulationsmechanismen in Gewässerökosystemen gewonnen. Die Reaktionen des Ökosystems auf Veränderungen physikalischer, chemischer und biologischer Faktoren wie Temperatur, Nährstoffzufuhr und Veränderung der Organismenpopulation konnten dabei analysiert werden.

Stoff- und Energiefluß im Ökosystem

Nach 30 Jahren interdisziplinärer Forschung im Stechlinsee als Modellgewässer gehört dieser See zu den ökologisch am besten untersuchten Binnengewässern der Erde. Die Ergebnisse sind in der 1985 erschienenen Monographie „Lake Stechlin – A temperate oligotrophic lake“ veröffentlicht. Das limnologische Forschungsteam verfügt über die theoretischen und praktischen Voraussetzungen für eine umfassende Untersuchung und Begutachtung des Zustandes von Gewässern. In die Untersuchungen wurden zur Diagnose des Gewässerzustandes in Hinblick auf besondere Nutzungsvorhaben oder Sanierungsmaßnahmen auch eine Reihe weiterer Gewässer in den Bezirken Potsdam und Neubrandenburg einbezogen, z. B. Dagowsee, Tollensesee, Haussee, Schmalzer Luzin und Breiter Luzin.

Was gehört nun im einzelnen zur Analyse des Stoffhaushaltes von Gewässern?

Der Stoffhaushalt umfaßt alle Stoff- und Energieumwandlungen in einem Gewässer. Das sind physikalische und chemische Prozesse, aber vor allem der Transport von Nährstoffen und Energie durch verschiedene Organismengruppen sowie der chemische und mikrobielle Abbau abgestorbener Organismen und ausgeschiedener Substanzen.

Die Beschreibung dieser Zusammenhänge setzt umfangreiche Kenntnisse zum Gewässer selbst voraus (Größe, Tiefe, Ufergestaltung, Einzugsgebiet). Wichtige physikalische Größen müssen erfaßt werden (pH-Wert, Temperatur, Strahlungsklima, Sichttiefe). Eine moderne chemische Analytik muß die Bestimmung der wichtigsten anorganischen und organischen Substanzen ermöglichen.

Die Erforschung des biogenen Stoffumsatzes umfaßt die Teilgebiete Produktion (Primärproduktion), Konsumtion (Sekundär-

produktion) und Destruktion (Mineralisierung). Es kommt zu einem Transport von Nährstoffen und Energie durch verschiedene Organismengruppen in unterschiedlichen trophischen Niveaus, wobei der Stofftransport als Kreislauf von den Produzenten über Konsumenten und Destruenten zurück zu den Produzenten angesehen werden kann, während der Energiefluß nur in eine Richtung vom niederen zum höheren trophischen Niveau führt. Zur Charakterisierung der einzelnen trophischen Ebenen ist die Beschreibung der Organismen taxonomisch und mengenmäßig (Zählung und Biomassebestimmung) und die Erfassung ihrer Leistung als Aktivität und Biomasseproduktion erforderlich.

Unter der Produktion im engeren Sinne versteht man die Bildung organischer Substanz aus CO_2 und H_2O unter biochemischer Fixierung von Strahlungsenergie (Photosynthese). Dazu sind im Gewässer Makrophyten, Algen, Cyanobakterien und verschiedene Bakteriengruppen befähigt. Für den Stechlinsee und andere Seen (s. o.) sind höhere Wasserpflanzen, Algen und Cyanobakterien taxonomisch analysiert und ihre Sukzessionen im Jahresverlauf qualitativ und quantitativ erfaßt worden. Über die Algenzählung erfolgt auch die Bestimmung der Biomasse. Die Leistung der Algenpopulation (Primärproduktion) wird mit der C-14-Methode nach Steemann Nielsen erfaßt.

Konsumenten gewinnen die Energie durch Umbau meist lebender partikulärer Materie („Nahrung“). Man gliedert die Gruppe der Konsumenten auf Grund ihres unterschiedlichen Fressverhaltens in pflanzenfressende Primärkonsumenten (herbivores Zooplankton), von tierischer Substanz lebende Sekundärkonsumenten (carnivores Zooplankton und pelagische Friedfische) und die pelagischen Raubfische als Endkonsumenten. Intensiv untersucht sind für unsere Gewässer die Struktur des Zooplanktons, vor allem Rotatorien, Cladoceren und Copepoden, ihre Menge als Zahl und Biomasse, das Filtrierverhalten und Produktionsraten.

Ein erheblicher Anteil der produzierten organischen Substanz (Produzenten und Konsumenten) wird schon in der Zone der Produktion wieder abgebaut und die gebil-

Tab. 1: Mittelwerte von Biomasse und Biomasseproduktion der verschiedenen trophischen Stufen für Gewässer unterschiedlicher Trophie

See	Biomasse (mg C · m ⁻³)/Biomasseproduktion (mg C · m ⁻³ · d ⁻¹)		
	Phytoplankton	Zooplankton	Bakterien
Stechlinsee (oligotroph)	50/ 18	20/12	9/ 9
Dagowsee (eutroph)	820/140	175/60	46/66
Fuchskuhle (acidotroph)	-/ 85	100/54	16/35

deten Nährstoffe werden in den Kreislauf zurückgeführt. Diese Mineralisierungsfunktion übernehmen die Bakterien. Das betrifft auch organische Substanz, die von außen in das Gewässer gelangt (Niederschlag, Laubfall, Zuflüsse). Durch den mikrobiellen Abbau wird so die Aufrechterhaltung des Stoffkreislaufes gewährleistet, z. B. setzt eine Primärproduktion von 100 g C · m⁻² · a⁻¹ im Stechlinsee bei der vorhandenen Phosphorkonzentration ein zehnfaches Durchlaufen des Stoffkreislaufes voraus. Es ist nachgewiesen worden, daß 80–90 % der im See produzierten organischen Substanz in der Produktionszone abgebaut werden und nur 10–20 % das Sediment erreichen.

Durch die ständige Zufuhr organischer Substanz in das Sediment entsteht dort ein Nährstoffvorrat. Ebenfalls durch die Tätigkeit von Mikroorganismen kann ein mehr oder weniger großer Anteil wieder in das Gewässer zurückgeführt werden.

Auf Grund des enormen methodischen Fortschritts haben sich in der Gewässermikrobiologie in den letzten Jahrzehnten wesentliche neue Aspekte ergeben. Über ihre Rolle als „Mineralisierer“ hinaus sind die

Bakterien auch ein wichtiges Glied in der Nahrungskette. Das macht die Relation ihrer Biomasse und Biomasseproduktion zu den anderen trophischen Ebenen deutlich (Tab. 1). Sie sind die einzigen heterotrophen Organismen, die gelöste organische Substanz in partikuläre überführen können. Man nimmt an, daß bakterielle Biomasse über Ciliaten, Phytoflagellaten und andere Protozoen oder direkt zum Zooplankton gelangt und sich damit ein Bypass zur Freßkette ergibt, die sog. „microbial loop“. Zwischen 30 % und 50 % der photosynthetisch produzierten Substanz nimmt den Weg durch die Bakterien. Zu einem erheblichen Anteil werden vom Phytoplankton während der Photosynthese abgegebene gelöste organische Substanzen (bis zu 50 % des assimilierten Kohlenstoffs) unmittelbar von Bakterien mineralisiert bzw. in Biomasse umgewandelt. Verteilung und Zahl von Bakterien werden durch mikroskopische Zählung nach Färbung mit Fluoreszenzfarbstoffen ermittelt. Die Messung von Umsatzraten, Mineralisierungsleistung und Biomasseproduktion erfolgt mit C-14 markierten organischen Substanzen.

Die komplexe Betrachtung der For-

Tab. 2: Physiographische und biologische Charakteristik von einigen Seen der Mecklenburger Seenplatte

		Stechlinsee	Nehmitzsee-N	Breiter Lucin	Tollensesee	Dagowsee	Haussee
Trophie		oligotroph	mesotroph	mesotroph	mesotroph	eutroph	eutroph
Größe	km ²	4,25	1,04	2,68	14,80	0,24	1,35
max. Tiefe	m	68	18,6	58,5	33,2	9,5	12,0
Sichttiefe	m	8,0	7,5	3,2	5,0	1,8	1,1
PO ₄ -P	mg · m ⁻³	2,2	2,0	49	145	114	1 150
Chl a	mg · m ⁻³	0,65	1,06	6,1	5,9	34	17,5
Ph PP	g C · m ⁻² · a ⁻¹	97	140	210	430	248	410
V _{max}	µg C · l ⁻¹ · h ⁻¹	0,010	0,030	0,051	0,026	0,097	0,131
BP	mg C · m ⁻³ · d ⁻¹	9	15	–	–	66	122
GBZ	x10 ⁶ · ml ⁻¹	1,0	–	1,5	1,8	3,8	4,4

(Chl a = Chlorophyll a, Ph PP = Phytoplanktonprimärproduktion, V_{max} = bakterielle Aktivität, BP = bakterielle Biomasseproduktion, GBZ = Gesamtbakterienzahl)

Tab. 3: Wichtige ökologische Wirkungsmechanismen in Standgewässern und ihre praktische (ökotechnologische) Anwendung beim Eutrophierungsschutz (nach Koschel 1989)

Ökologischer Prozeß	Kontrollvariable (Zielstellung)	Anwendung
Stoff- und Energiefluß in der Nahrungskette	tierische Biofiltration	Nahrungskettensteuerung (Biomaniipulation)
	pflanzliche Biofiltration	Steuerung der pflanzlichen Konkurrenz (Bioplateaus, natürliche und künstliche Biofilter)
organische Nähr- und Schadstoffestlegung und -elimination	Biomasseproduktion (Erhöhung)	Entsorgungs- und Pufferökosysteme (Teiche, Vorseperren, Pflanzengürtel, Ring- und Hanggräben)
	Sedimentation (Erhöhung)	Turbulenzverminderung (Windschutz, Gewässerteilung) Flockungs- und Fällungsmittelreaktionen (Kalzit, Tonmineralien)
interne Phosphorbelastung aus dem Sediment	Redoxpotential (Erhöhung)	Tiefenwasserableitung und -belüftung, Sedimentabdeckung, Sauerstoffanreicherung, Nitratinjektion
	biologische Besiedlung (Verbesserung)	Makrophytendecke
	Flockungs- und Fällmittel- konzentration (Erhöhung)	Reduktion benthivorer Fische Nährstoffausfällung (Fe- und Al-Salze) autochthone Kalzitfällung

schungsergebnisse zu den verschiedenen Teilen des Stoffhaushaltes führt zu Erkenntnissen über das Zusammenspiel der einzelnen Glieder und die Regulationsmechanismen als wichtige Voraussetzung für Bemühungen um Erhaltung, Regenerierung und Steuerung von Gewässerökosystemen. Tabelle 2 gibt eine Übersicht über wichtige Parameter des Stoffhaushaltes für unterschiedliche Gewässer. Daraus wird auch der Zusammenhang zwischen Stoffhaushalt und Gewässerzustand deutlich. Für die Gewässerbewirtschaftung in der wasserwirtschaftlichen Praxis sind die Gewässertypen (oligo-, meso-, eutroph usw.) hinsichtlich ihrer Qualitätsparameter in Güteklassen eingeteilt (TGL 27 885/01). Forschungsarbeiten zum Stoff- und Energiefluß von Gewässerökosystemen werden auch in anderen Institutionen der DDR durchgeführt, dem Institut für Geographie und Geoökologie der Humboldt Universität zu Berlin (Müggelsee), der Technischen Universität Dresden (Talsperren) und der Universität Rostock (Boddengewässer). Gemeinsames Ziel ist die Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse in der Gewässergütebewirtschaftung. Die mathematische Beschreibung der genannten Zusammenhänge in einem Ökosystemmodell ist die Grundlage für die Voraussage von Reaktionen des Systems auf die Veränderung von äußeren und systeminternen Faktoren und damit die Voraussetzung für die

Diagnose des Gewässerzustandes und die Prognose von Zustandsänderungen nach Belastungen oder Sanierungsmaßnahmen. Von der Sektion Hydrobiologie der Technischen Universität Dresden wurde das kausal-analytische Ökosystemmodell – SALMO – entwickelt. Es konzentriert sich auf die 3 wesentlichen Aspekte Primärproduktion, Zooplanktonproduktion und Nährstoffumsatz. Im Rahmen unserer Forschungsaufgaben wird dieses Modell zur Aufklärung von eutrophierungsminierenden und -fördernden Funktionsmechanismen in geschichteten Hartwasserseen und zur optimierten Gütebewirtschaftung dieser Seen eingesetzt.

Ökotechnologie

Die eingangs erwähnte erhebliche Verschlechterung des Zustandes von Gewässern durch Eutrophierung, Versauerung und toxische Belastung ist teilweise so weit fortgeschritten, daß Trink- und Brauchwassergewinnung, Baden und Erholung oder Fischerei nicht oder nur mit sehr großen Aufwendungen möglich sind. Wichtigste Voraussetzung für eine Veränderung dieser Situation ist eine drastische Senkung der Nähr- und Schadstofflasten. Darüber hinaus sind Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Alle technischen Maßnahmen wie Entschlammung, Tiefenwasserableitung, Tiefenwasserbelüftung, Nährstofffällung mit Chemikalien, Sedimentkonditionie-

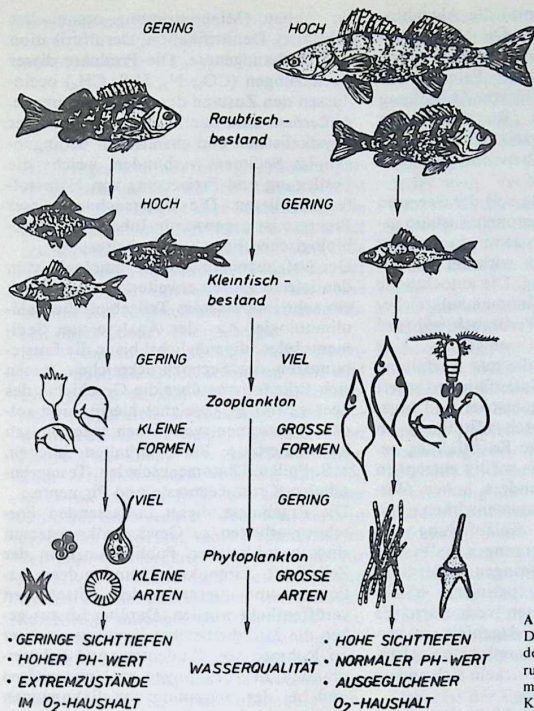


Abb. 4: Schematische Darstellung der Veränderungen in der Nahrungskette durch Biomanipulation (nach Koschel, 1985)

rung usw. sind sehr kostenaufwendig und werden vorrangig bei stark beeinträchtigten Ökosystemen eingesetzt. Man orientiert zunehmend auf die Nutzung ökologischer Wirkprinzipien zur Verbesserung der Gewässergüte. Dabei wird Ökotechnologie als großtechnische Nutzung ökologischer Wirkprinzipien auf der hierarchischen Ebene der Ökosysteme definiert. Solche Maßnahmen setzen die Senkung der Belastung des Gewässers voraus und erfordern umfangreiche Kenntnisse zu den Regulations-, Stabilisierungs- und Regenerationsmechanismen sowie zum Langzeitverhalten der Ökosysteme. Die gewünschten Veränderungen können allerdings mit erheblichen Zeitverzögerungen eintreten und man muß auch mit unerwünschten Reaktionen

rechnen. Tabelle 3 gibt eine Übersicht wichtiger ökologischer Wirkprinzipien und ihrer Anwendung zur Gewässersanierung.

Von der Abteilung experimentelle Limnologie wird die Biomanipulation als ökotechnologische Maßnahme im Großexperiment Haussee erprobt. Voraussetzung für die Durchführung dieses Versuches war eine Sanierung des Einzugsgebietes. Seit 1980 werden die Abwässer der biologischen Kläranlage der Stadt Feldberg nicht mehr in den Haussee eingeleitet. Bei der Biomanipulation handelt es sich um eine Beeinflussung der Nahrungskette. Ähnlich den in hochbelasteten Kleingewässern häufig beobachteten Klarwasserstadien soll durch starke Vermehrung von filtrierenden

Planktonkrebsen (*Daphnia*) die Algenbiomasse vermindert werden. Die Massentwicklung von Filtrierern erreicht man durch Dezimierung ihrer Feinde, der Friedfische, durch verstärkte Abfischung oder durch erhöhten Raubfischbesatz (Zander). Abbildung 4 zeigt die Veränderung der trophischen Ebenen in einem so manipulierten Gewässer.

Durch diese Behandlung soll der See vom eutrophen in den mesotrophen Zustand gebracht werden, in dem dann ein weiterer Reinigungsmechanismus wirksam werden könnte, die Kalzitfällung. Die autochthone Kalzitfällung ist ein Phänomen kalkreicher Gewässer. Durch CO_2 -Verbrauch während der Photosynthese entsteht eine CaCO_3 -Übersättigung, die zur Ausfällung von Kalzit führt. Die Kalzitfällung fördert die Eliminierung anorganischer und organischer Nährstoffe durch Mitfällung an den Kalzitkristallen. Die Kalzitfällung besitzt in mesotrophen bis mäßig eutrophen Gewässern einen besonders hohen Wirkungsgrad. Das Zusammenwirken von Biomanipulation und Kalzitfällung soll eine deutliche Verbesserung der Wasserqualität im Haussee bringen. Allerdings waren ähnliche Großexperimente häufig auch mit Schwierigkeiten verbunden. Es können sich bevorzugt Algenformen vermehren, die nicht vom Zooplankton gefressen werden, oder es entwickeln sich andere Feinde des Zooplanktons.

In Zusammenhang mit Maßnahmen zur Gewässersanierung kommt es häufig zur Verzögerung der gewünschten Reaktion oder zu Rückschlägen. Dabei spielt die Nährstoffrückführung aus dem Sediment eine entscheidende Rolle. So kann die Phosphatfreisetzung (interne Belastung) ein Mehrfaches der Zuführung von außen betragen. Andererseits führen gezielte Behandlungen des Sedimentes (Tab. 3) zur Festlegung von Nährstoffen im Sediment. Neben chemischen Umwandlungen haben mikrobielle Prozesse einen entscheidenden Anteil an der Nährstoffmobilisierung und -immobilisierung im Sediment. In Abhängigkeit von den Bedingungen (Sauerstoffgehalt, Redoxpotential, Gehalt an organischen Substanzen und anorganischen Ionen wie Nitrat und Sulfat) laufen mikrobielle Prozesse im Sediment ab wie aero-

ber Abbau (Mineralisierung organischer Substanz), Denitrifikation, Desulfurikation und Methanogenese. Die Produkte dieser Umsetzungen (CO_2 , N_2 , H_2S , CH_4) beeinflussen den Zustand der Tiefenwasserzone. Außerdem sind damit Veränderungen der physikalischen und chemischen Bedingungen im Sediment verbunden, welche die Festlegung und Freisetzung von Nährstoffen regulieren. Die Untersuchung dieser Prozesse ist gegenwärtig Inhalt der mikrobiologischen Forschungsarbeiten.

Der Aufgabenbereich der Limnologie ist in den letzten Jahren erweitert worden durch ein sehr interessantes Teilgebiet, die Paläolimnologie. Aus der Analyse von Sedimentsäulen, die möglichst bis in die Entstehungszeit der Seen zurückreichen, lassen sich Erkenntnisse über die Geschichte des Sees gewinnen. Geeignet hierfür sind solche Organismen, von denen taxonomisch identifizierbare Reste erhalten blieben, z. B. Pollen, Diatomeenschalen, Testaceenresten, Crustaceenreste und Pigmente. Die Ergebnisse dieser umfassenden Forschungsarbeiten zu Gewässerökosystemen sind in zahlreichen Publikationen in der Zeitschrift „Limnologica“ und anderen nationalen und internationalen Zeitschriften veröffentlicht worden. Darüber hinaus geben die Mitarbeiter ihre Kenntnisse weiter im Rahmen von Studenten- und Schülerpraktika, in Vorlesungen an Universitäten und bei der Betreuung von Exkursionen aus verschiedenen Institutionen. Auch für einen internationalen Umweltkurs, von der UNESCO für Teilnehmer aus Entwicklungsländern durchgeführt, werden jedes Jahr Vorträge und Praktika organisiert. Neben der unmittelbaren fachlichen Arbeit bringen die Mitarbeiter der Station ihre Sachkompetenz auch in die Tätigkeit als Naturschutzhelfer und eine breite Öffentlichkeitsarbeit ein und tragen so dazu bei, den Umweltschutzgedanken stärker in den Blickpunkt zu rücken.

Energie und Umwelt

HORST PAUCKE

Die Frage, wie das Energieproblem perspektivisch gelöst werden kann, scheint wieder offen. Es gibt aber Sachzwänge, die es flankieren: die begrenzte Verfügbarkeit erschöpfbarer Energiequellen, steigende Energiepreise, notwendige Rücksichten auf die natürliche Umwelt und menschliche Gesundheit, eingeschränkte Ersatzmöglichkeiten durch „neue“ Energieträger.

Die internationale Entwicklung beeinflusste auch die DDR. Zwischen 1960 und 1980 gelang es, den Anteil fester Brennstoffe zugunsten anwendungs- und umweltfreundlicher Primärenergieträger von fast 98 % auf knapp 70 % zurückzudrängen. Zum Vergleich: RGW von 82 % auf 48 %, BRD von 75 % auf 30 %. Als Ende der 70er Jahre der Erdölpreis auf dem Weltmarkt in die Höhe schnellte, schien zumindest in der Wärmeversorgung eine Rückkehr zur Braunkohle ökonomisch attraktiv und wurde mittels bedeutender Investitionen kurzfristig durchgesetzt. Innerhalb von 10 Jahren stieg die Kohleförderung von rund 260 Mio t/a auf über 330 Mio t/a. Diese sehr einseitig auf die Nutzung der einheimischen Rohbraunkohle ausgerichtete Energiepolitik ging zu Lasten des Ausbaus der Kernenergie, einer modernen Strukturveränderung der Energie- und Volkswirtschaft sowie der Erhaltung einer gesunden Umwelt. Direkte Folgen: Wachsende Kosten der Kohleförderung, ansteigende Schadstoffemissionen und ein hoher spezifischer Energieverbrauch der Volkswirtschaft. Das machte sich besonders nach 1986 negativ bemerkbar, als die überhöhten Erdölpreise auf dem Weltmarkt zusammenbrachen und damit der erhoffte ökonomische Effekt der Energieträgerumstellung ausblieb.

Energiebedarf und Energieressourcen

Der Energiebedarf der Menschheit ist mit ihrer Entwicklung ständig gestiegen. Den-

noch standen ihr bisher immer ausreichend Energierohstoffe zur Verfügung, weil es stets gelang, Energieressourcen rechtzeitig zu erforschen, ökonomisch vertretbar zu nutzen und Energiebarrieren technologisch zu überwinden. Allerdings dauerte das Umstellen auf neue Energiequellen mindestens 50 Jahre. Das gilt auch noch heute. Jedes neue Verfahren muß wissenschaftlich erforscht, technisch realisiert, ökonomisch getragen und heutzutage auch ökologisch geprüft werden, bevor es auf den Markt kommen und sich dort durchsetzen kann.

Der globale Energieverbrauch liegt gegenwärtig bei etwa 12 Mrd. t Steinkohleneinheiten (SKE) im Jahr ($1 \text{ kg Rohbraunkohle} \approx 0,25 \text{ kg SKE} \approx 735 \times 10^5 \text{ J/kg Heizwert}$). Allein im Zeitraum von 1875 bis 1975 hat sich der Weltenergieverbrauch zusammen mit der Weltenergieproduktion mehr als verdreifacht. Dafür gibt es vor allem folgende Gründe:

- Erhöhung des Lebensstandards in den Industrieländern,
- fortschrittliche Mechanisierungs- und Automatisierungsprozesse,
- Zunahme der Weltbevölkerung,
- Deckung des industriellen Nachholbedarfs in den Entwicklungsländern,
- unvollkommene Technologien für die Rohstoffverarbeitung und Energieausnutzung /1/.

Dabei ist der Energieverbrauch in den einzelnen Ländern sehr differenziert. Er liegt weltweit pro Kopf und Jahr im Durchschnitt bei 2,4 t SKE, während der durchschnittliche Energieverbrauch in den Entwicklungsländern zwischen 0,2 t SKE und 0,7 t SKE schwankt /2/. Der statistische Durchschnittsbürger der USA verbraucht jährlich 12 t SKE, ein DDR-Bürger 4,8 t SKE.

Mit den derzeitigen Primärenergieträgern (Kohle, Erdöl, Erdgas) ist es vor allem aus ökologischen Gründen nicht möglich, den Energieverbrauch der Entwicklungsländer auf das Niveau der Industrieländer anzuheben. Die massenhafte Freisetzung von Kohlendioxid, Staub und Schwefeldioxid würde zwangsläufig das Klima irreversibel verändern und die natürliche Umwelt katastrophal verschlechtern. Schon heute befindet sich die Menschheit ökologisch an ei-

nem kritischen Punkt. Die Folgen sind bis jetzt noch nicht bis ins Detail zu übersehen, die der erwartete Anstieg des Weltenergieverbrauchs bis ins nächste Jahrhundert mit sich bringen wird, obwohl die Steigerungsraten des Energiebedarfs in den letzten 20 Jahren immer unter den Erwartungswerten lagen und von Mal zu Mal reduziert werden konnten. Diese Erkenntnisse vermitteln die letzten Weltenergiekonferenzen (Detroit 1974, Istanbul 1977, München 1980, Neu-Delhi 1983, Cannes 1986, Montreal 1989). Das Problem spitzt sich zu.

Die fossilen Energieressourcen der Erde sind zwar gewaltig, können den Energiebedarf der Menschheit jedoch nur für einen historisch kurzen Zeitraum decken. Wie dringlich es ist, zu anderen Energieträgern überzugehen, hängt von der geologischen Ausstattung eines Landes mit ab. In der DDR liegen die abbauwürdigen Braunkohlevorräte nach zuverlässigen Schätzungen bei etwa 20 Mrd. Tonnen. Der Zeitpunkt ihrer Erschöpfung ist damit bereits abzusehen. Würde die Fördermenge von etwa 330 Mio t/a beibehalten, dann dauerte es noch rund 60 Jahre bis zur Auskohlung, wird die Fördermenge reduziert, verlängert sich die Vorratsdauer entsprechend. Wie auch immer: es bleibt nicht mehr viel Zeit, sich nach einer neuen, ergiebigen und sicheren Energiequelle umzusehen.

Außerdem verschlechtern sich die geologischen Abbaubedingungen und die Qualität der Rohbraunkohle. Das Verhältnis von Kohle, Abraum und Wasser entwickelt sich von 1:5:10 (1990) auf 1:6:12 (2000), die durchschnittlichen Tagebautiefen vergrößern sich von 60 m bis 70 m (1990) auf 80 m bis 100 m (2000) und die Mächtigkeit der Kohleflöze verringert sich von 10 m bis 12 m (1990) auf 5 m bis 8 m (2000) /3/. Höhere Asche-, Schwefel- und Wassergehalte vermindern die Kohlequalität, erhöhen den Schadstoffausstoß und senken den Heizwert. Es entstehen höhere Kosten für schlechtere Kohle, weil

- die Naturgunst abnimmt und sich die Erkundung, Erschließung und Gewinnung von Rohbraunkohle verteuern,
- pro Energiebedarfseinheit höhere Investitionen getätigt werden müssen,
- die Energiegewinnung, Abraum- und

Wasserbewegung selbst wiederum einen zunehmenden Energieeinsatz erfordern,

- aufwendige Umweltschutzmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Wie Untersuchungen zur SO_2 -Rückhaltung zeigen, liegen die Investitionskosten je nach Verfahren zwischen 3000 M und 30000 M pro Tonne abgeschiedenes SO_2 , während der Elektroenergieverbrauch von 0,4 bis 3,2 MWh/t ansteigt /4/.

Gewinnungs-, Umwandlungs- und Anwendungsverluste bei der Nutzenergiegewinnung treiben die Kosten weiter in die Höhe. Es ist anzunehmen, daß sich dieser Trend zukünftig noch verstärkt. Dann aber steht die Frage, ob es sich ökonomisch und ökologisch überhaupt noch lohnt, die eigenen Braunkohlevorräte bis aufs letzte abzubauen. Daraus ergibt sich ein ökonomischer Zwang, schnell zu anderen Energieträgern überzugehen.

Der Druck zur Umstellung auf andere Energiequellen wird durch ökologische Aspekte noch verstärkt. Im Ergebnis der bisherigen Kohle- und Energiewirtschaft

- vergrößerte sich der Entzug land- und forstwirtschaftlicher Nutzflächen, während die Flächenrückgabe damit nicht Schritt hielt,
 - wurden Landschaften umgebaggert, Ortschaften niedergedrückt, Flüsse umgeleitet, Schienen und Straßen verlegt, kurz: die Landschafts- und Infrastruktur zerstört,
 - entstanden Mond- und Kraterlandschaften, Kippen und Halden, die sich nur mit hohem Aufwand rekultivieren lassen,
 - erfolgten hohe Emissionen von SO_2 , NO_x und Staub, die die Wälder schädigten, die landwirtschaftlichen Erträge senkten, Boden, Luft und Wasser belasteten und die Gesundheit der Menschen beeinträchtigten,
 - entstanden Grundwasserabsenkungen im Einflußbereich von Tagebauen, Wasserverschmutzungen durch Kohletrübe und toxische Abprodukte sowie Wassererwärmung durch Energieumwandlungsprozesse,
 - kamen weiträumige Geruchs- und Lärmbelästigungen in der Nähe von Aufschluß- und Fördergebieten auf.
- Alle diese ökologischen Beeinträchtigungen haben ihren Preis und werfen ebenfalls die Frage nach Alternativen auf.

Energieeinsparung und Energieträgerumstellung

Die langfristige Veränderung der Energiestruktur muß mit Energiesparmaßnahmen gekoppelt sein, um die noch vorhandenen fossilen Energieressourcen rationell zu nutzen, zu schonen und für die stoffwirtschaftliche Verwertung aufzubewahren. Es gibt prinzipiell drei Möglichkeiten, Energie einzusparen, nämlich

- die Energierohstoffe maximal zu nutzen,
- die Energieverluste zu senken und
- den Energieverbrauch zu vermindern.

Moderne Energietechnologien müssen darauf ausgerichtet sein, die Primärenergieträger mit den geringsten Gewinnungs-, Umwandlungs- und Anwendungsverlusten einzusetzen, um hohe energetische Wirkungsgrade zu erzielen.

In der DDR bemühte sich die Kohle- und Energiewirtschaft seit 1976, in wesentlichen Hauptprozeßgruppen Energie einzusparen: Energieumwandlung und -verteilung, technologische Anwendung, Raumheizung, Transport, Elektroenergieanwendung /5/. Allein die vorhandenen Sekundärenergiepotentiale, die es in allen energetischen Hauptprozessen gibt und die als Abwärme, Abluft, Feststoffwärme, Brüdenwärme usw. anfallen, weisen große Reserven auf und sollen nach dem derzeitigen Stand der Technik in einer Größenordnung von etwa 50 Mio t Rohbraunkohleäquivalent nutzbar sein. Sekundärenergie stellt natürlich die billigste Quelle dar, um den Energiebedarf teilweise zu decken. Energieeinsparungen müssen insbesondere bei den großen Elektroenergieverbrauchern der DDR vorgenommen werden. Es handelt sich erstens um die Kraftwerke, die jährlich etwa 120 Mio t Rohbraunkohle (das sind 36 % der gesamten Fördermenge) für die Erzeugung von Elektroenergie einsetzen. Der spezifische Brennstoff-Wärme-Verbrauch, also der Brennstoffeinsatz je erzeugte Kilowattstunde, ist aber viel zu hoch und muß weiter reduziert werden.

Zweitens beanspruchen technologische Wärmeprozesse (mit etwa 50000 Anlagen und Aggregaten) eine Energiemenge von rund 180 Mio t Rohbraunkohleäquivalent im Jahr, darunter vor allem die Industrieöfen der Metallurgie, der chemischen Indu-

strie, der Baustoff-, Glas- und Keramikindustrie. Besonders energieintensive Verfahren wie die Karbid-, Chlor-, Aluminium-, Phosphor-, Stahl- oder Ferrolegierungsproduktion sowie viele veraltete Industrieanlagen schlucken zu viel Energie. Welche Reserven hier noch erschlossen werden können, verdeutlicht beispielsweise die Karbidproduktion, wo der Gesamtenergieeinsatz je Tonne in der DDR derzeit bei 31,8 Gigajoule liegt, der internationale Spitzenwert aber bei 27,8 GJ /6/.

Drittens benötigt die Raumheizung rund 130 Mio t Rohbraunkohleäquivalent, um in den Wohnungen, Industriegebäuden und gesellschaftlichen Einrichtungen behagliche Raumtemperaturen zu erzeugen. Das sind rund 39 % unserer gesamten Gebrauchsenergie.

Energieökonomisches Bauen hat deshalb große Bedeutung. Das erfordert vor allem, die Wärmedämmung vom Keller bis zum Dach weiter zu verbessern, effektive Heizungs- und Regelungstechnik einzusetzen, die Proportionen von Heizung und Lüftung zu verändern, den Energiekreislauf der Gebäude zu gewährleisten. Zwar existieren dazu eine Reihe verbindlicher Standards, jedoch liegen die Konstruktionen unter dem internationalen Niveau, weil die objektiven Voraussetzungen fehlen, die Standards einzuhalten.

Viertens verbrauchen die Haushalte der DDR zu viel Elektroenergie. In letzter Zeit wurden zwar neue Erzeugnisse entwickelt wie der Waschvollautomat VA861 E, der Einbaukühlschrank KSI 1500 und die Doppelrohrleuchtstofflampe, deren Verbrauchswerte mit internationalen Normen mithalten können, jedoch gehört die Masse der Haushaltskonsumgüter noch zu den Energieverschwendern. Das bringt auch außenwirtschaftliche Schwierigkeiten und Probleme mit sich, weil es nur noch möglich ist, energiesparende Erzeugnisse und Technologien auf dem Weltmarkt abzusetzen und gut zu verkaufen.

Der gültige Preis von 0,08 DM/KWh Elektroenergie für die Bevölkerung regt sicherlich auch nicht dazu an, mit Energie sparsam umzugehen. Preisregulierungen wären hier angebracht, um ein energiebewußtes Verbraucherverhalten zu fördern.

Wie die Entwicklung der Weltenergiestruktur ausweist, nehmen die fossilen Energie-

träger am Energieverbrauch relativ ab, die Kernenergie steigt rasch an und die regenerativen Energien (Solar- und Windenergie, Wasserkraft, Erdwärme, Biogas) erweitern allmählich ihren Anteil. Wirtschaftlich erfolgreiche Länder wie die USA, Japan, BRD, Frankreich sichern ihre Energieversorgung, indem sie sich auf mehrere Energiequellen stützen, in begrenztem Maß regenerative Energien unter lokal günstigen Bedingungen nutzen und auf einen stärkeren Einsatz der Kernenergie setzen. Der Anteil der Kernenergie ist heute bereits in jenen Ländern recht hoch (Frankreich über 70 %), die kaum über fossile Energieressourcen verfügen. Die führenden Länder haben die Kernenergie faktisch technisch-ökonomisch reif gemacht und besitzen damit eine Energiequelle, die außerordentlich erweiterungsfähig ist, mit der weiteren technischen Entwicklung auf eine nahezu unbegrenzte Rohstoffbasis gestellt werden kann und keine Verbrennungsprodukte an die Biosphäre abgibt.

Diese Entwicklungstrends sind auch für die DDR wichtig, um die Energiestrategie entsprechend auszurichten und die Energiestruktur (Braunkohle 70 %, Erdöl 12 %, Erdgas 10 %, Kernenergie 8 %) kontinuierlich zu verändern. Geologische (Ressourcenschöpfung), ökonomische (Kostenerhöhung) und ökologische (Umweltbelastung) Sachzwänge führen dazu, den Anteil der Braunkohle am Energieverbrauch von 1990 bis 2000 erheblich zu senken und die Rohbraunkohlenförderung damit um 50 % auf 160 Mio t/a zu reduzieren.

Die regenerativen Energiequellen können in der DDR wahrscheinlich nie zum Hauptträger einer künftigen Energiestruktur aufrücken. Sie werden aber an der Seite fossiler und nuklearer Energieträger einen wachsenden Anteil an der Deckung des Energiebedarfs haben. Regenerative Energiequellen erneuern sich ständig und erschöpfen sich nicht, haben jedoch eine geringe Energiedichte, sind geographisch ungleichmäßig verteilt. Geothermische Energiequellen, Energie aus den Weltmeeren stehen nur begrenzt zur Verfügung, treten teilweise unregelmäßig auf (Sonne, Wind) und können daher die Energieerzeugung nicht durchgängig sichern. Sie eröffnen aber schon heute ein breites Anwendungs-

feld für eine autarke und dezentrale Energieversorgung im Bereich kleiner und mittlerer Leistungen /7/. Hauptprobleme für eine stärkere Nutzung der regenerativen Energien bestehen bei

- Sonnenenergie in der Schaffung großer Auffang- und Umwandlungsflächen. Nach überschläglichen Berechnungen wären unter mitteleuropäischen Verhältnissen für ein 1000 MW-Sonnenkraftwerk ungefähr 100 km² Solarzellenfläche notwendig;

- Windenergie in ihrer starken Abhängigkeit von Jahreszeit, Witterung und Standort. Stabile Windverhältnisse treten nur in Höhen über 100 m vom Erdboden und vorwiegend im Küstenbereich auf;

- Wasserkraft in der extensiven Nutzungsmöglichkeit nur im Flachland, die in der DDR geographisch bedingt ist, mit ihren geringen Fallhöhen, großen Wasserdurchsätzen und riesigen Stauflächen. Sie würden große Teile des Territoriums einnehmen und dennoch nur geringe elektrische Kraftwerksleistungen erzeugen. So könnten bei einem Stau der Elbe von Schmilka bis Wittenberge nur etwas über 300 MW erzeugt werden /8/;

- Erdwärme in den aufwendigen Bohrungen bis zu mehrere 1000 m Tiefe, um Wasser mit Temperaturen von nur 150 bis 400 °C an die Erdoberfläche zu fördern. Ihre Erschließung bleibt daher vorwiegend an Regionen geothermischer Anomalien gebunden und auf diese beschränkt. Hinzu kommen beträchtliche Umwandlungsverluste, Isolationsprobleme sowie Luft- und Wasserverunreinigungen, die auf die Bildung salzhaltiger Dampf-Wasser-Gemische zurückgehen;

- Biogas in der effektiven Langzeitspeicherung von Überschussbiogas besonders in den Sommermonaten. Sie ist derzeit bei einem kalorischen Wert des Biogases zwischen 19000 und 23000 kJ noch unwirtschaftlich /9/.

Eine kontinuierliche Leistungsabgabe erfordert wirksame Energiespeicher- und Energietransportsysteme, die gegenwärtig bei den regenerativen Energiequellen insgesamt noch nicht vorhanden sind bzw. wirtschaftlich nicht effektiv arbeiten. Die wissenschaftlich-technische und ökonomische Kraft der DDR reicht aber nicht aus, um auf diesem Gebiet tragfähige Ergeb-

nisse hervorzubringen. Die DDR ist, wie auch andere Länder, darauf angewiesen, technisch ausgereifte und funktionierende energetische Systemlösungen zu übernehmen.

Kernenergie und Energiestrategie

Nachdem also die fossilen Energieträger allmählich zur Neige gehen, und die regenerativen Energiequellen selbst dann nicht ausreichend fließen, wenn sie sich technisch leichter anzupassen ließen, bleibt nur noch die Kernenergie übrig, auf die man sich bis zum Jahre 2050 umstellen und langfristig stützen könnte. Es ist heute müßig darüber zu streiten, ob die meisten Probleme hinsichtlich der technologischen und wirtschaftlichen Nutzung einiger regenerativer Energiearten, speziell der Sonnenenergie, nicht bereits gelöst wären, wenn man für die Entwicklung dieser Energiearten ebensoviel ausgegeben hätte wie für die Kernenergie. Das ist ebenso schwer zu beweisen wie zu widerlegen. Auf der Grundlage und im Besitz einer faktisch unerschöpflichen Energiequelle könnte mit größerer Ruhe und Gelassenheit die Suche nach einer besseren Lösung fortgesetzt werden, die weniger Risiken für die Menschheit enthält. Ob es so eine Möglichkeit gibt, muß die Geschichte entscheiden. Vorläufig jedenfalls gibt es keinen anderen Weg, als die technisch existierenden Gegebenheiten zu nutzen. Denn ständige Importe von Elektroenergie im großen Umfang lassen sich aus vielen Gründen nicht rechtfertigen.

Natürlich ist es notwendig, Vor- und Nachteile von Energiequellen gegeneinander abzuwägen, um daraus die erforderlichen Schlußfolgerungen abzuleiten. Die Vorteile der Kernenergie /10/ bestehen vor allem in folgenden Punkten:

Erstens handelt es sich um eine ergiebige und auch unerschöpfliche Energiequelle mit einer hohen Energiedichte. Der Energieinhalt von einer Einheit Kernbrennstoff ist dreimillionenmal größer als der einer Einheit Kohle. Statt 300 Mio t Kohle brauchte man nur noch 100 t Uran zu fördern. Kernenergie ist aber nur dann uneingeschränkt verfügbar, wenn der Kernbrennstoff

nicht wie bisher nur einmal, sondern mehrfach verwendet wird. Die Wiederaufarbeitung abgebrannten Kernmaterials muß demzufolge gesichert sein. Des weiteren ist es notwendig, von der heutigen Kernkraftwerkergeneration mit ihrem hohen Verbrauch an Natururan zu Brüterkernkraftwerken überzugehen.

Zweitens kann mit einer relativ günstigen Wirtschaftlichkeit gerechnet werden. Das ist aber nur dann der Fall, wenn ein Kernbrennstoffzyklus entsteht mit Zwischenlagerung, Wiederaufbereitung und Endlagerung. Durch einen derartigen technologischen Kreislauf lassen sich erst die enormen Kosten zur Gewinnung, Anreicherung und Herstellung von Kernbrennstoff bis zu einem gewissen Grad kompensieren. Bisher läuft der Kernbrennstoffkreislauf nur im vorderen Teil, bei der Bereitstellung des Brennstoffs, während der hintere Teil, also Wiederaufarbeitung und Endlagerung, nur technisch beherrscht wird. Die Zahl der arbeitenden und im Bau befindlichen Wiederaufarbeitungsanlagen ist völlig unzureichend.

Drittens ist die Kernenergie insofern umweltfreundlich, weil keine Emissionen von CO_2 , SO_2 und NO_x entstehen und damit keine Klimaveränderungen und Abgasbelastungen befürchtet werden müssen. Auch liegt die radioaktive Belastung von Boden, Wasser und Luft im Bereich natürlicher Schwankungen. Bis 1988 wurden weltweit etwa 11,5 Mio GWh Elektroenergie aus Kernenergie erzeugt. Im Vergleich zur Elektroenergieerzeugung aus fossilen Brennstoffen wurde dadurch eine Emission von etwa 20 Mrd. t CO_2 , etwa 200 Mio t SO_2 und rund 40 Mio t NO_x vermieden /1/.

Es bleibt die Frage nach der Akzeptanz der Kernenergie, die insbesondere nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl neuen Auftrieb erhielt. Das betrifft vor allem die Sicherheit der Kernkraftwerke und die Abführung bzw. Nutzung der Wärme aus den Kühlwasserkreisläufen. Diese Nachteile sollte man weder unterschätzen noch aufbäumen. Denn auch der Tschernobyl-Störfall ist kein Charakteristikum der Technik und damit einer nicht mehr zu beherrschenden Zukunft. Trotz dieses tragischen Ereignisses ist die Kernenergiege-

winnung das am besten erforschte und daher am sichersten zu handhabende Risiko. Insgesamt liegen Erfahrungen von mehr als 4000 Reaktorbetriebsjahren vor. Obwohl es keine absolute Sicherheit gibt, laufen alle Bestrebungen darauf hinaus, das noch verbleibende Restrisiko möglichst klein zu halten, die Eintrittswahrscheinlichkeit für Störfälle weiter zu vermindern.

Die Hauptursache für die Havarie von Tschernobyl lag in menschlichem Versagen. Das belegen vielschichtige Analysen des Hergangs, der Ursachen und der Folgen dieses Störfalles, die international durchgeführt worden sind /12/. Zugleich erscheint es sicherlich notwendig, die technische Ausrüstung der sowjetischen Kernkraftwerke zu verbessern.

Bei der Standortverteilung der Kernkraftwerke treten weitere Probleme auf, weil die ökologische Aufnahmefähigkeit einer Landschaft für Abwärme nicht unbegrenzt ist. Um die Aufheizung des Wassers von Flüssen oder Seen zu vermeiden, wird die Errichtung von Kühltürmen verlangt. Solchen technischen Varianten sind aber hinsichtlich der Erhaltung des lokalen Klimas auch gewisse Grenzen gesetzt.

Der oberste Grundsatz der Energie- und Umweltpolitik sollte daher darin bestehen, Kernkraftwerke nur dann und dort zu bauen, wenn sie keine Sicherheitsrisiken darstellen und die Entsorgung geklärt ist. Denn die Menschheit wird nicht darum herumkommen, Kernenergie in größerem Maß als heute zu nutzen. Alle Prognosen gehen von einer Verdopplung des Weltenergieverbrauchs bis zum Jahr 2020 – bezogen auf das Jahr 1984 – aus. Mit fossilen Energieträgern wäre eine solche Steigerung wegen der klimatischen Folgen nicht durchführbar.

Diesen Erfordernissen hat auch die Energiestrategie der DDR Rechnung zu tragen. Daher ist es notwendig, kurzfristig ein neues Energiekonzept zu entwickeln und praktisch gezielt umzusetzen. Dazu sind vielfältige Maßnahmen erforderlich wie – verstärkte Durchsetzung der rationellen Energieanwendung und des effektiven Einsatzes aller Energieträger; – vollständige Ausrüstung neu zu errichtender Heizkraftwerke mit Anlagen zur

Rauchgasentschwefelung und zur Erhöhung der Energieausbeute;

– kontinuierliche Rekonstruktion und Modernisierung von Großkraftwerken, die mit Rauchgasreinigungsanlagen ausgestattet werden und zu höheren Wirkungsgraden der Energieumwandlung führen;

– unverzügliche Nachrüstung mit Rauchgasentschwefelungsanlagen in bestehenden Heizkraftwerken;

– umfassende Anwendung der Wirbelschichtverbrennung und der Wärme-Kraft-Kopplung;

– stärkere Nutzung der Sekundärenergie;

– weiterer Ausbau des Fernwärmenetzes; – gezielte Nutzung der Kernenergie bei gleichzeitiger Erschließung und Verwendung alternativer Energiequellen;

– rascher Anschluß an das europäische Energieverbundnetz.

Literatur

- /1/ Paucke, H.: Energie – ein weltweites Problem. – In: Spectrum. – (1984)5. – S. 6–7.
- /2/ Gerwin, R.: Die Welt-Energieperspektive. – Stuttgart, 1980. – S. 39–40.
- /3/ Schubert, M.: Abproduktarme und abproduktfreie Technologie. – Leipzig, 1987. – S. 189f.
- /4/ Pichl, P.: Zur Herausbildung neuer Organisationsformen in den Beziehungen zwischen Gesellschaft und Natur – dargestellt am Beispiel der Energiewirtschaft. – In: Schriftenreihe Protokolle und Informationen, Institut für Soziologie und Sozialpolitik der AdW der DDR. – Berlin (1989)3. – S. 143.
- /5/ Autorenkollektiv: Hohe Energieökonomie. – Berlin, 1988. – S. 19–30 und 84–90.
- /6/ Herrmann, D.: Energie – woher nehmen und niemandem schaden? – In: Neues Deutschland. B. Ausg. – Berlin 45(1990-01-06/07). – S. 12.
- /7/ Naumann, H.-D.: Wo steckt noch Energie? – Leipzig/Jena/Berlin, 1983.
- /8/ Mieth, H.: Energie. – In: URANIA-Material. – Berlin, 1982. – S. 21.
- /9/ Beck, D.: Biogas. – In: Spectrum. – (1982)10. S. 14.
- /10/ Albert, D.: Angst vor dem Störfall? – In: Spectrum. – (1988)10. – S. 10–11.
- /11/ Flach, G.: Kernenergie und Reaktorsicherheit. – In: Spectrum. – (1988)11. – S. 11.
- /12/ Rambusch, K.: Christa Wolf, Friedrich Dürrenmatt und die Kernenergie. – In: Spectrum. (1989)5. – S. 32.

Heuschnupfen-Gefährdete sollten Pollenwarndienst nutzen

Heuschnupfen-Gefährdete sollten sich, wie die Kaufmännische Krankenkasse-KKH schreibt, zur Zeit des Pollenfluges nach Möglichkeit wenig im Freien aufhalten, besonders morgens, wenn der Pollenflug am stärksten auftritt. Weitere Tips: Gartenarbeit meiden; betroffenen Kindern abends die Haare waschen, um Pollen zu entfernen; die Fenster in der Nacht spätestens um drei Uhr schließen. Ihren Urlaub sollten Gefährdete möglichst nach dem Pollenflug-Kalender planen. An der See oder im Hochgebirge sind die Belastungen am geringsten. Das Pollentelefon der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst in Mönchengladbach mit den Anschlüssen 021 61/46 46-48 gibt wichtige Hinweise zu aktuellen Allergiefragen. Ein Faltblatt der KKH mit Angaben über die Pollenflugzeiten ist kostenfrei in allen Niederlassungen erhältlich.

**Liebe Kollegin!
Lieber Kollege!**

Möchten Sie „Biologie in der Schule“ 1991 als Autor mitgestalten?
Wenn ja, dann bitten wir Sie, uns mitzuteilen, zu welchen Unterrichtsthemen Sie sich äußern oder einen Erfahrungsbericht/ein Unterrichtsmodell veröffentlichen möchten (Postkarte genügt).

Mit freundlichen Grüßen
Ihre Redaktion

Dr. B. Golle
stellv. Chefredakteur

D. Gemeinhardt
Chefredakteur

Unsere Anschrift:

Volk und Wissen Verlag GmbH
Redaktion
„Biologie in der Schule“
Lindenstr. 54a
Berlin
1086

Rauschmittel – Wirkung und Prävention des Mißbrauchs (Teil I)

CHRISTIAN GARBE

Seit alters her sind die Menschen bemüht, ihre psychische Befindlichkeit (Gefühle, Denkvermögen, Phantasie) und ihr körperliches Leistungsvermögen (Ausdauer, Gewandtheit, Kraft) mittels geeigneter Stoffe zu beeinflussen.

Dabei geht es vorrangig um eine solche Beeinflussung, die verbunden ist mit einer Realisierung individuellen Lustgewinns (z. B. Euphorie, Entspannung, angenehme Träume) bzw. Unlustabbau (z. B. Beseitigung von Schmerz, Angst, sorgenvollen Gedanken).

Im Verlaufe ihrer Geschichte hat die Menschheit, zunächst im Ergebnis empirischer Suche, in allen Regionen der Erde natürliche Produkte, meist pflanzlicher Herkunft, aufgespürt, deren Genuß die gewünschten psychotropen Effekte in dieser oder jener Form ermöglichen.

So werden z. B. seit Jahrtausenden ethanolhaltige Zubereitungen, der Milchsäure des Schlafmohns mit seinem Hauptwirkstoff Morphin oder die kokainhaltigen Blätter des Koka-Strauches genutzt. Mit fortschreitender Entwicklung der Produktivkräfte wurde es auch möglich, die Wirkstoffe einzelner Drogen zu isolieren, zu identifizieren und synthetisch zugänglich zu machen.

Der erste große Erfolg auf diesem Wege war die Isolierung des Morphins aus Opium durch Sertürner im Jahre 1806. Der Reindarstellung der Wirkstoffe folgte bald deren partial-synthetische Abwandlung, letztlich mit dem Ziel, über die Erkenntnis von Struktur-Wirkungs-Beziehungen zu verbesserten Wirkstoffen zu gelangen.

Derartige Versuche führten z. B. 1886 zur Entwicklung des Diacetylderivates von Morphin, welches 1898 unter dem Namen

Heroin in den Arzneischatz als wirksames Husten- und Schmerzmittel eingeführt wurde.

Gleichzeitig mit der Variation natürlich vorkommender psychotroper Wirkstoffe arbeitete man an der Synthese neuer Substanzklassen mit ähnlichen Effekten. Wenn auch vom Zufall begünstigt, wurden so z. B. 1933 die zentral anregende Wirkung des schon seit 1887 bekannten Phenylalkylamins Amphetamin und 1952 die psychosedierenden Effekte des Phenothiazinderivates Chlorpromazin entdeckt. Mit letzterer Verbindung begann die Ära der psychotropen Arzneimittel – der Psychopharmaka.

Gegenwärtig stehen neben den natürlich vorkommenden Rauschdrogen eine große Zahl synthetischer Verbindungen zur Verfügung, deren Einsatz die menschliche Psyche zu beeinflussen vermag.

Wie aber wirken diese Stoffe?

Wirkungsmechanismus psychotroper Stoffe

Alle psychotropen Stoffe greifen direkt an den Zellen des Gehirns an, wobei sie insbesondere an den Kontaktstellen zwischen den Nervenzellen – den Synapsen – wirksam werden. Im Ergebnis ihrer Wirkung kommt es zu einer Beeinflussung der Reizleitung und Reizverarbeitung. Je nach Hirnareal, in dem psychotrope Stoffe ihre Hauptwirkung entfalten, kommt es zu einer definitiven Veränderung von Denken und/oder Fühlen des Menschen. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang das limbische System, welches phylogenetisch ältere, allen Säugetieren eigene Bereiche des Vorder-, Zwischen- und Mittelhirns umfaßt, die beim Menschen durch neocorticale Großhirnrindensysteme überlagert und umschlossen werden. Die limbischen Systeme haben als Verstärkerschaltkreise für Erregungsvorgänge der verschiedensten Art eine außerordentliche Bedeutung gerade für die Denktätigkeit und das Verhalten des Menschen /1/. Es gilt als gesichert, daß psychotrope Stoffe in diese Prozesse eingreifen, indem sie die Reizleitung zwischen den Neuronen – die physiologisch durch Neurotransmitter realisiert wird – beeinflussen.

So bewirken einige Stoffe eine Blockade der Synthese natürlicher Transmitter, andere führen zu einem „Auslaufen“ der Transmitter-Speicher (Vesikel), wieder andere hemmen die Freisetzung der physiologischen Überträgerstoffe.

Eine weitere Möglichkeit ist die Blockade oder Beschleunigung des enzymatischen Abbaus in den Synapsenspalt freigesetzter Neurotransmitter. Ferner kann eine Hemmung der Rückresorption ausgeschütteter Neurotransmitter in die Vesikel erfolgen. Durch ihre strukturelle Ähnlichkeit mit den natürlichen Transmittern können einige psychotrope Stoffe an deren Stelle die postsynaptischen Rezeptoren besetzen und so entweder second-messenger-Reaktionen auslösen oder inhibieren. Da die Rezeptoren für die einzelnen Transmitter in den verschiedenen Hirnarealen ungleichmäßig verteilt sind, kommt es so zu sehr spezifischen Wirkungen.

Grundsätzlich ist zu beachten, daß einige Transmitter erregende (exitatorische) Wirkungen auslösen und andere die Erregungsleitung hemmen (inhibitorische Wirkung).

Wichtige natürliche Neurotransmitter sind z. B. Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin, Serotonin, Glycin, Acetylcholin, Gammaaminobuttersäure und die Enkephaline. Gegenwärtig sind etwa 50 Neurotransmitter bekannt.

In Abhängigkeit davon, welcher Neurotransmitter durch den psychotropen Stoff wie beeinflußt wird – was wiederum von dessen chemischer Struktur, seinem Verteilungsverhalten, der Dosis u. a. m. abhängig ist – gestaltet sich auch dessen spezifische Wirkung. Obwohl die Wirkungsmechanismen und Effekte im einzelnen sehr verschieden sind, lassen sich letztlich zwei Gruppen psychotrop wirkender Stoffe unterscheiden: solche mit vorwiegend stimulierendem Effekt auf die Psyche und solche mit überwiegend dämpfender Wirkung /2/.

Tabelle 1 faßt einige wichtige pflanzliche Rauschdrogen zusammen, die wegen ihrer psychotropen Effekte schon seit Jahrhunderten genutzt werden /3/.

Zu diesen Naturprodukten kommen in jüngster Zeit auch immer mehr Erzeugnisse aus der Retorte. Ein Teil dieser Stoffe

Tabelle 1: Wichtige psychotrope Drogen pflanzlicher Herkunft

Pflanze	psychotrope Wirkstoffe	Wirkungsqualität	ursprüngliches Verbreitungsgebiet
Fliegenpilz (-schwamm) <i>Amanita muscaria</i>	Ibotensäure Muscapon Muscadin Bufotenin	stimulierend	Sibirien, Ostasien
Betelpalme <i>(Areca catechu)</i>	Arecolin Arecaidin	stimulierend	Vorder- und Hinterindien, Süd-Ost-China, Philippinen, Malayisches Archipel
Peyotl (Schnapskopf) <i>(Lophophora williamsii)</i>	Mescaline	stimulierend	Atzteken, Mayas
<i>Tabernanthe iboga</i>	Ibogain	stimulierend	Äquatorial-Afrika
Kath-Strauch <i>(Catha edulis)</i>	Cathin Cathinon	stimulierend	Arabien, Ost-Afrika
Indischer Hanf <i>(Cannabis sativa ssp. indica)</i>	Tetrahydrocannabinole	sedierend/ stimulierend	West- und Südasien
Koka-Strauch <i>(Erythroxylon coca)</i>	Kokain	stimulierend	Südamerika (Andenregion)
<i>Banisteria caapi</i>	Harmin Tetrahydroharmin Harmalin Tryptaminderivate	stimulierend	Südamerika (tropische R.)
Mexikanischer Zauberpilz <i>(Psilocybe mexicana)</i>	Psilocybin Psilecin	stimulierend	Mexiko
<i>Rivea corymbosa</i>	D-Isolysergsäure D-Lysergsäureamid	stimulierend	Mexiko
Tollkirsche <i>(Atropa belladonna)</i>	Hyoscyamin	stimulierend	Mittel- und Süd-Europa, Vorderasien
Weißer Stechapfel <i>(Datura stramonium)</i> <i>Datura innoxia</i> <i>Datura innoxia</i>	Scopolamin Scopolamin Scopolamin	sedierend sedierend sedierend	Mittel- und Süd-Europa, Vorderasien Südamerika, Mexiko Amazonasgebiet
Schwarzes Bilsenkraut <i>(Hyoscyamus niger)</i>	Scopolamin	sedierend	Mittel- und Süd-Europa, Vorderasien
<i>Duboisia hopwoodii</i>	Pituri	sedierend	Australien
<i>Sophora speciosa</i>	Cytisin	sedierend	Nordamerika
Rauschpfeffer <i>(Piper methysticum)</i>	Kawain Dehydrokawain	sedierend	Polynesien
Schlaf-Mohn <i>(Papaver somniferum)</i>	Morphin	sedierend	Ostmediterrane Gebiete
verschiedene Gärungsprodukte	Ethylalkohol	sedierend	ubiquitär

Tabelle 2: Synthetische psychotrope Stoffe

Stoff	Stoffklasse	Wirkung
Amphetamin Pervitin	Phenylalkylamine	stimulierend
Phenobarbital	Barbiturate	sedierend
LSD	Indolderivat	stimulierend
Faustan	Benzodiazepine	sedierend
Heroin Pethidin Methadon	Morphinanaloge	sedierend
	Piperidylglycolate	stimulierend

wurde primär als Arzneimittel entwickelt – ein anderer findet ausschließlich als Rauschmittel Verwendung (s. Tabelle 2). Das besondere Charakteristikum im Wirkprofil der meisten psychotropen Stoffe ist, daß sie früher oder später zu Drogenabhängigkeit (drug dependence) führen. Begriffe wie Gewöhnung (habituation) oder Sucht (addiction) werden in der wissenschaftlichen Literatur nicht mehr synonym mit dem Begriff Abhängigkeit (dependence) verwendet, da diese von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) dem Begriff der Drogenabhängigkeit zugeordnet wurden. /4/

Schwarz bezeichnet Gewöhnung als „eine menschliche Schwäche ohne Krankheitswert“, Mißbrauch als „regulierbaren Irrtum in der Gefahrenzone des Ungesunden“ und Abhängigkeit als „eine behandlungsbedürftige Krankheit“ /5/.

Es ist jedoch unbedingt zu beachten, daß die Zustände Gewöhnung, Mißbrauch und Abhängigkeit nicht graduelle, quantitative Abstufungen ein und desselben Prozesses, sondern qualitativ verschiedene Zustände sind.

Gewöhnung (Toleranz) liegt vor, wenn zum Erreichen des gleichen psychischen oder physischen Effektes eine steigende Dosis des Wirkstoffes erforderlich ist oder mit der gleichen Menge immer weniger Wirkung erzielt wird. Dies trifft auf alle Abhängigkeit erzeugenden Stoffe zu (z. B. Ethanol, Morphin, Kokain).

Drogenmißbrauch definiert die WHO als „dauernder oder vereinzelter übermäßiger

Drogengebrauch, der ohne Beziehung zu einer annehmbaren medizinischen Praxis erfolgt oder mit einer solchen vereinbar ist“ /4, S. 869/.

Drogenabhängigkeit hingegen ist eine Krankheit, die durch das unüberwindliche psychische Verlangen gekennzeichnet ist, die Einnahme des Mittels fortzusetzen und es sich unter allen Umständen zu beschaffen; durch die Tendenz, die Dosis zu steigern; durch eine psychische und manchmal physische Abhängigkeit von der Wirkung des Mittels und durch die aus der Applikation erwachsende Gefahr für das Individuum und die Gesellschaft.

Charakteristisch für die physische Abhängigkeit von einer Droge ist das Auftreten von Abstinenzsymptomen bei Unterschreiten eines bestimmten Blut- bzw. Gewebespiegels. Zu diesem Symptomenkomplex gehören Übelkeit, Zittern, Schweißausbrüche, Beschwerden des Magen-Darm-Traktes, Herzrhythmusstörungen, Krämpfe, Depressionen/Aggressionen, Halluzinationen, Delirien. Die WHO unterscheidet je nach Erscheinungsbild und auslösendem Stoff folgende Typen von Drogenabhängigkeit: Barbiturat/Alkohol/Lösungsmittel-Typ, Morphin-Typ, Kokain-Typ, Cannabis-Typ, Amphetamin-Typ, Khat-Typ, Halluzinogen-Typ und den Opiatantagonisten-Typ /6/. Neben den genannten Stoffen verfügen jedoch auch noch andere – allein oder in Kombination – über ein Abhängigkeitspotential (z. B. das Psychopharmakon Faustan oder das Hustensedativum Kodein – evtl. in Kombination mit Koffein, Ethanol oder Schmerzmitteln).

Während sich die körperlichen Symptome einer Abhängigkeit medizinisch relativ gut beherrschen lassen, trifft dies für die psychische Abhängigkeit nur bedingt zu /7/.

Die Ursachen, die zur Drogenabhängigkeit führen und die Hirnstrukturen, die am Zustandekommen einer solchen beteiligt sind, sind z. Z. noch weitgehend unbekannt /8/.

Nicht bestätigt hat sich allerdings die Hypothese, nach der Abhängigkeit mit einer Veränderung der Zahl der Opiatrezeptoren im Gehirn oder Veränderung ihrer biochemischen Eigenschaften in Beziehung steht /2, S. 60/. Ebenso war die Suche

nach dem „Abhängigkeitszentrum“ im Gehirn vergeblich. Statt dessen wurde eine Vielzahl von Arealen ermittelt, die mit dem Phänomen in Zusammenhang zu bringen sind.

Was aber verursacht Drogenabhängigkeit? Von entscheidendem Gewicht für die Ausbildung einer psychischen Abhängigkeit scheint die euphorisierende Wirkung des jeweiligen psychotropen Stoffes zu sein. Mit Euphorie wird eine heitere, freudige, lustvolle, gehobene, von Unbehagen freie Stimmungslage bezeichnet.

Ein solcher Effekt kann sowohl durch zentral stimulierende (Kokain, Weckamine) als auch durch zentral sedierende (Ethanol, Opiate) Stoffe ausgelöst werden. Letztlich bildet sich immer eine lustbetonte, durch positiv empfundene Affekte gekennzeichnete Stimmungslage heraus, so daß Mißgefühle wie Hunger, Durst, Schmerz, Angst, Kummer u. a. m. unterdrückt werden. Ausgehend von der sich immer wieder bestätigenden Tatsache, daß die Erzielung von Lustgewinn und die Vermeidung bzw. der Abbau von Unlustempfindungen zu den stärksten menschlichen Triebkräften gehören, liegt die Vermutung nahe, daß der Gebrauch von psychotropen Stoffen vorrangig durch dieses individuelle Streben nach Lustgewinn – Unlustabbau bestimmt wird.

Im Ergebnis fortschreitenden Gebrauchs mit diesem Motiv kommt es nach Bejerot früher oder später zu einem „Kurzschluß“ dieses Lust-Unlust-Prinzips, in dessen Folge Abhängigkeit entsteht und als nicht mehr individuell beherrschbarer künstlicher Trieb Denken und Handeln des Menschen determiniert /9/.

So wird verständlich, daß sich je nach konkretem „Lust-Unlust-Potential“ einer Droge und spezifischer körperlicher und geistiger Konstellation des Konsumenten schneller oder langsamer eine psychische Abhängigkeit vom applizierten Stoff entwickelt, in deren Folge es sowohl zu einer Deformation der Persönlichkeit als auch zu einer schweren Belastung für das soziale Umfeld (Familie, Arbeitskollektiv, Gesellschaft) kommt.

Jede Abhängigkeit von einem psychotropen Stoff führt letztlich zum totalen Verlust der körperlichen und geistigen Leistungsfä-

higkeit und damit zum völligen physischen und psychischen Verfall. Eine humane Gesellschaft muß deshalb alles tun, um eine solche Entwicklung im Keime zu unterbinden.

Dazu ist ein Komplex von sich gegenseitig beeinflussenden Maßnahmen erforderlich, den zu realisieren Individuum und Gesellschaft gemeinsame Verantwortung tragen. Neben sozialer Sicherheit, wirksamen Zollkontrollen, effektiver Polizeiarbeit, angemessenem Strafrecht und ansprechenden Freizeitangeboten gehört dazu ebenso die qualifizierte Aufklärung von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen über Wirkung und Gefahren des Gebrauchs psychotroper Stoffe. In diesem Prozeß kommt auch dem Lehrer eine bedeutende Rolle zu!

Literatur

- /1/ Lullies, M., u. D. Trincker: Taschenbuch der Physiologie Bd. III/2. – Jena, 1977. – S. 826ff.
- /2/ Snyder, S. H.: Chemie der Psyche. – Heidelberg, 1989
- /3/ Garbe, Ch.: Über den Einfluß psychotroper Stoffe auf die menschliche Psyche und sich daraus ergebende weltanschauliche Probleme. – Dissertation B, Humboldt-Universität. – Berlin, 1983
- /4/ Winter, E.: Zu Begriff und Klinik der Drogenabhängigkeit vom Alkoholtyp. – In: DDR-Med.-Rep. – Berlin 4(1975)10. – S. 870
- /5/ Schwarz, H.: medicamentum 24(1973) Sonderheft. – S. 24
- /6/ Wanke, K.: Definition und Nomenklatur. – In: Theorie der Sucht (Hrsg. von W. Feuerlein). – Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1986. – S. 184
- /7/ Keup, W.: Behandlung der Sucht und des Mißbrauchs chemischer Stoffe. – Stuttgart, New York, 1981
- /8/ Jürgens, U.: Neuromorphologie – Neurophysiologie. – In: Theorie der Sucht (Hrsg. von W. Feuerlein). – Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1986. – S. 46ff.
- /9/ Bejerot, N.: Rauschgift und Sucht. – Berlin, 1974. – S. 14/15

Autoren dieses Heftes

Christina Babenzien

Wiss. Mitarbeiterin, Abt. exp. Limnologie,
Zentralinstitut für Mikrobiologie und exp.
Therapie, Neuglobsow

Hans Blümel

Fachlehrer für Biologie/Polytechnik,
Mücka

StR Peter Bolbrinker

Fachlehrer für Biologie, Altkalen

Ursel Dahl

Fachlehrerin für Biologie, Ueckermünde

Dr. agr. Klaus Eisbein

Wiss. Mitarbeiter, Institut für Phytopathologie,
Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Aschersleben

Doz. Dr. sc. phil. Dr. rer. nat. Christian Garbe

Institut für Philosophie und Sozialwissenschaften,
Pädagogische Hochschule Potsdam

Rolf Krasper

Dipl.-Fachlehrer für Biologie und Chemie,
Flöha

Dr. rer. nat. Dieter Neupert

Wiss. Assistent, WB Methodik des Biologieunterrichts, Sektion Chemie/Biologie,
Pädagogische Hochschule Potsdam

Prof. Dr. sc. silv. Horst Paucke

Leiter der Forschungsgruppe Sozioökologie,
Institut für Soziologie und Sozialpolitik,
Akademie der Wissenschaften der DDR, Berlin

Ute Petznick

Fachlehrerin für Biologie und Chemie,
Drögeheide

Hans-Peter Peuleke

Fachlehrer für Biologie und Chemie, Fahrland

StR Dr. rer. nat. Karl-Heinz Schiller
Dipl.-Fachlehrer für Biologie, Leipzig

Waltraud Schlichting

Fachlehrerin für Biologie und Chemie,
Potsdam-Babelsberg

Dr. rer. nat. Edgar Schliephake

Wiss. Mitarbeiter, Institut für Phytopathologie,
Akademie der Wissenschaften der DDR, Aschersleben

Dr. rer. nat. Siegfried Schlosser

Wiss. Mitarbeiter, Institut für Landwirtschaftsforschung und Naturschutz,
Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Halle

„Biologie in der Schule“

Herausgeber und Verlag: Volk und Wissen Verlag GmbH, Krausenstraße 50 Postfach Nr. 1213, Berlin 1086, Telefon 20 34 32 67

Redaktion: OL Dieter Gemeinhardt (Chefredakteur), Dr. Bernd Golle (stellvertretender Chefredakteur), Erika Kraft (red. Mitarbeiterin)

Redaktionskollegium: OStR Dr. Bärbel Adelt; StR Ortrun Böhme; OL Dieter Gemeinhardt; Dr. Bernd Golle; OStR Dr. Gerhard Haß; StR Dieter Heinrich; Doz. Dr. sc. Christa Pews-Hocke; StR Helga Hunneshagen; OL Ilse König; OStR Gertrud Kummer; Prof. Dr. sc. Manfred Kurze; StR Dr. Georg Litsche; OL Regina Manitz; Käthe Mewes; Prof. Dr. habil. Joachim Nitschmann; Prof. Dr. sc. Gerd Pawelzig; OL Dr. Edelgard Pohlheim

Registriernummer: 1361

Gesamtherstellung: Druckzentrum Berlin - Druckerei- und Verlags-GmbH i. G.

Redaktionsschluß: 10. Juli 1990

Erscheinungsweise und Preis: Monatlich einmal, Einzelheft 4,- DM, bzw. 6,- DM (Doppelheft), im Abonnement vierteljährlich (3 Hefte) 10,- DM.

Bestellungen werden in der DDR vom Buchhandel und der Deutschen Post entgegengenommen. Bei Bezugsschwierigkeiten wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag.

Alle Manuskripte bitte an die Redaktion senden.

Artikelnummer (EDV) 2131

ISSN 0406-3317

Dokumentation

Artenschutz – warum?

Schlösser, Siegfried. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 7/8. – S. 257–263

Im Beitrag wird begründet, daß Artenschutz ein gesamtgesellschaftliches und internationales Erfordernis ist, aber ohne erhebliche Aufwendungen, vor allem durch die Ausweisung von Schutzgebieten, nicht realisiert werden kann und auch gesetzlicher Bestimmungen bedarf. Artenschutz wird einmal begründet als Recht jeder Organismenart auf Existenz auf der Erde (Akzeptanz oder Nichtakzeptanz dieses Argumentes hängen vom persönlichen philosophischen Standpunkt des einzelnen ab), andererseits durch die Notwendigkeit der vielfältigen Nutzung der Arten- und Formenmannigfaltigkeit der Organismen durch den Menschen. Dafür werden ethische, ästhetische, ökologische und ökonomische Argumente diskutiert.

Rekultivierte Bergbaugelände und Kippen – lohnende Objekte für fakultative Kurse
Schiller, Karl-Heinz. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 7/8. – S. 286–292

Bergbaunachfolgelandschaften bieten interessante Aufgabensstellungen für den fakultativen Biologieunterricht. Die sich in relativ kurzen Zeiträumen vollziehenden Wandlungen der Ökosysteme dieser Landschaften bieten anschauliche Beispiele für das Zusammenwirken von Umweltfaktoren bei der Entwicklung und Stabilisierung von Ökosystemen. Der Autor beschreibt die Planung, Durchführung und Ergebnissicherung der Forschungsarbeit in einem rekultivierten Tagebau im Rahmen des fakultativen Biologieunterrichts.

Vermittlung von Artenkenntnis im Biologieunterricht der Klassen 5 und 6

Bolbrinker, Peter. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 7/8. – S. 264–270

Die Grundlage einer lebendigen Artenkenntnis ist der direkte Kontakt mit dem lebenden Objekt. Der Autor vermittelt in seinem Beitrag Erfahrungen bei der Gestaltung eines Biologieunterrichts, der dieser These verpflichtet ist. Er beschreibt, wie er mit Hilfe von Unterrichtsgängen seinen Schülern dauerhafte Kenntnisse der heimatischen Fauna und Flora vermittelt. Didaktisch-methodische und organisatorische Hinweise zur Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Unterrichtsgängen vermitteln Anregungen für die eigene Unterrichtspraxis.

Limnologische Forschung am Stechlinsee

Babenzien, Christina. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 7/8. – S. 300–308

In dem Beitrag wird die limnologische Station vorgestellt, die in Zusammenhang mit dem Bau des ersten Kernkraftwerkes der DDR im Jahre 1959 am Stechlinsee gegründet wurde. Schwerpunkt der Forschungsarbeiten war zunächst die Untersuchung von Auswirkungen der thermischen Belastung auf die Seen des Kühlkreislaufes, den Stechlinsee und den Nehmitzsee. Darüberhinaus erfolgen seit 30 Jahren umfassende Untersuchungen zur Struktur und Funktion von Gewässer-Ökosystemen und zu den Möglichkeiten der Ökosystemsteuerung als Grundlage für Maßnahmen zur Erhaltung oder Sanierung von Gewässern.

Methodische Varianten für das Stoffgebiet „Vererbung“ (Klasse 10)

Peuleke, Peter. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 7/8. – S. 282–285

Der Beitrag gründet auf in der Praxis erprobte Unterrichtsvarianten zum Lehrplanthema „1. Vererbung“. Es werden Anregungen zur didaktisch-methodischen Gestaltung schwieriger Phasen des Aneignungsprozesses der Schüler vermittelt. Der Autor stellt Aufgabenstellungen zur Diskussion, die den Schülern Schritt für Schritt zur Erklärung der Mendelschen Gesetze befähigen sollen. Übersichten und Schemata unterstützen dieses Vorhaben.

Energie und Umwelt

Paucke, Horst. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 7/8. – S. 309–315

Der Autor diskutiert verschiedene Aspekte der Energie-Umwelt-Problematik. Er zeigt auf, wie es zu den derzeitigen Problemen in der DDR gekommen ist, eine umweltverträgliche Energiepolitik durchsetzen zu können. An Beispielen wird belegt, daß durch eine verfehlte Energiepolitik über Jahrzehnte die DDR unter den Industrienationen in puncto Effektivität und Umweltverträglichkeit der Nutzung natürlicher Energieressourcen eine ungünstige Position belegt. Das Für und Wider der Nutzung von Kernenergie und alternativer Energiequellen wird vom Autor beleuchtet.

WAS IST EINE WALDORFSCHULE?

Nach vielen Diskussionsveranstaltungen und Zeitungsartikeln können wir Ihnen nun ein authentisches Buch von kompetenten Autoren zur Verfügung stellen:

Die Hiberniaschule

(von der Lehrwerkstatt zur Gesamtschule:
eine Waldorfschule integriert berufliches
und allgemeines Lernen.

Lehrer und Eltern entwickeln ihre Schule)

von Georg Rist und Peter Schneider

320 S., zahlreiche Abb. Broschur

Bestell-Nr. 709 786 6 – ISBN 3-06-204153-6*

Mitten im Ruhrgebiet gelegen, gilt diese 1952
als Lehrwerkstatt gegründete Schule
heute als Musterbeispiel und Modellfall
der Waldorf-Pädagogik, sie

- verbindet erfolgreich praktisches, künstlerisches
und theoretisches Lernen,
- verzichtet bewußt auf Leistungsauslese zugunsten
konsequenter individueller Förderung,
- zeigt, wie sich Schulen eigenverantwortlich
gestalten lassen.

* Zu beziehen zum Vorzugspreis von 12,80 DM direkt beim Verlag
Volk und Wissen, Abteilung Vertrieb, Lindenstraße 54a, Berlin, 1086

Volk und Wissen Verlag GmbH