

BIOLOGIE IN DER SCHULE

1,- Mark

Volk und Wissen Verlag Berlin

ISSN 0406-3317

6|90



Ver. 5.1922

34044.

Biologie in der Schule

39. Jahrgang 1990
Heft 6
Volk und Wissen Verlag

Inhaltsverzeichnis

209 -

Zum Titelbild: Singender Buchfink und eine Aufzeichnung des Gesangs in Notenschrift (nach Voigt 1913)

(Nach Voigt 1915)
Während man früher die markanten Gesänge des Buchfinks mit Worten wiederzugeben versuchte, z. T. die Töne auch in Noten umsetzte, zeichnet man die Töne heute mit Hilfe von Oscillographen auf. Der Gesang des Buchfinks wird als „Finkenschlag“ bezeichnet. Er besteht im Prinzip aus 4 Teilen. Die Gliederung des Gesangs (Schlag) erlernt der Buchfink im 1. Sommer, die sogenannte Endfloskel jedoch erst im folgenden Frühjahr von seinen Reviernachbarn. Hört der Jungvogel keinen artspezifischen Gesang, „erlernt“ er, so wurde mehrfach beobachtet, einen ähnlichen Gesang von anderen Vogelarten (z. B. Zaunkönig, Blaukehlchen, Rotkehlchen, Star, Nachtigall).

Eine besondere Bedeutung kommt dem Gesang des Männchens bei der Balz zu. Der Vogel zeigt damit sein Brutrevier an, lockt Weibchen an und schüchtert Rivalen ein. Der Gesang kann sowohl von erhöhten Sitzwarten als auch im Fliegen und vom Boden aus vorgetragen werden. Von den Rufen des Buchfinks sind bisher 13 bekannt: Der *Flugruf* ist währenden, der *Stimmföhren* und Weibchen geben, den *Angstruf* gefangene Tiere ab, in Kämpfen gerufen, signalisieren Gefahrde, bei Jungvögeln feinden, 3 verschiedene Lärmchen und Weibertlufe äußern Nestche. *Regenruf* drückt in und Neigung zu

Käthe Mewes
|: Manfred Behrendt

ik. Die neue Brehmbü-
nberg Lutherstadt. 1981

Gentechnik und Homo sapiens

GÜNTHER SCHENKE

Die Gentechnik macht unaufhaltsam Fortschritte. Immer häufiger werden Eigenschaften eines Lebewesens auf ein anderes übertragen, um es im Interesse der Nutzung durch den Menschen zu „verbessern“. Das amerikanische Patentamt erteilte kürzlich sogar die Schutzrechte für eine genetisch manipulierte Maus, die aus dem Labor von Wissenschaftlern der Harvard-Universität stammte. Nachdem genetisch veränderte Organismen seit etwa zwei Jahren bereits im Freiland getestet werden (vor allem in den USA), erlangt die Anwendung gentechnischer Methoden auch beim Menschen zunehmende Aufmerksamkeit. Der dafür zuständige Ausschuß der US National Institutes of Health erteilte bereits die Genehmigung für Versuche, bei denen genetisch veränderte Lymphozyten in den Körper von an Krebs erkrankten Menschen eingeschleust werden sollen.

Die Bevölkerung, einschließlich verantwortungsbewußter Wissenschaftler, steht genetischen Experimenten am Menschen verständlicherweise sehr kritisch gegenüber. Der Lehrer wird im Zusammenhang mit der Unterrichtseinheit „Gentechnik“ (Kl. 10) darauf Bezug nehmen müssen, zumal auch die Schüler mit entsprechenden Fragen an ihn herantreten dürften. Veröffentlichungen über das Gentechnik-Gesetz in der BRD (z. B. „Junge Welt“ vom 26. 10. 1989, S. 5) und eine breite Information darüber im Fernsehen und Rundfunk dürfen hierzu unter anderem Veranlassung geben.

Auch in unserem Lande gibt es zur Anwendung der Gentechnik, insbesondere beim Menschen, kontroverse Auffassungen, die in verschiedenen Publikationsorganen auch die Öffentlichkeit erreichen.

In der BRD haben sich Bürgerinitiativen in einem Ausmaß engagiert, daß es beispielsweise der Hoechst AG nicht möglich war, ihre bereits fertigen Produktionsanlagen

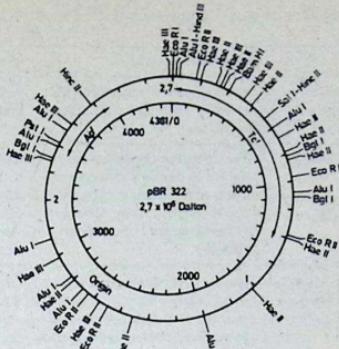


Abb. 1: Schematische Darstellung des Plasmids pBR 322 mit Angabe von Basenpaaren (innerer Ring) und der Lage von Schnittstellen für Restriktionsenzyme (äußerer Ring). Ap^r und Tc^r = Resistenz für die Antibiotika Ampicillin und Tetracyclin. Ein solches Plasmid vermehrt sich weitgehend unabhängig von der Reduplikationsrhythmus des Bakterienchromosoms. Wegen ihrer geringeren Größe läßt sich die Plasmid-DNS von der übrigen bakteriellen DNS in einer Ultrazentrifuge (eine Zentrifuge, die sich mit hoher Geschwindigkeit im Vakuum dreht) abtrennen und in reiner Form darstellen.

für gentechnisches Human-Insulin in Betrieb zu nehmen. Hierbei wird m. E. der Bogen aufgrund unzureichender Information und bewußter Ignoranz der Gentechnik-Gegner überspannt. Die Abteilung Öffentlichkeitsarbeit des genannten Konzerns versucht dem entgegenzuwirken, indem sie teilweise attraktive und informative Materialien kostenlos an Interessenten abgibt, zum Beispiel eine Broschüre mit dem Titel „Was der Mensch zu tun vermag – Gentechnologie, mehr als eine Methode“ (1986). Aber auch diese Kampagne blieb erfolglos, und 1988 klagte Hans-Georg Garais, Vorstandsmitglied von Hoechst, angesichts der durch eine Bürgerinitiative gestoppten Insulin-Fabrik: „Wir haben hier das größte gentechnische Museum der Bundesrepublik.“ – Gentechnisch veränderte Petunien, die im Freiland angepflanzt werden, beunruhigen die Öffentlichkeit ebenso, wie gentechnische Eingriffe an Tieren und die vorstellbaren Möglichkeiten am Menschen. Es ist einmal die Furcht vor unwägbaren Folgen, die durch freigesetzte, künstlich veränderte Mikroorganismen für möglich gehalten werden und

Übersicht 1: Stand der Anwendung der Gentechnik auf den Menschen

	genetische Diagnose	somatische Gentherapie	Keimbahnmanipulation
Ziel und Prinzip	Erkennen genetischer Defekte; Feststellen der Identität eines Menschen	Ersatz defekter durch intakte Gene in Körperzellen (auch Krebszellen).	Einbau genetischen Materials in die befruchtete Eizelle
Methode	Amniozentese (Fruchtwasseranalyse in der 14./15. Schwangerschaftswoche); genspezifische Hybridisierung; RNase-A-Splattung; genetische Fingerprints.	Einbringen von Genen in kultivierte Körperzellen (vor allem aus Knochenmark, Blut und Haut) mit Hilfe eines Virus. Anschließend Reimplantation der „therapierten“ Zellen.	Mikroinjektion von DNS (mehrere hundert Moleküle) in befruchtete Eizellen.
Stand der Realisierung	Erkennen von Erbkrankheiten, die mit abnormaler Chromosomenzahl verbunden sind: Down-Syndrom, Trisomie und geschlechtsgebundene Defekte: Bluterkrankheit, Muskel schwund vom Typ Duchenne. Erkennen defekter Gene: Sichelzellanämie. Analyse von Mikrosatelliten	Bisher nur fehlgeschlagene Versuche bzw. unsichere Ergebnisse: Tumorthерапie durch mit Interleukin-2 stimulierten T-Lymphozyten. Therapie von Arginin- und Thalassämie sowie von Mucopeptidesaccharidose. Versuche bisher nur in USA durchgeführt.	Erste transgene Tiere erzeugt und patentiert. Therapie der β-Thalassämie. Therapie der Sterilität von Mäusen, die das gonadotrope Hormon nicht bilden konnten.
Prognose	Erkennen von weiteren Gen-Mutationen	Therapie seltener Erbkrankheiten (Lesch-Nyhan-Syndrom, ADA-Defizienz u. a.) Weltweit etwa 500 Patienten.	Transgene Nutztiere mit verbesserten Eigenschaften.
Probleme	Diskriminierung von Menschen aufgrund ungünstiger genetischer Daten (z. B. Sichelzellanämie in der schwarzen USA-Bevölkerung)	Zerstörung von Genen und der DNS-Struktur möglich. Gefahr des Überexprimierens von Genen. Stabilität eingebauter Gene unsicher.	Geringe Ausbeute. Gezielter Genseinbau nicht möglich. Risiko neuer Mutationen. Ethisches Problem: Charakter der Spezies in Gefahr. Beim Menschen abzulehnen.

zum anderen die Sorge vor einem Eingriff in die menschliche Eigenart und Individualität, der Manipulation der biologischen Spezies *Homo sapiens*. Gefördert durch überspitzte und sensationsheischende Darstellungen in den Medien entsteht bei vielen Menschen die Vorstellung, wir stünden kurz davor, den Menschen gezielt nach dem Bilde von Machthabern und Militärs verändern zu können. Die Wissenschaftler werden verdächtigt, ehrgeizig und zielstrebig derartige Pläne zu verfolgen. Es ist daher wichtig zu wissen, was gegenwärtig tatsächlich machbar und möglich ist.

Die Entwicklung der Gentechnik nahm im Jahre 1970 ihren Anfang, als Hamilton O. Smith die Restriktionsenzyme entdeckte, die eine bestimmte Sequenz im DNS-Molekül erkennen und herauschneiden können. Ein anderes Enzym, die Ligase, vermag die getrennten Abschnitte wieder zusammenzufügen. Im Jahre 1974 unternahm S. N. Cohen den geglückten Versuch, die DNS-Fragmente unterschied-

licher Organismen miteinander zu verbinden. Er hatte DNS-Teile aus dem Krallenfrosch (*Xenopus laevis*) isoliert und mit DNS-Fragmenten des Darmbakteriums *Escherichia coli* verbunden. Das Bakterienfragment stammte aus einem Plasmid, das heißt aus einem ringförmigen, doppelsträngigen DNS-Molekül, das zusätzlich zum großen Genom in den Bakterienzellen existiert. Plasmide tragen ebenfalls Gene, zum Beispiel solche für die Resistenz von Bakterien gegenüber Antibiotika. Sie sind verantwortlich dafür, daß die Antibiotika nach längerer Anwendung ihre Wirksamkeit verlieren. Eines der am häufigsten als Vektoren zur Genübertragung benutzten Plasmide (pBR 322) besteht aus 4361 Basenpaaren (Abb. 1). Das entspricht einer Molekulargmasse von 2,7 Millionen Dalton.

– Mit dem Versuch von Cohen war das Grundprinzip der Gentechnik gefunden. Demnach verstehen wir unter Gentechnik das Herausschneiden eines Gens aus einem großen DNS-Molekül und das Ein-

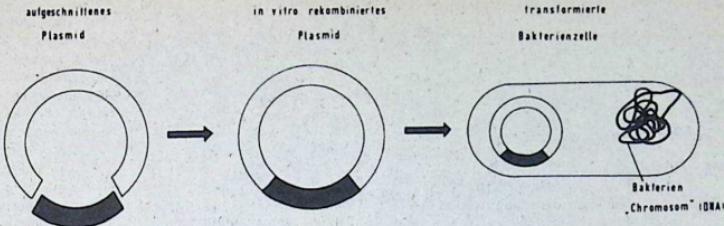


Abb. 2: Prinzip der in vitro Rekombination und Transformation bei Bakterien. Der schwarz gezeichnete DNS-Teil kann von einem anderen Organismus stammen oder sogar aus einer chemischen Synthese. Die Nutzung des Wandervermögens von Plasmiden zur Übertragung von DNS in eine andere Zelle ist Gegenstand des sogenannten Cohen-Boyer-Patentes. Die US-amerikanischen Molekularbiologen Stanley Cohen und Herbert Boyer meldeten das Patent im Jahre 1974 an. Erst zehn Jahre später wurde dieses „gentechnische Generalpatent“ nach langem Streit gerichtlich für gültig erklärt. Von den Lizenzentnahmen erhielten die Erfinder ein Drittel, was ihnen mit einem Schlag zweihunderttausend Dollar einbrachte.

bauen dieses Gens in ein kleines DNS-Molekül. Dieses Prinzip ist im Lehrbuch für die Klasse 10 durch gut verständliche Graphiken auf den Seiten 62 bis 64 dargestellt. Es dürfte ein Anliegen des Lehrers sein, die Schüler bei der Interpretation dieser

Abbildungen zu unterstützen und der im Ganzen etwas trocken wirkenden Materie, die in Wahrheit so außerordentlich brisant ist, etwas Leben einzuhauen.
Das Hauptproblem bei der Gentechnik ist das Herausfinden des Gens mit dem je-

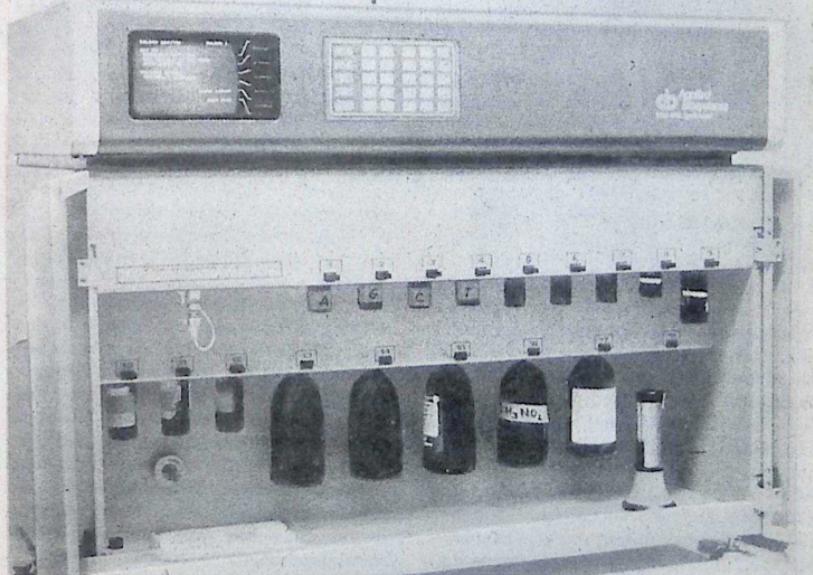


Abb. 3: Gene lassen sich bereits chemisch synthetisieren. Hier eines der ersten Modelle eines Oligonucleotid-Syntheseautomaten. Innerhalb von 18 Minuten führt das Gerät etwa 70 einzelne Operationen aus.

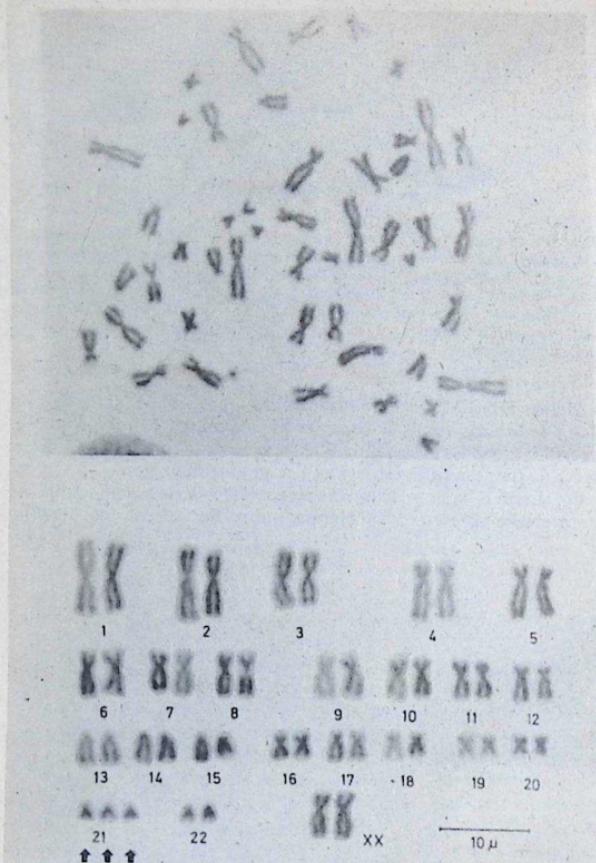


Abb. 4: Photographische Kartierung aller Chromosomen eines an Mongolismus unheilbar Erkrankten. Alle Chromosomen sind zweifach vorhanden, ausgenommen das Chromosomenpaar Nr. 21 – es liegt in dreifacher Ausfertigung vor (daher Trisomie). Das hat zur Folge, daß der Kranke auf der Entwicklungsstufe eines Sechs- bis Siebenjährigen stehenbleibt. Durch Amniosentese, d. h. durch Entnahme von etwa 25 ml Fruchtwasser aus der Fruchtblase mittels einer Spritze in der 14./15. Schwangerschaftswoche läßt sich eine frühzeitige Diagnose stellen. Das Fruchtwasser enthält Zellen, die vom Embryo stammen. Von ihnen wird eine Zellkultur angelegt, deren Zellen als Untersuchungsmaterial für eine Chromosomenanalyse dienen. Damit wird den Eltern die Entscheidung über einen Schwangerschaftssturz zu einem möglichst frühen Zeitpunkt ermöglicht.

weils gewünschten Programm. Immerhin enthält die Bakterien-DNS etwa 5000 verschiedene Gene, die die Menschen über 50000. Bis heute sind lediglich 0,2 Prozent des menschlichen Genbestandes aufgeklärt. Gegenwärtig laufen intensive Bemühungen, dieses Informationsdefizit abzubauen – das menschliche Genom sogar vollständig aufzuklären. Welche Probleme mit diesem Jahrhundertprojekt verbunden sind, hat W. Zschiesche in seinem Beitrag in dieser Zeitschrift (BioS 38(1989)10. – S. 392–396) dargestellt.

Die Möglichkeiten der Gentechnik für den menschlichen Organismus liegen heute auf den Gebieten der genetischen Diagnose (zum Beispiel für die Früherkennung genetischer Defekte) sowie der genetischen „Reparatur“ von Schäden, wie sie beispielsweise bei bestimmten Erbkrankheiten und Tumorbildungen vorliegen. In der Tabelle ist der augenblickliche Stand auf diesen gentechnischen Forschungs- und Anwendungsbereichen zusammengefaßt (s. Übersicht 1).

Die genetische Manipulation der menschli-

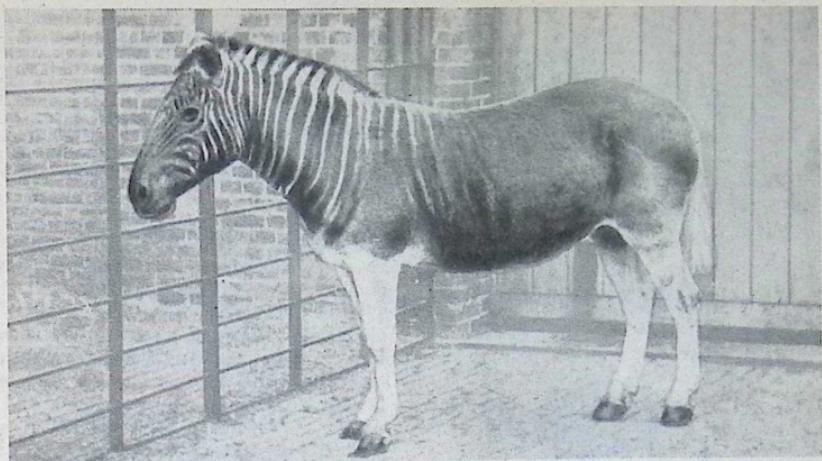


Abb. 5: Das letzte Quagga (*EQUUS quagga*), dessen letztes Individuum im Jahre 1883 im Amsterdamer Zoo starb. Aus dem musealen Fell eines Quaggas wurde die DNS isoliert und kloniert. Es ist nach der gentechnischen Analyse eine Subspezies heute noch lebender Steppenzebras. Gegenwärtig sind in Südafrika Versuche in Vorbereitung, das Quagga durch Rückkreuzung aus heute noch lebenden Arten gleichsam wiederherzustellen – eine Möglichkeit, die erst durch die Gentechnik ins Auge gefaßt werden konnte.

chen Keimbahn wird aus ethischen Gründen ziemlich einhellig abgelehnt. Ihre Anwendung birgt die Gefahr einer unvorhersehbaren Veränderung der Artsspezifität des *Homo sapiens* in sich. In verschiedenen Ländern sollen Forschungen dazu und erst recht Manipulationen an menschlichen Zygoten sogar unter Strafe gestellt werden. Im Tierversuch spielen dagegen Eingriffe in die Keimbahn mit dem Ziel der züchterischen Verbesserung von Nutztieren eine Rolle, die weitgehend akzeptiert ist. Die ersten transgenen Versuchs- und Nutztiere existieren schon. Auch in der DDR erblickte bereits das erste transgene Kalb das Licht der Welt. Besonders spektakulär sind die Versuche von Bob Seaman und seinem Team (Universität Adelaide), die das Gen, das die Produktion des Wachstums-Hormons steuert, in das Erbgut von Schweinen brachten. Seit 1985 lebt bereits die siebte Generation der dadurch gezüchteten Riesenschweine. Gegenwärtig ist eine Zuchtanlage für 600 Säue im Bau, und es laufen Aktivitäten zur Vermarktung dieser ungewöhnlichen und umstrittenen Neuschöpfung. Experimentiert wird ferner mit

transgenen Schafen, die schneller wachsen und mehr Wolle ansetzen sollen.

Transgene Tiere tragen in jeder ihrer Körperfzellen ein neues, fremdes Gen. Im Laborexperiment können sie dazu beitragen, den Mechanismus der Genwirkung aufzuklären. Vielleicht liegt darin die eigentliche Bedeutung derartiger Experimente. Die Frage, warum die Orang-Utan-Gene die biologische Art „*Pongo pygmaeus*“ und die Menschen-Gene den „*Homo sapiens*“ hervorbringen, wartet noch auf Antworten. Offensichtlich gibt es innerhalb der Gene hierarchische Mechanismen, die die Differenzierung des Organismus steuern. Einzelne Gene, sogenannte homeotische Gene, kontrollieren ganze Gruppen anderer Gene, ohne selbst synthetisch wirksam zu sein. Die ersten homeotischen Gene sind an transgenen Mäusen identifiziert worden. Durch einen Zufall kann durch die Injektion von genetischem Material in eine Maus-Zygote ein homeotisches Gen getroffen werden. Zunächst bleibt das ohne Folgen, weil jedes Gen zweimal vorhanden ist und das gesunde Gen den Defekt kompensieren kann. Bei Rückkreuzun-

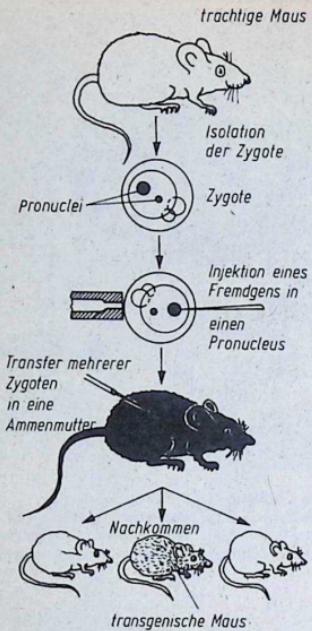


Abb. 6: Methode der Keimbahngenetik. Durch Injektion mittels feiner Kanülen ist es möglich geworden, fremde Gene auf Säugetiere zu übertragen. Einer trächtigen Maus werden Zygoten entnommen. In einem der beiden Pronuclei der Zygote wird fremde DNS, zum Beispiel das Gen für die Synthese des Wachstumshormons, injiziert. Die so veränderten Zygoten werden in eine Ammenmaus übertragen, in deren Gebärmutter sich dann der transgene Nachwuchs entwickelt. Mit dieser Methode liegen heute bereits erste Befunde an Nutztieren (Schwein, Schaf, Rind) vor, deren Verwendung kurz bevorzustehen scheint.

gen können allerdings zwei homeotische Gene zusammengeraten und die artspezifische Morphogenese drastisch verändern. In der Regel sind solche Veränderungen mit schweren Mißbildungen verbunden, bei den ersten Mäuseversuchen dieser Art zum Beispiel Veränderungen an den Gliedmaßen.

In der Nutztierzucht verspricht man sich vom Einbau fremder Gene neben der Verbesserung von Produktionsleistungen auch eine Erhöhung der Resistenz der Tiere gegen bestimmte Krankheiten. Aber hier steckt die Forschung noch in den Anfängen. Die Übertragung des schon seit lan-

gem bekannten MX-Gens, das Resistenz gegen Influenzaviren verleiht, ist ein solches Forschungsprojekt in der Schweinezucht. Sollten derartige Forschungen erfolgreich verlaufen, wäre das nicht nur für das Schwein, sondern auch für den Infektionsschutz beim Menschen von Bedeutung. Zwischen den Influenza-Viren von Schwein und Mensch bestehen Beziehungen, die für große Pandemien verantwortlich gemacht werden, die alle fünfzehn bis zwanzig Jahre auftreten. Eine solche Pandemie forderte in Kalifornien im Winter 1968/69 30000 Tote.

Gendiagnostische Methoden eröffnen neue Möglichkeiten, die Identität des Menschen zu bestimmen – Methoden, die vor allem für die Kriminalistik von Bedeutung sind. An der Universität im britischen Leicester entdeckte der Genetiker Alex Jeffreys bei der Suche nach einer Methode zur Früherkennung von Erbkrankheiten 1985 einen DNS-Bestandteil, der offenbar bei jedem Menschen anders aufgebaut ist. Es handelt sich um die sogenannten Minisatelliten. Jeffreys fand eine Methode, die Sequenz der Minisatelliten sichtbar zu machen. Nach Zerschneiden der DNS-Probe mit dem Restriktionsenzym Hinf I lassen sich die 1000 bis 20000 Basen enthaltenden Stücke auftrennen und autoradiographisch identifizieren. Nur 1 zu 30 Milliarden ist die Wahrscheinlichkeit, daß zwei Menschen die gleiche Sequenz aufweisen. „Das ist so, als hätte ein Mensch eine ganze Reihe Fingerabdrücke, seine Sozialversicherungskarte und auch noch seine Unterschrift am Tatort hinterlassen“ – so schwärmt Kriminalisten in Arlington (Virginia, USA), als sie mit Jeffreys Methode einen Frauenmörder mit Hilfe von Spermaresten überführt hatten. In England gab es 1987 die erste Massenfahndung mittels Gen-Analyse. 5511 Männer in der Umgebung des Dorfes Enderby (Grafschaft Leicester) wurden gentechnisch untersucht, nachdem dort die 15jährige Dawn Ashworth vergewaltigt und ermordet worden war. Die Fahndung führte zur Ergreifung des Mörders. Überschaut man die heute bestehenden gentechnischen Möglichkeiten zur Manipulation von Säugetieren (einschließlich des Menschen) insgesamt, so wird deutlich,

GUSTAV FISCHER VERLAG STUTTGART · NEW YORK
bietet an (im Kurs 1:1):

Cox/Moore

Einführung in die Biogeographie

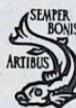
Von C. Barry COX und Peter D. MOORE,
Department of Biology, King's College, London/GB
Aus dem Englischen übersetzt von H. Uhlarz.

1987. 311 Seiten, 99 Abbildungen, 5 Tabellen,
12 × 18,5cm, kt., 29,80 M

Die Biogeographie untersucht, warum verschiedene Organismengruppen jeweils an bestimmten Orten leben. Hierfür sind Kenntnisse der ökologischen Zusammenhänge, des Klimageschlehens, der Evolutionsgeschichte der Organismen sowie der Geologie erforderlich. Dabei findet der Einfluß der menschlichen Zivilisation auf die Lebensgemeinschaften besondere Beachtung.

Anliegen dieses in der englischen Ausgabe bereits sehr erfolgreichen Buches ist es, Grundlagen der Fachrichtungen zusammenzufassen, damit der Leser diejenigen Interaktionen besser versteht, die zu der Vielfalt der Erscheinungs- und Verbreitungsformen des Lebendigen führen.

Ihre Bestellungen richten Sie bitte umgehend an: VEB Gustav Fischer Verlag Jena, Villengang 2, DDR - 6900



VEB GUSTAV FISCHER VERLAG
JENA

daß die Wissenschaft erst am Beginn einer Entwicklung steht. Ihr Erkenntnisstand gewährt gleichsam nur einen Blick durch das Schlüsselloch in das Innere der gentechnischen Werkstatt. Was wird kommen, wenn erst die Tür aufgeschlossen ist? Mauert sich dann der *Homo sapiens* zum *Homo technicus*, der sein genetisches Wissen und Können auf sich anzuwenden sucht, um vermeintliche Fehlanpassungen zu korrigieren? Wahrscheinlich ist es nicht angebracht, die Brisanz dieser Frage zu verdrängen. Mit den zu erwartenden weiteren Erkenntnisfortschritten werden uns die Vor- und Nachteile gentechnischer Verfahren weiter im Bann halten und unsere Entscheidungs- und Handlungsmöglichkeiten herausfordern. Es ist zu hoffen, daß der vernunftbegabte Mensch zu Entscheidungen gelangt, die seiner Spezies-Bezeichnung Ehre machen, ähnlich wie das bereits heute bei der allgemein vertretenen Ablehnung von Manipulationen in der menschlichen Keimbahn der Fall zu sein scheint.

Literatur

- Boriss, R.: Manipulierte Natur? Stand, Chancen und Risiken der Gentechnik. – Herausgegeben vom Sekretariat des Hauptvorstandes der CDU. – Hefte aus Burgscheidungen, 1989
- Gassen, H. G., und A. Martin: Gentechnik. Einführung in Prinzipien und Methoden. – Jena, 1985
- Parthier, B.: Gene, Gentechnik, Genmanipulation. Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. – Berlin, 1984
- Schenke, G.: Manipuliertes Leben. Biologische Techniken zwischen Angst und Faszination. – Berlin, 1988

Mäusespermien als Genvektoren

Eine italienische Forschergruppe nutzte Mäusespermien als Genvektoren. Das zu übertragende Erbmateriale wurde in vitro mit den Spermien vermischt, die die Fremd-DNA aufnehmen und bei der Befruchtung auf die Eizellen übertragen sollten. Von 250 so erzeugten Mäusen waren 30 % transgen und übertrugen das fremde Erbmateriale offensichtlich den Mendelschen Regeln auf ihre Nachkommen. Die Ergebnisse sind nicht unumstritten, ihre Reproduzierbarkeit wird überprüft.

Quelle: Biowissenschaftliche Informationen 13 (1989) 7

Gentechnik – pro und contra

CHRISTIAN GARBE

Die modernen Biotechniken – eingeschlossen die Gentechnik – sind als Schlüsseltechnologien etabliert und erlangen zunehmende Bedeutung.

Dies gilt sowohl für die Grundlagenforschung als auch für die Anwendung ihrer Ergebnisse in Medizin, Pharmazie, Landwirtschaft, Umweltschutz und anderen Bereichen.

Auch in „Biologie in der Schule“ wurde darüber umfassend berichtet /1/ /2/ /3/ /4/ /5/ /6/ /7/ /8/ /9/ /10/ /11/ /12/ /13/.

Von den ersten erfolgreichen gentechnologischen Experimenten durch Chang und Cohen im Jahre 1973 bis zur industriellen gentechnischen Herstellung des Handelsproduktes Human-Insulin vergingen nur 9 Jahre. Die Anzahl der verfügbaren biotechnologisch hergestellten Produkte nimmt ständig zu und erreichte Ende 1988 bereits mehr als 100 Diagnostika, 6 therapeutische Präparateklassen, einen Impfstoff sowie verschiedene andere Produkte. Es ist absehbar, daß die modernen Biotechniken mit ihren Ergebnissen einerseits immer tiefer in immer neue Bereiche menschlichen Lebens und in die Natur hineinwirken und andererseits bisher ungeahnte Möglichkeitsfelder für künftiges menschliches Handeln eröffnen. Aus dieser Tatsache und der prinzipiellen Ambivalenz der Anwendungsrichtungen wissenschaftlicher Erkenntnisse ergeben sich neben den praktisch-fachwissenschaftlichen auch ethisch-moralische und weltanschauliche Probleme.

Deshalb geht es nicht allein „um die Vermittlung der rapide anwachsenden neuen biologischen Erkenntnisse und von Ergebnissen ihrer Anwendung als Biotechnologie sowie ihre ökonomischen und sozialen Wirkungen. Es geht auch um die Beantwortung vielfältiger und vielschichtiger weltanschaulicher Fragen ...“ /5/, S. 50/.

Eine dieser Fragen ist die nach der ethisch-moralischen Bewertung und Begründung von realen und potentiellen Chancen bzw. Gefahren im Kontext der Gentechnik. Weil Ethik und Moral letztlich durch das Wechselspiel von konkreten sozialen Verhältnissen und spezifischen Bedürfnissen, Interessen, Absichten, Erwartungen und Idealen der Individuen bzw. Menschengruppen bestimmt werden, ist es verständlich, daß sich dies in verschiedenen Bewertungen der Gentechnik widerspiegelt. Davon möchte ich einige mir bedeutsam erscheinende in einem Überblick kennzeichnen.

Das „Prinzip Verantwortung“ und die Gentechnik

Einen beachtlichen Einfluß auf die Diskussion ethisch-moralischer Aspekte moderner Technologien – einschließlich der Gentechnik – haben die Auffassungen von Jonas /14/ /15/. Für ihn leben wir im Ergebnis der bisherigen Menschheitsentwicklung infolge einer Überdimensionierung der naturwissenschaftlich-technisch-industriellen Zivilisation in einer „apokalyptischen Situation, d. h. im Bevorstand einer universalen Katastrophe, wenn wir den jetzigen Dingen ihren Lauf lassen“ /14, S. 251/. Jonas geht davon aus, daß es im Ergebnis der neuen Möglichkeiten und Ausmaße menschlichen Handelns einerseits zu einer zunehmend kritischen Verletzlichkeit der Natur und damit der Grundlagen menschlicher Existenz kommt und andererseits der Mensch selber unter die Objekte der Technik geraten ist. In diesem Zusammenhang verweist er u. a. auf die Bemühungen und wachsenden Möglichkeiten um eine genetische Manipulation des Menschen. Für ihn ist es die „ernste Frage ..., daß der Mensch seine eigene Evolution in die Hand nehmen will, mit dem Ziel, nicht bloß der Erhaltung der Gattung in ihrer Integrität, sondern ihrer Verbesserung und Veränderung nach eigenem Entwurf“ /14, S. 52/.

Dieses Bemühen ist für Jonas deshalb so gravierend, weil er davon ausgeht, daß die Manipulation menschlichen Erbgutes prinzipiell die Gefahr der Schädigung, Ent-

menschlichung, ja sogar Vernichtung künftiger Generationen in sich birgt, was durch nichts gerechtfertigt werden könnte und vor allen Dingen auch deshalb moralisch verwerflich sei, weil die Betroffenen keinerlei Einfluß auf die sie betreffenden Entscheidungen nehmen könnten.

Um dem bisher ungezügelten menschlichen Tun Einhalt zu gebieten, fordert Jonas eine neuartige Ethik zur Orientierung und Regulierung menschlichen Handelns.

Ohne hier näher auf die vorgebrachten Argumente gegen traditionelle Moralsysteme eingehen zu können, sei festgehalten, daß er aus dieser Problemsituation für sich die Aufgabe ableitet, eine postmarxistische „Ethik für die technologische Zivilisation“ auszuarbeiten und zu begründen. Sein Ausgangspunkt ist die These, daß der Mensch im Ergebnis seiner ständig zunehmenden wissenschaftlich-technischen Macht „einen Verlust an Kontrolle über sich selbst“ erleidet. Es kommt zu einer Disproportion zwischen dem Vermögen zu tun – d. h., menschlicher Macht – und der Fähigkeit, die Folgen dieses Tuns vor künftigen Menschengenerationen verantworten zu können: „Die Kluft zwischen Kraft des Vorherwissens und Macht des Tuns erzeugt ein neues ethisches Problem.“ /14, S. 28/ Deshalb sucht Jonas nach einer „Macht dritten Grades“, die diese Disproportion beherrschbar macht.

Mit dem „Prinzip Verantwortung“ glaubt er, eine solche Macht gefunden zu haben. „Dem Prinzip Hoffnung stellen wir das Prinzip Verantwortung gegenüber, nicht das Prinzip Furcht. Wohl aber gehört die Furcht zur Verantwortung so gut wie die Hoffnung ...“ /14, S. 390/

Der Furcht kommt eine heuristische Funktion zu, um die Einbildungskraft und Empfindsamkeit der Handelnden angemessen zu mobilisieren.

Als „Urbild aller Verantwortung“ bezeichnet Jonas – wie auch etwa verhaltensbiologisch orientierte Autoren – die Beziehung zwischen Menschen für Menschen und insbesondere die Eltern-Kind-Beziehung /14, S. 184/.

Das „Prinzip Verantwortung“ ist meiner Meinung nach – unabhängig von seiner theoretischen Herleitung, auf die hier nicht

näher eingegangen werden kann – von großem heuristischem Wert und verdient daher uneingeschränkte Unterstützung durch alle progressiven Kräfte. Dies gilt insbesondere für die von Jonas vorgeschlagenen ethisch-moralischen Handlungsprinzipien. Als moralischen Imperativ, der auf den neuen Typ menschlichen Handelns paßt, formulierte er u. a.: „Handle so, daß die Wirkungen deiner Handlung verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden“ /14, S. 36/.

Obwohl er betont, daß die konkreten, sich aus seiner „Ethik der Verantwortung“ ergebenden Pflichten erst noch systematisch auszuarbeiten sind, werden einige grundlegende Handlungsorientierungen von ihm postuliert. Als „erste Pflicht“ bezeichnetet er – in Analogie zu F. Engels – „die Beschaffung einer Vorstellung von den Fernwirkungen menschlichen Tuns“ /14, S. 64/. Als „zweite Pflicht“ die Entwicklung eines „dem Vorgestellten angemessenen Gefühls“, um von diesem ausgehend auf der Grundlage von Verantwortungsbewußtsein für Gegenwart und Zukunft menschlichen Da- und Soseins angemessen zu handeln /14, S. 65/. Die dritte Pflicht ist die „Pflicht zum Menschen“, die allerdings eine „Pflicht zur Natur“ – als unverzichtbarer Existenzgrundlage des Menschen – einschließt /14, S. 246/. Jonas betont ferner die „Pflicht zur Bewahrung“ des Gewordenen, weil dieses sich bereits im Verlaufe des Entwicklungsprozesses als „Wert“ erwiesen hat /14, S. 72/. Dies gilt selbstverständlich auch für den Menschen. Als eigentliches Ziel menschlichen Tuns sieht er nicht die „Verbesserung“ des Menschen an – für die es seiner Meinung nach ohnehin keinen objektiven Maßstab gibt – sondern „das Gedeihen des Menschen in unverkümmter Menschlichkeit“. Ihm geht es um die Bewahrung menschlicher Integrität in ihrer natürlichen Ausstattung zu Reichtum und Armut des Seinkönnens, die beide gleich natürlich sind – ohne dabei die Bedeutung der gesellschaftlich-sozialen Einflüsse für das Werden der Ausstattung zu erkennen /14, S. 385/. Für den Augenblick sieht Jonas allerdings die Arbeit am „eigentlichen“ Menschen als nicht vordringlich an, da es in der Gegenwart und

nahen Zukunft zunächst einmal um die Rettung der Voraussetzungen für eine menschliche Existenz überhaupt geht /14, S. 249/.

Seine Auffassungen zur Gentechnik zusammenfassend schreibt er „So will ich zum Schluß, und mit Bezug auf das ganze Gebiet der biologischen Manipulation, nur auf das nüchternste moralische Argument zurückgreifen: Taten an anderen, für die man diesen nicht Rechenschaft zu stehen braucht, sind unrecht. Das sittliche Dilemma jeder menschlich-biologischen Manipulation, die über das rein Negative der Verhütung von Erbmängeln hinaus geht, ist eben dies: daß die mögliche Anklage des Nachkommen gegen seine Hervorbringer keinen mehr findet, der Antwort und Buße leisten könnte, und kein Instrument der Wiedergutmachung. Hier ist ein Feld für Verbrechen mit völliger Straflosigkeit, deren die Gegenwärtigen – dann Vergangenen – vor ihren künftigen Opfern sicher sind. Dies allein verpflichtet sie (uns) zu äußerster, angstlicher Behutsamkeit im etwaigen Anwenden der wachsenden Macht biologischer Kunst auf den Menschen. Verhütung von Unglück allein ist hier erlaubt, kein Probieren neuartigen Glücks. Mensch, nicht Übermensch sei das Ziel.“ /15, S. 200/

Mit dieser Haltung weist sich Jonas als konsequenter Humanist aus. Allerdings werden auch seine Auffassungen in unterschiedlichen Richtungen interpretiert und genutzt.

Gentechnik – contra und pro

Eine dieser Richtungen gipfelt in der generellen – oder zumindest weitgehenden – Ablehnung einer weiteren Entwicklung und Anwendung der Gentechnik bzw. anderer moderner Biotechniken. Dabei beruft sich z. B. Schreiber auf das von Jonas postulierte „Recht zum Nichtwissen“, da nach seiner Ansicht nur mittels „einer kategorischen Absage gegenüber allen Experimenten eine drohende Entwertung menschlichen Lebens“ verhindert werden kann /16/.

Entwertung menschlichen Lebens und die Gefahr einer Zerstörung von Ökosystemen

sind die bevorzugten Ansatzpunkte von Gentechnikgegnern, die im Juli 1988 in Köln ihren ersten gemeinsamen Kongreß abgehalten haben. Im Zusammenhang mit der Diskussion über eine Entwertung menschlichen Lebens wird u. a. von Klees prononziert auf die Möglichkeiten einer mißbräuchlichen Verwendung von Genomanalysen hingewiesen: „Wenn Erwin Chargaff in Anbetracht der Entwicklung im Bereich der Gentechnik von der Gefahr eines ‚molekularen Auschwitz‘ spricht, die ich aufgrund meiner Arbeiten ebenso sehe und nachdrücklich unterstreiche, so ist die Dimension der Aufgabe beschrieben.“ /17, S. 109/. Für ihn ist die genetische Analyse der Schlüpfunkt einer Entwicklung kapitalistischer Arbeits- und Wirtschaftsorganisation, „die den Menschen zum reinen Objekt degradiert und ihn als Träger der ‚Ware Arbeitskraft‘ ... einer kalkulierten Berechnung ein in seine Erbanlage hinein zugänglich machen würde (Molekular-Taylorismus)“ /17, S. 108/. Dies ist seines Erachtens mit Menschenwürde nicht vereinbar. Deshalb ist für Klees die umfassende genetische Analyse des Menschen ein offensichtlicher Irrweg, „der nur in seinem klassenspezifischen Bezug Sinn macht“.

Ähnliche Positionen werden auch von anderen Autoren vertreten. Sie fordern eine Abkehr vom überkommenen Natur-Nutzen-Denken und schlagen zur Bewältigung der Nahrungs- und Gesundheitsprobleme der Menschheit eine bäuerlich-ökologische Landwirtschaft und die Durchsetzung einer gesünderen Lebensweise vor /18/.

Bei aller Achtung vor den lauterem Motiven der Gentechnikgegner, kann – wie die Geschichte beweist – mit einem Appell zum Wissensverzicht der wissenschaftlich-technische Fortschritt nicht aufgehalten und die Gefahr seiner mißbräuchlichen Verwendung nicht gebannt werden. Auf dieser Position stehen auch Sozialdemokraten und Gewerkschafter der BRD /19/. Sie gehen davon aus, daß der Erkenntnisfortschritt in den modernen Biowissenschaften unumkehrbar und unaufhaltbar ist. Um eine sozial und ökologisch verträgliche Nutzung der Gentechnik zu sichern, besteht deshalb aus ihrer Sicht gesellschaftlicher Handlungs- und Regelungsbedarf.

Die gewerkschaftliche Sichtweise umfaßt dabei die politischen und gesellschaftlichen Probleme ebenso wie die unmittelbaren Aspekte von Beschäftigung und Arbeitsbedingungen. Dabei richten sich die Aktivitäten auf folgende Gebiete:

- Rechtlicher Schutz vor mißbräuchlicher Anwendung der Gentechnik;
- sozialgerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen;
- Sicherung der Mitbestimmung, insbesondere bei den neuen Organisationsformen der unmittelbaren Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft;
- Schaffung eines funktionsgerechten Arbeitssicherheitssystems;
- Sicherstellung wirksamer Natur- und Umweltschutzmaßnahmen;
- Sicherung von Mitwirkungsrechten der Gewerkschaften im Rahmen der staatlichen Biotechnologieförderung;
- rechtliche Maßnahmen zur Beherrschung grundsätzlicher Probleme der Biotechnologie (Menschenrechte, Ethikfragen, Grundrechte, Patentrechte, Kartellrechte, internationale Vereinbarungen usw.) /20, S. 172/.

Aus Sicht der Gewerkschaften steht im Mittelpunkt aller Aktivitäten die Aufgabe, dafür zu sorgen, „daß die Auswirkungen neuer Technologien für die betroffenen Arbeitnehmer und ihre Angehörigen akzeptabel bleiben“.

Ausgehend von ihrem Bekenntnis zur Industriegesellschaft und ihrem Verständnis für den Einsatz modernster Techniken, um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können, fordern die Gewerkschaften eine Einbeziehung in organisierte, öffentliche Diskussions- und Mitbestimmungsprozesse, damit die Vorteile der modernen Technologien – eingeschlossen die Gentechnik – zum Nutzen der gesamten Gesellschaft wirksam und problematische soziale Nebenwirkungen sowie Gefahren für Gesundheit und Ökologie ausgeschlossen werden /20, S. 183/.

Vehement wenden sich die Gewerkschaften der BRD gegen das Fehlen einer forschungsbegleitenden Technologie-Folgen-Abschätzung, gegen eine einseitige Förmierung kommerziell verwertbarer Themen, gegen eine Bagatellisierung von Sicherheitsproblemen und gegen einen übertrie-

benen Fortschrittoptimismus, wie er insbesondere von Industrievertretern propagiert wird.

Sehen wir uns deshalb die ethisch-moralische Begründung einer solchen Position des „Fortschrittoptimismus“ näher an und betrachten dazu die von Machleidt, einem Berater der Zentralen Forschungsleitung bei Boehringer-Ingelheim, geäußerten Ansichten /21/.

Ausgangspunkt seiner Argumentation ist die auf dem christlichen Glauben fußende These, nach der der Mensch als offenes Wesen zu verstehen sei, das zu seinem Menschsein noch unterwegs ist und dem Verantwortung für diese Schöpfung weit hin in die Hand gegeben ist. Dabei haben ihm ethisch-moralische Grundsätze und Orientierungen behilflich zu sein.

Damit dies möglich ist, ist Ethik – nach Machleidt – auf das Fundament der Wirklichkeit zu stellen und mit Vernunft zu verknüpfen. Die Vernunft wiederum gebiete, zu verstehen, „daß Menschen seit Jahrtausenden züchterisch in die Natur eingreifen, daß ein ständiger Genaustausch stattfindet und, seitdem lebende Materie existiert, eine ständige Neubildung, Freisetzung, Vermehrung und Vereinzelung von Lebewesen stattfindet“. Deshalb sei die Angst vor der Gentechnik, die z. T. mit „unbegreiflichen Horrorvisionen auf der Grundlage hypothetischer Risiken“ geschürt wird, überzogen. Obwohl es nach Ansicht von Machleidt „keine überzeugenden wissenschaftlichen Ansätze für ein unvorhersehbares Gefährdungspotential, das spezifisch der Gentechnik zuzuschreiben wäre, gibt“, wird mit der Angst Meinungsbildung betrieben.

Natürlich birgt die Anwendung der Gentechnik zwecks Nutzung ihrer Chancen auch Risiken in sich, denn ein „Nullrisiko“ gibt es nicht. Doch „durch rationale, die Tatsachen beachtende Klärung der Nutzen-Risiko-Balance ist dieses beherrschbar“. Dabei ist – nach Ansicht der „Fortschrittoptimisten“ – darauf zu achten, daß unsere Angst vor dem Risiko nicht zu unserem größten Risiko wird, denn „Angst kann leicht zu unvernünftigem Handeln verführen“. Zur Vermeidung der Risiken genüge es bereits, „geeignete Sicherheitsbestimmungen“ zu erarbeiten. In diesem Zu-

sammenhang wird der Gesetzgeber aufgefordert, durch seine Gesetzgebung nicht „Belehren und Disziplinieren“ zu wollen, sondern, durch Orientierung auf „pragmatische Lösungen“, die Bemühungen von Wissenschaft und Wirtschaft zu unterstützen. Im Kern läuft die von Machleidt und anderen vertretene Position darauf hinaus, daß Gentechnik wohl Risiken in sich birgt, daß diese jedoch, wenn man Wissenschaft und Wirtschaft nur machen läßt, ohne sie allzusehr zu reglementieren, schon bewältigt werden.

In Anbetracht des Ausmaßes des Machbaren und der möglichen Folgen ist eine solche Herangehensweise an die Probleme der Gentechnik meiner Meinung nach nicht akzeptabel. Indem der Mensch heute – und künftig noch mehr – sowohl sich selbst als auch das Gleichgewicht der Natur insgesamt gefährden kann, bedürfen Entscheidungen mehr als nur kommerzieller oder innerwissenschaftlicher Begründungen. Es gilt vielmehr, eine breite Öffentlichkeit zu befähigen, mit Sachkunde urteilen zu können und sie in die erforderlichen Entscheidungen einzubeziehen. Dies durchzusetzen geht jedoch nicht ohne die politische Auseinandersetzung mit den jeweils Mächtigen in Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Das ist nicht nur ein Standpunkt der von Marxisten, Sozialdemokraten und Gewerkschaftern vertreten wird, sondern den auch Christen beziehen. So schreibt Altner: „Christliche Sozialpolitik und sozialdemokratische Kapitalismuskritik begegnen sich in dem Anliegen, den Mißbrauch der neuen Technologien, der unter dem Druck von politischen und wirtschaftlichen Interessen betrieben werden kann, zu verhindern.“ /22, S. 120/ Die theologisch-ethische Bewertung der Gentechnik basiert auf folgenden Grundpositionen /23/. Ausgehend von der Schöpfungstheologie hat der Mensch ein Eingriffsrecht in die Natur, ist aber für sein Handeln auch verantwortlich und kann deshalb schuldig werden. Bezogen auf die Gentechnik bedeutet dies, daß ihre generelle Ablehnung aus verantwortungsethischer Sicht ebenso wenig zu rechtfertigen sei wie eine Verharmlosung ihrer potentiellen Gefahren und Risiken für Mensch und Natur. Daraus entsteht die Aufgabe einer

ethischen Überprüfung der konkreten gen-technologischen Ziele und Forschungsvor-haben, um Schaden zu vermeiden, ohne auf möglichen Nutzen zu verzichten.

Die dazu erforderlichen Grundsätze und Kriterien sowie die daraus abzuleitenden Handlungsorientierungen und Normen muß der Mensch selbst setzen.

Aus theologisch-ethischer Sicht gehören dazu:

1. Die Unverfügbarkeit der Schöpfung („Die Anerkennung des Unverfügablen in der Vielgestaltigkeit der Natur ist die Grundvoraussetzung für den Umgang mit der verfügenden Vernunft wissenschaftlich-technischer Planungen ...“ /24/). Daraus resultiert die Verpflichtung, in die Kontinuität und Eigengesetzlichkeit der Schöpfung nicht willkürlich einzugreifen, sofern nicht auf Grund eines nachweisbaren Übels – Krankheit, genetischer Schaden – ein Eingriff zu rechtfertigen ist und dadurch die Zukunft nicht unangemessen festgelegt wird. „Uns Christen gebietet unsrer Ethos, die Schöpfung zu bewahren und lebenswert für alle, die nach uns kommen, zu erhalten.“ /25/

2. Die Bewahrung der Gottesebenbildlichkeit und Würde des Menschen in Gegenwart und Zukunft

3. Umfassende Abschätzung des Risikos geplanter Vorhaben

Zeichnen sich im Ergebnis einer solchen Risikoabwägung irreversible Gefahrenpotentiale ab, ist auf die geplante Aktion zu verzichten. (Dies entspricht der von Jonas empfohlenen Vorschrift, „daß der Unheilsprophezeiung mehr Gehör zu geben ist als der Heilsprophezeiung“. /14, S. 70/)

Altner faßt die theologisch-ethisch begründete Position zur Gentechnik wie folgt zusammen: „Der Mensch kann und darf die Natur gestalten, aber die Überschreitung des ihm Möglichen und Aufgetragenen vollzieht sich dort, wo es zur Ausrottung von Arten kommt, wo Schmerz, Krankheit und Tod Lebewesen unbillig zugefügt werden, wo das Subjektsein des Menschen verachtet und wo kommende Generationen durch willkürliche Eingriffe ihrer Zukunft beraubt werden.“ /26/ Somit betont auch die theologisch-ethische Sicht auf die Gentechnologie die Verantwortung des Menschen gegenüber der Natur und

seiner eigenen Entwicklung. Um dieser Verantwortung gerecht werden zu können, wird die Realisierung folgender Maßnahmen als geeignet angesehen:

- Verantwortungsethisch begründete Selbstkontrolle der Wissenschaftler bzw. Kontrolle der Wissenschaftler durch geeignete, zu schaffende Gremien;
- Kontrolle der angestrebten Ziele durch die Öffentlichkeit auf breiter demokratischer Grundlage;
- Schaffung von „Institutionen gemeinsamer Verantwortung“ durch Wirtschaft, Politik und Wissenschaft;
- Aufbau eines Netzes wirksamer juristischer Sanktionen.

Über die Wirksam- und Machbarkeit der einzelnen Maßnahmen soll hier nicht weiter diskutiert werden. Sicher ist jedoch, daß sich über sie ein breites Feld von Anknüpfungspunkten für die Zusammenarbeit mit Vertretern verschiedenster Auffassungen ergibt, was für die Lösung der vor der Menschheit stehenden Probleme förderlich ist und deshalb unbedingt in praktisches Tun umgesetzt werden muß – im Sinne einer Verantwortungsgemeinschaft.

Der amerikanische Biologe Stent kommt zu dem Schluß, daß die moderne Biologie die Menschen vor unlösbare ethische Probleme stelle: „Zusammenfassend weise ich darauf hin, daß die moderne Biologie nicht nur unser Wohlergehen vergrößert und unser Verständnis der Natur bedeutend erweitert hat, sondern uns auch vor komplexe, wahrscheinlich unlösbare ethische Probleme stellt“. /29, S. 101/

Und an anderer Stelle schreibt er: „Hier auf moralischem Gebiet besteht ... tatsächlich eine Art logischer Widerspruch, der meiner Ansicht nach nicht auflösbar ist.“ /29, S. 106/ Wie begründet er seine Auffassung? Für ihn ist die von Descartes postulierte Trennung von Körper (Materie) und Denken (Geist, Seele, Vernunft) die entscheidende Ausgangsposition /30/. So behauptet er: „Für die Behandlung der Überschneidung von Sittenlehre und Biologie hat bisher nichts die kartesianische Formulierung des Leib-Seele-Problems verdrängt.“ /29, S. 90/ Indem Stent die gleichberechtigte Existenz von Körper und Geist akzeptiert, akzeptiert er auch die

gleichberechtigte Existenz zweier ethischer Grundkonzeptionen, nämlich die von Aristoteles ausgehende „natürliche Ethik“ und die „idealistiche Ethik“ des Platon. Aus der Anwendung dieser Konzeptionen auf die Gentechnik ergibt sich für ihn der eingangs formulierte unlösbare Widerspruch: „Die naturalistische Ethik erträumt eine bessere Welt, deren Bewohner keine wirklichen Personen sind, sondern nur Leiber, die alle guten Gene der Menschen in sich vereinigen und von den schlechten keine besitzen. Solange, bedingt durch die Unberechenbarkeit des althergebrachten Geschlechtsverkehrs, keine Aussicht auf eine Entstehung solcher genetisch perfekten Geschöpfe bestand, mochte das als ein glaubhafter Traum hingehen. Nun aber hat der Fortschritt der Gentechnik dieses Ziel in den Bereich des technisch Machbaren gerückt und plötzlich wird klar, daß vom Standpunkt der idealistischen Ethik der Wunschtraum der Eugenik tatsächlich nur ein Alptraum ist.“ /29, S. 93/94/ Stent sieht somit einen unüberbrückbaren Widerspruch einerseits zwischen dem „naturalistischen“ Bemühen des Menschen um sein körperliches Wohlergehen und andererseits dem „idealistically“ motivierten Bewahren seiner unverwechselbaren Individualität. „Indem sie die Möglichkeit einer humanen Implementation der Eugenik durch Klonieren greifbar machte, zeigte uns die Biologie, daß wir den naturalistischen Wunschtraum einer von genetisch perfekten, gleichartigen Exemplaren der Gattung *Homo sapiens* bevölkerten Erde aus idealistisch-moralischen Gründen gar nicht wollen.“ /29, S. 101/

Abgesehen von den Bedenken um die Realisierbarkeit des „genetisch perfekten Menschen“, stoßen die Positionen von Stent auch wegen ihrer ethisch-moralischen Begründung und der möglichen Konsequenzen auf Widerspruch.

Als Vertreter eines eindeutig *biologistischen* Konzeptes erweist sich z. B. Hormann. Er vertritt die Auffassung, daß die in den Genen fixierten Instinkte in entscheidendem Maße menschliche Moral bestimmen. „Zu einem kausalen Verständnis sowohl der menschlichen Wertvorstellungen als auch des Aggressionsverhaltens ist nur

über die Betrachtung einer Grunderscheinung des Lebendigen vorzudringen – der „Selbstsucht der Gene“ /31, S. 38/. Was „gut“ und „böse“, was „schön“ und „häßlich“ ist, darüber entscheiden nach seiner Ansicht die angeborenen Instinkte /31, S. 37/. Danach wäre alles Handeln, auch das im Zusammenhang mit Gentechnik, moralisch vorprogrammiert. Zwar versucht Hormann durch die Einführung des Regulators „Interessen“ den Widerspruch zwischen seiner These und der Wirklichkeit abzubauen, kann dies aber nur um den Preis der Prophezeiung einer düsteren und chaotischen Zukunft für die Menschheit /31, S. 38/. Damit erweist sich diese theoretische Position als wenig geeignet, menschliches Denken und Tun optimistisch zu orientieren. Der von Hormann vertretene biologistische Standpunkt ist bei wissenschaftlicher Prüfung nicht haltbar. Das betrifft sowohl die fachwissenschaftliche als auch die philosophische Analyse /32/. Ethisch-moralische Probleme der Biotechnologie – eingeschlossen die der Gentechnik – wurden seit Beginn der siebziger Jahre zunehmend auch von dialektisch-materialistisch orientierten Autoren aus der DDR bearbeitet. Die dabei bezogenen Standpunkte sind von einem prinzipiellen Optimismus gekennzeichnet, der von der Überzeugung – oder wenigstens der Hoffnung – ausgeht, daß es gesellschaftlich zunehmend besser gelingen kann, Technologien zum Wohle der Menschen zu beherrschen sowie Schaden und Mißbrauch abzuwenden bzw. zu verhindern /33/ /34/. Auf das entscheidende Problem hat bereits F. Engels aufmerksam gemacht, indem er schrieb: „Schmeicheln wir uns indes nicht zu sehr mit unseren menschlichen Siegen über die Natur. Für jeden solchen Sieg rächt sie sich an uns. Jeder hat in erster Linie zwar die Folgen, auf die wir gerechnet, aber in zweiter und dritter Linie hat er ganz andere, unvorhergesehene Wirkungen, die nur zu oft jene ersten Folgen wieder aufheben“ /36, S. 173/.

Deshalb ist das Knüpfen eines Sicherheitsnetzes mit ausreichend engen Maschen eine vorrangige und ständige Aufgabe, die „praktische Vernunft und politische Weisheit“, wie Geissler und Mocek formulierten, erfordert /vgl. 13/.

Nach Ansicht von Löther sind die dazu notwendigen Zielvorgaben, Bewertungskriterien und Anforderungsstrategien aus dem Humanismus abzuleiten, wobei die philosophische Forschung Orientierungshilfe zu leisten hat. Prinzipiell geht es darum, ein System von Grundsätzen und Kriterien zu entwickeln und ständig zu vervollkommen, mit dessen Hilfe es möglich ist, genetotechnologische Eingriffe in Biosysteme mit ihren Nah- und Fernwirkungen daraufhin zu prüfen, ob die geplanten Aktivitäten gerechtfertigt, ökologisch vertretbar, technologisch beherrschbar und humanitär verantwortbar sind /35, S. 237/.

Dazu müssen Ethiker im Zusammenwirken mit anderen Gesellschafts-, Natur- und Technikwissenschaftlern und Praktikern ihren spezifischen Beitrag leisten. Vor der Ethik als Wissenschaft steht deshalb u. a. die Aufgabe, durch eine Präzisierung und Erweiterung des Systems moralischer Werte daran mitzuwirken, daß die Verwertung des Wissens zu einer Zunahme an menschlicher Freiheit und damit zu einem Humanitätsgewinn führt.

Insbesondere ist in diesem Zusammenhang die Forderung nach einer Vertiefung des Menschenbildes und der theoretischen Klärung der Kategorien Verantwortung und Verantwortlichkeit zu erheben.

Auch in diesem Zusammenhang ist eine Beschäftigung und wissenschaftliche Auseinandersetzung mit bereits vorliegenden Überlegungen – z. B. dem „Prinzip Verantwortung“ von Jonas – nützlich und unerlässlich. Dabei kann festgestellt werden, daß es bezüglich der abgeleiteten Handlungsorientierungen, trotz der unterschiedlichen theoretischen Ausgangsposition, große Übereinstimmung gibt. Belegt wird dies u. a. durch jüngste Publikationen von Geissler und Mocek /13, S. 390/ sowie von H. Hörz.

So kommt Hörz im Ergebnis einer Zusammenfassung vieler Diskussionen um Verantwortung bei der Verwertung von Wissen zur Formulierung folgender Gebote, die den Charakter von Handlungsorientierungen haben:

1. Gebot der Beseitigung von Gefahrenrisiken ...
2. Gebot zum Erfolgsrisiko ...
3. Gebot zur Achtung der Persönlichkeit ...

4. Gebot zur humanen Naturgestaltung ... /37/.

Diese Handlungsorientierungen gelten natürlich auch für die Bearbeitung biotechnologischer Fragestellungen.

Geissler und Mocek leiten Grundsätze für die Gentechnik ab, die sich ebenfalls als Handlungsorientierungen formulieren lassen /13, S. 390/. Sie kommen zu dem Schluß: „Diese Grundsätze, ..., verwahren sich gegen jede Form einer genetisch-manipulativen Gestaltung von Individuum und Gesellschaft – wiederum ganz abgesehen davon, inwieweit eine solche wissenschaftlich-technisch je durchführbar wäre“ /13, S. 390/.

Mit der Ausarbeitung und theoretischen Begründung solcher Grundsätze und Handlungsorientierungen ist aber erst ein – wenn auch sehr wichtiger – Schritt getan.

Entscheidend ist jedoch letztlich ihre wirksame Umsetzung in die Praxis. Dies geschieht immer durch handelnde Menschen. Deshalb hat aber auch der Subjektivismus immer wieder eine reale Chance, so daß die Gefahr von Fehlentscheidungen oder Mißbrauch von Erkenntnissen bzw. Macht ständig potent ist. Um diese Gefahr wenigstens einzuschränken, ist die praktische Durchsetzung demokratischer Prinzipien in der Gesellschaft unerlässlich. In diesem Zusammenhang fordert u. a. Thieme: „daß eine neue Qualität selbstständiger demokratischer Aktivität der Werktäglichen ... zu einer notwendigen Voraussetzung für die wirksame Verbindung von wissenschaftlich-technischem, ökonomischem und sozialem Fortschritt wird“ /38/.

Auch für Starlinger erfordert die Minimierung von Risiken und Gefahrenpotentialen – wie sie sich u. a. aus der Gentechnik ergeben – die umfassende Durchsetzung von Demokratie /39/. Eine informierte und mitdiskutierende Öffentlichkeit muß auf der Basis von Vernunft und Aufklärung in die wesentlichen Entscheidungsprozesse einbezogen werden und wirksame Kontrollen ausüben können. (Dazu hat auch Bildung – u. a. im Biologieunterricht – einen unverzichtbaren elementaren Beitrag zu leisten!)

Es gilt, sich auf die von Engels formulierte Position zu besinnen, „daß unsere

ganze Herrschaft über sie (die Natur, C. G.) darin besteht, im Vorzug vor allen anderen Geschöpfen ihre Gesetze erkennen und richtig anwenden zu können". /36, S. 174/

Vergleicht man die dargestellten ethisch-moralischen Positionen zur Gentechnik, ihre Begründungen und die abgeleiteten Handlungsorientierungen, so werden neben Übereinstimmungen auch erhebliche Unterschiede deutlich. Trotz aller Verschiedenheit der Auffassungen kann es jedoch letztlich nur darum gehen – im Interesse einer Lösung der vor der Menschheit stehenden Probleme – einen tragfähigen Konsens zum gemeinsamen Handeln zu finden. Dabei geht es auch und gerade um die Beherrschung der Kehrseite des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, die die Menschheit mit ihrer Selbstvernichtung bedroht. Die Lösung dieses Problems vertraute Engels schon vor mehr als 100 Jahren menschlichem Wissen und menschlicher Vernunft an, indem er schrieb: „Namentlich seit den gewaltigen Forschritten der Naturwissenschaft in diesem Jahrhundert werden wir mehr und mehr in den Stand gesetzt, auch die entfernteren natürlichen Nachwirkungen wenigstens unserer gewöhnlichsten Produktionsbehandlungen kennen und damit beherrschen zu lernen. Je mehr dies aber geschieht, desto mehr werden sich die Menschen wieder als Eins mit der Natur nicht nur fühlen, sondern auch wissen und je unmöglich wird jene widersinnige und widernatürliche Vorstellung von einem Gegensatz zwischen Geist und Materie, Mensch und Natur, Seele und Leib ...“ /36, S. 174/.

Leider hat die viel beschworene menschliche Vernunft bis heute nicht gesiegt, so daß Gorbatjow eine „Revolution im Bewußtsein“, ein „Umdenken im Mensch-Natur-Verhältnis und in den Beziehungen der Menschen zueinander“ als unerlässliche Voraussetzung für die Lösung der vor der Menschheit stehenden Probleme fordert: „Nur auf dieser Grundlage können sich eine neue Kultur und eine neue Politik entwickeln, die den Herausforderungen der Zeit gewachsen sind.“ /40/

Literaturhinweise können bei der Redaktion angefordert werden.

Theorie und Praxis des Unterrichts

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

PETER PEULEKE

Varianten für den Einstieg

Ziel der Einführung sollte es sein, so viel an Wissen über Fortpflanzung und über die Beziehungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt zu reaktivieren, daß die Schüler Mendels Ansatz – seine Beobachtungen und Schlußfolgerungen – gedanklich erfassen und unter Benutzung des Fachwortschatzes sprachlich formulieren können. Neben dem Schaffen dieser Voraussetzungen sollten die Schüler auch emotional auf das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Fortpflanzung, Entwicklung und Vererbung „eingestimmt“ und auf eine schrittweise Aneignung vorbereitet werden.

Nach einer Variante wurden in der ersten Stunde beispielsweise wesentliche Inhalte über Fortpflanzung, Art, Population und Wirken von Umweltfaktoren wiederholt. Die Begriffe Generationsfolge, Eltern- und Tochtergeneration wurden neu eingeführt. (Wir meinen, daß hierbei der Einfachheit halber auch mit der bekannten Kennzeichnung P , F_1 , F_2 usw. operiert werden kann.) Dabei gingen wir vom biologischen Objekt aus. Mehrere Vertreter von Pflanzen einer Art mit verschiedenen Erscheinungsbildern wurden demonstriert. Die Lehrer orientierten zunächst auf das Gemeinsame (Konstante) und forderten die Schüler auf, die Art(en) zu benennen und zu beschreiben. Dabei können Artenkenntnisse gefestigt, der Begriff „Art“ kann wiederholt werden. Günstig wäre es, wenn zu diesem Zeitpunkt Mendels Hauptuntersuchungsobjekt – die Saaterbse – als Originalobjekt zur Verfügung stände (dazu müßten spätestens Ende Juni Erbsen ausgesät werden). Über Fragestellungen nach dem Aussehen möglicher Nachkommen durch Einbeziehen von Wissen der Schüler über die Ausbildung von Merkmalen in ihren Familien

bzw. durch Demonstration z. B. der Ausprägung der „Habsburgerlippe“ /1, S. 141–144/ wurde im Unterrichtsgespräch ein Tafelbild (in Anlehnung an einen Vorschlag in den Unterrichtshilfen, S. 149, Übersicht 1) entwickelt.

Die Begriffe Generationsfolge, Eltern- und Tochtergeneration wurden dargeboten. Damit wurde betont, daß ein Ergebnis von Fortpflanzung und Vererbung darin besteht, daß Nachkommen entstehen, die in bestimmten Merkmalen mit ihren Eltern übereinstimmen.

Dieser Konstanz in der Merkmalsausbildung wurde nun Variabilität gegenübergestellt. Auch hierbei gingen wir von beobachtbaren Erscheinungen aus:

- Erbsen mit unterschiedlicher Wuchshöhe und Blattfärbung, mit runden und kantigen, mit gelben und grünen Samen, mit weißen und roten Blüten (Futtererbsen vom Zwischenfruchtabau);
- „Normal“- und Drehform der Hasel;
- Nasenformen beim Menschen /2, S. 115/.

Die Schüler wurden aufgefordert, Ursachen für die demonstrierte und ihnen aus ihren Erfahrungen hinlänglich bekannte Mannigfaltigkeit anzugeben.

Zum einen erkannten sie diese im Wirken unterschiedlicher Umweltfaktoren, zum anderen wurde ihnen verdeutlicht, daß sie allein damit nicht alle Erscheinungen erklären können.

Auf einer Folie wurde der erreichte „Erkenntnisstand“ zusammengefaßt und das „noch Unbekannte“ in Form von Fragen formuliert:

- Welche Faktoren außer den Umweltfaktoren bestimmen die Ausbildung von Merkmalen?
- Warum entstehen aus Erbsensamen immer wieder Erbsenpflanzen?
- Können aus runden Erbsensamen Pflanzen entstehen, die kantige Samen haben und umgekehrt?

(Vgl. /3, S. 5 u. 6/)

Ist ausreichend Zeit, kann der Lehrer mit Mendel den Wissenschaftler vorstellen, dem es als erstem gelang, auf einige der aufgeworfenen Fragen experimentell belegte Antworten zu geben und einen Schüler beauftragen, über Mendel sein Leben und seine Zeit, einen Vortrag zu halten.

Als Hausaufgabe wurde die Aufgabe 1 (Lehrbuch, S. 9) an alle Schüler gestellt. Mit dieser Variante realisierten wir einen Einstieg auf einer mehr rationalen Ebene.

Kollegen, die ihre Schüler stärker emotional ansprechen wollten, bedienten sich solcher Möglichkeiten:

- Einspiel des Gerhard-Schöne-Songs „Wellensittich und Spatzen“ /4, S. 2/ mit anschließender Schülerdiskussion: „Was ist normal?“; „Was ist anders?“; „Wie werden solche Merkmale ausgeprägt?“;
- Demonstrieren von ausgestorbenen und rezenten Organismen mit Fragestellungen nach der Konstanz und Veränderlichkeit bestimmter Organismengruppen;
- Konfrontation der Schüler mit biologischistorischen Inhalten (siehe /5, S. 27/)

„Finden“ der Mendelschen Gesetze

In die Zielstellung für die folgenden zwei Stunden wurde die Kontrolle der Hausaufgabe – Variabilität in Populationen und ihre Ursachen – integriert. Den Schülern wurde bewußtgemacht, daß sie diese Aufgabenstellung (noch) nicht vollständig bewältigen können. Davon ausgehend entwickelten wir die Motivation, Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten der Vererbung, Fortpflanzung und Entwicklung kennenzulernen.

Mit dem Vorstellen Mendels wird die Zielstellung für die nächsten Stunden präzisiert.

In den meisten Fällen war es den Schülern zeitlich nicht zuzumuten, einen Vortrag über Mendel und seine Zeit auszuarbeiten. Aussagen über Herkunft und Lebensdaten Mendels und den damaligen Stand der wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung wurden dann in einem Lehrvortrag dargeboten. Auf die Herangehensweise Mendels, auf seine Ergebnisse in Form der Mendelschen Gesetze und auf die Würdigung seiner Leistungen gingen wir zu diesem Zeitpunkt nicht ein /6, S. 368ff./. Aus der wissenschaftshistorischen Situation heraus wurde die Frage „Was machte Mendel anders als seine Vorgänger bzw. Zeitgenossen?“ gestellt. Ihre Beantwortung bewältigten die

Übersicht 1: Ergebnisse der Kreuzung reinerbiger Erbsensorten

Merkmale der P-Generation	Merkmale der F ₁ -Gen.		Merkmale der F ₂ -Gen.			
	Merkl	Anzahl	Merkl	Anzahl	Zahlenverhnt.	%
gelbe Samen grüne Samen	gelbe Samen	alle	gelbe Samen grüne Samen	6 022	<u>3,01</u> 1	75 25
runde Samen kantige Samen	runde Samen	alle	runde Samen kantige Samen	5 474	<u>2,96</u> 1	75 25
gewölbte Hülsen eingeschnürte Hülsen	gewölbte Hülsen	alle	gewölbte Hülsen eingeschnürte Hülsen	882	<u>2,95</u> 1	75
rote Blüten weiße Blüten	rote Blüten	alle	rote Blüten weiße Blüten	705 224	<u>3,15</u> 1	76 24
grüne Hülsen gelbe Hülsen	grüne Hülsen	alle	grüne Hülsen gelbe Hülsen	428	<u>2,82</u> 1	74 26
lange Blütenachse kurze Blütenachse	lange Blütenachse	alle	lange Blütenachse kurze Blütenachse	787 277	<u>2,84</u> 1	74 26

Schüler selbstständig mit Hilfe des Lehrbuchs: Mendel untersuchte Einzelmerkmale, z. B. Samenfarbe oder Samenform; kreuzte u. a. reinerbige Erbsensorten miteinander; arbeitete mit einer großen Anzahl von Erbsenpflanzen, zählte und wertete viele Einzelmerkmale aus.

Vom Lehrer wurde ergänzt, daß unter Kreuzung eine Form der geschlechtlichen Fortpflanzung unterschiedlicher Individuen verstanden wird, daß Erbsen Selbstbestäuber sind, daß Mendel beim Kreuzen die Staubgefäß entfernen mußte und die Blüten künstlich bestäubte.

Seine Vermutung über zwei Anlagen pro Merkmal und ihre Weitergabe in der Generationsfolge teilten wir zu diesem Zeitpunkt nicht mit. Wir haben damit bewußt den „historischen Erkenntnisweg“ verlassen, um unseren Schülern zu ermöglichen, zu einem späteren Zeitpunkt auf der Basis empirisch ermittelter Daten und in „Auswertung“ der Mendelschen Gesetze selbstständig und aktiv diese Inhalte als Schlussfolgerungen abzuleiten.

Der Inhalt des Begriffes „reinerbig“

konnte demzufolge nicht als Gleichartigkeit der beiden Anlagen für ein Merkmal bestimmt werden. Es reicht zu diesem Zeitpunkt aus, diesen Begriff wie folgt festzulegen: Reinerbig gelbsame Erbsenpflanzen erbringen miteinander gekreuzt nur Nachkommen mit gelber Samenfarbe.

So waren Voraussetzungen dafür geschaffen, daß die Schüler die Kreuzungsexperimente Mendels erfassen konnten. Der Lehrer beschrieb mit Demonstration der Originalobjekte als erste Mendelversuche die Kreuzung von reinerbig gelbsamigen mit reinerbig grünsamigen Erbsenpflanzen. Die Schüler betrachteten die Abbildung im Lehrbuch (S. 11).

Ehe die Schüler aufgefordert wurden, diese Ergebnisse zu verallgemeinern, mußten noch weitere Kreuzungsbeispiele dargeboten werden. Dazu setzten wir folgende Folie ein (linke Hälfte, bis zu F₁; vgl. Übersicht 1).

Als Verallgemeinerung formulierten die Schüler selbstständig Aussagen, die sinngemäß dem Wortlaut des 1. Mendelschen Gesetzes entsprachen. Eventuelle Fragen,

warum z. B. beim ersten Experiment die F_1 -Erbseren nur gelbe Samen haben und wo das Merkmal grüne Samenfarbe „bleibt“, haben wir bewußt offengehalten.

Das 2. Mendelsche Gesetz wurde auf ähnlicher empirischer Basis abgeleitet. Nach Kontrolle der Hausaufgaben (Lehrbuch S. 11, Aufg. 2) wurden die offenen Fragen der letzten Stunden wieder aufgegriffen: „Was beobachtete Mendel, als er die F_1 -Erbseren miteinander kreuzte?“ Das Beobachtungsergebnis wurde demonstriert. Dazu eigneten sich in Folie eingeschweißte runde und kantige bzw. gelbe und grüne Erbsensamen mit entsprechendem Zahlenverhältnis oder/und der 2. Teil obiger Folie, bei der die letzten beiden Spalten abgedeckt waren.

Mit der zweiten Variante – Demonstrieren der von Mendel ermittelten Zahlen – erzielten wir mehr Verständnis. In ihre Darstellungen bauten die Lehrer Informationen über den zahlenmäßigen Umfang der ermittelten Daten und der Art und Weise ihrer Auswertung ein (siehe /7, S. 41ff./, /5, S. 33 u. 34 /3, S. 10, 12/). Damit sprachen wir die Schüler emotional an, bereiteten die Würdigung der Leistungen Mendels vor und machten sichtbar, wie man an die Lösung einer wissenschaftlichen Aufgabenstellung herangehen kann.

Im Unterrichtsgespräch wurde der Schluss erarbeitet, daß aufgrund der Uneinheitlichkeit der F_2 die F_1 -Organismen nicht reinerbig sein können. Die Schüler wurden dann aufgefordert, die Aufspaltungsverhältnisse (mit Hilfe des Taschenrechners, arbeitsteilig) zu berechnen. Kontrolliert wurde durch Aufdecken der Folie.

Damit waren die Voraussetzungen gegeben, daß die Schüler in Verallgemeinerung der Daten selbständig Aussagen formulieren konnten, die sinngemäß dem Inhalt des 2. Mendelschen Gesetzes entsprachen.

Bis zu diesem Zeitpunkt verwendeten wir kein symbolhaften Darstellungen wie z. B. vereinfachte Kreuzungsschemata. Auch ein Modellexperiment zum Nachweis des statistischen Charakters des zweiten Mendelschen Gesetzes paßt unserer Meinung nach hier nicht in den vom Lehrplan konzipierten und von uns nachvollzogenen Erkenntnisgang. Wir blieben bewußt auf der Ebene „beobachtbare Er-

scheinungen“, Ermitteln und Zusammenfassen der Daten, Verallgemeinern zu Aussagen, die inhaltlich dem 1. und 2. Mendelschen Gesetz entsprachen. Erklärungen konnten wir bis zu diesem Zeitpunkt nicht geben.

Schlüssefolgerungen Mendels – erstes Erklärungsniveau

In dieser thematischen Einheit vollzogen die Schüler den Übergang von der Empirie zur Theorie.

Dabei gingen wir von einer Hausaufgabe – differenziert gestellt in der vorangegangenen Stunde – aus: Es wurden zwei reinerbige Erbsensorten mit roter bzw. weißer Blütenfarbe gekreuzt. In der F_1 blühen alle Erbsen rot.

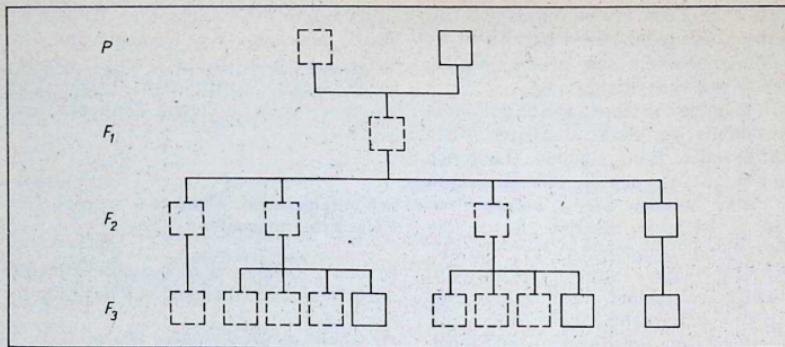
Für alle Schüler: Welche Merkmalsausbildung ist in der F_2 zu erwarten? Welche Gesetze liegen den Erscheinungen zugrunde? Für leistungsstarke Schüler: Die F_2 -Organismen werden durch Selbstbefruchtung weitervermehrt. Welche Merkmalsausbildung hat die F_3 ?

Beiden Schülergruppen wurde der Hinweis gegeben, das Lehrbuch (S. 11/12) zu nutzen.

Die Schüler beschrieben die Merkmalsausbildung und erläuterten dabei die Aussagen des 1. und 2. Mendelschen Gesetzes. Jetzt, nachdem beide Gesetze „empirisch abgeleitet“ waren und am Beispiel erläutert werden konnten, erschien es uns möglich und notwendig, den Kreuzungsgang schematisch mittels einer Folie darzustellen (Abb. 1).

Bisher offene Fragen wurden wieder aufgegriffen bzw. neu gestellt:

- Wo bleibt das Merkmal weiße Blütenfarbe in der F_1 ?
- Was wird von den Eltern auf die Nachkommen übertragen?
- Wieviel Anlagen sind in einer Körzelle pro Merkmal vorhanden?
- Was passiert bei der Befruchtung, was nicht?
- Wieviel Anlagen pro Merkmal sind in den Geschlechtszellen vorhanden?
- Warum so viele Erbsenpflanzen mit roten Blüten?
- Warum das Spaltungsverhältnis 3:1?



[] : Symbol für rotblühende Erbsenpflanzen

[] : Symbol für weißblühende Erbsenpflanzen

Abb 1

Zunächst wurden die Fragen 1 bis 3 in selbständiger Arbeit mit dem Lehrbuch von den Schülern beantwortet. Den Bezug zu Mendel stellten wir mit dem Hinweis auf die Frage 2. (Lehrbuch, S. 13) her. Im Unterrichtsgespräch konnten daraufhin die Begriffe „reinerbig“ und „mischerbig“ inhaltlich erweitert werden. Die neuworbenen Kenntnisse wurden bei einer nochmaligen Erläuterung des Kreuzungsganges angewendet.

In ähnlicher Weise wurden die anderen Fragen geklärt. Erzieherisch bedeutsam erschien es uns, bewußtzumachen, daß Frage 7 an dieser Stelle noch nicht beantwortbar ist und daß diese ersten, noch unvollständigen Erklärungsversuche neue Fragen, z. B. nach dem Träger der Erbanlagen oder nach ihrer Verteilung und Kombination, aufwerfen.

Im Ergebnis wurde folgender Merktext formuliert:

Schlüssefolgerungen Mendels

1. Zur Ausbildung von Merkmalen werden Anlagen vererbt.
2. In Körperzellen sind für jedes Merkmal zwei Anlagen getrennt voneinander vorhanden, in den Geschlechtszellen nur eine Anlage pro Merkmal.
3. Anlagen können getrennt und unabhängig voneinander von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden.

4. Von einem Anlagenpaar kann eine Anlage ein „Übergewicht“ haben und sich in der Merkmalsausbildung auswirken.
Die STE 1.1. schloß mit einem Lehrvertrag über die Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze und mit einer Wertung der wissenschaftlichen Leistung J. G. Mendels durch die Schüler.

(Fortsetzung im nächsten Heft)

Greenpeace

Greenpeace International hat sich vor kurzem auch in der DDR etabliert. Mit eigenen Mitarbeitern arbeitet die DDR-Sektion der Umweltschutzorganisation in Berlin. Entsprechend der internationalen Struktur der Organisation soll sich ihre Arbeit auch auf grenzüberschreitende Umweltprobleme erstrecken. Themen sind vor allem Müllhandel, Waldsterben, Wasserverschmutzung und Kampf gegen die Nutzung von Atomenergie. Erste lokale Gruppen haben sich inzwischen in Rostock und Magdeburg gebildet.

Quelle: Öko-Report Nr. 1, – Panorama DDR, AuslandsPresseagentur GmbH

Unterricht über „Vererbung“ mit Einbeziehung täglicher Übungen

GERTRAUDE MORGENSTERN

Dieser Beitrag soll mein Vorgehen am Beispiel der Unterrichtsstunden der Stoffeinheit 1.1. und weiterführend am Beispiel ausgewählter Unterrichtsphasen aus den Stoffeinheiten 1.2. und 1.3. verdeutlichen. Dabei beziehe ich mich besonders auf erste Erfahrungen zur schrittweisen Führung der Schüler von der empirischen Beobachtung des Vererbungsgeschehens zum Erkennen und Erklären der Vererbungsgesetze sowie auf erste Erfahrungen zur Gestaltung von Festigungsphasen mit täglichen Übungen in den Stoffeinheiten 1.2. und 1.3.

Zur Realisierung der Stoffeinheit 1.1. entschied ich mich, fünf Unterrichtsstunden zu planen. Alle Schüler sollten ausreichend Zeit haben, sich mit Beobachtungen auseinanderzusetzen, Fragen zu stellen, erste Antworten oder Vermutungen zu finden und die Arbeitsweisen Mendels zu begreifen. Gleichzeitig wollte ich auch die erforderliche Zeit für die Reaktivierung von Wissen und für das Festigen erster grundlegender Kenntnisse sichern.

Dazu ein Auszug über die Verteilung des Lehrplanstoffes der Stoffeinheit 1.1. aus meiner langfristigen Planung:

1. Stunde: Vererbung und Fortpflanzung als Lebensvorgänge zur Erhaltung der Art, Übereinstimmung der Lebewesen einer Art in wesentlichen arttypischen Merkmalen, Variabilität in der Merkmalsausbildung innerhalb von Generationenfolgen.

2. Stunde: Mendels historischer Erkenntnisweg, seine Ziele, seine Arbeitsmethoden und Vermutungen.

3. Stunde: Das erste Vererbungsgesetz, Ableitung aus Beobachtungen von Generationsfolgen.

4. Stunde: Das zweite Vererbungsgesetz, Ableitung aus Beobachtungen von Generationsfolgen.

5. Stunde: Vererbungsgesetze als statistische, objektiv wirkende Naturgesetze, Wür-

digung der Leistungen Mendels in seiner Zeit.

Wesentliche Tätigkeiten der Schüler für die Erstaneignung und Festigung des Lehrplanstoffes beschreibe ich im Zusammenhang mit den Unterrichtsstunden in Verbindung mit dem Einsatz von Unterrichtsmitteln.

Von der Beobachtung zur Erklärung von Vererbungsvorgängen

In der Einführungsstunde dominierten das Beobachten und Beschreiben der Erscheinungsbilder von Organismen mit dem Ziel, diese nach Arten zu ordnen, arttypische Merkmale hervorzuheben sowie Unterschiede in der Merkmalsausbildung festzustellen: Früchte von Tomaten, Sträuße von Asten, Sonnenblumen und Hornveilchen, Kartoffeln einer Pflanze, Gehäuse von Weinbergschnecken und Garten-Schnirkelschnecken, Stopfpräparate von Vögeln gleicher Art, Guppies im Aquarium, Bilder mit Hunde-, Katzen- und Taubenrassen, Bilder mit Tierfamilien sowie Kinderbilder aus Zeitschriften.

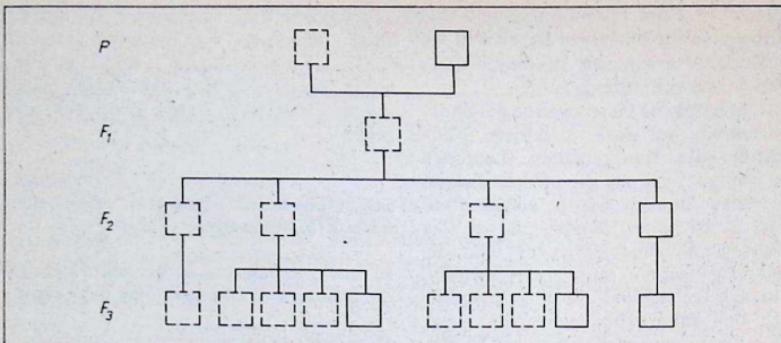
Für einige Beispiele nannten die Schüler den Einfluß der Umweltfaktoren auf das Variieren der Merkmale, wie etwa für die unterschiedliche Größe der Kartoffeln einer Pflanze. Wesentlich war, daß sie bereits an einigen Objekten einfache Zusammenhänge zwischen geschlechtlicher Fortpflanzung, Vererbung und Merkmalsausbildung erkannten oder vermuteten.

Wir beendeten diese Betrachtung mit der Erkenntnis, daß die Organismen in jeder Folgegeneration artspezifische Merkmale aufweisen und daß die Organismen gleichzeitig in verschiedenen Merkmalen variieren können. Bedeutsam war das Formulieren weiterführender Fragestellungen, die ins Heft übernommen wurden:

– Wie kommt es von Generation zu Generation zur Ausbildung artspezifischer Merkmale? (Warum gebären Igel immer wieder Igel?)

– Wie erklären wir uns die erbliche Variabilität bei Lebewesen einer Art? (Warum sind sich die Igel „nur“ ähnlich?)

Diese Fragestellungen verwendete ich als Grundorientierung und Basis für eine stän-



[] : Symbol für rotblühende Erbsenpflanzen

[] : Symbol für weißblühende Erbsenpflanzen

Abb 1

Zunächst wurden die Fragen 1 bis 3 in selbständiger Arbeit mit dem Lehrbuch von den Schülern beantwortet. Den Bezug zu Mendel stellten wir mit dem Hinweis auf die Frage 2 (Lehrbuch, S. 13) her. Im Unterrichtsgespräch konnten daraufhin die Begriffe „reinerbig“ und „mischerbig“ inhaltlich erweitert werden. Die neuerworbenen Kenntnisse wurden bei einer nochmaligen Erläuterung des Kreuzungsganges angewendet.

In ähnlicher Weise wurden die anderen Fragen geklärt. Erzieherisch bedeutsam erschien es uns, bewußtzumachen, daß Frage 7 an dieser Stelle noch nicht beantwortbar ist und daß diese ersten, noch unvollständigen Erklärungsversuche neue Fragen, z. B. nach dem Träger der Erbanlagen oder nach ihrer Verteilung und Kombination, aufwerfen.

Im Ergebnis wurde folgender Merktext formuliert:

Schlüssefolgerungen Mendels

1. Zur Ausbildung von Merkmalen werden Anlagen vererbt.
2. In Körperzellen sind für jedes Merkmal zwei Anlagen getrennt voneinander vorhanden, in den Geschlechtszellen nur eine Anlage pro Merkmal.
3. Anlagen können getrennt und unabhängig voneinander von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden.

4. Von einem Anlagenpaar kann eine Anlage ein „Übergewicht“ haben und sich in der Merkmalsausbildung auswirken. Die STE 1.I. schloß mit einem Lehrervortrag über die Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze und mit einer Wertung der wissenschaftlichen Leistung J. G. Mendels durch die Schüler.

(Fortsetzung im nächsten Heft)

Greenpeace

Greenpeace International hat sich vor kurzem auch in der DDR etabliert. Mit eigenen Mitarbeitern arbeitet die DDR-Sektion der Umweltschutzorganisation in Berlin. Entsprechend der internationalen Struktur der Organisation soll sich ihre Arbeit auch auf grenzüberschreitende Umweltprobleme erstrecken. Themen sind vor allem Müllhandel, Waldsterben, Wasserverschmutzung und Kampf gegen die Nutzung von Atomenergie. Erste lokale Gruppen haben sich inzwischen in Rostock und Magdeburg gebildet.

Quelle: Öko-Report Nr. 1, – Panorama DDR, Auslandspreseagentur GmbH

Unterricht über „Vererbung“ mit Einbeziehung täglicher Übungen

GERTRAUDE MORGENSTERN

Dieser Beitrag soll mein Vorgehen am Beispiel der Unterrichtsstunden der Stoffeinheit 1.1. und weiterführend am Beispiel ausgewählter Unterrichtsphasen aus den Stoffeinheiten 1.2. und 1.3. verdeutlichen. Dabei beziehe ich mich besonders auf erste Erfahrungen zur schrittweisen Führung der Schüler von der empirischen Beobachtung des Vererbungsgeschehens zum Erkennen und Erklären der Vererbungsgesetze sowie auf erste Erfahrungen zur Gestaltung von Festigungsphasen mit täglichen Übungen in den Stoffeinheiten 1.2. und 1.3.

Zur Realisierung der Stoffeinheit 1.1. entschied ich mich, fünf Unterrichtsstunden zu planen. Alle Schüler sollten ausreichend Zeit haben, sich mit Beobachtungen auseinanderzusetzen, Fragen zu stellen, erste Antworten oder Vermutungen zu finden und die Arbeitsweisen Mendels zu begreifen. Gleichzeitig wollte ich auch die erforderliche Zeit für die Reaktivierung von Wissen und für das Festigen erster grundlegender Kenntnisse sichern.

Dazu ein Auszug über die Verteilung des Lehrplanstoffes der Stoffeinheit 1.1. aus meiner langfristigen Planung:

1. Stunde: Vererbung und Fortpflanzung als Lebensvorgänge zur Erhaltung der Art, Übereinstimmung der Lebewesen einer Art in wesentlichen arttypischen Merkmalen, Variabilität in der Merkmalsausbildung innerhalb von Generationsfolgen.

2. Stunde: Mendels historischer Erkenntnisweg, seine Ziele, seine Arbeitsmethoden und Vermutungen.

3. Stunde: Das erste Vererbungsgesetz, Ableitung aus Beobachtungen von Generationsfolgen.

4. Stunde: Das zweite Vererbungsgesetz, Ableitung aus Beobachtungen von Generationsfolgen.

5. Stunde: Vererbungsgesetze als statistische, objektiv wirkende Naturgesetze, Wür-

digung der Leistungen Mendels in seiner Zeit.

Wesentliche Tätigkeiten der Schüler für die Erstaneignung und Festigung des Lehrplanstoffes beschreibe ich im Zusammenhang mit den Unterrichtsstunden in Verbindung mit dem Einsatz von Unterrichtsmitteln.

Von der Beobachtung zur Erklärung von Vererbungsvorgängen

In der Einführungsstunde dominierten das Beobachten und Beschreiben der Erscheinungsbilder von Organismen mit dem Ziel, diese nach Arten zu ordnen, arttypische Merkmale hervorzuheben sowie Unterschiede in der Merkmalsausbildung festzustellen: Früchte von Tomaten, Sträuße von Aстern, Sonnenblumen und Hornveilchen, Kartoffeln einer Pflanze, Gehäuse von Weinbergschnecken und Garten-Schnirkelschnecken, Stopfpräparate von Vögeln gleicher Art, Guppies im Aquarium, Bilder mit Hunde-, Katzen- und Taubenrassen, Bilder mit Tierfamilien sowie Kinderbilder aus Zeitschriften.

Für einige Beispiele nannten die Schüler den Einfluß der Umweltfaktoren auf das Variieren der Merkmale, wie etwa für die unterschiedliche Größe der Kartoffeln einer Pflanze. Wesentlich war, daß sie bereits an einigen Objekten einfache Zusammenhänge zwischen geschlechtlicher Fortpflanzung, Vererbung und Merkmalsausbildung erkannten oder vermuteten.

Wir beendeten diese Betrachtung mit der Erkenntnis, daß die Organismen in jeder Folgegeneration artspezifische Merkmale aufweisen und daß die Organismen gleichzeitig in verschiedenen Merkmalen variieren können. Bedeutsam war das Formulieren weiterführender Fragestellungen, die ins Heft übernommen wurden:

– Wie kommt es von Generation zu Generation zur Ausbildung artspezifischer Merkmale? (Warum gebären Igel immer wieder Igel?)

– Wie erklären wir uns die erbliche Variabilität bei Lebewesen einer Art? (Warum sind sich die Igel „nur“ ähnlich?)

Diese Fragestellungen verwendete ich als Grundorientierung und Basis für eine stän-

dige Rückkopplung im weiteren Aneignungsprozeß.

Zur vertiefenden Durchdringung des Problems Vererbung erhielten die Schüler folgende Hausaufgabe:

Lesen Sie im Lehrbuch (S. 5, 6) und kennzeichnen Sie die Fragen, die Ihnen besonders wichtig und interessant erscheinen! In der nachfolgenden Stunde wurden die Schüler mit dem Erkenntnisweg Mendels von der Beobachtung zur Beschreibung von Vererbungsprozessen vertraut gemacht. Es kam mir zunächst darauf an, daß die Schüler am Beispiel der Leistungen Mendels die Entwicklung des biologischen Wissens begreifen und daß ihnen der Zusammenhang der Entwicklung von Naturwissenschaften und Gesellschaftschaft verdeutlicht wird. So betonte ich in einem Lehrvortrag über die Biographie Mendels besonders sein Studium der Naturwissenschaften und gab dazu eine kurze Charakterisierung des gesellschaftlichen, kulturellen und wissenschaftlichen Entwicklungsstandes seiner Zeit. In diesem Zusammenhang konnte auch der Zeitstrahl über berühmte Biologen im Fachraum genutzt werden. Bezugnehmend auf Mendels Untersuchungen zum Vererbungsge- schehen wurden folgende Aufzeichnungen mit den Schülern erarbeitet.

Mendel interessierte:

- Wie kommt es zur Ausbildung artspezifischer Merkmale?
- Wodurch kommt die erbliche Variabilität unter den Organismen der gleichen Art zu stande?

Den Schülern wurde die Rückkopplung zu ihrer eigenen Fragestellung aus der I. Stunde wieder bewußt.

Mendels Standpunkte:

- Jeder Organismus ist ein Mosaik von Merkmalen.

Er leitete daraus seine Vermutung ab: Bei der Fortpflanzung wird ein Mosaik von Anlagen für die Ausbildung der einzelnen Merkmale von Generation zu Generation vererbt.

- Jeder Erscheinung in der Natur liegen Gesetzmäßigkeiten zugrunde.

Er leitete daraus seine Arbeitsmethoden zu ihrer Erforschung ab, wie Experimente, exakte Beobachtungen und exakte Auswertungen der Ergebnisse über mehrere Jahre.

Er beschränkte seine Beobachtungen u. a. auf ein Merkmal bei Erbsenpflanzen.

Für die Gestaltung des Lehrvortrages über Gregor Mendel war mir das Lehrbuch eine ausgezeichnete Hilfe. Für den Schüler brachte dieses Herangehen die notwendige Überschaubarkeit für den nachzu vollziehenden Erkenntnisweg. Gleichzeitig konnte ich den Schülern mit diesem Beispiel Arbeitsmethoden für das Forschen, für einen neuen Erkenntnisgewinn deutlich machen. Der vorgestellte Text zu Mendels Standpunkten war für die nachfolgenden Unterrichtsstunden die Orientierung zur Überprüfung der Vermutungen Mendels und für die Präzisierung weiterer Fragestellungen. Das „Aufspulen des roten Fadens“ war damit in Gang gesetzt.

Zur Erläuterung der Kreuzungsversuche Mendels arbeiteten die Schüler mit Pappkärtchen, auf die Erbsen mit gelber und grüner Samenschale bzw. mit glatter und kantiger Schale aufgeklebt sind. Sie beschrieben ihre Beobachtungen zur Eltern- und ersten Nachfolgegeneration, verglichen und verallgemeinerten. Mit meiner Hilfe leiteten die Schüler aus ihren Beobachtungen eine Gesetzmäßigkeit ab, die als I. Vererbungsgesetz, von Mendel entdeckt, formuliert wurde. Den Vorgang der Selbstbefruchtung bei Erbsen erläuterte ich am Blütenmodell. Wir arbeiteten mit den Begriffen rein- bzw. mischerbig nach den Vorstellungen Mendels. Die Untersuchungen beendeten wir (3. Stunde) mit folgenden Ergebnissen und neuer Fragestellung:

– Die Schüler bestätigten zunächst an einem beobachteten Einzelbeispiel die Vermutung Mendels, daß Anlagen zur Ausbildung von Merkmalen vererbt werden (Rückkopplung).

– Die Schüler formulierten die Frage: Wo ist in der ersten Tochtergeneration das Merkmal der Elterngeneration für grüne bzw. kantige Samenschale geblieben? Die nachfolgende Stunde begann ich mit einer längeren Festigungsphase, um das Beschreiben der Beobachtungen von Eltern- und Tochtergenerationen und das Ausformulieren des I. Vererbungsgesetzes an verschiedenen Beispielen zu üben. Dieses Vorgehen war notwendig, um alle Schüler zu

erreichen. Für die Übung verwendete ich neben den Erbsen auch glatten und kantigen Mais, blauen und gelben Mais als Naturobjekte sowie Applikationen für Tomaten mit roten und gelben Früchten.

Durch diese Festigung hatte ich eine Basis geschaffen, um die Beantwortung der Frage aus der vorangegangenen Stunde nach dem Verbleib der grünen bzw. kantigen Samenschale vorzubereiten. Die Schüler schlugen vor, die Merkmalsausbildung der zweiten Generationsfolge zu untersuchen. Sie arbeiteten selbstständig mit Hilfe neuer Pappkärtchen, auf die die Erbsen mit gelber bzw. grüner Schale oder mit glatter bzw. kantiger Schale von der Elterngeneration bis zur 2. Nachfolgegeneration aufgeklebt sind und mit Hilfe der Tabelle im Lehrbuch S. 12. Wieder wurde das Beobachtete beschrieben, verglichen und verallgemeinert. Die Gesetzmäßigkeit für die zweite Nachfolgegeneration konnte als 2. Vererbungsgesetz formuliert werden.

Wir beendeten diesen Abschnitt (4. Stunde) mit folgenden Ergebnissen und neuer Fragestellung:

- Die Schüler bestätigten auf der Basis mehrerer Beispiele aus den Beobachtungen zur 1. und 2. Tochtergeneration die Vermutung Mendels wieder, daß Anlagen zur Ausbildung von Merkmalen vererbt werden. Sie präzisierten ihre Aussage so, daß die Anlagen unabhängig voneinander vererbt wurden (Rückkopplung).
- Die Schüler formulierte die Frage: Wie kommt das Zahlenverhältnis in der Merkmalsausbildung der Organismen in der 2. Tochtergeneration zustande?

Die nachfolgende Stunde begann ich wieder mit einer längeren Festigungsphase, um das sprachliche Ausformulieren und Interpretieren beider Vererbungsgesetze zu üben. Die Schüler sollten mit Hilfe von Applikationen für Erbsen mit grüner und gelber Samenschale, für Tomaten mit roten und gelben Früchten, für Mais mit gelben und blauen Körnern die Merkmalsausbildung bis zur 2. Tochtergeneration darstellen und beschreiben sowie aus einem Text heraus das wirkende Vererbungsgesetz erkennen. Gleichzeitig waren die Organismen der Generationsfolgen als rein- bzw. mischerbig zu charakterisieren.

Beispiele für Textaufgaben

1. Hahn und Henne mit grauem Gefieder wurden gekreuzt. Sie stammen von Eltern mit schwarzem bzw. weißem Gefieder ab. Welches Gefieder werden nun ihre Nachkommen haben?

2. Den Eltern, beide braunäugig, wurde ein Kind mit blauen Augen geboren. Verwunderlich oder erklärbar?

3. Im Schulgarten standen Pflanzen von rotfruchtigen und gelbfruchtigen Tomaten direkt nebeneinander. Insekten haben ihre Blüten bestäubt. Wie könnte die Merkmalsausbildung der nächsten Generation aus den gebildeten Samen sein?

4. Kinderbilder verdeutlichen die erbliche Variabilität des Menschen. Könnten diese Kinder Geschwister sein?

Mit der Auswahl dieser Aufgaben verfolgte ich ein weiteres Ziel. Die Schüler sollten begreifen, daß die Vererbungsgesetze für alle Organismen gelten, daß für Pflanzen, Tiere und Menschen der Vererbungsprozeß nach gleicher Gesetzmäßigkeit verläuft.

Die Frage nach dem Zustandekommen des Zahlenverhältnisses in der Merkmalsausbildung der 2. Tochtergeneration konnte mit Hilfe des Lehrbuchs (S. 12) durch Aussagen weiterer Experimente Mendels mit den Erbsenpflanzen der 2. Tochtergeneration beantwortet werden. Das rasch durchführbare Modellexperiment zur Ermittlung des Spaltungsverhältnisses (die Schüler verwendeten rote und weiße Stäbchen als Anlagen von Mutter und Vater für ein Merkmal) verdeutlichte den Schülern die Zufälligkeit der Kombinationen und damit den statistischen Charakter der Vererbungsgesetze als objektiv wirkende Naturgesetze.

Wir beendeten diesen Abschnitt (5. Stunde) mit folgenden Ergebnissen und neuer Fragestellung:

- Die Schüler bestätigten die Vermutung Mendels, daß Anlagen zur Ausbildung von Merkmalen unabhängig voneinander vererbt werden (Rückkopplung zu Mendels Standpunkt: Jeder Organismus ist ein Mosaik von Merkmalen). Sie präzisierten ihre Aussage so, daß die Neukombination der Anlagen zufällig erfolgt und daß es zwei Erbanlagen für jedes Merkmal geben müßte.

dige Rückkopplung im weiteren Aneignungsprozeß.

Zur vertiefenden Durchdringung des Problems Vererbung erhielten die Schüler folgende Hausaufgabe:

Lesen Sie im Lehrbuch (S. 5, 6) und kennzeichnen Sie die Fragen, die Ihnen besonders wichtig und interessant erscheinen! In der nachfolgenden Stunde wurden die Schüler mit dem Erkenntnisweg Mendels von der Beobachtung zur Beschreibung von Vererbungsprozessen vertraut gemacht. Es kam mir zunächst darauf an, daß die Schüler am Beispiel der Leistungen Mendels die Entwicklung des biologischen Wissens begreifen und daß ihnen der Zusammenhang der Entwicklung von Naturwissenschaften und Gesellschaft verdeutlicht wird. So betonte ich in einem Lehrvortrag über die Biographie Mendels besonders sein Studium der Naturwissenschaften und gab dazu eine kurze Charakterisierung des gesellschaftlichen, kulturellen und wissenschaftlichen Entwicklungsstandes seiner Zeit. In diesem Zusammenhang konnte auch der Zeitstrahl über berühmte Biologen im Fachraum genutzt werden. Bezugnehmend auf Mendels Untersuchungen zum Vererbungsgeschehen wurden folgende Aufzeichnungen mit den Schülern erarbeitet.

Mendel interessierte:

- Wie kommt es zur Ausbildung artspezifischer Merkmale?
- Wodurch kommt die erbliche Variabilität unter den Organismen der gleichen Art zu stande?

Den Schülern wurde die Rückkopplung zu ihrer eigenen Fragestellung aus der I. Stunde wieder bewußt.

Mendels Standpunkte:

- Jeder Organismus ist ein Mosaik von Merkmalen.

Er leitete daraus seine Vermutung ab: Bei der Fortpflanzung wird ein Mosaik von Anlagen für die Ausbildung der einzelnen Merkmale von Generation zu Generation vererbt.

- Jeder Erscheinung in der Natur liegen Gesetzmäßigkeiten zugrunde.

Er leitete daraus seine Arbeitsmethoden zu ihrer Erforschung ab, wie Experimente, exakte Beobachtungen und exakte Auswertungen der Ergebnisse über mehrere Jahre.

Er beschränkte seine Beobachtungen u. a. auf ein Merkmal bei Erbsenpflanzen.

Für die Gestaltung des Lehrvortrages über Gregor Mendel war mir das Lehrbuch eine ausgezeichnete Hilfe. Für den Schüler brachte dieses Herangehen die notwendige Überschaubarkeit für den nachzuvollziehenden Erkenntnisweg. Gleichzeitig konnte ich den Schülern mit diesem Beispiel Arbeitsmethoden für das Forschen, für einen neuen Erkenntnisgewinn deutlich machen. Der vorgestellte Text zu Mendels Ständpunkten war für die nachfolgenden Unterrichtsstunden die Orientierung zur Überprüfung der Vermutungen Mendels und für die Präzisierung weiterer Fragestellungen. Das „Aufspulen des roten Fadens“ war damit in Gang gesetzt.

Zur Erläuterung der Kreuzungsversuche Mendels arbeiteten die Schüler mit Pappkärtchen, auf die Erbsen mit gelber und grüner Samenschale bzw. mit glatter und kantiger Schale aufgeklebt sind. Sie beschrieben ihre Beobachtungen zur Eltern- und ersten Nachfolgegeneration, verglichen und verallgemeinerten. Mit meiner Hilfe leiteten die Schüler aus ihren Beobachtungen eine Gesetzmäßigkeit ab, die als I. Vererbungsgesetz, von Mendel entdeckt, formuliert wurde. Den Vorgang der Selbstbefruchtung bei Erbsen erläuterte ich am Blütenmodell. Wir arbeiteten mit den Begriffen rein- bzw. mischerbig nach den Vorstellungen Mendels. Die Untersuchungen beendeten wir (3. Stunde) mit folgenden Ergebnissen und neuer Fragestellung:

- Die Schüler bestätigten zunächst an einem beobachteten Einzelbeispiel die Vermutung Mendels, daß Anlagen zur Ausbildung von Merkmalen vererbt werden (Rückkopplung).
- Die Schüler formulierten die Frage: Wo ist in der ersten Tochtergeneration das Merkmal der Elterngeneration für grüne bzw. kantige Samenschale geblieben? Die nachfolgende Stunde begann ich mit einer längeren Festigungsphase, um das Beschreiben der Beobachtungen von Eltern- und Tochtergenerationen und das Ausformulieren des I. Vererbungsgesetzes an verschiedenen Beispielen zu üben. Dieses Vorgehen war notwendig, um alle Schüler zu

erreichen. Für die Übung verwendete ich neben den Erbsen auch glatten und kantigen Mais, blauen und gelben Mais als Naturobjekte sowie Applikationen für Tomaten mit roten und gelben Früchten.

Durch diese Festigung hatte ich eine Basis geschaffen, um die Beantwortung der Frage aus der vorangegangenen Stunde nach dem Verbleib der grünen bzw. kantigen Samenschale vorzubereiten. Die Schüler schlügen vor, die Merkmalsausbildung der zweiten Generationsfolge zu untersuchen. Sie arbeiteten selbstständig mit Hilfe neuer Pappkärtchen, auf die die Erbsen mit gelber bzw. grüner Schale oder mit glatter bzw. kantiger Schale von der Elterngeneration bis zur 2. Nachfolgegeneration aufgeklebt sind und mit Hilfe der Tabelle im Lehrbuch S. 12. Wieder wurde das Beobachtete beschrieben, verglichen und verallgemeinert. Die Gesetzmäßigkeit für die zweite Nachfolgegeneration konnte als 2. Vererbungsgesetz formuliert werden.

Wir beendeten diesen Abschnitt (4. Stunde) mit folgenden Ergebnissen und neuer Fragestellung:

- Die Schüler bestätigten auf der Basis mehrerer Beispiele aus den Beobachtungen zur 1. und 2. Tochtergeneration die Vermutung Mendels wieder, daß Anlagen zur Ausbildung von Merkmalen vererbt werden. Sie präzisierten ihre Aussage so, daß die Anlagen unabhängig voneinander vererbt wurden (Rückkopplung).
- Die Schüler formulierte die Frage: Wie kommt das Zahlenverhältnis in der Merkmalsausbildung der Organismen in der 2. Tochtergeneration zustande?

Die nachfolgende Stunde begann ich wieder mit einer längeren Festigungsphase, um das sprachliche Ausformulieren und Interpretieren beider Vererbungsgesetze zu üben. Die Schüler sollten mit Hilfe von Applikationen für Erbsen mit grüner und gelber Samenschale, für Tomaten mit roten und gelben Früchten, für Mais mit gelben und blauen Körnern die Merkmalsausbildung bis zur 2. Tochtergeneration darstellen und beschreiben sowie aus einem Text heraus das wirkende Vererbungsgesetz erkennen. Gleichzeitig waren die Organismen der Generationsfolgen als rein- bzw. mischerbig zu charakterisieren.

Beispiele für Textaufgaben

1. Hahn und Henne mit grauem Gefieder wurden gekreuzt. Sie stammen von Eltern mit schwarzem bzw. weißem Gefieder ab. Welches Gefieder werden nun ihre Nachkommen haben?

2. Den Eltern, beide braunäugig, wurde ein Kind mit blauen Augen geboren. Verwunderlich oder erklärbar?

3. Im Schulgarten standen Pflanzen von rotfruchtigen und gelbfruchtigen Tomaten direkt nebeneinander. Insekten haben ihre Blüten bestäubt. Wie könnte die Merkmalsausbildung der nächsten Generation aus den gebildeten Samen sein?

4. Kinderbilder verdeutlichen die erbliche Variabilität des Menschen. Könnten diese Kinder Geschwister sein?

Mit der Auswahl dieser Aufgaben verfolgte ich ein weiteres Ziel. Die Schüler sollten begreifen, daß die Vererbungsgesetze für alle Organismen gelten, daß für Pflanzen, Tiere und Menschen der Vererbungsprozeß nach gleicher Gesetzmäßigkeit verläuft.

Die Frage nach dem Zustandekommen des Zahlenverhältnisses in der Merkmalsausbildung der 2. Tochtergeneration konnte mit Hilfe des Lehrbuchs (S. 12) durch Aussagen weiterer Experimente Mendels mit den Erbsenpflanzen der 2. Tochtergeneration beantwortet werden. Das rasch durchführbare Modellexperiment zur Ermittlung des Spaltungsverhältnisses (die Schüler verwendeten rote und weiße Stäbchen als Anlagen von Mutter und Vater für ein Merkmal) verdeutlichte den Schülern die Zufälligkeit der Kombinationen und damit den statistischen Charakter der Vererbungsgesetze als objektiv wirkende Naturgesetze.

Wir beendeten diesen Abschnitt (5. Stunde) mit folgenden Ergebnissen und neuer Fragestellung:

- Die Schüler bestätigten die Vermutung Mendels, daß Anlagen zur Ausbildung von Merkmalen unabhängig voneinander vererbt werden (Rückkopplung zu Mendels Standpunkt: Jeder Organismus ist ein Mosaik von Merkmalen). Sie präzisierten ihre Aussage so, daß die Neukombination der Anlagen zufällig erfolgt und daß es zwei Erbanlagen für jedes Merkmal geben müßte.

– Die Schüler formulierten die Frage: Wo befinden sich diese Anlagen in der Zelle und wie sind ihre Strukturen?

Zum Abschluß dieser Stoffeinheit erhielten die Schüler folgende komplexe Hausaufgabe:

Interpretieren Sie folgende Zitate!

Morgan 1936: „Während der 10 Jahre, die Gregor Mendel an seinen Pflanzen im Klostergarten arbeitete, machte er die größte Entdeckung in der Biologie, die seit 500 Jahren gemacht worden ist.“

Seine Ordensbrüder um 1860: „Was das denn nur sei mit den Erbsen, sie schmekken doch alle gleich.“

Gehen Sie dabei auch auf Charaktereigenschaften und Arbeitsmethoden Mendels ein! (LB, S. 91)

Die Überprüfung der Vermutung Mendels – zwei Anlagen für ein Merkmal – nahmen die Schüler mit Hilfe der im Lehrplan 1.2. ausgewiesenen mikroskopischen Beobachtungen von Pflanzen- und Tierzellen, von Kernteilungsvorgängen und Riesenchromosomen vor. Die Vermutungen Mendels fanden ihre Bestätigung durch das Vorhandensein von zwei Genen zur Ausbildung eines Merkmals in einem Chromosomenpaar (Rückkopplung zur 2. Stunde, Mendels Standpunkte).

Ausgehend vom Erklärungsversuch Mendels für das gesetzmäßige Auftreten von Merkmalen erfolgt in der SE 1.2. auch die Erklärung von Vererbungsvorgängen als Verteilung von Genen innerhalb der Generationsfolgen. Wieder fanden die Pappkartchen mit den aufgeklebten Erbsen ihren Einsatz. Die Schüler reaktivierten zunächst ihre Kenntnisse und übten sich im Formulieren der Vererbungsgesetze. Ich forderte sie auf, neue Fragen zu diesem Sachverhalt zu stellen. Das fiel zunächst allen Schülern schwer. Warum noch Fragen stellen, wenn das Gesetz auf Grund von Beobachtungen und statistischen Auswertungen schon formuliert ist? Erst im weiteren Gespräch wurde den Schülern bewußt, daß auch vom Menschen erkannte Naturgesetze nicht nur einer Beschreibung, sondern auch einer Erklärung bedürfen.

Sie formulierten nun folgende Fragen:

Warum sind alle Erbsen der 1. Folgegeneration gelb, obwohl die Elterngeneration gelb- bzw. grünschalig war?

Warum sind alle Individuen der 1. Folgegeneration in einem bestimmten Merkmal gleich?

Warum kommt es zu einer Aufspaltung der Nachkommen in der zweiten Folgegeneration in grüne und gelbe Erbsen in einem bestimmten Zahlenverhältnis?

Warum spalten sich die Individuen der 2. Folgegeneration bei der Merkmalsausbildung in einem bestimmten Zahlenverhältnis auf?

Mit Hilfe ihrer Kenntnisse über Gene in Chromosomen und über die Neukombination von Genen bei der Befruchtung fanden die Schüler die Erklärung für die Merkmalsausbildung nach dem 1. und 2. Vererbungsgesetz.

In der Festigung legte ich besonderen Wert auf weitere Beispiele zur Erklärung wie: Warum sind sich Geschwister nur ähnlich? Warum kann ein Enkelkind einem Großelternteil mehr ähneln als seinen Eltern? Damit stellte sich wieder die Rückkopplung zu unseren Ausgangsfragen in der 1. Stunde her. Bereits dort fragten wir nach Gründen für die Erscheinungen bei Vererbungsprozessen.

Auch die Ausstellungen in der biologischen Ecke wurden für Erklärungsaufgaben genutzt. Dort standen den Schülern zur Verfügung: Gehäusesammlungen von Gartenschnirkelschnecken und Weinbergschnecken, Strohblumen und Strandflieder mit unterschiedlicher Blütenfarbe, ausgewähltes Bildmaterial über Hunde-, Katzen-, Tauben- und Kaninchenrassen, Bilder über Vertreter verschiedener Rassengruppen des Menschen, Kinderbilder, Bilder von eineiigen und zweieiigen Zwillingen, Stopfpräparate von Vögeln, Grünpflanzen aus dem Fachraum, Krebse im Aquarium.

Den Schwerpunkt der Übungen legte ich auf die Befähigung der Schüler, Erklärungen logisch und sprachlich einwandfrei darzulegen. Ich nutzte dafür die schriftliche und mündliche Form. Die Erfüllung dieser Forderung fiel den meisten Schülern nicht immer leicht.

Im Stoffabschnitt 1.3. erfolgte die Erklärung für die Ausbildung des artspezifischen Eiweißes und für die Ursachen der individuellen Unterschiede bei Lebewesen der gleichen Art auf molekularer Ebene.

Auch unter dieser Sicht vertieften die Schüler noch einmal ihre Kenntnisse über Vererbungsgesetze, ihrer Erklärung und würdigten die Leistungen Mendels in seiner Zeit. Diese Rückkopplung – ein weiteres Festhalten am „roten Faden“ – machte den Schülern den Zuwachs in ihrem Wissen und Können bewußt. Gleichzeitig fanden sie für die anfangs gestellten Fragen immer detailliertere Antworten.

Gestaltung täglicher Übungen zur Festigung von Kenntnissen über Vererbungsprozesse

Mit dem Beginn der Aneignung von Kenntnissen zur Erklärung von Vererbungsgesetzen auf zellulärer und nachfolgend auf molekularer Ebene nutzte ich zunehmend auch tägliche Übungen zur Festigung grundlegenden Wissens und Könnens. Ihre Inhalte leitete ich aus der langfristigen Planung und der aktuellen Situation zum Festigungsbedarf in der Klasse ab. Aus den Ergebnissen zog ich Schlüssefolgerungen für die variable Gestaltung nachfolgender täglicher Übungen. Die Aufgaben wurden gekürzt oder erweitert, sie wurden mehrfach eingesetzt oder für eine differenzierte Arbeit mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad gestaltet. Von den Schülern wurden sie schriftlich oder mündlich bewältigt, meist in Verbindung mit geeigneten Unterrichtsmitteln wie Naturobjekten und Bildmaterial. Die Übungen dienten zur Reaktivierung von Vorwissen oder zur Schulung des Gedächtnisses, unabhängig vom aktuell behandelten Unterrichtsstoff in der betreffenden Stunde.

Beispiele für erprobte tägliche Übungen
Sie werden als Varianten vorgestellt. Ihr Einsatz erfolgte in den Abschnitten 1.2. und 1.3. Die Aufgaben 1 bis 9 unterstützen besonders die Festigung der Kenntnisse über Begriffe und Zusammenhänge in aufsteigender Linie von der Beobachtung zur Erklärung des Vererbungsgeschehens. Die Aufgaben 10 bis 13 sind besonders dafür geeignet, das „Zurückloten“ zur empirischen Beobachtung von Erscheinungen zu üben.

1. Ordnen Sie folgende Bestandteile einer

heterotrophen pflanzlichen Zelle, einer autotrophen pflanzlichen Zelle und einer tierischen Zelle zu!

(Zellkern, Zellmembran, Mitochondrium, Zellwand, Zellplasma, Chloroplast)
oder

Zeichnen Sie die nach ihrer Ernährungsweise möglichen Zellarten und kennzeichnen Sie die Bestandteile!

oder

Zeichnen Sie eine Palisadenzelle, eine Wurzelhaarzelle und eine Nervenzelle!
Kennzeichnen Sie die Zellbestandteile!

2. Ordnen Sie Gen, Zelle, Zellkern, Chromosom nach einer logischen Reihenfolge!
Sprechen Sie dazu!

oder

Bilden Sie unter Verwendung folgender Begriffe Sätze in einer logischen Reihenfolge!

(Gen, Erbanlagen, Zellkern, Chromosomen, Vererbung, Zelle, Artspezifität der Chromosomen)

3. Bestimmen Sie mit Hilfe der Tabelle (Lehrbuch, S. 17) die Anzahl der Chromosomen in folgenden Zellen:

Nervenzelle Mensch, Wurzelzelle Roggen, Speicherzelle Kartoffel, Eizelle Karpfen, Samenzelle Rind, Knochenzelle Mensch, Samenzelle in Pollen der Gartenerbse, Eizelle Mensch, Eizelle Mais.

Begründen Sie Ihre Aussagen!

oder

Ordnen Sie nach Körperzelle, Eizelle, Samenzelle die Chromosomenzahl zu für Roggen, Regenwurm, Mensch, Taufliege, Gartenerbse! Begründen Sie Ihre Aussagen!

4. Ordnen Sie folgende Pflanzen nach der typischen Art der Vermehrung in der Pflanzenproduktion!

(Erdbeere, Bohne, Liguster, Grünlilie, Schneeglöckchen, Chrysanthemen, Stiefmütterchen, Kartoffel, Blumenkohl)

Schließen Sie auf die zu erwartende Merkmalsausbildung im Vergleich zur Ausgangsgeneration! Begründen Sie Ihre Erwartungen mit genetischen Kenntnissen!

5. Ordnen Sie die vorliegenden Beispiele nach erblicher und nicht erblicher Variabilität! Begründen Sie Ihre Entscheidungen mit Ihren ökologischen und genetischen Kenntnissen!

(Gartenschnirkelschnecken mit unter-

schiedlicher Bänderung am Gehäuse; Licht- und Schattenblätter einer Buche – Herbar)

6. Finden Sie die Begriffe für folgende Aussagen!

- ... bewirken Veränderungen des genetischen Materials.
- ... ist die Veränderung der Gene oder der Chromosomen.
- ... sind die Ursachen für erbliche Vielfalt.
- ... ist die Weitergabe von Chromosomen mit Genen.

- ... sind Träger der Gene.
- Die Gene für ein Merkmal sind in einem Chromosomenpaar gleich.
- Die Gene für ein Merkmal sind in einem Chromosomenpaar verschieden.

– Ein Gen bestimmt die Merkmalsausbildung stärker als das andere.

Variante: Die Begriffe werden vorgegeben und die Begriffsinhalte genannt.

7. Ordnen Sie nach einer logischen Reihenfolge folgende Begriffe!

(Merkmal, Eiweiß, Zellkern, Gen, Chromosom, spezifische Reihenfolge der Basen, Aminosäuren, DNS, Zellplasma)

oder

Bilden Sie unter Verwendung dieser Begriffe einen Text!

8. Alles über das Gen

Tragen Sie alles zusammen, was Sie über Gene wissen!

oder

Welche Aussagen über Gene sind richtig, welche falsch! Begründen Sie! Sie

- werden vererbt;
- liegen für die Ausprägung eines Merkmals in einer Körperteile nur einmal vor;
- sind Abschnitte auf der DNS;
- sind veränderlich;
- sind Ursache für die unterschiedliche Größe von Bohnensamen einer Pflanze;
- sind nicht neu kombinierbar;
- können in Bakterien übertragen werden;
- werden beim Zellteilungswachstum weitergegeben;
- enthalten jeweils die Information für den Aufbau eines bestimmten Eiweißmoleküls.

– Die Reihenfolge der Basenpaare eines Gens bestimmt die Ausbildung des artspezifischen Eiweißmoleküls.
oder

Vervollständigen Sie den Lückentext!

Gene werden auch ... genannt. Sie sind Abschnitte auf Durch ... sind Gene veränderlich. Ein Gen enthält die Information für Die Reihenfolge der Basenpaare eines Gens bestimmt Vererbung ist die Weitergabe von ... mit Für jedes Merkmal liegen ... Gene in den ... vor. Bei der Bildung der Zygote werden Gene Gentechnik ist ein biotechnologisches Verfahren, bei dem ..., ... und ... sind genetisch bedingte Krankheiten.

9. Ein Stichwort ist gegeben. Was wissen Sie dazu? (Adenin, Klonierung, ist ein sich identisch verdoppelndes Molekül, Mutation, zwei gleiche Gene für ein Merkmal in einem Chromosomenpaar, Chromosomenkombination xx, Chromosomen)

Wählen Sie aus! Sprechen Sie dazu!

10. Ordnen und benennen Sie vorliegende Objekte nach Arten! Nennen Sie jeweils artspezifische Merkmale! Worin variieren die einzelnen Arten?

oder
Wodurch sind die artspezifischen Merkmale bedingt? Wodurch kommt die Variabilität zustande?

Strandflieder, Strohblumen, Hafer, Weizen, Gerste, Mais, Roggen (entsprechend der Jahreszeit alles getrocknet), Gehäuse von Weinbergschnecken, von Gardenschnirkelschnecken, Stopfpräparate von Vogelarten

11. Ordnen Sie die folgenden Begriffe nach einem logischen Zusammenhang! Formulieren Sie dazu Sätze!

(Stoffwechsel, Erbanlage, Genpaar, Zellplasma, Enzymeiweiß, Merkmal, Zellkern, spezifische Basenfolge auf der DNS, Aminosäuren, Chromosomen)

12. Hunderassen werden auf Bildern vorgestellt. Wir sind alle Hunde – trotzdem unterscheiden wir uns in vielen Merkmalen. Wie ist das genetisch erklärbar?

13. Kinderbilder werden vorgestellt. Wir gehören zu einer Art. Wir unterscheiden uns in vielen Merkmalen individuell. Wie ist das genetisch erklärbar?

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In der Vorbereitungsstunde für die Klassenarbeit zum Abschluß der STE 1. stellte

ich folgende Aufgabe in den Mittelpunkt:

Welche Fragen kennzeichnen Sie im Lehrbuch, S. 5/6, als Hausaufgabe nach der 1. Stunde dieser Stoffeinheit? Lesen Sie vor! Wie können Sie diese Frage nun selbst beantworten? Die meisten Schüler hatten die Fragen nach der Ähnlichkeit und den Unterschieden zwischen Kindern und ihren Eltern, nach der Festlegung des Geschlechts, nach den Ursachen für die Übereinstimmungen bei eineiigen Zwillingen, nach den Ursachen für das Auftreten von Albinos bei Tieren und krankgeborener Kindern sowie nach Erklärungen für die Feststellungen „ganz der Vater“, „der Mutter wie aus dem Gesicht geschnitten“ oder „völlig aus der Art geschlagen“ gewählt. Die selbständige Lösung der Aufgaben bereitete keine Schwierigkeiten. Diese Rückkopplung war von besonderer Bedeutung, weil damit den Schülern bewußt wurde, was sie hinzugelernt hatten, wie sie beim Lernen vorangekommen sind.

In der Klassenarbeit verwendete ich ähnliche Aufgaben. Die Kenntnisse und Fähigkeiten für das Begründen und Erklären der Lösungen konnten für die meisten Schüler als umfassend und sicher eingeschätzt werden. Das logische Darstellen der Zusammenhänge und der Gebrauch der Fachbegriffe zeugten von Sachkenntnis und kausalem Denken. Die meisten Schüler konnten im wesentlichen ihr Wissen für begründete Erläuterungen verwerten, den Vererbungsprozeß als Merkmal aller Lebewesen auf der Basis seiner stofflichen Strukturen darstellen. Diese Ergebnisse bestätigten sich bei der Anwendung genetischer Kenntnisse in der STE 2. zur Erklärung des Evolutionsprozesses. In der schriftlichen Abschlußprüfung wiesen die Schüler sichere Kenntnisse im Erkennen der Wirkung der Mendelschen Gesetze und im Begründen ihrer Schlußfolgerungen zur Merkmalsausbildung der nachfolgenden Generationen nach. In diesem Zusammenhang wurde auch ihr Begriffsverständnis für reinerbig, mischerbig, dominant und rezessiv deutlich. Die Ursache für diese Ergebnisse sehe ich in der auf die aktive Schülertätigkeit gerichteten Gestaltung des Aneignungsprozesses. Die Schüler haben in Verbindung mit dem Stoff gelernt, ge-

nauer zu beobachten und das Beobachtete treffend zu beschreiben. Sie übten sich, von ihren Beobachtungen aus, Fragen nach den Ursachen für die Erscheinungen zu stellen und Verfahrenswege zur Klärung daraus abzuleiten. Ich vertrete die Auffassung, daß diese Tätigkeiten mit hoher Qualität und Intensität gestaltet werden müssen, weil sie der Funktion entsprechen, die der Lehrplanstoff für die Schüler hat. Daraus leiten sich Konsequenzen für die Stoff-Zeit-Relationen in den einzelnen Unterrichtsstunden ab. Zur Befähigung der Schüler für diese Tätigkeiten mit zunehmender Qualität und Selbstständigkeit werde ich auch weiterhin ausreichend Zeit planen. Die Schüler brauchen diese Zeit für das Durchdenken eines Problems, für Diskussionen zur Verwertbarkeit von Schülerfragen unter der Sicht der Weiterführung sowie für das Formulieren der Erkenntnisse mit Rückkopplung zu vorangestellten Vermutungen. Die von mir dargestellte Art und Weise der Aneignung und Festigung von Wissen und Können sehe ich auch als eine Ursache dafür an, daß Tendenzen des formalen Auswendiglernens von Begriffsinhalten, Vererbungssgesetzen, Vererbungsschemata kaum zu bemerken waren. Die meisten Schüler konnten ihr Wissen aus einem Zusammenhang herleiten und auch in Zusammenhänge einordnen. Dabei zeigten schon viele Schüler eine erfreuliche Flexibilität in ihrem Wissen und Können. Trotzdem werde ich in meinen nächsten 10. Klassen sehr konsequent auf die Ausbildung des sprachlichen Könnens in Verbindung mit dem Stoff achten.

Gedanken zum Unterricht in Klasse 7

GERT KLEPEL/KARL-HEINZ SCHILLER/
HELmut SCHREGER/LORE VOESACK

Im „Vorfeld“ der Unterrichtsvorbereitung möchten wir auf einige Aspekte aufmerksam machen, die uns insbesondere auch als Autoren neuer Unterrichtshilfen – mit Bezug auf den neuen Lehrplan – beschäftigen.

Blickpunkt Biotechnologie

Der Unterricht über Schimmelpilze, Hefen und Bakterien sollte bekanntlich unter veränderten Gesichtspunkten erfolgen. Den Schülern ist am Beispiel dieser Organismengruppen u. a. zu verdeutlichen, daß Biologie eine wichtige Produktivkraft und eine Grundlage dafür in der „Biotechnologie“ bzw. in biotechnologischen Verfahren zu suchen ist:

– Die Schüler müssen den Zusammenhang zwischen Bau und Lebenserscheinungen der Mikroorganismen erfassen.

Ihnen muß hinreichend klar werden, daß sich diese nur dann vermehren und ihre Lebenstätigkeiten ausführen können, wenn die dazu notwendigen Umweltfaktoren vorhanden sind.

– Die Schüler müssen erkennen, daß der Mensch in der Lage ist, Einfluß auf diese Umweltfaktoren zu nehmen und er so die Lebenstätigkeit der Mikroorganismen beschleunigen oder hemmen kann und daß diese Vorgänge industriell nutzbar sind. Diese Kenntnisse sollte der Schüler mit dem Begriff „Biotechnologie“ verbinden.

Für den Lehrer ergeben sich daraus folgende Fragen:

– Wie müssen fachliche Inhalte hinsichtlich dieser Zielstellung gewichtet werden, damit der Schüler ein elementares Verständnis für die obengenannten Zusammenhänge erreichen kann?

- Wie weit müssen Verfahrenstechnologien erläutert bzw. einbezogen werden?
- Was sollten Schüler wissen, um Anwendungsaufgaben aus diesem Bereich lösen und die Bedeutung der Biotechnologie richtig darstellen zu können?

Zum elementaren Schülerwissen über die biotechnologische Nutzung von Mikroorganismen gehört unserer Meinung nach neben der Nennung der Organismengruppen, die genutzt werden, auch die Kenntnis ihrer Produkte und deren wirtschaftliche Bedeutung bzw. Anwendung.

Vor allem in Systematisierungsphasen sehen wir Möglichkeiten der Festigung oder auch Erweiterung der Kenntnisse über diese Fakten. Entsprechend den spezifischen Bedingungen sollte der Lehrer entscheiden, ob er eine solche Phase etwa am

Übersicht 1: Biotechnologische Nutzung von Organismengruppen

Organismen	Produkt	Bedeutung
Schimmelpilze	Penicillin	Antibiotikum zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten
Schimmelpilze	Zitronensäure	Konservierungs- und Geschmacksstoff (Marmeladen und Fruchtsäfte)
Schimmelpilze	Käse	Herstellung von Edelpilzkäse
Schimmelpilze u. Hefen	Geschmacksstoffe	Sojasoße
Schimmelpilze	Reiswein	Alkoholisches Getränk
Schimmelpilze u. Hefen	Futterhefen	Futtermittel
Hefepilze	Backhefe	Produktion von Hefebäck
	Vitamin B ₁	Verwendung in der Medizin
	Alkohol	Wein-, Bier-, Met-, Käffherstellung
	Futterhefen	Futtermittel
	Zitronensäure	s. o.
Bakterien	Essig	Würzstoff für Nahrungsmittel
	Metalle	Rückgewinnung von Metallen aus Abprodukten
	Brennbare Gase	Energiegewinnung
	Quark, Käse	Milchprodukte
	Sauerteig	Brotherstellung
	Milchsäure	Tierfutter (Silage); Nahrungsmittelkonserverierung

Ende des Unterrichts über Bakterien oder innerhalb der „Systematisierungseinheit“ vorsieht.

Kenntnisse sollten auch darüber vorhanden sein, daß die Beeinflussung der für die Lebenstätigkeit der Mikroorganismen notwendigen Bedingungen in Bioreaktoren besonders effektiv gestaltet werden und damit Einfluß auf Vermehrungsarten und Stoffwechselintensitäten genommen werden kann.

Zur Information für den Lehrer sind in der Übersicht 1 ausgewählte Fakten über die biotechnologische Nutzung von Organismengruppen zusammengestellt (eine analoge Darstellung könnte natürlich auch Gegenstand von Hausaufgaben sein).

Es empfiehlt sich, eine Sammlung von Zeitungs- und Zeitschriftenausschnitten anzulegen, damit die Vielfalt und Rentabilität sowie neuere Entwicklungen der Biotechnologie verdeutlicht werden können. Diese Sammlung könnte auch in den Klassenstufen 8 bis 10 Wiederverwendung finden. Solche Sammlungen eignen sich gut für Festigungs- und Wiederholungsübungen.

Vorschlag zur Gestaltung (Beispiel)

Organismengruppe: Schimmelpilze

Art: *Penicillium roqueforti*

Ausgangsstoffe: Milchprodukte

Für Käse mit Innenpilzflora (z. B. Roquefort) ist *Penicillium roqueforti* (blaugrün) charakteristisch. Damit der für das Pilzwachstum notwendige Sauerstoff ins Innere gelangt, wird die Käsemasse bei Reifungsbeginn mit Stahlnadeln durchstochen.

Gewonnenes Produkt: Roquefortkäse

Bedeutung/Verwendung: Nahrungsmittel

Zur „Systematisierungseinheit“

Es ist vorgesehen, in einer geschlossenen Einheit (etwa 5 Stunden) wesentliche Inhalte aus drei Klassenstufen zusammenzufassen, zu wiederholen und zu festigen, bisher Behandeltes zu systematisieren.

Darüber hinaus werden einzelne Schwerpunkte mit neuen stofflichen Inhalten angereichert.

Im folgenden ein Angebot für eine Variante des unterrichtlichen Vorgehens. Da-

Übersicht 2: Überblick über Organismen

Organismen	
Zellen: Kernsubstanz in der Zelle verteilt	Zellen: mit Zellkern, Kernsubstanz von Membran umgeben
Bakterien, einschließlich Blaualgen (Cyanobakterien)	Pilze, Pflanzen, Tiere

bei möchten wir drei Gesichtspunkte herheben.

a) In drei Schuljahren haben die Schüler eine Vielzahl von Organismen kennengelernt, die jeweils bestimmten Organismengruppen zugeordnet waren. Sie erwarben dabei u. a. Wissen über morphologische, anatomische und funktionelle Merkmale.

In einem Systematisierungsschwerpunkt kann ihr Wissen über die verschiedenen Organismen unter dem Aspekt des zellulären Baus systematisiert werden. Es wird zum einen der zelluläre Bau aller Organismen als gemeinsames Merkmal herausgestellt und zum anderen werden die Organismengruppen nach Unterschieden im *Bau der Zellen* geordnet.

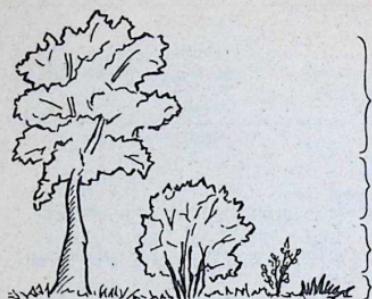
Die Schüler sollten dabei einen ersten, sehr stark vereinfachten Überblick über das *System der Organismen* erhalten, der in den Grundzügen dem der Fachwissenschaft entspricht.

In Anlehnung an die Darstellung des Lehrbuchs könnte eine Übersicht – einzutragen sind Angaben über Zellbestandteile usw. – erarbeitet werden (Übersicht 2).

b) Einen weiteren Schwerpunkt sehen wir in der Behandlung der *zunehmenden Funktionsteilung* bei Algen, Moospflanzen und Farnpflanzen.

Die Schüler haben die Kugelalge als einfachen Mehrzeller kennengelernt. Bei der Behandlung der Moospflanzen wurde der „Gewebebegriff“ eingeführt und danach auf unterschiedliche Gewebe bei Moos- und Farnpflanzen eingegangen.

In dieser Systematisierungsphase sollte verdeutlicht werden, daß beim Vergleich zwischen Kugelalge, Moospflanze und Farnpflanze eine Zunahme der Anzahl unterschiedlicher Zelltypen (bzw. Gewebe)



Schicht Pflanzen Tiere Pilze

1. Benenne die Schichten des Waldes! Ordne jeder Schicht die darin lebenden Organismen zu!
2. Nenne je 5 Organismen der Lebensgemeinschaft, die autotroph bzw. heterotroph leben!
3. Gib die zwischen den Organismen bestehenden Nahrungsbeziehungen in Form von Nahrungsketten an!
4. Welche von den obengenannten Organismen erzeugen aus Kohlendioxid u. Wasser **organische Stoffe**?
5. Welche von diesen Organismen verbrauchen **organische Stoffe** bei ihrer Ernährung?
6. Welche Organismen **zersetzen** durch ihre Lebenstätigkeit **organische Stoffe** wieder zu anorganischen Stoffen?

im Organismus – damit eine zunehmende Funktionsteilung – festzustellen ist.

Wird vom Lehrer zur Darstellung dieses Zusammenhangs das in den Unterrichtshilfen ausgewiesene Vorgehen gewählt, dann könnte er in Abwandlung der Lehrbuchdarstellung zur Information folgende Übersicht (vollständig oder nur für Algen, Moos- und Farnpflanzen) einsetzen:

Zell-, Gewebedifferenzierung (Anzahl der Zelltypen)

Bedecktsamer (74–76)	z. B. Sonnenblume
Nacktsamer (46–52)	z. B. Waldkiefer
Farnpflanzen (25–27)	z. B. Wurmfarn
Moospflanzen (18–20)	z. B. Goldenes Frauenhaar
Algen (1–10)	z. B. Kugelalge Chlorella

c) Von besonderer Bedeutung ist die Behandlung des Zusammenlebens der Organismen in Lebensgemeinschaften, der Nahrungsbeziehungen, der Stellung von Erzeu-

gern, Verbrauchern und Zersetzern im Stoffkreislauf der Natur.

Eine in den Unterrichtshilfen nur kurz erwähnte effektive methodische Variante, den Unterrichtsstoff lebensnah und motivierend zu gestalten, wäre eine 1–2stündige Exkursion in einem nahegelegenen Ökosystem, z. B. einem Laubmischwald.

Die Schüler sollten dabei ihre Sippkenntnisse festigen und das Zusammenleben von Pflanzen, Pilzen, Tieren und Bakterien an konkreten Beispielen erkennen. Ihnen müssen Nahrungsbeziehungen zwischen den Organismen, ihre Tätigkeit als Erzeuger, Verbraucher und Zersetzer deutlich werden. Dazu könnten auf Arbeitsblättern entsprechende Aufgaben gelöst werden (Übersicht 3).

Eine solche Exkursion sollte vom Lehrer auf jeden Fall auch genutzt werden, um den Schülern erneut die Notwendigkeit des Naturschutzes, der Erhaltung der Umwelt deutlich zu machen.

Grenzen des Lehrplans

Pilze. *Hut-, Schimmel- und Hefepilze* sind im Lehrplan als gleichrangige Gruppen ausgewiesen. Durch den Hinweis auf krankheitserregende Pilze – Hautpilze,

Rostpilze – wird diese Übersicht erweitert. Somit lernen die Schüler – anders als bei anderen Organismengruppen – keine echten taxonomischen Kategorien der Pilze kennen. Auch innerhalb der Gruppen werden Organismen verschiedener Ebenen behandelt. Beispielsweise gehören der Gießkannen- und Pinselschimmel zu einer ganz anderen systematischen Einheit (*Ascomyceten*) als der Köpfchenschimmel (*Phycomyceten*). Des weiteren gehören nur wenige Hautpilze zu den Hefepilzen. Rostpilze wiederum zählen wie die Hutpilze zu den Basidiomyceten.

Wir halten es daher für sinnvoll, die Schüler darauf aufmerksam zu machen, daß die vermittelten Sachverhalte nur eine Auswahl darstellen und verwandtschaftliche Beziehungen nicht berücksichtigt werden. Keine Aussagen trifft der Lehrplan zu den Bestandteilen der *Pilzzellen*, sondern eigentlich nur zu dem, was eine Pilzzelle nicht hat: „... ohne Chloroplasten“. Bei den Schülern könnte sich die Vermutung manifestieren, daß den Pilzzellen Chloroplasten „fehlen“. Solche Aussagen könnten vom Lehrer aufgegriffen und im Sinne der eigenständigen Entwicklung sowie unter Hinweis auf das hohe stammesgeschichtliche Alter der Pilze mit den Schülern diskutiert werden.

Da die komplizierten Fortpflanzungsverhältnisse ausgespart sind, wäre zu empfehlen, den Bau der Pilzzelle nicht unbedingt mit der Vorstellung des Fortpflanzungskörpers eines Hutpilzes (2 Kerne) zu verbinden. Besser geeignet sind Backhefe bzw. das unterirdische Myzel der Hutpilze (vor der Verschmelzung sind die Myzelien einzellig). Auch wäre den Aussagen ihr absoluter Charakter – bezüglich der Einzelligkeit der Hefepilze sowie der ausschließlich ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Sprossung – wenigstens an einer Stelle des Unterrichts zu nehmen.

Hinsichtlich der Demonstration des Experiments „Nachweis der Wirkung der Lebenstätigkeit der Bäckerhefe“ durch den Lehrer möchten wir darauf aufmerksam machen, daß eine Auswertung eigentlich nur möglich ist, wenn Aussagen über den Stoffabbau mit einbezogen werden. Im Lehrplan sind als Lebenstätigkeiten nur „Ungeschlechtliche Fortpflanzung bei günstigen Umweltbedingungen – Nahrung (zuckerhaltige Stoffe), Feuchtigkeit, Temperatur, Hinweis auf Sprossung“ genannt.

Die Beobachtungsergebnisse könnten dann nur so gedeutet werden, daß die rasche Größenzunahme eines Hefeteigs ausschließlich auf Sprossung und damit auf einer ungeheuren zahlenmäßigen Zunahme von Hefezellen beruht. Die Gasentwicklung – als Hauptursache der lockeren Struktur des Hefegebäcks – bliebe unberücksichtigt.

In den Klassenstufen 5 und 6 wird bereits im Zusammenhang mit Atmungsprozessen auf CO₂ verwiesen. Darauf könnten wir uns beziehen, ohne dabei auf Gärungen eingehen zu müssen.

Blaualgen. Ein weiteres Problem könnte entstehen, wenn nach den Bakterien die Blaualgen und daran anschließend (in einem neuen Stoffgebiet) die Algen behandelt werden.

Da z. B. der Begriff Cyanobakterien nicht eingeführt wird, ist zu empfehlen, die im Lehrplan aufgeführten übereinstimmenden Baumerkmale von Bakterien und Blaualgen – „Zellkernsubstanz in der Zelle verteilt“ – den Schülern besonders deutlich zu machen und damit ihre Stellung im System der Organismen zu begründen. Bei der Behandlung des Zellkerns der Algen müßte dies unbedingt noch einmal aufgegriffen und gegenübergestellt werden.

Algen. Der Lehrplan weist bei einzelligen und mehrzelligen Algen als Vertreter Chlorella und Schraubenalge aus, enthält u. a. den „Hinweis auf Kolonien mit voneinander unabhängigen, für sich lebenden Zellen, z. B. Pandorina“ und fordert die Behandlung der „Kugelalge als einfache mehrzellige Pflanze“.

In diesem Zusammenhang sind keine Aussagen zur Evolution der Organismen zu finden, obwohl sich die biologischen Inhalte gut eignen, auf die Entwicklungsrichtung „Einzeller – Kolonie – Mehrzeller“ hinzuweisen. Sinnvoll wäre unter einer solchen Zielstellung, außer Chlorella den Schülern noch eine weitere (begeißelte) einzellige Alge vorzustellen, z. B. Chlamydomonas, die als „Geißelalge“ bezeichnet werden könnte. Damit würde eine Grundlage geschaffen, ausgehend von dieser einzelligen Geißelalge, über Pandorina (mehr-

rere einzellige Geißelalgen, die als Kolonie zusammengeschlossen sind) „zur Kugelalge zu kommen“; bei der die vielen Geißelzellen einzeln nicht mehr lebensfähig sind. Ungünstig für die Vermittlung dieser ersten Einsichten in die Entwicklung vom Einzeller zum Mehrzeller im Pflanzenreich erweist sich aber, daß im Lehrbuch als Kolonie (außer der Schraubenalge) nicht Pandorina, sondern die völlig anders gebaute Kolonie Pediastrum abgebildet ist.

Systematisierung. Das Ziel des Schwerpunktes „Ernährung der Organismen“ besteht darin – mit Einbeziehung energetischer Betrachtungen – ein höheres Niveau des Wissens über die unterschiedlichen Ernährungsweisen chlorophyllhaltiger und chlorophyllfreier Organismen zu erreichen. Dabei sollen die Schüler ihre Kenntnisse aus dem Physik- und Chemieunterricht über Energieformen, Energieumwandlungen und über chemische Reaktionen als Stoff- und Energieumwandlungen anwenden. Eine Möglichkeit der Reaktivierung ist die Nutzung des Physiklehrbuchs Klasse 7 (Seite 75). In den bisherigen Ausgaben ist allerdings der Prozeß der autotrophen Assimilation unkorrekt dargestellt, da CO_2 und Chlorophyll in den Erläuterungen nicht genannt werden. In der neuen Ausgabe soll dies korrigiert werden. Dem neuen Text wird aber auch wie bisher zu entnehmen sein, daß der Physikunterricht den Stoffabbau und damit Energieumwandlung und -freisetzung in seine Be trachtung einbezieht. Der Lehrplan Biologie enthält hierzu (leider?) keinerlei Aussagen. Die Schüler lernen nur, daß Pflanzen anorganische Stoffe mit geringer chemischer Energie aufnehmen und daraus organische Stoffe mit mehr chemischer Energie bilden. Chlorophyll und Licht werden als Bedingung genannt. Tiere, Pilze und Bakterien nehmen körperfremde Stoffe auf und bilden körpereigene organische Stoffe. Welche Bedeutung dies für den Energiehaushalt vieler Lebewesen hat, muß nicht behandelt werden. Wir würden aber empfehlen – ähnlich wie im Lehrbuch Physik ausgeführt – die Nutzung der Energie, z. B. im menschlichen Körper, in den Unterricht einzubeziehen.

„Wissenschaft und Fortschritt“ – Vorschau aus der Planung

Heft 7/90

Bericht von der Amtseinführung des neu gewählten Präsidenten der AdW der DDR, Prof. Dr. Horst Klinkmann

Prof. Dr. Regine Witkowski, Dr. Peter Nürnberg, Prof. Dr. Otto Prokop, Humboldt-Universität zu Berlin: Polymorphismus und Individualität des Menschen (mit Titelgraphik)

Georg Breuer, Wien: Der Mensch und die Ozeanrandgebiete (Bericht von der 61. Dahlem-Konferenz „Ocean Margin Processes in Global Change“)

Dr. Volker Eckart, Dr. Joachim Bauch, Petroleumisches Werk Schwedt: Zukunfts trächtiger Markt für Biofeinchemikalien

Dr. Fritz Vahrenholt, Hamburg: Sanierung der DDR-Umwelt – eine deutsche Aufgabe (mit farbiger Umschlagseite)

Heft 8/90

Bericht über die Amtsübergabe an den neu gewählten Präsidenten der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, Professor Dr. Benno Parthier

Prof. Dr. Horst Strobel, Rektor der Hochschule für Verkehrswesen Dresden: Personenbeförderung – ökologisch?

Prof. Dr. Wolfgang Fratzscher, TH „Carl Schorlemmer“, Leuna/Merseburg: Technologie und Ökologie aus der Sicht des Thermodynamikers (mit farbiger Umschlagseite)

Dr. sc. Hans-Georg Bartel, Humboldt-Universität zu Berlin: Robert Havemann (1910–1982) – Forscher, Lehrer, Politiker (Änderungen vorbehalten)

„Wissenschaft und Fortschritt“ kann wie der abonniert werden!

Dr. Helmut Weißbach

• Leserpost •

Unterrichtsmittel selbst gebaut – ein Beitrag zur Objektbezogenheit

Um die Objektbezogenheit auch in der 10. Klasse weitgehender realisieren zu können, habe ich für den Unterricht zu den Mendelschen Gesetzen einen Klassensatz „Erbsen“ als Anschauungsmittel hergestellt und eingesetzt. Dabei bin ich von den Abbildungen im Lehrbuch „Biologie 10“ (S. 11 und 12) ausgegangen, habe aber die Erbsen sowohl der ersten als auch der zweiten Tochtergeneration in ein einheitliches Feld gebracht, damit nicht der Eindruck entsteht, daß die Pflanzen die Samen „sortiert“ hervorbringen.

Als weitere methodisch aufbereitete Variante habe ich bei den 12 Plastbeuteln, in die ich die Erbsen mittels eines Haushalt-Folienschweißgerätes eingeschweißt habe, die Anzahl der beiden verschiedenen Erbsen in der zweiten Tochtergeneration im Verhältnis 1:3 variiert (je zwei Beutel 1:3, 2:6, 3:9 usw.). Mit einem Folienschreiber wurden die Elterngenerationen und die beiden Tochtergenerationen beschriftet.

Dieser Klassensatz kam im Unterrichtsprozeß mehrfach zum Einsatz (z. B. beim selbständigen Erarbeiten des 2. Mendelschen Gesetzes mit Hilfe des Lehrbuchtextes und zur Leistungskontrolle). Der Einsatz bei Leistungskontrollen bietet sich an, wenn mehrere Varianten von Erbsenkreuzungen als Klassensätze zur Verfügung stehen. Schüler einer 10. Klasse haben unter Verwendung der Tabelle im Lehrbuch, S. 10, noch „Kreuzungen“ zwischen gelben, runden und gelben, kantigen Samenformen sowie zwischen grünen, runden und grünen, kantigen hergestellt.

Auch ein Folienpäckchen, das alle vier Samenausbildungen beinhaltet, kann im Unterricht zur Anschaulichkeit beitragen.

Für Nachnutzer hier die technischen Einzelheiten:

Material: Schlauchfolie oder Plastbeutel

Gerät: Haushalt-Folienschweißgerät für Thermoplaste

Erbsensorten: gelb/rund – Speiseerbsen

gelb/kantig – Zuckererbsen (Ambrosia)

grün/rund – Schalerbsen (Frühe Harzerin)

grün/kantig – Markerbsen (Bördi)

Maße: Schlauchfolie, 25 cm breit; daraus ergaben sich je 2 Beutel von 12 cm Höhe (1 cm als Mittelnaht, siehe Abb. 1)

Hinweise: Beim Zuschweißen des 3. Feldes muß auf das letzte Feld eine dünne Pappe gelegt werden, damit dieses nicht geteilt wird.

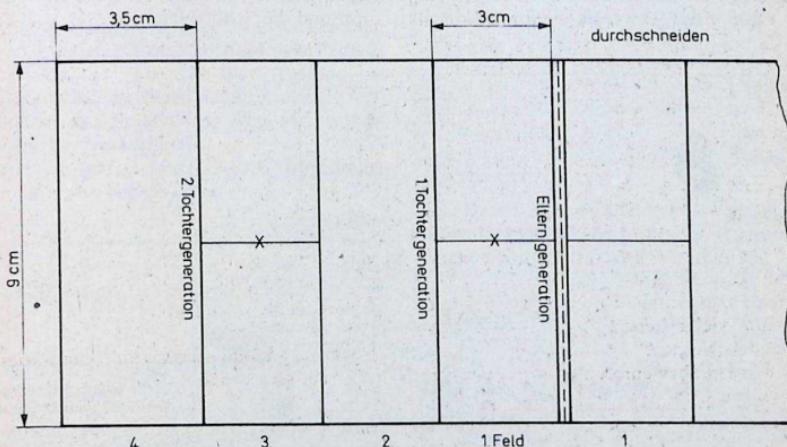


Abb. 1: Skizze zur Herstellung der Folienbeutel

Als weitere Anregung möchte ich zur Demonstration der Variabilität auf die Schalen bzw. Gehäuse von Mollusken Verweisen. So gibt es bei der „Eßbaren Miesmuschel“ innerhalb dieser einen Art verschiedenefarbige Schalen. Davon habe ich einen Klassensatz hergestellt, indem ich auf eine Kartonunterlage vier Schalenhälfte in unterschiedlichem Farbton (hellbraun, braun, schwarzbraun und schwarz) aufgeklebt habe. Dieser Klassensatz stellt eine Ergänzung für ein Unterrichtsmittel dar, das die Variabilität der Gehäuseausbildungen der Schnirkelschnecke demonstriert.

Für die Schüler der 10. Klasse ist auch ein Original der „Japanischen Wunderblume“ interessant, zumal sie als „Aufmacher“ auf der Umschlagseite des Lehrbuches abgebildet ist. Da es diese Pflanzen weder in den einschlägigen Geschäften gibt und auch nur wenige Gärtnerei über diese Staude verfügen, könnte man sich die Samen aus botanischen Gärten und ähnlichen Einrichtungen besorgen. Kleine Mengen Samen samt Kulturanleitung könnte ich in den kommenden Jahren an interessierte Kollegen abgeben. Diese Pflanzen blühen reichlich, so daß eine weitere Verbreitung der Wunderblume relativ einfach wäre.

Ursula Liedtke (Zittau)

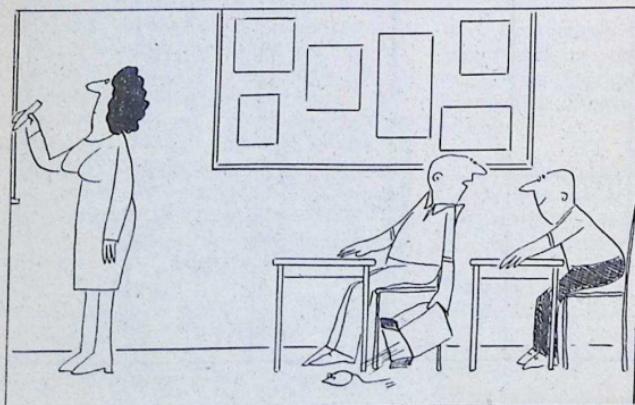
Auch aus meiner Erfahrung bewähren sich in Folie eingeschweißte Naturobjekte als

Klassensatz oder zur Demonstration auf dem Polylux.

Die Idee, auf diese Weise auch Erbgänge zu veranschaulichen, macht das „Erbsen-Beispiel“ aus Mendels Versuchsreihen sicher interessanter. Für eine „Nachnutzung“ würde ich aber überlegen, ob man in der 2. Tochtergeneration eine genaue 3:1 Spaltung demonstrieren sollte. Ich halte das nicht für sinnvoll. Es ist auch nicht notwendig, denn es zählen mehrere Schüler bzw. Schülergruppen aus. Sie können die Einzelergebnisse diskutieren und mit dem ermittelten Gesamtergebnis vergleichen. Dadurch wird die Bedeutung größerer Versuchsreihen und einer statistischen Auswertung deutlich. Es ist zu überlegen, ob nicht sogar die Ergebnisse aus Mendels Versuchsreihen (z. B.: LB Kl. 10, S. 12) von den Schülern nachgestaltet werden können.

Samen einer Pflanze (z. B. Erbsen, Bohnen, Kürbiskerne) in Folie eingeschweißt, eignen sich auch zur Demonstration von Umweltvariabilität (Modifikation). Genauso eindrucksvoll – besonders bei Polylux-Projektion – kann man mit herbarisierten und eingeschweißten (stärkere Folie, eventuell klammern) Blättern (z. B. Schneeebeere, Wein, Efeu) arbeiten.

Zur Demonstration von genetisch bedingter Variabilität eignet sich auf gleiche Weise „unempfindlicher“ gemachtes Herbarmaterial von Blättern, etwa die Normalform und die Schlitzblattform.



„Mal sehen, wie Fräulein Schön auf Originalobjekte reagiert“. Zeichnung:
Egon Neumann

Eingeschweißte Ähren von Weizen- und Gersten-Mutanten konnte ich über Jahre verlustlos einsetzen.

Dr. E. Pohlheim (Kleinmachnow)

Der von Kollegin Liedtke vorgestellte Klassensatz „Erbsen“ ist eine gute Idee, die meine ungeteilte Zustimmung findet.

Als Ergänzung zur Herstellung der Folienbeutel möchte ich darauf hinweisen, daß die Folie an entsprechenden Stellen auch genäht werden kann. Wichtig ist, daß die Klassensätze mit den Erbsen dunkel aufbewahrt werden, da die Erbsen sonst ausbleichen.

Viele Kollegen, die über ähnlich gute Tips verfügen, scheuen sich, dies in BioS zu veröffentlichen wegen der „Schreiberei“.

Ich möchte in Verbindung mit der Veröffentlichung des Beitrages von Kollegin Liedtke dazu aufrufen, ähnliche „Unterrichtstips“ an die Redaktion von BioS zu schicken! Es genügte z. B.

„Mein Tip“ (o. ä.)

Was? (z. B. Unterrichtsmittel
Klassensatz „Erbsen“)

Warum? (Wozu?) (Demonstration von ...
in STE ...)

Wie? (Arbeitsanleitung)

Name/Schule des Einsenders

StR Ortrun Böhme (Hoyerswerda)

Die Meinungsäußerungen der Kolleginnen Dr. Pohlheim und Böhme zum Beitrag von Kollegin Liedtke sind Auszüge aus Gutachten, die diese Kolleginnen als Mitglieder des Redaktionskollegiums unserer Zeitschrift anfertigten.

Die Anregung von Kollegin Böhme unterstützen wir vorbehaltlos.

Die Redaktion

• Nachrichten •

Wahlversammlung der Sektion Schulbiologie

Während der XXIV. Schulbiologentage 1990 in Magdeburg (28. 02.–2. 03. 1990)

fand am 1. März 1990 die Wahlversammlung der Sektion statt. Der Rechenschaftsbericht wurde von der Vorsitzenden, Frau Prof. Dr. I. Heinzel, vorgetragen. Seine Schwerpunkte bezogen sich u. a. auf die im Berichtszeitraum durchgeföhrten Tagungen, Exkursionen und Kurzlehrgänge in ihrer Bedeutung für die fachmethodische und fachwissenschaftliche Weiterbildung. Im Mittelpunkt der Diskussion standen u. a. Fragen zum Ernst-Haeckel-Schülerpreis, zur internationalen Zusammenarbeit der Schulbiologen sowie zur Durchführung von Austauschexkursionen.

Im Anschluß an das Aufstellen einer Kandidatenliste erfolgte die geheime Wahl der Sektionsleitung:

Brehme, Siegfried, Doz. Dr. sc. (Greifswald);

Fritsch, Helmut, StR, Dr. (Hennigsdorf); Gehlhaar, Karl-Heinz, Dr. sc. (Leipzig); Gläser, Herbert, Dr. (Jena)

Heichel, Günter, Prof. Dr. sc. (Halle);

Horn, Frank, Dr. sc. (Rostock);

Heinzel, Ingrid, Prof. Dr. sc.

(Mühlhausen);

Kaltenborn, Heidemarie, Dr.

(Weißensee);

Köhler, Reinhard, Dr. (Arnstadt);

Kotzur, Klaus, Dipl.-L. (Burgstall);

Meincke, Irmtraud, Dr. (Greifswald);

Neupert, Dieter, Dr. (Potsdam);

Senglaub, Lutz-Rainer, OL (Osthause);

Zabel, Erwin, Prof. Dr. sc. (Güstrow).

In einer Sitzung zur Konstituierung der neuen Leitung wurde Prof. Dr. Heinzel wiederum das Vertrauen als Vorsitzende der Leitung ausgesprochen. Die Sektionsleitung dankte den ausscheidenden Mitgliedern – Frau OSR G. Kummer und Frau Dr. E. Schulze – für ihre langjährige Mitarbeit.

Doz. Dr. sc. Brehme/Dr. sc. Gehlhaar
(Sektion Schulbiologie der Biologischen
Gesellschaft der DDR)

• Schülerwettstreit •

Ernst-Haeckel-Schülerpreis 1990

Der Präsident der Biologischen Gesellschaft der DDR, Herr Professor Dr. Heinz

Penzlin, zeichnete anlässlich der 24. Schulbiologentage in Magdeburg die Preisträger im Wettbewerb um den Ernst-Haeckel-Schülerpreis 1990 aus. Die 3 gleichwertigen Preise erhielten:

1. Heike Jänicke von der EOS „John Brinkman“ in Güstrow für die Arbeit mit dem Thema „Naturschutz im Kreis Güstrow“

In der Arbeit wird die Bedeutung und die Organisation des Naturschutzes in der DDR, besonders aber im Kreis Güstrow dargestellt. Dazu werden alle Natur- und Landschaftsschutzgebiete sowie alle Flächennaturdenkmale des Kreises aufgelistet, charakterisiert, ihre Bedeutung und ihre Aufgaben sowie der augenblickliche Zustand und die bisherigen und zukünftigen Schutzmaßnahmen beschrieben. Weiterhin berichtet sie über die Situation der geschützten Tier- und Pflanzenarten im Kreis. Als seit mehreren Jahren tätiger Naturschutzhelfer stellt die Preisträgerin die von ihr geleisteten Arbeiten dar und gibt somit einen Überblick, wie sich bereits Schüler aktiv im Naturschutz engagieren können. Die Ergebnisse der Arbeit werden sowohl bei der Ausbildung von Lehrerstudenten als auch bei der Weiterbildung von Heimatkunde- und Biologielehrern des Kreises genutzt.

Betreuer: Frau Dr. Martin

2. Stefanie Nöllert von der EOS „Johannes R. Becher“ in Jena für die Arbeit zum Thema „Der Einfluß der Individuendichte auf die Stadiendauer, das Wachstum und den Metamorphoseerfolg am Beispiel von Erdkrötenlarven“

Die Arbeit, der eigene Untersuchungen an 2. Untersuchungsserien von Erdkrötenlarven aus den Jahren 1988 und 1989 zu grunde liegen, verfolgt das Ziel, den Wachstumsverlauf während der einzelnen Entwicklungsstadien genau zu dokumentieren sowie Beziehungen zwischen Individuendichte und Entwicklungsdauer herauszuarbeiten. Die Ergebnisse der Arbeit, die für Probleme des Artenschutzes und der Arterhaltung bedeutungsvoll sind, konnten auf der Grundlage – einer sorgsam durchdachten Versuchsplanung,

– günstiger Untersuchungsmethoden, die aus breiter Literaturanalyse hervorgegangen sind und
– der mit äußerster Genauigkeit durchgeführten Untersuchungen erreicht werden.
Betreuer: Herr Andreas Nöllert

3. Peter Becker, Daniela Dietrich, Martin Heine und Antje Muschter von der EOS Bischofswerda für die Arbeit „Untersuchungen zum Pflanzenbestand eines Flächennaturdenkmals bei Uhyst und seiner unmittelbaren Umgebung“

Die vier Schüler hatten sich das Ziel gestellt, ein Flächennaturdenkmal mit einem großen Bestand des in der Oberlausitz sehr seltenen Riesenschachtelhalmes durch eine gründliche Untersuchung des Pflanzenbestandes des Gebietes sowie seiner näheren Umgebung noch genauer zu erschließen und Schlußfolgerungen für erforderliche Pflege- und Schutzmaßnahmen abzuleiten. Die vorkommenden Pflanzen- und Pilzarten wurden exakt erfaßt und z. T. herbarisiert. Insgesamt konnten rund 251 Gefäßpflanzen, 26 Moose sowie 72 Pilze festgestellt, bestimmt und dokumentiert werden. Die Charakterisierung der einzelnen Biotope, die Ermittlung der Bedeutsamkeit der vorkommenden Gefäßpflanzen und die Feststellung, daß das Gebiet und seine Lebewesen zur Zeit noch relativ unbeeinflußt sind, führte zum Vorschlag, das Flächennaturdenkmal zum Naturschutzgebiet zu erweitern.

Betreuer: Herr Hans-Werner Otto

Weitere 3 eingereichte Arbeiten erhielten eine lobende Anerkennung:

1. „Das DOWN-SYNDROM – betrachtet unter einigen sozialen, genetischen und anthropologischen Aspekten“

Bearbeiter: Jewgeni Ermantraut von der Oberschule mit EOS-Teil „Dr. Theodor Neubauer“ in Hermsdorf (Thür.)

Betreuer: Frau Dr. Schreier, Institut für Anthropologie und Humangenetik der Universität Jena

2. „Baumkataster der Stadt Welzow“

Bearbeiter: Peter Klausch, Station Junger Naturforscher und Techniker Spremberg

Betreuer: Mitarbeiter der Station

3. „Auswertung von Längsschnittuntersuchungen zur Lateralisation motorischer

und sensorischer Funktionsasymmetrien des Menschen“

Bearbeiter: Ben Heyne vom EOS-Teil der Nikolai-Ostrowski-Oberschule in Dippoldiswalde (Preisträger 1989!)

Dr. Herbert Gläser (Jena)

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
6900 Jena

• Kurzinformationen •

Zahlen und Fakten zum Naturschutz

- In der DDR gibt es 789 Naturschutzgebiete mit einer Fläche von 109192 Hektar, das sind rund 1 Prozent der Gesamtfläche der DDR.
- Weiterhin existieren 402 Landschaftsschutzgebiete. Sie nehmen 18,1 Prozent der Gesamtfläche des Landes ein.
- Das System der Naturschutzgebiete und Flächendenkmale wird ergänzt durch 37 Feuchtgebiete von nationaler und 8 Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung sowie Schongebiete für Großtrappen, Fischotter, Elbebiber und bestandsbedrohte Wildvögel mit über 1000000 Hektar Nutzfläche.
- Gegenwärtig sind 856 Tier- und 136 Pflanzenarten unter Schutz gestellt.

Quelle: Öko-Report Nr. 1, – Panorama DDR, Auslands presseagentur GmbH

Öko-Dienst bei Grenzsoldaten

Im Kommando Magdeburg der Grenztruppen der DDR gibt es seit kurzem „Offiziere für Ökologie und Umwelt“. War die Grenze zwischen der DDR und der BRD seit Jahrzehnten für Menschen undurchlässig, für Flora und Fauna bot sie offensichtlich ein Gebiet zum sicheren Überleben. So werden im Elbebereich – Kilometer 452 bis 462 – Weiß- und Schwarzstörche, Elbebiber, Kraniche, Regenpfeifervögel, Sumpfschildkröten und anderes Getier in reicher Anzahl registriert. Im Bezirk Gera sind es seltene Waldbestände, Feuchtegebiete, wertvolle Biotope mit seltenen Orchideen und Arnika, die die Verantwortung für den Naturschutz auf den Plan rufen. Ein Hilferuf auch aus dem Brockengebiet im Harz, wo ein international bedeutsames Rückzugsgebiet für alpine und arktische Flora vor dem schnell einsetzenden Tourismus gerettet werden muß.

Quelle: Öko-Report Nr. 1, – Panorama DDR, Auslands presseagentur GmbH

Was wird aus ehemaligen Truppenübungsplätzen und militärischen Sperrgebieten?

Im Februar 1990 wurde gemeinsam vom Ministerium für Nationale Verteidigung, dem Umweltministerium und den Räten des Kreises Bad Liebenwerda und des Bezirkes Cottbus ein erstes Pilotprogramm gestartet – die Konversion des Truppenübungsplatzes Bad Liebenwerda im Süden des Bezirkes Cottbus.

Auf einer Fläche von rund 3300 Hektar soll ein Naturschutzpark entstehen, der sowohl Forstwirtschaft, „sanften Tourismus“, Naturschutz und ökologischen Landbau in Einklang bringt. Mit dem „ökologischen Kassensturz“ wurde begonnen. Erste Konzeptionen werden im April mit den Einwohnern umliegender Gemeinden beraten. Die militärischen Aktivitäten in Bad Liebenwerda enden per 31. Mai 1990. Danach beginnt eine mindestens drei Jahre beanspruchende Munitionsbergung. Vorher kann das Gebiet nicht gefahrlos betreten werden. Mit dem Abschluß der Rekultivierung ist kaum vor dem Jahr 2000 zu rechnen. Der finanzielle Aufwand wird mit

rund zehn bis zwölf Millionen Mark veranschlagt. Weitere 15 bis 20 Truppenübungsplätze und Sperrgebiete mit einer Gesamtfläche von rund 40000 bis 50000 Hektar werden in den kommenden Jahren folgen.

Quelle: Information für Medien. – Ministerium für Naturschutz, Umweltschutz und Wasserwirtschaft der DDR

Zustand der Wälder weiter verschlechtert

(Aus einer Mitteilung des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR)

Im Sommer und Herbst 1989 wurde mit Hilfe von 2600 flächendeckenden Kontrollstellen die alljährliche Waldzustandskontrolle durchgeführt. Gegenüber dem Vorjahr ist ein Zugang von 9,9 Prozent bei Waldschäden nachweisbar, damit sind 54,3 Prozent der Waldfäche mehr oder weniger geschädigt. Mittlere und starke Schäden für 16,4 Prozent, leichte Schäden 7,9 Prozent zu.

In den letzten drei Jahren zeichnete sich eine starke Zunahme der Schäden

Schäden insgesamt:

1987	31,7 Prozent
1988	44,4 Prozent
1989	54,3 Prozent

Waren bisher vor allem Nadelbaumbestände (76 Prozent der Wälder sind Reinbestände von Nadelbäumen) die am stärksten betroffenen Baumarten, so zeigen sich jetzt zunehmend Schäden in Eichen- und Buchenbeständen. 1988/89 sind 250 Tm³ Eichen abgestorben, und über 500 Tm³ müssen als kränkelnd eingeschätzt werden. Dagegen zeigen sich die Buchen noch als vitalste Baumart.

In den Fichtenwäldern deuten sich erste Ergebnisse der durchgeführten Düngungen an. Der Anteil an mittleren bis starken Schäden ging von 13,1 Prozent auf 12,4 Prozent leicht zurück.

Anteilig höchste Schäden liegen in den industriellen Ballungsgebieten der DDR, beispielsweise im Raum Leipzig mit drei Viertel der Waldflächen.

Quelle: Öko-Report Nr. 1, – Panorama DDR, Auslandspressagentur GmbH

Was ist ein Nationalpark (NP)?

Naturschutz-Fachleute verstehen darunter ein großräumiges Schutzgebiet, dessen Naturausstattung von besonderer Eigenart sowie national oder auch international bedeutend ist. Ein NP soll die Landschaft davor bewahren, durch Übernutzung zerstört zu werden. Heimische Pflanzen- und Tierarten in typischen Lebensgemeinschaften soll sicherer Raum geboten, der Natur weitgehend freie Entfaltungs- und Selbstregulierungsmöglichkeiten gelassen werden. Ein NP soll von der wirtschaftlichen Tätigkeit wenig gestört, jedoch der Öffentlichkeit zugänglich sein, soweit es das Schutzziel erlaubt.

In Mitteleuropa gibt es nur wenige als Nationalpark geeignete Landschaften, darunter der Bayerische Wald. Der NP ist in verschiedene Schutzzonen gegliedert, wobei die Kern- sowie die Puffer- und Experimentierzone über 50 Prozent der Gesamtfläche ausmachen.

Quelle: Informationen für Medien. – Ministerium für Naturschutz, Umweltschutz und Wasserwirtschaft der DDR

Die als „Antifoulings“ bezeichneten Unterwasseranstriche von Schiffen und Sportbooten enthalten metallorganische Substanzen, welche den tierischen und pflanzlichen Bewuchs der Schiffsrümpfe verhindern. Zur Zeit kommen vor allem Organo-Zinn-Verbindungen zum Einsatz. Diese werden aber relativ leicht ausgewaschen, so daß vor allem in Schiffs- und Jachthäfen die hohen Metallanreicherungen zu schweren Schädigungen von Schnecken und Muscheln führen. Für Phytoplankton erwies sich eine Konzentration von 0,4 g Tributylzinnoxid/L Wasser als akut toxisch. Die Schwermetalle gelangen auch in die Nahrungskette. Langzeitversuche zeigten, daß sie Verhaltensstörungen bei Fischen und Säugetieren erzeugen und damit auch für den Menschen nicht ungefährlich sind. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen führten dazu, daß der Einsatz von Organo-Zinn-Verbindungen bereits in einer Reihe europäischer Länder durch Gesetz eingeschränkt wurde (Umwelt. – 19(1989)7. – S. 378). Dr. Hellmut Räuber (Dresden)

•Rezensionen•

A. Lehnick, H. und K. Liebenow,
G. Müller: Ist das giftig? Ein Ratgeber zu
giftigen und ungiftigen Pflanzen. — Berlin.
— Verlag Volk und Gesundheit 1989
(1. Auflage). — 126 S., 100 Farbfotos, 103
Zeichnungen, 15,-M

Immer wieder gibt es vor allem bei Kindern Vergiftungen durch aufgenommene Pflanzenteile. Das Erkennen wichtiger Giftpflanzen am Erscheinungsbild und Kenntnisse über ihr Vorkommen gehören zur Allgemeinbildung.

Die Autoren wenden sich vor allem an Erzieher. So kann das Büchlein auch eine wertvolle Hilfe für Biologielehrer sein, unter deren Führung die Schüler im Fachunterrichtsraum und auf Exkursionen häufig mit Pflanzen konfrontiert sind. Besonders berücksichtigt sind Zierpflanzen in Anlagen, Gärten und Parks, wo sich Kinder häufig aufzuhalten. Aber auch einige giftige Zimmerpflanzen und etliche giftige Wildpflanzen werden vorgestellt. Eine Reihe dargestellter ungiftiger Pflanzen ist als Anregung für eine geeignete Beplantung von Kinderspielplätzen und Grünanlagen an Kindereinrichtungen gedacht.

Das Buch ist so gestaltet, daß es auch für die Nutzung durch Schüler empfohlen werden kann. Ästhetische Farbfotos zeigen 60 giftige und 40 ungiftige Pflanzen. Typisches der betreffenden Spezies ist auf den Abbildungen gut zu erkennen, so daß der Erwerb von Artenkenntnissen wirksam unterstützt wird. Zu jedem Foto gehört eine Beschreibung des Aussehens der Art sowie die Angabe ihrer Blühzeit und ihres Standortes. Bei Giftpflanzen sind außerdem die giftigen Teile, die wirksame Substanz und die toxischen Wirkungen angegeben. Symbolen ist zu entnehmen, ob die Pflanzen schwere bis tödliche Vergiftungen, Vergiftungen mit weniger schwerem Verlauf oder leichte Vergiftungen hervorrufen können. Das Format des Büchleins ist auch für Exkursionen handlich.

Prof. Dr. sc. Manfred Matzke (Halle)

Asmus Petersen: Die Sauergräser
Herausgegeben von Waltraut Petersen und
Günther Wacker. — Akademie Verlag Berlin,
1989 (2. bearb. Aufl.); 8 Abb.; 12,- M

Lange mußten Interessierte auf die gründlich überarbeitete Auflage des Buches „Die Sauergräser“ warten. Die Herausgeber schlossen damit eine Lücke im Sortiment der Gräserbücher.

Mit den rund 70 vorgestellten Arten von 119 heimischen Arten haben die Autoren die wohl wirklich wichtigsten Sauergräser unserer Heimat vorgestellt. Dies wird auch im Vergleich der in unserer Republik glücklicherweise in großer Vielzahl vorliegenden Lokalfloren sichtbar.

Die drei Kapitel des Buches „Allgemeine Erläuterungen zur Bestimmung der Sauergräser im blütenlosen Zustand“, „Schlüssel zur Bestimmung der einzelnen Sauergräser im blütenlosen Zustand“ und „Zusammenfassende Darstellungen über Standort und Wert der Sauergräser und deren Bekämpfung“ sind ausführlich dargelegt worden und nicht nur für den Fachmann verständlich ausgeführt.

Die 8 Bilder sind eine wirkungsvolle Ergänzung zum Text. Trotz allem hätte vielleicht eine oder mehrere Arten zeichnerisch dargestellt werden können, um auch diesen Abschnitt des Buches noch aufzulockern. Bemerkenswert besonders für den Floristen (und solche, die es werden möchten) der 3. Abschnitt. Dieser erleichtert das Einarbeiten in dieses Spezialgebiet. Allerdings fehlt im Abschnitt 3.3. „Bekämpfung der Sauergräser“ ein Hinweis auf evtl. Möglichkeiten der chemischen Bekämpfung dieser Pflanzen, z. B. durch Unkrautbekämpfungsmittel der SYS-Reihe, um es abgerundet darzustellen.

Ein Buch, das dem Gräserfreund bzw. Gründlandspezialisten nur ans Herz gelegt werden kann. Auch für den Biologieunterricht sowie für fakultative Kurse ist es wertvoll.

Dr. F. Löser (Schwerin)

Neuroendokrinologie heute

FRANZiska Götz

Die Endokrinologie – die Lehre von den Hormonen – kann heute nicht mehr isoliert – also systematisiert nach den „klassischen“ Drüsen der inneren Sekretion – betrachtet werden. Vielmehr handelt es sich um ein System, in welches das Nervensystem – insbesondere das ZNS – integriert ist, und das zudem noch in engster Verbindung mit dem Immunsystem steht. Dieser Zusammenhang geht soweit, daß man heute bereits vom neuroendokrinoimmunologischen System (NEIS) spricht (Abb. 1).

Das ZNS wirkt mit Neurohormonen – dazu gehören auch die „klassischen“ Neurotransmitter wie Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin, Serotonin und Azetylcholin als Lokalhormone des Gehirns – auf die endokrinen Drüsen, die wiederum mit ihren Hormonen auf das ZNS zurückwirken.

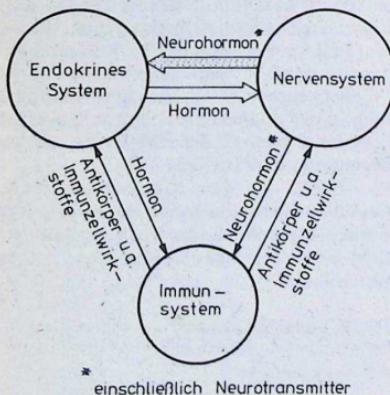


Abb. 1: Wechselwirkungen zwischen Endokrinem, Nervensystem und Immunsystem

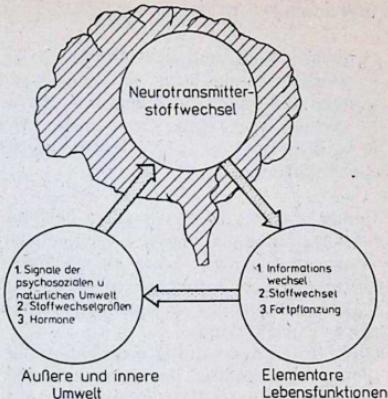


Abb. 2: Psychosomatische Interaktionen

Eine gleichzeitige Wechselwirkung besteht zwischen ZNS und Immunsystem, bzw. Endokriniuum und Immunsystem, das wiederum mit seinen Antikörpern und hormonartigen Substanzen (z. B. den Interleukinen) auf ZNS und Hormonsystem Einfluß nimmt.

Von den Neurotransmittern über die Immunzellwirkstoffe bis zu den „klassischen“ Hormonen – die vorwiegend systemisch durch den Bluttransport vermittelt zur Wirkung kommen – bestehen kontinuierliche Übergänge. Sie alle sind interzelluläre, über Rezeptoren wirksame chemische Boten des umfassenden NEIS, die in spezifisch differenzierten Zellen gebildet werden und auf andere Zellen spezifische biotische (aktivierende, inaktivierende oder organisierende) Wirkungen ausüben. Elementare Lebensprozesse wie Reproduktion, Stoffwechsel und Informationswechsel werden also durch neuroendokrine Systeme geregelt, die durch die Neurotransmitter im Gehirn miteinander verknüpft sind. Damit wird auch verständlich, daß die psychosoziale Umwelt Stoffwechsel und Reproduktionsprozesse beeinflussen kann, während Stoffwechselprodukte und Hormone auf den Informationswechsel Einfluß nehmen (Abb. 2).

Ziel dieses Zusammenwirkens ist die Erhaltung eines physiologischen Gleichgewichts (Homöostase), das gewährleistet,

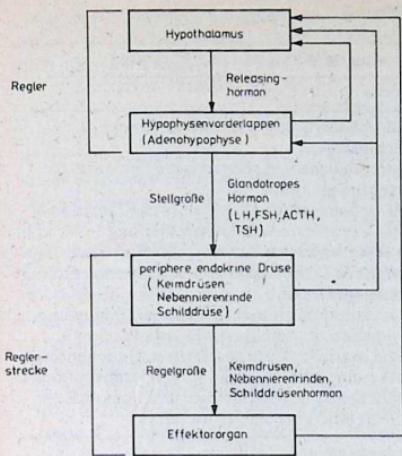


Abb. 3: Kybernetischer Regelkreis der innersekretorischen Vorgänge

dass alle Lebensprozesse koordiniert ablaufen.

Die Sekretion der Hormone wird durch kybernetische Regelkreise kontrolliert (Abb. 3), wobei der Konzentrationsanstieg der peripheren Hormone im Blut durch negative Rückkopplung (negativer Feedback) die Hypophysenfunktion bzw. die Sekretion der hypothalamischen Releasinghormone (Tabelle 1) hemmt (der Hypothalamus ist als entwicklungsgeschichtlich sehr alter Teil des Zwischenhirns eine wichtige Schaltstelle für die Regulation fundamentaler Lebensprozesse). Es existiert aber auch ein sogenannter positiver Feedback, der von besonderer Bedeutung für den Einstieg der Pubertät im weiblichen Organismus und späterhin im Zyklus für den ovulationsauslösenden Gipfel des GnRH ist. Hierbei führt ein leichter Anstieg der weiblichen Keimdrüsenhormone (Östrogene), zu einem starken Anstieg des GnRH.

Hirnpeptide

In den letzten Jahren wurde festgestellt, daß insgesamt etwa 50 Peptide mit Hormoncharakter im ZNS in den verschiedensten Gebieten auch außerhalb des Hypo-

Tab. 1: Einige wichtige Hormone des Hypothalamus

Thyreotropin Releasinghormon (TRH)	
Gonadotropin Releasinghormon (GnRH)	
Luteinisierendes Hormon-Releasinghormon (LH-RH)	(CRF)
Folikelstimulierendes Hormon-Releasinghormon (FSH-RH)	identisch mit TRH (?)
Corticotropin Releasinghormon	(GRF)
Prolactin Releasinghormon	
Somatotropin Releasinghormon	identisch mit Serotonin (?), Dopamin (?)
Melanotropin Releasinghormon	
Prolactin Release inhibierendes Hormon	
Somatotropin inhibierendes Hormon, Somatostatin	
Melanotropin inhibierendes Hormon	

(CRF = Corticotropin Releasing Factor; GRF = Growth Hormone Releasing Factor)

thalamus nachweisbar sind. Die Struktur dieser Peptide und ihre Funktion sind teilweise bekannt. Synthetische Analoga mit z. T. modifizierter chemischer Struktur, die eine Depotwirkung der sonst nur kurzzeitig wirksamen Peptide zur Folge hat, werden bereits therapeutisch eingesetzt.

Außer den seit längerer Zeit bekannten Funktionen der Stimulation oder Hemmung der Hypophysenhormone (vgl. Tabelle 2) im Falle des TRH, GnRH, GRF, CRF und Somatostatin haben diese Peptide aber auch noch andere extrahypophysäre Funktionen: TRH hat z. B. einen allgemein stimulatorischen Einfluß auf das ZNS, es hebt die Wirkung von Narkotika auf und hat günstige Effekte bei Depressionszuständen. GnRH stimuliert bei Versuchstieren, aber auch beim Menschen die Libido, während CRF die Aufmerksamkeit erhöht, aber die Libido senkt. Vasopressin verbessert das Langzeitgedächtnis, während Oxytocin das Vergessen fördert. Hier dürfte die Ursache dafür liegen, daß Frauen im allgemeinen die Schmerzen einer Entbindung schnell vergessen, da Oxytocin, das die Wehetätigkeit stimuliert,

Tab. 2: Hormone der Hypophyse (Hirnanhangdrüse)

Hormon	wichtigste Wirkungen und Wirkorte
I. glandotrope Hormone des Hypophysenvorderlappens	
1. Thyreotropes Hormon (TSH)	Morphologie und sekretorische Funktion der Schilddrüse
2. Adrenokortikotropes Hormon (ACTH)	Morphologie und sekretorische Funktion der Nebennierenrinde
3. Gonadotrope Hormone (Gonadotropine)	Morphologische und sekretorische Funktionen der Keimdrüsen und Keimzellreifung
a) Follikelstimulierendes Hormon (FSH)	Follikelwachstum im Ovar, zusammen mit LH ovarielle Östrogensekretion und Spermienbildung im Hoden
a) Luteinisierendes Hormon (LH) oder die interstitiellen Zellen stimulierendes Hormon (ICSH)	Ovulation (Eisprung), Gelbkörperbildung und -funktion, zusammen mit FSH Follikelreifung und ovariale Östrogensekretion, Hodenhormonsekretion, zusammen mit FSH Spermienbildung, Milchbildung, Morphologie und Funktion des Gelbkörpers bei einigen Tierarten
c) Prolaktin oder Luteotropes Hormon (LTH)	
II. direkt wirkende Hormone des Hypophysenvorderlappens	
1. Wachstumshormon (STH)	Wachstum, Reifung, Eiweißsynthese, Lipolyse
2. Lippote(s) Hormone(s) (LPH)	Fettmobilisierung
3. Exophthalmus produzierende Substanz (EPS)	hinter dem Augapfel gelegenes Fettgewebe
4. Melanozytenstimulierendes Hormon (MSH)	Pigmentzellen und Pigmentkörnerchen
III. Hormone des Hypophysenhinterlappens	
1. Oxytozin	Milchejektion, Uteruskontraktion (Wehen)
2. Vasopressin, Antidiuretisches Hormon (ADH)	Hemmung der Harnbildung durch Wasserrückresorption in den Nierenkanälchen, Blutgefäßverengung

während der Geburt in großen Mengen ausgeschüttet wird.

Eine eng miteinander verwandte Peptidgruppe stellen das ACTH des Hypophysenvorderlappens, das α -MSH und die Endorphine und Enkephaline dar, die – mit Ausnahme der Enkephaline – aus einem gemeinsamen Vorläufer-Hormon gebildet werden. Endorphine und Enkephaline gehören zu den endogenen Opiaten. Zu Beginn der 70er Jahre wurde nachgewiesen, daß Opiate wie z. B. Morphin im Gehirn an spezifische Rezeptoren gebunden werden. Es stellte sich die Frage, warum es im Gehirn Rezeptoren für körperfremde Stoffe geben soll. Mittlerweile ist eine Vielzahl körpereigener Opiate entdeckt worden – deren wichtigstes das β -Endorphin mit 31 Aminosäuren ist – und die in über 30 Hirngebieten nachgewiesen wurden.

Diese endogenen Opiate haben verschiedenste Wirkungen:

1. Aus der Hypophyse werden unter ihrem Einfluß vermehrt Prolaktin und Wachstumshormon ausgeschüttet, während die LH- und FSH-Sekretion gehemmt werden.
 2. Die Schmerzempfindlichkeit wird herabgesetzt; Patienten die einen hohen β -Endorphinspiegel haben, leiden weniger unter Operationsangst als Patienten mit niedrigem Spiegel.
 3. Endorphine und Enkephaline spielen vermutlich eine Rolle bei Akupunktur und Hypnose.
 4. Bei der Entstehung von Geisteskrankheiten, vor allem bei Schizophrenie, sind sehr wahrscheinlich Störungen im Endorphinstoffwechsel von Bedeutung.
- Eine Reihe von Peptiden wurde zuerst in

peripheren Organen, vor allem im Verdauungsstrakt nachgewiesen, später jedoch auch im ZNS (z. B. Substanz P, Neurotensin, vasoaktives intestinales Peptid [VIP], Gastrin, Cholezystokinin). Ursache des gemeinsamen Vorkommens ist die Herkunft der peptidproduzierenden Zellen auch im Darm aus dem Neuroektoderm. Die physiologische Bedeutung der meisten dieser Peptide ist noch unklar. Heute ist man jedoch der Ansicht, daß der gesamte Organismus ebenso wie vom sympathischen und parasympathischen Nervensystem auch von einem diffusen peptidergen Nervensystem durchzogen ist. Dabei werden die Peptide getrennt oder auch gemeinsam mit den Neurotransmittern axonal transportiert. Ihre Funktion kann allgemein als neuromodulatorisch bezeichnet werden, durch sie werden die Aktivitäten ganzer Funktionssysteme koordiniert.

Hormonabhängige Gehirnentwicklung

Während die Wirkungen der Hormone und Neurotransmitter während des postnatalen Lebens, insbesondere im Erwachsenenalter, beim Tier und auch beim Menschen schon seit langer Zeit untersucht worden sind, konzentrierten sich in den letzten Jahrzehnten das Interesse der Forschung zunehmend auf die Bedeutung von Hormonen und auch Umweltfaktoren während der Phase der Hirndifferenzierung. An unserem Institut wird seit Mitte der 60er Jahre an der Thematik der hormonabhängigen Gehirnentwicklung gearbeitet. Das Ergebnis dieser Forschungsarbeiten war u. a. die Erarbeitung eines tierexperimentellen Modells für die Ätiogenese wichtiger Störungen der Reproduktionsfähigkeit. Es wurden Korrelationen zwischen temporären Veränderungen der Sexualhormonspiegel während bestimmter kritischer Perioden der Hirndifferenzierung und permanenten, d. h. lebenslang andauernden funktionellen, strukturellen und auch biochemischen Veränderungen im ZNS gefunden, die den Schluß zulassen, daß wichtige Störungen der Reproduktion ihre Ursache in Diskrepanzen zwischen dem genetischen Geschlecht und dem Sexualhormonspiegel während dieser kritischen Perioden der

Hirndifferenzierung haben. Ergebnisse klinischer Forschungen unserer wie auch anderer Arbeitsgruppen lassen im Zusammenhang damit eine Prävention solcher Störungen möglich erscheinen.

Aus Tierexperimenten und klinischen Studien wurden weiterhin zwei Regeln für die Ontogenese neuroendokriner Systeme abgeleitet:

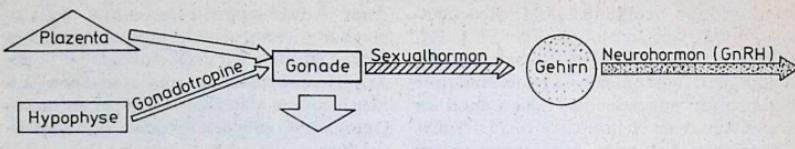
1. Der Modus der Regulation neuroendokriner Systeme erfährt während der Ontogenese eine entscheidende Umwandlung. Während kritischer Organisationsphasen des Gehirns entwickelt sich aus einem linearen Steuerungssystem (z. B. Plazenta – fetale Gonade – fetaler Hypothalamus) ein geschlossenes Regelungssystem (Hypothalamus – Hypophysenvorderlappen-Gonadensystem). Dabei wird die Stellgröße (z. B. Sexualhormon) zur Regelgröße und das primär gesteuerte Element (z. B. Hypothalamus) zum Regler (Transformationsregel) (Abb. 4).

2. Die Qualität der primären Stell- und sekundären Regelgröße (z. B. Sexualhormon) determiniert in der kritischen Organisationsphase die Qualität (Sollwertestellung) des zentralnervösen Reglers (z. B. Hypothalamus) und damit den Funktions- und Toleranzbereich des gesamten Regelungssystems (Determinationsregel).

Weiterhin konnte gezeigt werden, daß auch den Neurotransmittern eine Rolle als Organisatoren des Gehirns zukommt, da die während dieser Zeit erfolgende Verabreichung von Neuropharmaka, die den Neurotransmittermetabolismus beeinflussen, permanente negative aber auch positive Veränderungen von Reproduktionsprozessen, Lernverhalten, Gedächtniskapazität, Emotionalität usw. bewirken kann. Arbeiten unseres Instituts und vieler ausländischer Arbeitsgruppen zeigten außerdem, daß Ernährungsfaktoren, Stress und Systemhormone in der Lage sind, Neurotransmitterkonzentrationen oder den Metabolismus der Neurotransmitter ähnlich wie Neuropharmaka zu beeinflussen.

Bei Säugern fällt die Entscheidung, ob sich ein männlicher oder ein weiblicher Organismus entwickelt, bei der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle. Nach der Ausbildung der Keimdrüsen (beim Menschen im 2. Fetalmonat) verlaufen die weiteren Dif-

I Primäres Steuerungssystem



II. Sekundäres Regelungssystem

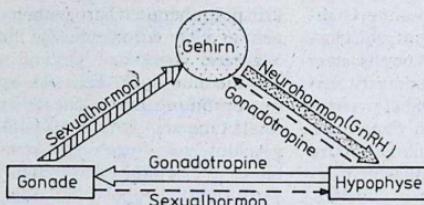


Abb. 4: Umwandlung eines linearen Steuersystems in einen geschlossenen Regelkreis während der Ontogenese

ferenzierungsvorgänge' hormonabhängig. Zwischen dem 4. und dem 7. Fetalmonat differenziert sich während einer kritischen Entwicklungsphase das Gehirn in männlicher oder weiblicher Richtung. Das betrifft auch die im Hypothalamus lokalisierten „Sexualzentren“, die im späteren Leben die Sekretion der gonadotropen Hypophysenhormone regeln und die „Erotisierungszentren“, die für die Regulation des Sexualverhaltens verantwortlich sind, d. h. für die sexuelle Orientierung. Weiterhin entwickeln sich während der Ontogenese Zentren, die das Geschlechtsrollenverhalten kontrollieren, und als letzter Schritt vollzieht sich beim Menschen – z. T. auch unter frühpostnatalen psychosozialen wie auch hormonellen Einflüssen – die Differenzierung des „Selbstidentifizierungsgeschlechts“, d. h. des Bewußtseins, sich später als Mann oder als Frau zu fühlen. Bei einer geringen Konzentration männlicher Keimdrüsenhormone (Androgene) während der kritischen hypothalamischen Differenzierungsperiode (wie sie normalerweise nur im weiblichen Organismus kommt) findet – unabhängig vom genetischen Geschlecht – eine überwiegend weibliche Gehirndifferenzierung statt, in deren Folge später zyklische Gonadotropinsekretion und weibliche sexuelle Orientierung

tierung (d. h. sexuelle Erregbarkeit durch einen männlichen Partner) auftreten. Bei einem hohen Andogenspiegel während der geschlechtsspezifischen Gehirndifferenzierung, wie er normalerweise nur im männlichen Organismus vorliegt (der fetale Hoden produziert bereits beträchtliche Mengen an Androgenen), findet dagegen eine vorwiegend männliche Gehirndifferenzierung statt, d. h. nach der Pubertät kommt es zu einer gleichmäßigen (tonischen) Gonadotropinsekretion und/oder zu einer männlichen sexuellen Orientierung (d. h. sexuelle Erregbarkeit durch einen weiblichen Partner). Entsteht aus irgendeinem Grunde während der kritischen Periode der Gehirndifferenzierung nun z. B. bei einem männlichen Feten ein Mangel an Androgenen oder bei einem weiblichen Feten ein Überschuß an Androgenen, so kann es später zur Homosexualität kommen. Im Tierexperiment kann man bei derart verweiblichten männlichen Tieren eine zyklische Gonadotropinsekretion induzieren und auch den für den weiblichen Organismus typischen positiven Feedback der Östogene auf die LH-Sekretion auslösen. Dieser positive Feedback konnte von unserer Arbeitsgruppe auch bei transsexuellen und homosexuellen Männern nachgewiesen werden.

Als Ursache solcher abnormalen Hormonkonzentrationen kommen z. B. Störungen der Plazentafunktion in Betracht. Die Plazenta bildet u. a. Choriongonadotropin (HCG = Human Chorionic Gonadotrophin), das wiederum die Hormonsekretion der fetalen Hoden stimuliert. Aber auch pränataler Stress kann über verschiedene, noch zum größten Teil hypothetische Mechanismen zur männlichen Homosexualität führen. Statistische Erhebungen ergaben, daß während der streitenden Kriegs- und Nachkriegsjahre in Deutschland signifikant mehr homosexuelle Männer geboren wurden als in den Jahren davor und danach. Bei Frauen kann pränataler Stress, insbesondere in Verbindung mit einem relativ häufig vorkommenden, genetisch bedingten Enzymdefekt der Nebennierenrinde, zu einem Überschuß an androgenen wirksamen Vorstufen des wichtigsten Nebennierenrindenhormons, des Cortisols, während des fetalen Lebens führen, der zu einer eher männlichen Gehirndifferenzierung und damit zur weiblichen Homosexualität führen kann.

Die Hormone üben also während einer bestimmten kritischen Differenzierungsphase des Gehirns, die z. B. bei der Ratte kurz vor der Geburt beginnt und bis etwa 2 Wochen nach der Geburt dauert, irreversible differenzierende Wirkungen auf bestimmte Hirnregionen aus. Dagegen können die Sexualhormone diese Sexual- und Erosionszentren nur noch aktivieren. Eine permanente Umprogrammierung – von z. B. weiblich auf männlich – ist dann nicht mehr möglich. Neueste Untersuchungen unseres Instituts zeigten jedoch, daß Eingriffe in den Hormon- oder Neurotransmitterhaushalt kurz vor oder während der Pubertät auch noch permanente Effekte haben können: Männliche Ratten, die am 1. Lebenstag kastriert werden, zeigen im Erwachsenenalter trotz Substitution mit Androgenen überwiegend weibliches, also homosexuelles Verhalten. Verabreicht man solchen Tieren um die Zeit der Pubertät herum Injektionen eines Dopaminagonisten (Lisurid), normalisiert sich im Erwachsenenalter das Sexualverhalten dieser Tiere. In die gleiche Richtung weisen Versuche, bei weiblichen Ratten bereits vor der spontan eintretenden Pubertät den für

die Ovulation notwendigen positiven Östrogenfeedback auf die LH-Sekretion zu aktivieren. Dies gelang mittels weiblicher Keimdrüsenhormone (Östrogene) oder durch Gabe eines Dopaminantagonisten (Pimozyd). Beide Behandlungsarten führen zu einer vorzeitigen Pubertät und insbesondere zu einer lebenslang erhöhten Ovulationsrate bei Ratten. Inzwischen wurde die präpuberale Östrogenbehandlung bereits zur Induktion von Zwillingsovulationen beim Rind in die Praxis der Tierproduktion überführt, eine Methode, die für die Erhöhung der Fleischproduktion von Bedeutung sein könnte.

Hormonabhängige Gehirnentwicklung und Stoffwechsel

Seit Jahrzehnten ist bekannt, daß Jod- und Schilddrüsenhormonmangel während kritischer Entwicklungsphasen des Gehirns zum Kretinismus führen und daß diese Krankheit durch rechtzeitige Gabe von Jod bzw. Schilddrüsenhormon verhindert werden kann. In der DDR wurde deshalb die Jodierung des Speisesalzes eingeführt, was bereits zu einer drastischen Senkung der Strumahäufigkeit bei Neugeborenen in den bisher am meisten betroffenen Südbezirken geführt hat. Um die Folgen einer angeborenen (genetisch bedingten) Schilddrüsenunterfunktion zu verhindern, wird bei allen Neugeborenen ein Siebtest (Screening) durchgeführt, so daß im Falle der positiven Diagnose sofort mit dem Ersatz des fehlenden Schilddrüsenhormons begonnen werden kann.

Eine der bedeutendsten komplexen Stoffwechselstörungen, der Diabetes mellitus, zeigt jedoch international und auch in der DDR ständig ansteigende Häufigkeit. Daher wird in zunehmendem Maße nach Methoden einer primären Prophylaxe gesucht. In umfangreichen klinischen und tierexperimentellen Untersuchungen konnten wir hierzu praxisbezogene Erkenntnisse gewinnen, die die Möglichkeit einer vorgeburtlichen Prophylaxe einer erhöhten Diabetesempfindlichkeit aufzeigen. Epidemiologische Studien hatten gezeigt, daß Kinder von Müttern mit einem Schwangerschaftsdiabetes oder sogar einer lediglich gestör-

ten Glukosetoleranz weitaus häufiger einen Diabetes im Kindesalter (der fast immer mit Insulin behandelt werden muß) entwickeln als Kinder stoffwechselunfähiger Mütter. Daraufhin wurde 1973 zunächst in Berlin und später auch in den Bezirken Halle und Leipzig eine strikte Stoffwechselüberwachung der Schwangeren durchgeführt. Durch diese Maßnahmen gelang es, die Häufigkeit des kindlichen Diabetes in diesen Bezirken in den folgenden 10 Jahren auf $\frac{1}{3}$ zu senken. Experimente an Tausenden von Tieren zeigten, daß ein erhöhter Blutzuckerspiegel der Mutter während der Schwangerschaft zu einem erhöhten Insulinspiegel des Feten und des Neugeborenen führt. Dieser Hyperinsulinismus während der kritischen Phase der Gehirnentwicklung hat morphologische und biochemische Veränderungen im Hypothalamus der Nachkommen zur Folge, die mit lebenslang verschlechterter Insulinskretionsdynamik einhergehen, da spezifische Gebiete des Hypothalamus eine wesentliche Rolle bei der Feinabstimmung der Regulation der Insulinsekretion spielen. Ein solcher Status bedingt nach unseren Erkenntnissen ein lebenslang erhöhtes Diabetesrisiko. Werden solche Tiere der Stoffwechselbelastung einer Gravidität ausgesetzt, reagieren sie wiederum mit einem Schwangerschaftsdiabetes bzw. einer gestörten Glukosetoleranz, die bei den Nachkommen zu einem fetalen bzw. frühpostnatalen Hyperinsulinismus mit den entsprechenden Konsequenzen führt. Das bedeutet, daß eine nichtgenetische maternofetale Übertragung eines erhöhten Diabetesrisikos über mehrere Generationen auf diese Weise möglich ist. Für die Praxis ergeben sich folgende Schlüsse: Ist ein derartig vorbelasteter Organismus zusätzlich mit bestimmten genetischen Faktoren belastet, welche mit besonderen Reaktionen des Immunsystems einhergehen und wirken zusätzlich spezifische Umweltfaktoren, etwa Viren, auf den Organismus ein, so kann dieses Ursachengefüge zum Ausbruch eines Diabetes mellitus vom Typ I führen. Dieser Typ tritt vorwiegend in jüngeren Lebensjahren auf und ist lebenslang insulinbedürftig. Wenn es nicht zu einem Typ I-Diabetes kommt, können Überernährung und Fettsucht, Stress oder Alte-

rungsprozesse im vorgeschädigten Organismus den Ausbruch eines Typ II-Diabetes bedingen. Dieser Typ tritt überwiegend im höheren Lebensalter auf und wird meist mit rein diätetischen Maßnahmen, Tabletten und nur selten mit Insulin behandelt. Die systematische Erfassung und Betreuung Schwangerer mit auch nur geringgradigen Blutzuckererhöhungen dürfte eine wirksame Maßnahme für die Prävention eines Diabetes mellitus über mehrere Generationen sein, die in ihrer Einfachheit und Effektivität von kaum einer anderen übertroffen werden kann.

Zahlreiche Entwicklungsstörungen werden bekanntlich durch genetische Defekte verursacht. Eine weit größere Anzahl von Störungen, z. B. der sexuellen Entwicklung, Kretinismus, Fettsucht, Diabetes, einige Hyperlipoproteinämien und Arteriosklerose, emotionale sowie intellektuelle Störungen, einschließlich Neurosen und möglicherweise auch Psychosen dürfen zumindest teilweise auf gestörte Wechselbeziehungen zwischen einer mangelhaften äußeren und/oder inneren Umwelt und dem genetischen Material während kritischer Differenzierungs- bzw. Reifungsphasen zurückzuführen sein. Während dieser Phasen werden (entsprechend der Vorgabe durch das genetische Material) durch die Umwelt die Funktions- und Toleranzbereiche des neuroendokrinen Systems und vermutlich auch des Immunsystems für das ganze Leben kodeterminiert. Krankheiten beruhen gewöhnlich auf Diskrepanz zwischen der Belastbarkeit des Organismus – die eben durch diese Funktions- und Toleranzbereiche charakterisiert ist – und der Belastung durch die Umwelt. Deshalb erscheint eine echte Prophylaxe derartiger Entwicklungsstörungen durch Optimierung der Umwelt während kritischer Entwicklungsphasen weitaus leichter und auch erfolgversprechender als eine in Einzelfällen eventuell mögliche Veränderung des genetischen Materials. Beispiel: Die Umwelt des Feten ist der Mutterleib, die Umwelt des Neugeborenen ist die psychosoziale und natürliche Außenwelt. Um irreversible Entwicklungsstörungen zu vermeiden, sollte größerer Wert auch auf eine günstige psychosoziale Umwelt und auf eine gesunde Ernährung von Mutter und Kind gelegt werden.

Kennen Sie uns schon?

*Zeitschriften für Ihr Unterrichtsfach aus dem VOLK UND WISSEN VERLAG BERLIN
mit vielseitigem Inhalt für Ihre individuelle Weiterbildung
und als Ratgeber für Ihren Unterricht*

Arbeit und Technik in der Schule

Schulgartenunterricht, Werkunterricht, Technik, Technisches Zeichnen, Produktive Arbeit, Wissenschaftlich-praktische Arbeit, technische Arbeitsgemeinschaften; Technikgeschichte, Fachwissenschaft, Lernfelder Technik, Arbeit, Wirtschaft, Haushalt, Ökologie, Rechtsfragen

Biologie in der Schule

Biowissenschaften (mit Bezug zu Unterrichtsthemen), Naturschutz/Umweltschutz, Unterrichtspraxis, Materialien für den Unterricht, Methodik/Didaktik des Faches

Chemie in der Schule

Fachwissenschaft (mit Bezug zu Unterrichtsthemen), Umweltschutz, Unterrichtspraxis, Materialien für den Unterricht, Methodik/Didaktik des Faches

Mathematik in der Schule

(einschließlich Informatikunterricht)

Fachwissenschaft (mit Bezug zu Unterrichtsthemen), Unterrichtspraxis, Materialien für den Unterricht, Methodik/Didaktik des Faches

Physik in der Schule

Fachwissenschaft (mit Bezug zu Unterrichtsthemen), Methodik/Didaktik des Faches, Unterrichtspraxis, Materialien für den Unterricht

Zeitschrift für den Erdkundeunterricht

Fachwissenschaft (mit Bezug zu Unterrichtsthemen), Unterrichtspraxis, Materialien für den Unterricht, Methodik/Didaktik des Faches, farbige Kartenbeilagen und Bildbeilagen

Preise (2. Halbjahr 1990): Für alle Zeitschriften 4,- DM (Einzelheft) bzw. 6,- DM (Doppelheft), Quartalsabonnement 10,- DM.

Ausnahme: Zeitschrift für den Erdkundeunterricht – Einzelheft 4,20 DM, Doppelheft 7,35 DM, Quartalsabonnement 11,- DM.

Sind Sie interessiert? Schreiben Sie an uns.

Wir senden Ihnen gern ein kostenloses Probeheft zu.

Autoren dieses Heftes

„Biologie in der Schule“

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

Institut für Philosophie und Sozialwissenschaften, Pädagogische Hochschule Potsdam

Dr. sc. med. Franziska Götz

Institut für Experimentelle Endokrinologie, Bereich Medizin (Charité), Humboldt-Universität zu Berlin

Dr. Gert Klepel

Wiss. Assistent, WB Methodik des Biologieunterrichts, Sektion Biowissenschaften, Karl-Marx-Universität Leipzig

OStR Gertraude Morgenstern

Fachlehrerin für Biologie/Chemie, Heidenau

Hans-Peter Peuleke

Fachlehrer für Biologie/Chemie, Fahrland

Dr. sc. nat. Günter Schenke

Hochschuldozent, Zentralinstitut für Hochschulbildung, Berlin

StR Dr. rer. nat. Karl-Heinz Schiller

Dipl.-Fachlehrer für Biologie, Leipzig

Dr. paed. Helmut Schreger

Wiss. Assistent, WB Methodik des Biologieunterrichts, Sektion Biowissenschaften, Karl-Marx-Universität, Leipzig

Dr. paed. Lore Voesack

Wiss. Oberassistentin, WB Methodik des Biologieunterrichts, Sektion Biowissenschaften, Karl-Marx-Universität Leipzig

Herausgeber und Verlag: Volk und Wissen Verlag, Lindenstraße 54a, 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 Köning; 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, Presse- und Informationsdienst der Regierung der Deutschen Demokratischen Republik

Gesamtherstellung: Druckzentrum Berlin · Grafischer Großbetrieb

Redaktionsschluß: 9. Mai 1990

Erscheinungsweise und Preis: Monatlich einmal, Einzelheft 4,- DM, im Abonnement vierteljährlich (3 Hefte) 10,- DM. Auslandspreise sind den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes Buchexport, DDR – Leninstraße 16, Leipzig 7010, zu entnehmen.

Bestellungen werden in der DDR vom Buchhandel und der Deutschen Post entgegengenommen. Außerhalb der DDR kann die Zeitschrift über den internationalen Buch- und Zeitschriftenhandel bezogen werden. Bei Bezugsschwierigkeiten wenden Sie sich bitte direkt an unseren Verlag. Alle Manuskripte sind unmittelbar an die Redaktion zu senden.

Artikelnummer (EDV) 2131
ISSN 0406-3317

Dokumentation

Gentechnik und *Homo sapiens*

Schenke, Günter. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 6. – S. 209–216

Anhand aktueller Beispiele erläutert der Autor den derzeitigen Stand gentechnischer Forschungen und der Anwendung ihrer Ergebnisse. Dabei beschreibt er grundlegende Methoden der Gentechnik und gibt einen Ausblick auf absehbare Entwicklungen. Ethisch-moralische aber auch verfahrenstechnische Probleme der Anwendung gentechnischer Erkenntnisse beim Menschen werden andiskutiert.

Unterricht über „Vererbung“ mit Einbeziehung täglicher Übungen

Morgenstern, Gertraude. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 6. – S. 229–235

Die Autorin informiert über das von ihr gewählte methodische Vorgehen in den Unterrichtsstunden über „Mendelsche Gesetze“ sowie in ausgewählten Phasen der folgenden Stoffeinheiten. Dabei verdeutlicht sie den Stellenwert täglicher Übungen.

Gentechnik – pro und contra

Garbe, Christian. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 6. – S. 216–224

Der Autor vermittelt einen Überblick über die ethisch-moralische Diskussion um die Bewertung von Risiken und Chancen der Gentechnik. Einen besonderen Stellenwert hat dabei die Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Positionen mit dem Ziel, konsensfähige Handlungsorientierungen zu formulieren, die den Mißbrauch von Gentechnik ausschließen.

Gedanken zum Unterricht in Klasse 7

Gert Klepel, Karl-Heinz Schiller, Helmut Schreger und Lore Voesack. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 6. – S. 236–240

Die Autoren machen auf ausgewählte Gesichtspunkte (Blickpunkt Biotechnologie, Systematisierungsphasen) für die Unterrichtsgestaltung nach neuem Lehrplan aufmerksam. Dabei vermitteln sie Anregungen für das methodische Vorgehen (mit Vorschlägen für Übersichten und Arbeitsblätter).

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

Peuleke, Peter. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 6. – S. 224–228

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

Neuroendokrinologie heute

Götz, Franziska. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 6. – S. 248–255

In gedrängter Form wird der gegenwärtige Erkenntnisstand über die Wechselwirkungen zwischen dem ZNS, dem Immunsystem und dem Endokriniuum erläutert. Insbesondere stellt die Autorin die Wirkungen einiger Hirnpeptide, die hormonabhängige Gehirnentwicklung in wichtigen Phasen der Ontogenese sowie an Beispielen häufiger Stoffwechselerkrankungen das Zusammenwirken von ZNS, Endokriniuum und Stoffwechsel dar. Schlußfolgerungen für Prophylaxe und Therapie werden aufgezeigt.

GUSTAV FISCHER VERLAG STUTTGART · NEW YORK

bietet an (im Kurs 1:1):

Populationsgenetik

Grundlagen und experimentelle Ergebnisse

Von Prof. Dr. Diether SPERLICH, Institut für Biologie
der Universität Tübingen

2., völlig überarbeitete und ergänzte Auflage. 1988. 240 Seiten,
115 Abbildungen, 40 Tabellen, 15,4 × 22,9 cm, kt., 44,- M

Das Buch ist als Einführung in die Grundlagen der Populationsgenetik konzipiert. Es behandelt sowohl die theoretischen Grundlagen als auch die experimentellen Ergebnisse dieses Fachgebietes. Die Querverbindungen zur Evolutionsbiologie, zur Populationsbiologie, zur Ökologie, aber auch zu den modernen Methoden der Molekulargenetik werden besonders berücksichtigt. Ein eigenes Kapitel befaßt sich auch mit den allgemeinen und weltanschaulichen Aspekten der populationsgenetischen Forschung und der Populationsgenetik des Menschen.

Auch in der 2. Auflage wurde das bewährte didaktische Konzept beibehalten, der Inhalt aber völlig überarbeitet, ergänzt und aktualisiert.

Ihre Bestellungen richten Sie bitte umgehend an:
VEB Gustav Fischer Verlag Jena, Villengang 2, DDR - 6900



VEB GUSTAV FISCHER VERLAG
JENA