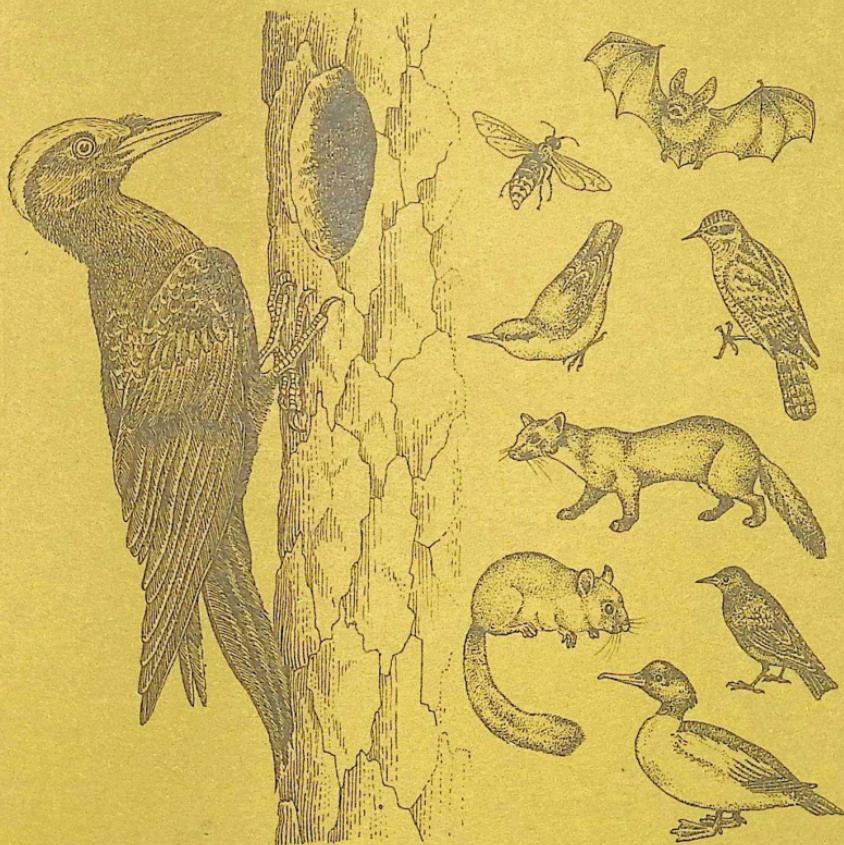


# BIOLOGIE IN DER SCHULE

1,- Mark

Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin  
ISSN 0406-3317

190



326932

## Inhaltsverzeichnis

### 1 *Karl Hecht*

„Vor Neid erblassen“?

Streß – ein biopsychosoziales Phänomen

### Theorie und Praxis des Unterrichts

#### 6 Weiterentwicklung der Prüfungen – Standpunkte, Hinweise, Meinungen

#### 12 Interview

BioS sprach mit: StR Dr. Wolfhard Hülcker

#### 15 Aus unserer Postmappe

Betrifft: „Gentechnik: Neuer Stoff im Lehrplan – neue Probleme im Unterricht?“

#### 19 *Frank Schubert*

Der Unterricht in Klasse 10 – bringt er Fortschritte?

#### 25 *Georg Litsche/Rolf Löther*

Lehrplandiskussion und Entwicklung der Biowissenschaften

#### 31 *Ingrid Heinzel*

Zum Vergleichen im Biologieunterricht der Klassenstufe 5

### Historisches

#### 33 *Ulrich Sucker*

Jubiläen bedeutender Biowissenschaftler im Jahre 1990

### Informationen

#### 37 *Ingrid Mletzko/Horst-Gerald Mletzko*

Blickpunkt Chronobiologie

### Kurzinformationen

### Rezensionen

**Zum Titelbild:** Schwarzspecht und Tiere, die Spechthöhlen als Nachmieter nutzen

Lautstarkes Trommeln und klangvolle Frühjahrsrufe verkünden die Anwesenheit des Schwarzspechts in unseren Wäldern. Der etwa 45–50 cm große Vogel hat schwarzes Gefieder, eine rote Kopfplatte (Weibchen nur am Hinterkopf) und einen hellen, zugespitzten, ungemein harten Schnabel, der sowohl als Axt oder Meißel als auch als Pinzette und Stocherwerkzeug gebraucht werden kann. Die Füße mit stark gekrümmten Krallen sind kräftig gebaut, so daß sich die Tiere mit großer Griffsicherheit am Baum festhalten und seitlich am Stamm herumrutschen können. Mit harten Schnabelschlägen wird der langen Zunge, die „Harpune“ und „Leimrute“ zugleich ist, ein Weg in die Gänge holzbohrender Käfer oder zu den Saitsträngen des Holzes gebahnt. Erstaunlich ist dabei die Zielgenauigkeit, mit der der Holzgang getroffen wird, an dessen Ende die Larve sitzt. Wahrscheinlich nimmt der Specht am Klang des Holzes darunter liegende hohle Stellen und vielleicht auch das Nagegeräusch der Larve wahr. Es sind ausgedehnte Reviere (meist 100 ha) notwendig, in denen der krähengroße Schwarzspecht seinen jährlichen Nahrungsbedarf an Käfern, Larven und Ameisen decken kann. In kalten Jahreszeiten hackt er auch Löcher in Nester der Roten Waldameise, ohne jedoch den Ameisenstaat zu vernichten. Für den Wald gewinnen die Spechte dadurch an Bedeutung, daß sie regulierend auf die Insektenpopulation wirken und manchen Forstschädling innerhalb unproblematischer Populationsgrenzen halten. Durch Zimmern von Höhlen schaffen die Spechte für zahlreiche andere Tiere Nistplätze und Unterschlupf (z. B. s. Titelbild: Hornisse, Fledermaus, Kleiber, Wendehals, Baummarder, Siebenschläfer, Star, Gänseäger). Die innere Weite der Nestmulde einer Schwarzspechthöhle beträgt immerhin wenigstens 25 cm.

Käthe Mewes

Zeichnung: Manfred Behrendt

### Literatur:

Urania Tierreich Vögel. –  
Leipzig, Jena, Berlin, 1969

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

„Vor Neid erblassen“?  
Streß – ein biopsychosoziales  
Phänomen

KARL HECHT

## Biologie in der Schule

39. Jahrgang 1990  
Heft 1  
Volk und Wissen Volkseigener Verlag

Hans Selye, der Begründer der biologisch-medizinischen Streßlehre, schrieb im Jahre 1982 kurz vor seinem Tode: „Ich habe allen Sprachen ein neues Wort geschenkt – Streß!“.

Seine *Streßkonzentration* enthielt Formulierungen, die von anderen mißverständlich interpretiert werden konnten und auch worden sind. Er hatte zunächst das Wort Streß unter rein biologischem Aspekt für Beanspruchungen verschiedener Körperfunktionen unterschiedlicher Intensität und Dauer verwendet und das „Allgemeine Adaptationssyndrom (AAS)“ postuliert. Hierbei unterschied er ohne exakte Zeitangabe drei Reaktionsphasen: Alarm, Resistenz und Erschöpfung. Obgleich Selye lediglich der dritten Phase (Erschöpfung) unter bestimmten Umständen Pathogenität zusprach, wurde diese häufig dem gesamten AAS unterstellt und sogar für Erkrankungen, bei deren Entstehung bzw. Entwicklung Streß beteiligt war, der in sich widerspruchsvolle Begriff „Adaptationskrankheiten“ geprägt. In Anlehnung an das AAS von Selye, an die Regulationstheorie des Streß, an die Gesundheits- und Krankheitsdefinition von I. P. Pawlow und bei Betrachtung des Menschen als eine bio-psycho-soziale Einheit vertreten wir für die Medizin folgende Definition: „Streß ist eine zeitweilige oder permanente Veränderung der biopsychischen Homöostase („Gleichgewichtslage“) eines Individuums“. Er wird durch exogene oder/und endogene *Stressoren* ausgelöst (streßauslösende Faktoren). Zu dieser Definition noch einige Erläuterungen: Bezuglich des Streß würde es nicht so viele widersprüchliche Auffassungen geben, wenn er unter dem Aspekt der bio-psycho-sozialen Einheit des Menschen betrachtet wird. Streß-

erleben ist immer emotionell gefärbt. Deshalb wird auch vom emotionellen Stress gesprochen. Jede Emotion (die ihrerseits eng an Denkprozesse gebunden ist), welche sich in irgendeiner Weise deutlich abzeichnet, führt meist zu weitgehenden Veränderungen in den vegetativen Funktionssystemen des Organismus. Scham treibt dem Menschen die Röte ins Gesicht, weil sich die Blutgefäße erweitern. Bei Schreck, Angst, Neid oder Ärger kann der Mensch erbleichen, weil sich die Blutgefäße verengen. Im Stressprozeß sind also biotische, psychische und soziale Prozesse integriert und als verschiedene Komponenten des Ganzheitssystems eines Organismus zu werten. Die biologischen Funktionen äußern sich in Veränderungen des vegetativen Nervensystems (z. B. Herz-Kreislauf, Verdauung, Atmung, Hautwiderstand), im Zentralnervensystem (z. B. Betaaktivität im EEG), im hormonellen System (Erhöhung der Nebennierenhormone, z. B. Cortisol, und Nebennierenmarkhormone – Adrenalin, Noradrenalin).

In den psychischen Prozessen spiegelt sich Stress in Form einer erhöhten Vigilanz (Wachheit) und wie bereits erwähnt, in einer gesteigerten emotionalen Erregung bzw. Spannung wieder. Die individuelle emotionelle Stimmung hat ihrerseits Einfluß auf die interpersonellen Beziehungen, z. B.: in Erregungszuständen ist ein Mensch häufiger unbeherrscht als in Ruhe. In diesem Zusammenhang sind Untersuchungen von Prof. Simonow an Kosmonauten zu erwähnen. Als Kriterium für das emotionelle Erregungsniveau (Stress) verwendete er die Pulsfrequenz. Diese stieg bei Kosmonauten, die erstmalig und allein den Flug in den Kosmos antraten, fünf Minuten vor dem Start um 80 %. Die Tatsache, nicht allein ein so kompliziertes Unternehmen durchführen zu müssen, also psychosoziale Sicherheit, ließ die emotionelle Erregung weitaus geringer auftreten (nur um 30 %).

### Wie entsteht Stress?

Unser Organismus unterliegt dem Prinzip der Erhaltung der Energie, so daß bei jeder Tätigkeit die Handlungen mit dem gering-

sten Kraftaufwand erfolgen. Im Leben eines Individuums bildet sich ein dynamischer Stereotyp, d. h., ein Komplex von Gewohnheiten und Gewohntem heraus, wodurch die Energie unseres Organismus sparsam verwertet und er so zuverlässig vor Überbeanspruchung bewahrt wird.

In besonderen Lebenssituationen, z. B. bei Katastropheneinsätzen, können zeitweilig jedoch unvorstellbare bioenergetische Reserven mobilisiert werden, die uns zu Höchst- und Dauerleistungen veranlassen. Eine derartige, durch die Mobilisierung von bioenergetischen Reserven bedingte Reaktion wird als Stress bezeichnet.

I. P. Pawlow faßte Gesundheit als ein dynamisches Fließgleichgewicht zwischen Organismus und Umwelt auf. Unter Krankheit verstand er eine für kürzere oder längere Zeit bestehende Störung dieses Fließgleichgewichtes, die reversibel oder irreversibel sein kann. Das innere Milieu eines gesunden Organismus befindet sich daher im Zustand der Homöostase. Dies charakterisiert die relative Konstanz der biopsychischen Prozesse und ist die Voraussetzung dafür, daß ein koordinierter und ökonomischer Ablauf der verschiedenen Funktionssysteme (Nerven, Hormone, Immunsystem, Motorik, Sensorik) eines Individuums im Ruhe- und Belastungszustand erfolgen kann. Bei Veränderungen der Umwelt, bei Leistungsanforderungen, Orientierungsreaktionen, Entscheidungen usw. verändert sich die Homöostase gewöhnlich durch Erhöhung der verschiedensten Parameter der Körperfunktionen zum Zwecke einer zusätzlichen Energiebereitstellung mit dem Ziel, die Anpassung an die Belastungssituation zu gewährleisten. Eine derartige Reaktion wird als *Eustress* (physiologischer Stress) bezeichnet.

Fällt die Belastung weg, dann kehren die Werte der einzelnen Parameter in den Bereich der Homöostase des relativen Ruhezustandes wieder zurück. Diese komplexe Funktion läuft gleichermaßen bei Beanspruchung der physischen und psychischen Prozesse ab. Ein Beispiel dafür: Der Puls eines Menschen beträgt z. B. 60/Min. Ein 3000-m-Lauf in hohem Tempo erhöht diesen auf zirka 150/Min. Nach Beendigung des Laufes sinkt die Pulsfrequenz auf den Ausgangswert zurück. Bei gut Trainierten

vollzieht sich diese Ruheinstellung innerhalb von 3 bis 5 Minuten.

Der gleiche Vorgang vollzieht sich auch bei der Beanspruchung psychischer Prozesse, z. B. bei Prüfungen. Für die Homöostase gibt es keine für eine Population gültigen Normwerte. Sie unterliegt beträchtlichen interindividuellen Unterschieden. Es gibt z. B. Menschen, die einen Ruhepuls unter 50/Min. (Bradykardie) haben, andere weisen dagegen einen solchen von 80/Min. (Tachykardie) aus. Beide dieser Gruppen sind keinesfalls a priori als krank zu bezeichnen. Bei den Menschen mit Bradykardie kann ein Dominieren der parasympathischen Funktion, bei denen mit Tachykardie, ein Überwiegen der sympathischen Reaktionslage vorliegen.

In bezug auf die Reaktionslage des vegetativen Nervensystems wird typisiert in: extreme Parasympathikotoniker, Parasympathikotoniker, Normotoniker, Sympathikotoniker, extreme Sympathikotoniker.

Für diese Klassifizierung werden gewöhnlich verschiedene Parameter der vegetativen Funktionen herangezogen (Puls, Blutdruck, Atemfrequenz, Blutzucker, Blutfette, Blutzellen, Hautwiderstand usw.). Extreme Sympathikotoniker und Sympathikotoniker reagieren bei zeitweiligem Einfluß von Stressoren gewöhnlich mit einem rasanten, meistens unökonomisch erfolgenden Anstieg der vegetativen Funktionen. Parasympathikotoniker reagieren gewöhnlich mit einer ökonomisch adaptiv ablaufenden Reaktion auf Stressoreneinfluß. So mit ist die Homöostase als eine individuelle Konstanz des inneren Milieus zu verstehen. Zu vermerken ist, daß das Niveau der Homöostase durch Training der physischen oder psychischen Prozesse veränderbar ist. Bei vielen Spitzensportlern oder auch Schwerarbeitern kann eine Umstellung von Normotonie auf eine parasympathische Reaktionslage erfolgen (z. B. Ruhepuls von 60/Min. auf 48/Min.). Dieser niedrige Ausgangswert ermöglicht ein rasches adaptives Einstellen bei extremen Belastungen. Diese Umstellung kann reversibel aber auch irreversibel sein. Letzteres tritt bei langjährigen Dauerbelastungen auf. Hierbei können sogar strukturelle Veränderungen vorstatten gehen. Bekannt ist

das vergrößerte Herz bei Spitzensportlern (Sportlerherz).

Im Zusammenhang mit Eustreß ist die von P. K. Anochin postulierte „Goldene Regel der Norm“ zu erwähnen. Sie besagt, daß der in einem gesunden Organismus vorhandene Schutzmechanismus stets stärker ist als die maximale Abweichung von der Homöostase. Das heißt: Die Reversibilität der Veränderungen der Homöostase ist stets gegeben, solange die Grenze der Adaptationskapazität eines Organismus nicht überschritten wird. Wird diese Grenze überschritten, z. B. bei permanentem Stress oder Schockzuständen, dann können sich krankhafte Prozesse entwickeln. Hier beginnt jener Vorgang, den Pawlow als Störung des dynamischen Gleichgewichtes zwischen Organismus und Umwelt bezeichnet und der auch als *Disstress* zu bezeichnen ist. Selbst bei der nur theoretisch denkbaren Möglichkeit, daß auf zwei verschiedene Individuen dauerhaft die gleichen Stressoren einwirken, wird es nicht unbedingt zu gleichen krankhaften Erscheinungen bei beiden kommen. Bei einem extremen Sympathikotoniker ist im Falle von Disstress mit Aggressivität, Bluthochdruckkrankheit, Störungen des Zucker- und Fetthaushaltes im Sinne einer Hyperreaktion zu rechnen. Der extreme Parasympathikotoniker dagegen wird bei dauerhaftem Disstress mit Depression, mit niedrigem Blutdruck, d. h. mit einer Hyporeaktion befallen.

Die *Prophylaxe* gegen die Entwicklung derartiger krankhafter Zustände besteht darin, die Lebensweise so einzustellen, daß die Grenze der individuellen Adaptationskapazität nicht überschritten wird. Das kann geschehen, indem entweder die Grenze der individuellen Adaptationskapazität durch die Erhöhung der psychischen und physischen Kondition erweitert wird oder permanente Beanspruchung der Funktionssysteme durch dauerhafte Überbelastungen vermieden werden. Zur Gewährleistung einer Lebensweise, die die Grenzen der individuellen Adaptionskapazität nicht überschreitet, ist Ängstlichkeit fehl am Platze. Sie verstärkt Disstress. Wir müssen auch wissen, daß für den einen Menschen bei Einwirkung eines Stressors angenehme (positive) Gefühle auszulösen sind und

beim anderen unangenehme. In extremen Fällen kann die psychische Anspannung bei Stress sogar so stark sein, daß sie unerträglich ist. Die Gesundheit wird aber in solchen Fällen keineswegs beeinträchtigt, wenn nachfolgend eine psychische Entspannung erfolgt. Wenn psychische Spannungen und somit der Stress (Disstress) über Tage und Wochen anhalten, kann die Gesundheit gefährdet werden, denn es ist in diesen Fällen dauerhaft Energiebereitstellung erforderlich. Der menschliche Organismus kann auch derartige Zustände über eine gewisse Zeit durchstehen, wobei Dauer und Intensität der Stressreaktion in Beziehung zur psychischen und physischen Kondition stehen.

Die meisten Menschen haben (angeboren oder/und erworben) eine funktionelle oder organische Schwachstelle in ihrem Regulationssystem (*Locus minoris resistentiae*). Bei dem einen befindet sie sich im Herz-Kreislauf-System, beim anderen im Atemungssystem und beim dritten im Verdauungssystem usw. Bei Dauerstress (z. B. langdauernden Konflikten oder Angstzuständen), der ständig Energiebereitstellung fordert, fallen diese Schwachstellen ins Gewicht und versagen ihre weitere Mitbeteiligung an der Beanspruchung. Wenn dieser nicht unterbrochen wird, beginnt ein Teufelskreis: Zunächst kompensiert das gesamte Regulationssystem die Ausfälle eines oder mehrerer Teilsysteme. Das ist aber nur für eine bestimmte Zeit möglich (bei manchen genügen Wochen, bei anderen sind es Jahre), denn dann kommt der Zusammenbruch des Regulationssystems.

In seinem Selbsterziehungsprozeß hat es der Mensch eigentlich persönlich in der Hand, seine Regulationsprozesse so einzustellen, daß die Grenze der individuellen Adaptationskapazität nicht überschritten wird. Dafür wären folgende grundlegende Handlungen notwendig.:

1. Durch psychisches und physisches Training eine hohe Kondition sichern – infolgedessen erhöht sich die Stressresistenz.
2. Wenn psychische Spannungszustände auftreten, ist für regelmäßige Entspannung zu sorgen. Manchmal genügen nur wenige Minuten, um durch Entspannung (z. B. durch Sport, psychische Entspannung, Mönchslaf usw.) wieder „fit“ zu sein. Diese

wenigen Minuten aufzubringen ist leider für manche zuviel, weil sie sich im chronischen Zeitmangel befinden. Die Zeit für das Kranksein muß dann aber widerspruchslos aufgebracht werden.

3. Man muß seine individuellen funktionellen oder organischen Schwachstellen kennen und seine Lebensweise darauf einstellen. Wenn ein Mensch z. B. mit seinem Atemsystem anfällig ist, sollte er nicht rauen, dafür aber durch regelmäßige Atemgymnastik die Widerstandsfähigkeit dieses Systems kontinuierlich erhöhen und somit die funktionelle Schwachstelle einschränken.

Das persönliche Handeln ist dafür ausschlaggebend, ob ein Mensch in den Disstress abgleitet und in seiner Gesundheit und Leistungsfähigkeit Einschränkungen erfährt, oder ob er den Eustress nutzt, um eine hohe Leistungsfähigkeit und Wohlbeinden ohne gesundheitliche Schäden zu erreichen.

Die Lebensweise hat noch mehr Komponenten, die zum Stressor, oder sogar zum Dauerstressor werden können. Entsprechend der von uns oben angeführten Stressdefinition können verschiedene Formen der Lebensweise als Stressoren wirken. Als Beispiele seien genannt: Bewegungsarmut, soziale Konflikte, persönliche Konflikte, soziale Kontaktarmut, Monotonie, Zigarettenrauchen, Alkoholgenuss, Kaffeegenuss, mißbräuchliche Verwendung von psychotropen Arzneimitteln, Differenz zwischen Wollen und Können bzw. „Differenz zwischen Haben und Nichtbekommen“, Autofahren im Großstadtverkehr, Pessimismus, mangelnde Einsicht in die Notwendigkeit.

Diejenigen Menschen, die einige oder mehrere dieser Formen der Lebensweise dauerhaft pflegen, infolgedessen oder in Folge anderer Stressoren in einen Stressdauerzustand und permanente psychische Spannung geraten, erhöhen ihre Stressempfindlichkeit. Sie erfahren eine Leistungseinschränkung. Bisher als normal geltende Belastungen werden als Überbelastung erlebt. Wenn es nicht gelingt, aus dem Teufelskreis herauszukommen, dann treten unweigerlich krankhafte Zustände auf.

Die Beziehung Stressor – Stress ist keine lineare Reiz-Reaktionskette. Viele Faktoren

spielen eine Rolle, damit ein Umweltreiz oder ein Ereignis zum Stressor wird und Stress auslöst. So spielt u. a. die Einstellung zum Stressor eine Rolle, um darauf mit Stress zu reagieren. Wird von einem ängstlichen Kind gefordert, sich auf den Schwebebalken beim Turnen zu bewegen, so ist das für dieses Kind ein Stressor. Für ein mutiges, gut trainiertes Kind ist die Bewegung auf dem Schwebebalken die Befriedigung eines Bedürfnisses, wodurch Freude und andere angenehme Gefühle ausgelöst werden können. Ein Mensch ist auch in der Lage, gedanklich vielmals erlebte Stressor-Stress-Situationen zu produzieren. Auch durch Erzählungen über stressende Einflüsse ist Stress auslösbar, oder auch durch Begegnungen mit Orten oder Personen, die in stressenden Situationen gegenwärtig waren. Es gibt stressemprägnante und stressresistente Menschen. Das ist aber größtenteils keine angeborene Erscheinung. Der täglich gewollte Umgang mit stressenden Situationen erhöht die Stressresistenz, besonders dann, wenn kurze Entspannungsphasen eingelegt werden.

Wer im Erziehungsprozeß verweichlicht wird, an den keine Anforderungen gestellt werden, derjenige, der Stress zu ertragen fürchtet, der die Auseinandersetzungen mit Stressoren scheut, erhöht dagegen seine Stressempfindlichkeit.

Seinen Stress beherrschen, ist eine erlernbare Fähigkeit. Den Stress zu beherrschen, heißt im Grunde nicht mehr, als einerseits sich zu Belastungen zu motivieren und andererseits seine vielfältigen Erregungen nicht überschreien zu lassen. Das Aneignen einer derartigen Fähigkeit geschieht natürlich nicht im Selbstlauf, sondern bedarf großer Anstrengungen.

Hans Selye hat sein Buch „Der Lebensstress“ all denjenigen gewidmet, „die weder zu ängstlich sind, den Stress eines erfüllten Lebens zu genießen, noch so naiv, zu meinen, daß sie das ohne intellektuelle Anstrengungen tun können“. Und Albrecht Dürer gab den heute noch aktuellen Rat: „Ein jeglicher, der nicht bewußt arbeitet, der arbeitet schwerer, als einer, der es mit verständigem Bewußtsein tut!“ Aus diesem Postulat von Selye und Dürer ist zu entnehmen, daß auch Charaktereigenschaften zu stressauslösenden Faktoren sowie für die

Auslösung von Eustress bzw. Disstress bedeutsam sein können.

Ein optimistischer, willensstarker, lebensfroher und allseitig gebildeter und entwickelter, disponibel einzusetzender Mensch wird in der Lage sein, den Lebensstress für eine genußvolle Lebensweise zu nutzen. Menschen mit negativen Charaktereigenschaften können sich dagegen in Dauertress versetzen. Eine solche Gruppe von Charaktereigenschaften sind Neid, Mißgunst, Eifersucht. Häufig sind diese Eigenschaften von Haß begleitet. Grundlagen dieser negativen Eigenschaften sind Egozentrismus, Habgier, Besitzgier. Diese Menschen schaden sich gewöhnlich selbst am meisten. Im Volksmund heißt es: „Vor Neid erblassen“ (das ist eine Stressreaktion). Der römische Philosoph Seneca schrieb schon vor über 2000 Jahren: „Der neidische Mensch trinkt die Hälfte seines Giftes allein“.

Ein anderer Komplex streßerzeugender Eigenschaften sind Klatschen, Tratschen und gesteigerte Neugier. Jeder der tratscht und klatscht, jeder Verleumder und Gerüchtesteller ist ein gefährlicher psychosozialer Stressor, gleich einer Krebsgeschwulst in unserer Gesellschaft, die viel seelisches Unheil anrichtet und nicht nur bei anderen, sondern auch bei sich selbst. „Wie glücklich würde mancher leben, wenn er sich um anderer Leute Sache so wenig bekümmert, als um seine eigenen“ schrieb Lichtenberg.

Grundsätzlich sollte stets nach folgender Faustregel gehandelt werden:

„Niemals über einen Menschen (in seiner Abwesenheit) sprechen, sondern stets mit einem Menschen offen und ehrlich reden.“ Ein solches Verhalten schafft Vertrauen, auch wenn ehrliche und offene Worte kurzzeitig unangenehm sein können.

Auch andere negative Charakterzüge wie Ängstlichkeit, Faulheit, Kleinlichkeit, mangelnde Toleranz usw. können Stressorenfunktion im negativen Sinne ausüben. Manche Menschen stehen sich und ihren negativen Charaktereigenschaften selbst im Wege und behindern sich im Erleben von Erfolgserlebnissen.

Deshalb ist die ständige Arbeit am eigenen Charakter eine nicht unbedeutende Prophylaxe gegen das Entstehen von Disstress.

### Weiterentwicklung der Prüfungen – Standpunkte, Hinweise, Meinungen

#### Schriftliche Abschlußprüfungen und Reifeprüfungen – ja oder nein?

**Kollegin Böhme:** Wie die meisten meiner Kollegen begrüße ich den in der Perspektive absehbaren Wegfall schriftlicher Abschlußprüfungen im Fach Biologie aus folgenden Gründen:

Wir wollen unsere Schüler auf das Leben vorbereiten und nicht auf die Abschlußprüfung. Ein „sowohl als auch“ erwies sich in der Schulpraxis unter den bisherigen Bedingungen als unmöglich. Besonders in der 10. Klasse wurde durch den Stoff „gejagt“, um Zeit für eine unabhängig vom Lehrstoff Klasse 10 notwendige Prüfungsvorbereitung (vor allem zu Lehrstoff Kl. 8 und 9) zu finden.

Empfehlungen dazu (auch in BioS, z. B. in H. 12/87) ließen viele Kollegen an der Schere zwischen ohnehin knappem Zeitfonds in Klasse 10 für den laufenden Stoff und dem „Prüfungsstoff“ fast verzweifeln. Die aus anderen naturwissenschaftlichen Fächern (Chemie, Physik) erwiesene Möglichkeit, mit gutem Unterricht auch in Klasse 10 die beste Prüfungsvorbereitung zu gewährleisten, trifft für das Fach Biologie nicht zu. Wir haben zu wenig Systematisierungsstunden bzw. systematisierende Einheiten (auch nicht in Form eines Praktikums), und durch immanente Wiederholung sind nicht alle Prüfungskomplexe aus dem Lehrstoff der Klassen 8 und 9 in den Unterricht der Klasse 10 einzubeziehen. Bis zur letzten Unterrichtsstunde vor den Abschlußprüfungen mußte Stoff neu vermittelt werden, zumal es auch keine offiziellen Hinweise gab, daß die letzte Stoffeinheit von Klasse 10 (2.3. Abstammung und Entwicklung des Menschen) nicht geprüft wird. Besonders prekär wurde die Situation für Lehrer und Schüler bei länge-

rem, aber in der Schulpraxis doch häufiger auftretendem Ausfall des Unterrichts oder wenn eine Unterrichtsstunde Biologie am Samstag in der Wochenstundentafel lag. Bewußt oder unbewußt erfolgte besonders ab Klasse 8 eine unterschiedliche Wertung und Wichtung des Lehrstoffes unter dem Gesichtspunkt der Prüfung. Die Schüler wurden langfristig darauf orientiert, was Prüfungsstoff ist (z. B. erschien ein „P“ am Hefstrand). Nicht nur unsere Fachkommission erstellte umfangreiche Wiederholungsaufgaben, die sich nur auf die Prüfungskomplexe bezogen (u. a. m.). Bei langerem Unterrichtsausfall wurden Stoffeinheiten gekürzt oder weggelassen, die „erfahrungsgemäß“ nicht Prüfungsstoff waren (z. B. wurde „Bau und Funktion des Ohres“ als Hausaufgabe erteilt und im Unterricht nur ganz kurz erwähnt, was angeht die Zunahme an Hörschäden bzw. Lärmüberflutung grundlegendes Wissen für eine gesunde Lebensweise ist!). Ebenso gravierend wirken sich meines Erachtens Kenntnislücken z. B. zu Hormonen, Fortpflanzung, Stütz- und Bewegungssystem auf das aktuelle und spätere gesundheitsbewußte Verhalten der Heranwachsenden aus. Außerdem hatten die Prüfungsfragen der vergangenen Jahre eine starke Orientierungsfunktion für den Lehrer, zumal sich die Aufgaben wiederholt in Inhalt und Formulierung stark ähnelten und teilweise sogar glichen, viel Faktenwissen und wenig anspruchsvolle Schülertätigkeiten abforderten. Auch dadurch wurde mancher Stoff regelrecht gepaukt (s. gute Ergebnisse vergangener Abschlußprüfungen zu Auge, Verdauungssystem, Überblick Stoff- und Energiewechsel), ohne daß die Schüler tiefer in bestimmte Zusammenhänge eingedrungen wären. Mancher Lehrstoff, der nicht in den Prüfungskomplexen ausgewiesen war, geriet völlig in Vergessenheit.

**Kollege Pruski:** Ich möchte mich ebenfalls für einen Wegfall der schriftlichen Abschlußprüfungen aussprechen, weil wir dadurch nicht mehr so „prüfungsorientiert“ unterrichten müssen, mehr Zeit für selbstständige Schülerarbeit haben und mehr Freiraum für die Aneignung des Grundlegenden unter Beachtung der konkreten Situation der Schüler an der Schule oder auch im heimatlichen Territorium. Bisher

fühlte ich mich immer von der Zeit bis zur Abschlußprüfung gedrängt. Ich habe aber Bedenken, ob alle Kollegen um volle Lehrplanerfüllung wie bisher ringen werden bei Wegfall der schriftlichen Abschlußprüfungen.

**Kollege W. Böhme:** Mich bewegen ähnliche Fragen, denn wer und was garantiert ein hohes Anforderungsniveau sowohl des Unterrichts als auch der Prüfungen ohne zentrale Anforderungen?

Wird nicht der Subjektivität Tür und Tör geöffnet, da die Lehrpläne nicht ausweisen (können), in welchem Umfang und welcher Tiefe der Schüler den Lehrstoff beherrschen muß? Wir haben in der Vergangenheit immer wieder festgestellt, daß zwischen erteilter Jahresendzensur in Klasse 10 und tatsächlichen Leistungen in Kl. 11 bzw. 12 bei unseren EOS-Schülern zum Teil erhebliche Unterschiede bestehen, vor allem in den Fächern ohne schriftliche Abschlußprüfungen. Deshalb werden wir regulierende Mechanismen finden müssen, die praktikabel sind und auf Objektivität der Bewertung hinzielen. Ich denke an mögliche Rückkopplung EOS-POS bzw. EOS-Hochschulen, wenn wiederholt bei Abgängern bestimmter Schulen große Diskrepanzen zwischen Zensur und Leistung auftreten.

**Kollege Woschick:** Optimale Entwicklung jedes Schülers schließt ein, daß auch die Prüfungen pädagogische Mittel sind, motivierend und damit leistungsstimulierend zu wirken. Sie sollen für die Schüler Anforderungs- und Bewährungssituation sein. Diesem Anspruch muß die Weiterentwicklung der Prüfungskonzeption gerecht werden.

Durch den Wegfall schriftlicher Prüfungen im Fach Biologie wird meiner Meinung nach die Individualität des Schülers in stärkerem Maße berücksichtigt. Vom Schüler wird der leistungshemmende Druck genommen, unbedingt in einem naturwissenschaftlichen Fach schriftlich geprüft zu werden. Außerdem ist es ein „offenes Geheimnis“, daß Biologie das Wahlfach des „leistungsschwächeren“ Schülers war, weil er schon aus dem Alltagswissen so viel einbrachte, daß ein absolutes Leistungsversagen fast unmöglich war. Für unsere Biologielehrer waren deshalb die Prüfungsergebnisse der vergangenen Jahre trotz intensi-

ver Bemühungen um ihre Schüler nicht immer ermutigend, weil zunehmend bei der Prüfungsauswertung nur nach dem Ergebnis, nicht aber nach den Leistungsvoraussetzungen der Prüflinge gefragt wurde.

**Kollege Wippler:** Nach meiner Meinung wurde der erste Vorschlag zur Neuregelung der Prüfungen in einer Zeit erarbeitet, wo wir sichtbar, aber formal zu „noch besseren“ (!) Ergebnissen kommen wollten. Deshalb paßt er nicht in unsere Zeit, in unsere Leistungsgesellschaft. Positionen, wie sie Prof. Dr. H. Meixner in der DLZ 39/89 darlegte („... wenn wir hier, wie überhaupt, die Anforderungen nach dem Grundgesetz bemessen, kein Schüler darf mit dem Gefühl die Schule verlassen, ein Versager zu sein, wie keiner mit dem Gefühl heranwachsen soll, man könne alle Anforderungen, auch die des Lernens, mit der „linken Hand“, ohne Mühe und Anstrengung, erledigen“), müssen wir kritisch überdenken. Ich sehe hier einen Widerspruch: Sollten alle Mühen der Pädagogen bei bestimmten Schülern und Eltern auf unfruchtbaren Boden fallen, wie soll dann eine Prüfung mit positivem Ergebnis abgelegt werden und welchen erzieherischen Wert hätte diese? Hier darf wohl nicht das Leistungsprinzip durchbrochen werden. Konsequenzen müßte es außerdem bis zur Berufswahl und künftigem Lehrlingsgeld bzw. Leistungsstipendium geben.

Die schriftlichen Prüfungen der vergangenen Jahre orientierten den Lehrer zu stark auf die vollständige Wissensvermittlung lt. Lehrplan. Fragen der immanenten Wiederholung, der Linienführung, gesunden Lebensweise und vieles andere mehr wurden besonders in Abschlußklassen unzureichend beachtet, damit bis zum Prüfungstermin der „Stoff geschafft“ war. Für die gründliche Aneignung biologischen Wissens sehe ich auch durch einen Wegfall der schriftlichen Prüfungen mehr und bessere Möglichkeiten auch dafür, daß geistige und geistig-praktische Tätigkeiten wirklich zum „Eigentum“ des Schülers werden.

**Kollegin O. Böhme:** Einige meiner Kollegen vertreten die Meinung, daß der Wegfall der schriftlichen Prüfungen im Fach Biologie der Bedeutung der Naturwissenschaften für die Weiterentwicklung unserer Gesellschaft nicht Rechnung trägt. Außer-

dem möchte eine kleine Anzahl der Fachlehrer auch weiterhin schriftliche Prüfungen, weil sie Bedenken haben, ob der Schüler ohne die stimulierende Wirkung einer zentral vorgegebenen Prüfungsanforderung für Biologie „noch was macht“. Heiß umstritten ist deshalb die Frage:

### **Wahl des Prüfungsfaches und Wahl des Themenkomplexes durch den Schüler?**

**Kollege Pruski:** Gegen diesen Prüfungsmodus möchte ich mich klar aussprechen. Wahrscheinlich sollte durch diesen – jedenfalls im laufenden Schuljahr – nicht in Kraft tretenden Vorschlag (was aber nicht heißt, daß er nicht weiter in der Diskussion ist) die „Selbstverantwortung“, die Mitbestimmung der Schüler bei der Gestaltung der Prüfungen erhöht werden nach dem Motto „Der Jugend mehr Vertrauen und Verantwortung“. Hat unsere Jugend so pauschal dieses Vertrauen bisher gerechtfertigt und sind wirklich alle Schüler in Klasse 10 geistig und charakterlich so weit? Für die Einbeziehung der Schüler bis hin in die Wahl des Themenkomplexes müßte ein recht hoher Reifegrad vorhanden sein, wenn die Prüfung wirklich leistungsstimulierend und persönlichkeitsfördernd wirken soll. Das zweifle ich an. Ich denke dabei an die Schüler, die sich nach Erhalt ihres Lehrvertrages in Klasse 10 bequem „zurücklehnen“ und an die wenigen Schüler, die intensiv und „freiwillig“ an der Entwicklung ihrer Persönlichkeit arbeiten. Nur vereinzelt hatte ich in den vielen Jahren als Lehrer Schüler, die sich z. B. intensiv mit einem biologischen Hobby oder Zusatzliteratur befaßten.

Natürlich lehne ich jede Art von „Prüfungsdrohung“ ab, aber wir müssen sichern, daß der Anspruch künftiger Prüfungen ein echter Leistungsanspruch ist.

**Kollege Wippler:** Ich sehe in der Wahl des Prüfungsfaches die Gefahr, daß das Fach mit dem Lieblingslehrer oder mit dem geringsten Anforderungsniveau (was sich für den Schüler aus der Bewertung und Zensierung im Unterricht ergibt) bevorzugt gewählt wird. Ohne jede Möglichkeit einer Steuerung des Wahlverhaltens kann es zu einer Häufung der Prüflinge bei bestim-

ten Lehrern kommen. Ich unterstelle keinem Lehrer, daß er, um wenig Arbeit zu haben, seinen Schülern die Prüfung in seinem Fach „vergrault“, aber denkbar wäre es.

**Kollege Woschick:** Ich befürworte die Wahl des Faches und der Themenkomplexe, weil Entscheidungsfähigkeit und Verantwortungsbewußtsein des Schülers herausgefördert werden. Außerdem werden Anlagen, Fähigkeiten, Interessen des Schülers in stärkerem Maße berücksichtigt. Der Schüler hat weniger Prüfungsangst, denn er wird in einem Fach geprüft, das seinen Neigungen entspricht. Außerdem kann so in der Praxis kein Schüler für Mängel, die durch Unterrichtsausfall entstanden, „bestraft“ werden. Lehrer und Schüler kennen Anforderungsniveau und Stoffumfang.

Auch ich sehe praktische und organisatorische Probleme bei der Durchführung der Prüfungen. Wie verhalten wir uns, wenn fast alle Schüler ein Fach wählen? Mein Vorschlag dazu wäre, in der Prüfungskonzeption die Möglichkeit einer Entscheidungsfindung unter Einbeziehung von Klassenleiter, Fachlehrer, Prüfungsvorsitzendem, Prüfling und Vertretern des Kollektive für den Fall extremer Disproportionen der Wahlfächer vorzusehen.

**Kollegin O. Böhme:** Können wir genügend Prüfungsfragen formulieren, wenn sich z. B. 20 Schüler (aus zwei Parallelklassen) für den Stoffkomplex Evolution entscheiden?

Können wir umfassend im Sinne biologischer Allgemeinbildung prüfen, wenn sich der Schüler auf einen Themenkomplex konzentriert? Wie lassen wir den Schüler auch ausreichend geistig-praktisch tätig sein, wenn sich aus dem Themenkomplex (z. B. Evolution) zu wenig für die Gestaltung mehrerer Prüfungsfragen anbietet? Damit kommen wir zu der Frage, die im Zentrum unserer Überlegungen stehen muß, unabhängig davon, wie künftige Prüfungsbestimmungen aussehen werden:

**Welches Anforderungsniveau streben wir in Prüfungen an? Welches Prüfungsregime wäre effektiv?**

**Kollege W. Böhme:** Mir gefällt, daß die Anlage der Themenkomplexe in der Prüfungs-konzeption (DLZ 39/89 und in unserer Zeitschrift, Heft 12/89) unsere Stoffanord-nung um die Leitlinien widerspiegelt und damit der Hauptfunktion unseres Biologie-unterrichts entspricht sowie daß vom Schü-ler in der Prüfung der Nachweis von Wis-sen, Können und persönlichen Erkenntnis-sen gefordert wird, die über Jahre „ge-wachsen“ sind und das Verstehen größerer Zusammenhänge erfordert. Dadurch kann ein höheres Anforderungsniveau erreicht werden als wenn für eine inhaltlich eng be-grenzte Thematik (z. B. „Das Auge“) Auf-gaben gestellt werden. Außerdem wird die Bewertung objektiver durch komplexere Aufgabenstellungen, weil das Moment des Geprüftwerdens zu einem eng begrenzten Sachverhalt und des Zufalls (gerade das gelernt bzw. nicht gelernt zu haben) we-sentlich eingeschränkt wird. Entscheidend ist meines Erachtens das schöpferische Herangehen des Schülers an die Aufgaben-stellung (s. dazu die Gedanken von Brü-gener in Pädagogik, Heft 9/89), was eine entsprechende Gestaltung der Aufgaben durch den Lehrer erfordert. Hierin sehe ich ein Aufgabengebiet für unsere Fachzeit-schrift, für den Erfahrungsaustausch in allen Fachzirkeln usw. Die Prüfungsaufga-ben müssen in höherem Maße die Qualität des Unterrichts widerspiegeln. Wir wollen biologisch allgemeingebildete Schüler ent-lassen, deshalb können wir nicht Einzelfak-ten und Experimente abfordern, deren Er-ggebnis der Schüler ohne deren Durchfüh-rung im vorhinein kennt. Wir müssen dem Schüler Gelegenheit geben nachzuweisen, daß er sich anwendbare biologische All-gemeinbildung angeeignet hat.

**Kollege Woschick:** Ich möchte nachweisen, daß sich für eine mündliche Abschlußprü-fung auch bei Wahl des Prüfungsfaches und des Themenkomplexes sehr an-spruchsvolle Prüfungsaufgaben formulie-ren lassen, wobei der Schüler echt gefor-dert wird, sowohl sein bisher erworbenes Wissen als auch Fähigkeiten und Fertigkei-ten darzubieten. Im „individuellen Zu-

schnitt“ der Prüfungsaufgabe für den Schü-ler sehe ich im Gegensatz zu vielen ande-ren Kollegen keine geringere, sondern eine dem individuellen Leistungsvermögen an-gemessene Leistungsanforderung. Jeder Lehrer akzentuiert trotz einheitlicher Vor-gaben durch die Lehrpläne auch Grundle-gendes mit unterschiedlicher Wertigkeit. Deshalb sind die Prüfungsaufgaben, die ich für meine Schüler an meiner Schule stelle, nicht übertragbar, sondern schul- bzw. lehrer- und schülerspezifisch. Ich möchte das an einem Beispiel belegen. Zum vorgeschlagenen Themenkomplex „Biologische Grundlagen des menschli-chen Organismus – Erhaltung seiner Ge-sundheit und Leistungsfähigkeit“ könnte eine Prüfungsaufgabe wie folgt formuliert sein:

1. Erläutern Sie an den Beispielen der menschlichen Lunge und der Blutzellen den Zusammenhang zwischen Oberflä-chenstruktur und Leistungsfähigkeit leben-der Systeme! Werten Sie in diesem Zusam-menhang beiliegende Skizzen (Lungen von Wirbeltieren) und das Dauerpräparat (Blutzellen) aus!
2. Zeigen Sie am funktionellen Zusam-menwirken von Atmungs- und Blutsystem sowie den Zellen des Körpers auf, daß gut durchlüftete Räume die Leistungsfähigkeit des menschlichen Organismus steigern!
3. Diskutieren Sie persönliche Zielstellun-gen, die Sie aus atem- und kreislaufhygieni-schen Gründen anstreben wollen! Beziehen Sie einige der beiliegenden statisti-schen Angaben mit ein (u. a. statistisches Material zum Rauchen)!

**Kollege Wippler:** Unbedingt sollten wir das prüfen, was für den Schüler lebensorientierend ist. Befürworten würde ich auch, daß in den Abschlußprüfungen die Schüler ei-nige Teilaufgaben erhalten, die miteinan-der im Zusammenhang stehen. Für die mündliche Reifeprüfung würde ich dem Schüler nur eine Thematik vorgeben, die er dann selbstständig, umfassend und schöpferisch bearbeiten kann. Ich sehe das Her-anführen der Schüler an diesen Prüfungs-modus als einen über mehrere Jahre an-dauernden Prozeß der Erhöhung der Leis-tungsanforderung nach der Einführung neuer Regelungen zu den Prüfungen, also als langfristigen Anspruch an die Qualifi-

zierung des Lehrers und Schülers im Prozeß der Arbeit.

**Kollege Gebauer:** Natürlich müßte dann auch die Vorbereitungszeit innerhalb der mündlichen Reifeprüfung neu überdacht werden, die evtl. bis zu einer Stunde betragen könnte. Als Prüfungszeit wären etwa 30 Minuten einschließlich der Bewertung angemessen. Das Prüfungsthema sollte so formuliert sein, daß der Abiturient wirklich umfassend Gelegenheit hat, seine Kenntnisse aus verschiedenen Bereichen (z. B. Physiologie, Ökologie usw.) einzubringen. Dabei sollte es aber dem Prüfling überlassen sein, selbst Akzente in seinen Darlegungen zu setzen. Zum Beispiel könnte ein Prüfungsthema sein: „Die Photosynthese ist der wichtigste Assimulationsprozeß in der Natur! Begründen und beweisen Sie die Richtigkeit dieser Aussage!“ Der Prüfling sollte außerdem die Möglichkeit haben, bestimmte Aussagen auch experimentell zu belegen, entsprechende Geräte und Chemikalien in der Vorbereitungszeit anzufordern, die Experimente auszuprobieren usw.

Wir Fachlehrer und die Schüler der 12. Klassen hatten den ursprünglich angekündigten Wegfall schriftlicher Reifeprüfung im Fach Biologie sehr begrüßt. In der Vergangenheit wurden die Abiturienten durch diesen „alten“ Prüfungsmodus in eine Situation gestellt, die sie nicht „trainiert“ hatten (Thema im Zusammenhang schriftlich über mehrere Stunden darstellen im Fach Biologie). Das führte an einigen EOS zu illegalen Vorrifteprüfungsarbeiten, um die Schüler mit den Anforderungen bekannt zu machen, woraus sich eine unzumutbare Belastung der Fachlehrer mit Korrekturen ergab.

Einer Wahl des mündlichen Prüfungsfaches stimme ich auch aus der Sicht der Studien- und Berufsvorbereitung zu. Der für Klasse 11 und Klasse 12 in den Lehrplänen ausgewiesene Stoff sollte ohne jede Einschränkung Prüfungsstoff sein. Inwieweit Vorleistungen aus der POS einbezogen werden, können die Fachlehrer in einer mündlichen Reifeprüfung wesentlich schülerkonkreter einschätzen und fordern als durch zentral vorgegebene schriftliche Prüfungsanforderungen. Deshalb ist für unsere Abiturienten der psychische

Druck in einer mündlichen Reifeprüfung geringer. Die Notwendigkeit einer Beispieldiskussion über mögliche Aufgabenstellungen in der Fachzeitschrift möchte ich besonders für unsere EOS-Lehrer unterstreichen.

**Kollegin O. Böhme:** Denkbar wären auch mündliche Reifeprüfungen, die sich am Prüfungsmodus der Hochschulen orientieren, z. B. daß jeweils zwei bis drei Abiturienten in einem Gespräch geprüft werden. Ich lehne ebenfalls eine Ausgrenzung von Lehrstoff ab, möchte aber mit Nachdruck auf die Stofffülle auch in den neuen Lehrplänen für die Klassen 5 bis 10 verweisen. Aus diesen Gründen wünschten einige Fachlehrer sofort zu den vorgeschlagenen Themenkomplexen (die ihnen in der Mehrzahl besser gefallen als die bisherigen Prüfungskomplexe) eine weitere Präzisierung bzw. Erläuterung der inhaltlichen Schwerpunkte. Sie befürchten, daß die Schüler die einzelnen Themenkomplexe ohne die fachinnere Koordinierung zwischen den einzelnen Klassenstufen sehen und den Themenkomplex Mensch mit dem Lehrstoff Klasse 8, den Themenkomplex „Organismus-Umwelt“ mit dem Lehrstoff Klasse 9 bzw. den Themenkomplex „Evolution“ mit dem Lehrstoff Klasse 10 gleichsetzen. Diese umfassende Sicht auf die Themenkomplexe dem Schüler zu eröffnen ist meines Erachtens nach ein methodisches Problem. Je besser es uns gelingt, Neues aus Bekanntem abzuleiten, desto leichter und sicherer wird der Schüler die fachinneren Bezüge erkennen und sein Wissen auch in der Prüfung entsprechend anwenden. Für mich wären die Themenkomplexe ausreichend. Sie lassen für die schöpferische Arbeit des Fachlehrers großen Spielraum, den wir doch immer wollten. Nun haben wir ihn. Nutzen wir ihn!

Einige Kollegen sehen nach der Einführung des vollständigen Lehrplanwerkes darin ein Problem, wie die besonders in den Klassen 5 bis 7 erworbene Fähigkeit „Erkennen der Organismen am Erscheinungsbild“ – im Lehrplan auch als Schülertätigkeit ausgewiesen – bis zur Abschlußprüfung „erhalten“ bleibt. Das setzt neue Maßstäbe nicht nur für Systematisierung und Wiederholung, sondern auch für durchgängige Objektbezogenheit bis

Kl. 10. Die Einbeziehung von Sippenkenntnissen auch in die Prüfungen wird begrüßt, weil sie für den lebensverbundenen Biologieunterricht, vor allem für die aktive Zuwendung und Auseinandersetzung mit der Natur im persönlichen Leben von fundamentaler Bedeutung ist. Ohne Einbeziehung von Sippenkenntnissen bliebe das Fach Biologie auch in der Abschlußprüfung zu abstrakt und ohne die persönlichkeitsbildende Wirkung der Einheit von Emotionalem und Rationalem. Im Gespräch mit Kollegen haben wir folgende Aufgabenstellung diskutiert:

Bau, Vorkommen und Verhalten von Organismen

1. Benennen Sie die vorliegenden Pflanzen und Tiere!

(Naturobjekte aus Schulumgebung, Modelle aus Grundausstattung bzw. Abbildungen und Dias ohne Beschriftung, lebende Objekte aus dem Fachraum)

Ordnen Sie diese Arten einem Lebensraum zu!

2. Schildern Sie anhand eines Tieres die Angepaßtheit in Bau und Verhalten an das Leben im Wasser!

3. Wie sind Pflanzen an feuchte Standorte angepaßt? Erläutern Sie an zwei vorliegenden Naturobjekten!

4. Warum ist die Erhaltung bzw. Schaffung geeigneter Lebensräume besonders in unserem Heimatteritorium eine vorrangige Aufgabe des Artenschutzes?

Unserer Meinung nach wird dem Schüler durch diese Aufgabenstellung ermöglicht, am biologischen Objekt zu arbeiten und biologisches Wissen aus verschiedenen Bereichen entsprechend seinem individuellen Leistungsvermögen einzubringen. Wir sollten uns um „offene“ Fragestellungen bemühen, um das tatsächliche Wissen in seiner semantischen Tiefe auszuloten bzw. zu ermitteln, um dadurch die Persönlichkeit des Schülers und seine Leistung gerecht beurteilen zu können.

**Kollege W. Böhme:** Eine veränderte Prüfungskonzeption an unseren Schulen muß den neuen gesellschaftlichen Bedingungen entsprechen. „Unser sozialistisches Bildungsziel ist es, schöpferisch denkende und verantwortungsbewußt handelnde Menschen zu erziehen, die sich für den höchsten Wert einsetzen, Freiheitsgewinn

der Persönlichkeit durch gesellschaftlichen Fortschritt im Frieden zu erreichen“ (s. Hörz in G. Jun: Charakter, Berlin 1989). Dieser Anspruch gilt für unseren Unterricht einschließlich der Gestaltung der Prüfungsanforderungen. Es schließt meines Erachtens ein, daß unsere Schüler die Prüfung als Notwendigkeit ansehen und ihr Wissen und Können, aber auch ihre moralische Reife unter Beweis stellen wollen und müssen. Die Orientierung auf eine Leistungsgesellschaft erfordert Konditionierung und Kompetenz. Das gilt für Schüler und Lehrer. Daraus resultiert die Notwendigkeit einer intensiven, langfristigen Qualifizierung der Lehrer und ihr Denken über das Jahr 2000 hinaus. Objektive Prüfungsergebnisse werden wir wahrscheinlich nur erhalten, wenn wir dies im Zusammenhang mit einer funktionstüchtigen, regulierenden Wertung der Schüler, Lehrer und Schulen durch die nachfolgenden Bildungseinrichtungen sehen.

Zu Wort kamen Biologielehrer aus dem Kreis Hoyerswerda:

Kolln. StR O. Böhme (Fachberaterin);

Koll. OL W. Böhme (Stellv. Direktor);

Koll. OStR Wolfram Gebauer (Direktor der EOS „W. I. Lenin“);

Koll. OL Pruski (Mitglied der Fachkommission, Fachzirkelleiter);

Koll. OL Wippler (Fachlehrer für Biologie an der EOS „G. E. Lessing“);

Koll. OL Woschick (stellv. Direktor).

Die Gespräche wurden geführt und für den Druck zusammengestellt von Kollegin Orttrun Böhme (Mitglied des Redaktionskollegiums von „Biologie in der Schule“).

**BioS sprach mit:** StR Dr. Wolfhard Hülcker, Fachberater für Biologie im Stadtbezirk Berlin-Marzahn

**BioS:** Die Vorschläge zur Weiterentwicklung der Abschluß- und Reifeprüfungen sind in der Diskussion, sicher auch bei den Fachkolleginnen und -kollegen Ihres Stadtbezirks. Könnten Sie aus Ihrer Sicht ein erstes Resümee geben?

**Dr. Hülcker:** Zunächst einmal kann ich, bezogen auf die Situation in unserem Stadtbezirk, feststellen, daß die Funktion der Abschluß- und Reifeprüfungen innerhalb unseres Bildungs- und Erziehungskonzepts, inhaltliche aber auch organisatorisch-technische Probleme der Vorbereitung, Durchführung sowie Ergebnisaus- und -bewertung der Prüfungen schon seit langem von Kolleginnen und Kollegen nicht nur unseres Faches diskutiert wurden. Von Jahr zu Jahr zeigten sich immer deutlicher Widersprüche zwischen den sich entwickelnden bildungspolitischen Ansprüchen an das Niveau der Allgemeinbildung, der Persönlichkeitsqualitäten unserer Absolventen einerseits und dem inhaltlich-organisatorischen Niveau der Abschluß- und Reifeprüfungen andererseits. Besonders deutlich wurden diese im Zusammenhang mit der Diskussion über die Weiterentwicklung des Biologieunterrichts und der Einführung neuer Lehrpläne.

So gesehen, war eine Neubestimmung der Ziele, Inhalte und Organisationsformen der Abschluß- und Reifeprüfungen überfällig. Mit den zur Diskussion gestellten Hauptrichtungen der Weiterentwicklung der Prüfungen bin ich einverstanden, und ich befnde mich darin mit den meisten meiner Fachkolleginnen und -kollegen in Übereinstimmung. Die Vorschläge zur Neufassung der Prüfungsordnung stellen m. E. einen deutlichen Schritt in Richtung einer generell stärkeren Schülerbezogenheit von Leistungsüberprüfungen dar. Die Stärken der Schüler werden besser genutzt, deutlicher aufgedeckt, und Unterschiede im Schuljahresablauf zwischen Klassen und

Schulen werden nicht auf dem Rücken der Schüler ausgetragen.

Und trotzdem – die diesbezüglichen Vorschläge auf dem IX. Pädagogischen Kongreß und die im Oktober 1989 vom Ministerium für Volksbildung zur Diskussion gestellten Positionen zur Weiterentwicklung der Prüfungen haben die meisten Kollegen überrascht, sowohl was den Umfang und den Inhalt der vorgesehenen Veränderungen als auch die vorgeschlagene rasche Einführung einer neuen Prüfungsordnung betrifft. Daraus ergaben sich einige Fragen hinsichtlich der Konsequenzen für die eigene Arbeit und für die Arbeit z. B. der Fachzirkel und der Fachkommission. Im Erfahrungsaustausch konnten wir in den vergangenen Monaten bei einigen Fragen und Problemen größere Klarheit gewinnen und Lösungsansätze finden. Es gibt aber aus unserer Sicht auch noch offene Fragen.

Ich begrüße in diesem Zusammenhang, daß der Termin für die Einführung einer neuen Prüfungsordnung ausgesetzt wurde. Dadurch sind günstigere Bedingungen für eine solide Diskussion und für eine solche Neufassung der Prüfungsordnung gegeben, die den sich derzeit rasch vollziehenden gesellschaftlichen Entwicklungsprozessen Rechnung trägt.

**BioS:** Welche Fragen haben die Kollegen?

**Dr. Hülcker:** Nun, der Wegfall der schriftlichen Prüfungen in den naturwissenschaftlichen Fächern mit den aufgezeigten Konsequenzen für den organisatorisch-zeitlichen Ablauf der Prüfungen stellt einen erheblichen Einschnitt in den gewohnten Schuljahresablauf dar. In dem Zusammenhang stellt sich natürlich für jeden betroffenen Fachlehrer die Frage, wie die real zur Verfügung stehende Unterrichtszeit in den 10. und 12. Klassen voll zur Sicherung eines möglichst hohen Abschlußniveaus der fachspezifischen Allgemeinbildung, für die Vorbereitung der Schüler auf die Bewältigung der Anforderungen an ihr Wissen und Können in den mündlichen Prüfungen zu nutzen ist.

Jahrzehntelang war es vielerorts geübte Praxis, an den auf der Basis zentral vorgegebener Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe erzielten Prüfungsergebnissen das erreichte Bildungs- und Erziehungsni-

veau der Schüler und häufig auch die Leistungen des betreffenden Lehrers zu messen. Vor diesem Hintergrund fragen sich unsere Kolleginnen und Kollegen unter anderem auch, wie bei alleiniger Verantwortung des Fachlehrers für den Inhalt und das Anforderungsniveau der Prüfungsaufgaben sowie für den Bewertungsmaßstab der gezeigten Leistungen ein vergleichbares und hohes Niveau der Prüfungen gesichert werden kann. Welche Verantwortung fällt diesbezüglich dem Direktor, der Prüfungskommission, aber vor allem auch den Fachzirkeln und der Fachkommission zu?

Begrüßt wird von der Mehrzahl meiner Kollegen die angestrebte Stärkung der pädagogischen Souveränität und die Erhöhung der Verantwortung jedes Fachlehrers für seine Bildungs- und Erziehungsarbeit. Alle Veränderungen in der Prüfungsordnung, die darauf abzielen, die Leistungsbereitschaft jedes Schülers zu stimulieren, sein reales Leistungsvermögen und seine Persönlichkeitsqualitäten in der Prüfung zur Geltung zu bringen, werden nachhaltig unterstützt. Auch die Erhöhung der Verantwortlichkeit jedes Schülers für seine Prüfungsergebnisse, u. a. durch die Erweiterung seiner Entscheidungsfreiheit bei der Festlegung des Prüfungsgegenstandes, wird im Prinzip befürwortet. Kann der Schüler aber auf der Basis der „Themenkomplexe“ eine sachkundige Entscheidung fällen? Was geschieht, wenn sich viele oder alle Schüler einer Klasse für das gleiche Prüfungsfach und vielleicht sogar für den gleichen Themenkomplex entscheiden? Viele Kollegen meinen, daß solch einer Situation durch ein wirksames Lenkungsinstrumentarium vorgebeugt werden sollte. Sie sind der Ansicht, daß der Lehrer auch bei der Festlegung des Inhalts einer Prüfung nicht seiner pädagogischen Verantwortung enthoben werden sollte. Ein weiteres Problem sehe ich in der Zensierung der Prüfungsleistung und im Einfließen dieser Zensur in die Abschlußnote für das Fach. Die angestrebte individuelle Niveaubestimmung der Prüfungsanforderungen durch den betreffenden Fachlehrer stellt doch einen Verzicht auf Vergleichbarkeit der Prüfungsergebnisse dar. Wäre es nicht konsequenter, im Sinne der ange-

strebten Weiterentwicklung auf die Erteilung von Prüfungszenzuren zu verzichten? Statt dessen könnten auf dem Zeugnis die Fachzensur und das Prüfungsergebnis getrennt ausgewiesen werden. Letzteres sollte als Worturteil das Prüfungsthema und das Prüfungsergebnis umfassen.

Warum wird im Gegensatz zu den Reifeprüfungen bei den Abschlußprüfungen auf eine Begrenzung der Prüfungszeit für jeden Prüfling verzichtet? Die Festlegung von unteren und oberen zeitlichen Grenzen wäre nach Auffassung meiner Kolleginnen und Kollegen eine Hilfe bei der Sicherung eines ordnungsgemäßen Ablaufs der mündlichen Prüfungen, vor allem auch im Interesse der Schüler. Unangemessener Dauer von Vorbereitungs- und Prüfungszeiten, sowohl nach oben als auch nach unten, sollte vorgebeugt werden.

Darüber hinaus wurden eine Reihe weiterer Fragen und Probleme diskutiert, die ich hier nur andeuten möchte:

– Warum gibt es nicht auch bei der Reifeprüfung Themenkomplexe? Wird nicht durch die vorgeschlagene Regelung für die Reifeprüfungen die Entscheidungsfreiheit der Abiturienten gegenüber den Prüflingen in der 10. Klasse eingeschränkt?

– Da bisher im wesentlichen alle Schüler bis zur 10. Klasse mitgeführt wurden, ist einerseits die Leistungsbreite in den Klassen sehr groß, andererseits kommt die Begabtenförderung zu kurz. Daraus resultieren m. E. zum Teil Unsicherheiten der Kollegen bei der realen Bestimmung des Anforderungsniveaus von Prüfungsaufgaben, das sowohl die Ansprüche an Dauerhaftigkeit und Anwendbarkeit grundlegenden Wissens und Könnens aber auch die individuellen Voraussetzungen der betreffenden Schüler und die Unterrichtssituationen vergangener Schuljahre berücksichtigt.

**BioS:** Wenn ich Sie recht verstehe, stehen wir also noch ganz am Anfang, was die Sicherung einer neuen Qualität der Prüfungen betrifft. Diese ist doch offensichtlich nur auf der Basis einer langfristig anzustrebenden neuen Qualität der Prüfungsvorbereitung zu realisieren, die integraler Bestandteil des gesamten Biologieunterrichts und vor allem auf die Sicherung eines hohen Abschlußniveaus der fachspezifischen Allgemeinbildung der jeweiligen Bil-

dungsstufe ausgerichtet sein muß. Worin sehen Sie als Fachberater diesbezüglich Ihre Verantwortung und ihre Möglichkeiten?

**Dr. Hülcker:** Wir haben genau diese Problematik zu einem Schwerpunkt der Arbeit unserer Fachkommission in diesem Schuljahr gemacht und mit einer gründlichen Analyse der Prüfungen des Schuljahres 1988/89 Ansatzpunkte für eine wirksame Unterstützung unserer Fachkollegen gefunden.

**BioS:** Könnten Sie einige dieser Ansatzpunkte unseren Lesern erläutern?

**Dr. Hülcker:** Natürlich. Die Analyse ergab, daß einigen Kolleginnen und Kollegen die besondere Stellung des Biologieunterrichts in der Klasse 10 bei der Sicherung eines hohen Abschlußniveaus der biologischen Allgemeinbildung nicht voll bewußt ist. Das trifft insbesondere für das Verständnis der integrierenden und synthetisierenden Funktion der Stoffgebiete „Vererbung“ und „Evolution der Organismen“ bezüglich der im Unterricht der unteren Klassen verfolgten Stoff- und Tätigkeitslinien zu, die zu einem relativen Abschluß der biologischen Allgemeinbildung führen muß. Prüfungsvorbereitung darf also nicht als vom normalen Unterricht abgekoppeltes, danebengestelltes „Prüfungstraining“ durchgeführt werden, sondern muß in eben diesem abschlußniveausichernden Unterricht bestehen.

Die Prüfungsergebnisse weisen auf Probleme u. a. bei der Vermittlung bzw. Aneignung grundlegenden Wissens zur Genetik, bei der Dauerhaftigkeit bzw. Anwendbarkeit von Wissen und Können aus früheren Schuljahren und bei der Befähigung der Schüler zur zusammenhängenden Darstellung hin.

Deutlich wurde aber auch, daß einige Kollegen es nicht immer verstehen, durch anspruchsvolle aber angemessene Aufgabenstellungen die Leistungsfähigkeit ihrer Schüler voll auszuloten. Bei Hospitationen in mündlichen Prüfungen registrierte ich noch zu häufig kleinschrittige, auf das bloße Abfragen von Fakten ausgerichtete oder andersartig anspruchslose Aufgabenstellungen.

Im Rahmen unserer Fachkommissions- und Fachzirkelarbeit fördern wir den Er-

fahrungsaustausch zu diesen Problemkreisen u. a. mit dem Ziel, unsere Kollegen bei der pädagogisch durchdachten, sich an den Zielstellungen der Weiterentwicklung der Prüfungen orientierenden Formulierung von Prüfungsaufgaben zu unterstützen.

**BioS:** In den Fachzirkeln werden also Vorschläge zur Gestaltung von Prüfungsaufgaben diskutiert. Welche Ergebnisse brachte dieser Erfahrungsaustausch bisher?

**Dr. Hülcker:** Ich habe eine große Aufgeschlossenheit für die Weiterentwicklung der Prüfungen und der daraus abzuleitenden Konsequenzen für die eigene Unterrichtsarbeit feststellen können. Anhand folgender Beispiele, möchte ich die Zielvorstellungen unserer Fachkommission für die Gestaltung anspruchsvoller Prüfungsaufgaben verdeutlichen:

### 1. Evolution von Organismen

Höherentwicklung ist eine Evolutionsrichtung, die an Pflanzen und Tieren zu erkennen ist.

- Erläutern Sie die Höherentwicklung an einigen Beispielen unter Berücksichtigung weiterer Evolutionsrichtungen!
- Mikroskopieren Sie dazu die vorliegenden Dauerpräparate!

### 2. Vererbung

- Beschreiben Sie den Bau der Zellbestandteile, die für die Vererbung verantwortlich sind!

• Fertigen Sie dazu aus dem vorliegenden Material ein Frischpräparat an! Mikroskopieren Sie und stellen Sie einen Ausschnitt zeichnerisch dar!

• Erläutern Sie, wie es zu Veränderungen der Erbanlagen kommen kann!

Derartige Veränderungen können auch zu genetisch bedingten Erkrankungen führen.

• Erläutern Sie staatliche Maßnahmen zur Vorbeugung genetisch bedingter Erkrankungen und zur Unterstützung Betroffener!

### 3. Biologische Grundlagen des menschlichen Organismus – Erhaltung seiner Gesundheit und Leistungsfähigkeit

Eine Grundregel der gesunden Ernährung lautet: „Gut gekaut, ist halb verdaut!“

• Begründen Sie diese Regel!

• Weisen Sie in diesem Zusammenhang den Beginn der Kohlenhydratverdauung

Diese und weitere Vorschläge diskutieren unsere Fachkommissionsmitglieder in den Fachzirkeln, um vor allem weniger erfahrenen Kolleginnen und Kollegen bei der Vorbereitung der mündlichen Prüfungen 1990 zu helfen.

**BioS:** Herzlichen Dank für das Interview. Ich wünsche Ihnen sowie Ihren Kolleginnen und Kollegen viel Erfolg bei der Lösung der aufgezeigten Aufgaben.  
(Das Gespräch führte Dr. B. Golle)

**Betrifft: „Gentechnik: Neuer Stoff im Lehrplan – neue Probleme im Unterricht?“**

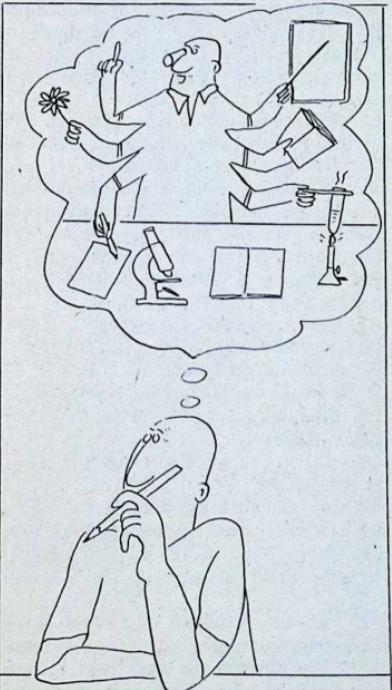
Der Beitrag R. Tilles (In: Biologie in der Schule. – Berlin 38(1989)7/8. – S. 288–291) findet im Großen und Ganzen meine Zustimmung. Allerdings sehe ich einige fachwissenschaftliche Probleme:

1. Schritte 1a und 1b: „DNS mit bestimmtem Gen (Anlage) erkennen und isolieren“; „Gen isolieren“.

Die Entschlüsselung der gesamten DNS von Säugerzellen (bzw. von Menschenzellen) steckt doch noch im Anfangsstadium! Man weiß noch nicht einmal, wie viele Gene eine Säugerzelle (eine Menschenzelle) besitzt, geschweige denn, wo die Gene lokalisiert sind. Selbst wenn der Ort eines Gens im Säugermenom ermittelt würde (Zukunftsmusik), so wäre die Isolierung mit enormen Schwierigkeiten verbunden, da die Wirkung der Restriktionsenzyme noch nicht klar ist (die entsprechenden Restriktionsenzyme nicht zur Verfügung stehen).

2. Schritte 3 und 6b: „Spendergen auf Empfänger-DNS übertragen und durch Enzyme miteinander verbinden“; „Spendergen bewirkt Eiweißsynthese (Merkmal wird ausgebildet)“. Woher nimmt der Autor diese fachlichen Grundlagen? Eine solche Arbeitstechnik ist nicht möglich, da Bakteriengene und Säugergene prinzipielle Unterschiede aufweisen. Es ist eben nicht möglich, ein Säugergen (selbst wenn die Isolierung gelingt) in ein Bakterium einzuschleusen, um dann den spezifischen Stoff zu produzieren (die nichtkodierenden Einheiten werden in der Säugerzelle über das „Protein-Processing“ letztlich nicht realisiert; in Bakterienzellen würden dagegen übergroße wenig wirksame Eiweiße synthetisiert.)

3. Die Produktion von Insulin erfolgt doch nicht über eine Isolierung des Säugergens für Insulinproduktion, sondern über „in-vitro-Synthese“ der Gene und spätere „Einpflanzung in Bakterien“ (A-, B-Stränge getrennt synthetisiert, anschließend chemisch



Vorstellung vom aktiven Schüler

Zeichnung: Egon Neumann

verbunden); – (vgl. z. B.: Schmidt, V.: *Blickpunkt Gentechnik*. – In: *Biologie in der Schule*. – Berlin 36(1987)12. – S. 483–488).

Thomas Kraubmann

Die von Ihnen aufgeworfenen Fragen betreffen offensichtlich nicht nur die Darstellung im Beitrag von R. Tille, denn diese entspricht weitgehend den Aussagen des entsprechenden Lehrbuchkapitels und auch des Lehrplans zum Unterrichtsgegenstand „Gentechnik“.

Meiner Meinung nach sollten wir die Sachverhalte, um die es auch Ihnen geht, grundsätzlich immer auf die Frage nach dem Verhältnis zwischen Wissenschaftlichkeit und didaktischen Vereinfachungen (die im Biologieunterricht unumgänglich sind) beziehen. Diese Frage muß gerade auch hinsichtlich der „Gentechnik“ gestellt und – auch kontrovers – erörtert werden, um unwissenschaftlichen Simplifizierungen im Unterricht entgegenzuwirken. Dabei kann es aber immer nur um Kompromisse gehen, über die diskutiert werden muß. Ich hielte es jedenfalls für unproduktiv, „reine Wissenschaftlichkeit“ und didaktische Vereinfachung einander nur gegenüberzustellen. Ich bitte Sie, meine Bemerkungen zu Ihren Einwänden und Fragen in diesem Sinne zu verstehen und einzurichten.

Nach meinem Eindruck sind die Darstellungen bei R. Tille und das entsprechende Lehrbuchkapitel ein Versuch, etwa den Abschnitt „Methoden und Ziele der Gentechnik“ (in R. Hagemann: „Allgemeine Genetik“. – Jena, 1984. – S. 321–332) didaktisch und methodisch für den Unterricht in Klasse 10 – in sehr starker Vereinfachung und konzentriert auf wenige ausgewählte Prinzipien – aufzubereiten. Dabei stehen einige Verfahrensweisen – die prinzipiell möglich, zum Teil schon realisierbar oder auch zumindest der Möglichkeit nach kombinierbar sind – im Vordergrund, nicht spezielle Details eines besonderen gentechnischen „Weges“ (wie etwa für die Insulingewinnung). Es liegt mir fern, Sie in irgendeiner Weise belehren zu wollen, aber es wäre sicher produktiv, wenn auch Sie – vielleicht von dem genannten Buchkapitel

und auch den von Ihnen genannten Literaturquellen aus – den Versuch unternehmen würden, eine Variante der Vereinfachung zu entwickeln, die für den Unterricht in Klasse 10 geeignet erscheint.

Meiner Meinung könnten dabei alle von Ihnen aufgeworfenen Fragen – die zweifellos in dem oben genannten Sinne auch geachtet werden müssen – mit den pädagogischen und didaktisch-methodischen Möglichkeiten (und Grenzen), die für den Unterricht in Klasse 10 gegeben sind, konfrontiert werden ...

Dieter Gemeinhardt  
(Chefredakteur)

1. Zunächst einige allgemeine Bemerkungen zu Ihren Ausführungen:

1.1. Die von mir aufgeworfenen Fragen betreffen nicht nur die Ausführungen R. Tilles, sondern auch das Lehrbuch sowie den Lehrplan für Klasse 10 (auf die Unterrichtshilfen gehe ich hier nicht ein).

1.2. Selbstverständlich sehe auch ich (wie wahrscheinlich alle Biologielehrer) die Notwendigkeit zur didaktischen Vereinfachung, doch darf es dabei nicht zu falschen unwissenschaftlichen Darstellungen kommen. Es geht also auch mir nicht um eine Gegenüberstellung von didaktischer Vereinfachung und Wissenschaftlichkeit, sondern um eine Integration beider ...

1.3. Die von Ihnen angegebene Literatur (R. Hagemann: „Allgemeine Genetik“) steht mir nicht zur Verfügung.

2. Im folgenden möchte ich vorstellen:

2.1. Eine mögliche Korrektur des Lehrplans (Klasse 10);  
2.2. eine mögliche Korrektur des Lehrbuchs (Klasse 10);

2.3. eine Folie zur Erarbeitung des speziellen Unterrichtsstoffes, einschließlich Möglichkeiten des didaktisch-methodischen Vorgehens zur Behandlung der Gentechnik.

Zu 2.1.: Im Abschnitt „1.3. Molekulare Grundlagen der Vererbung“ des Lehrplans, S. 28, zur Gentechnik sollte das „Heraustrennen von DNS-Abschnitten aus Chromosomen“ durch „Synthese von DNS-Ab-

schnitten außerhalb der Organismen“ ersetzt werden.

Zu 2.2: Zur Gestaltung des Lehrbuches (S. 62/63) schlage ich folgende Veränderung vor:

Erster Anstrich „Heraustrennung (Isolierung) eines DNS-Abschnittes ...“ durch „Herstellung (Synthese) eines DNS-Abschnitts, der ein Gen umfaßt und damit ein gewünschtes Merkmal bedingt (außerhalb der Organismen)“;

zweiter Anstrich „Verknüpfung des *synthetisierten* Gens ...“;

fünfter Anstrich „Einbringen des *synthetisierten* Gens ...“;

Damit entfiel die schematische Darstellung auf S. 62. Bei der Abbildung S. 63 unten müßte es heißen: „Vermehrung des *synthetisierten* Gens ...“, bei der Abbildung S. 63 oben „Plasmid mit *synthetisiertem* Gen“.

Zu 2.3.: Die Gentechnik behandle ich in zwei Unterrichtsstunden, die ich hier stichpunktartig skizzieren möchte.

## 1. Stunde

*Wiederholung: Zusammenhang zwischen DNS – Gen – Eiweiß – Merkmal*

– mündliche Hausaufgabe (in vorheriger Stunde erteilt);

– mündliche Leistungskontrolle mit Zensierung.

*Zielorientierung/Motivation*

– Lehrer nennt Thema der nächsten beiden Stunden einschließlich Angaben zum Verlauf;

– Schwerpunktsetzung: erforderliches Wissen und Können der Schüler (Begriff „Gentechnik“ kennzeichnen, Ziele der Gentechnik nennen, gentechnisches Verfahren am Beispiel der Insulingewinnung erläutern);

– darüberhinaus Informationen zu (künstlichen) Möglichkeiten der Gentechnik;

– Gefahren der Gentechnik und Verantwortung der Wissenschaftler (Diskussion);

– Frage: Warum in der Wissenschaft, warum in der Schule Beschäftigung mit Gentechnik?

– Antwort: Gentechnik ist eine der interessantesten Bereiche der biologischen Wis-

senschaft und besitzt große volkswirtschaftliche Bedeutung.

*Ziele/Definition Gentechnik, einige mögliche Anwendungen*

– Zielangabe/Motivation: Warum ist Gentechnik interessant, warum volkswirtschaftlich bedeutsam?

– Dazu Definition und Ziele der Gentechnik und ihrer Anwendungen: Schüler arbeiten LB (S. 62 Abschnitte bis „2“ und S. 64 letzten Abschnitt) durch.

– Erarbeitung Tafelbild:

Gentechnik ist ein (biotechnologisches) Verfahren zur gezielten Veränderung von Genen bzw. zur Übertragung von Genen. (Ziel: gezielte Veränderung ausgewählter Eigenschaften von Lebewesen!)

Beantwortung der gestellten Fragen im Unterrichtsgespräch.

*Gefahren der Gentechnik/Verantwortung der Wissenschaftler*

– Zielangabe/Motivation: Große Möglichkeiten der Gentechnik – aber worin könnten Gefahren bestehen?

– Dazu Unterrichtsgespräch bzw. Diskussion (nach Klassensituation)

– Im Ereignis der Diskussion bzw. des Unterrichtsgesprächs sollte die Verantwortung der Wissenschaftler herausgearbeitet werden, wissenschaftliche Erkenntnisse nur zum Wohle des Menschen einzusetzen; alle Risiken vermeiden, die Gefahren für die Menschen bedeuten könnten, dies erfordert gesellschaftliche Kontrolle (evtl. Beispiele erörtern).

*Erteilen der Hausaufgabe (Schüler schreiben Fragen mit)*

– Definieren Sie den Begriff „Hormon“!

– Beschreiben Sie die Wirkung des Insulins! Wo wird dieses Hormon im menschlichen Körper gebildet? Nennen Sie Ursachen und Behandlungsmöglichkeiten der Diabetes (Blutzuckerkrankheit)!

– Nennen Sie 3 weitere Hormone des Menschen (jeweils den Bildungsort und die Funktion)!

*Zusammenfassung (Schülervortrag mit Fragen)*

– Definieren Sie den Begriff „Gentechnik“ und nennen Sie die Ziele der Gentechnik!

– Welche großen Möglichkeiten bietet die Gentechnik, worin bestehen Gefahren?

– Ziehen Sie Schlußfolgerungen!

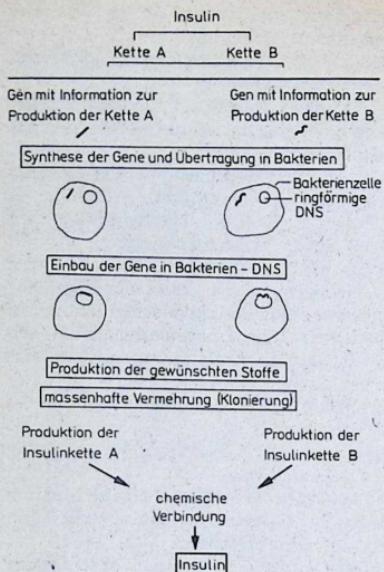


Abb. 1: Gentechnisches Verfahren zur Produktion von Insulin

## 2. Stunde

**Wiederholung: Hormone, Insulin, Diabetes**  
 – Mündliche Leistungskontrolle (vgl. Fragen der 1. Stunde – Einsatz der AT „Innersekretorische Drüsen“)

### Zielorientierung/Motivation

- Zusammenhang Insulin – Gegenstand der letzten Stunde? Zusammenhang Insulin – Gentechnik?
- Möglicher Impuls: Tausende Bauchspeicheldrüsen von Schlachtvieh (insbesondere von Rindern) sind aufzuarbeiten, um Bedarf an Insulin in der DDR zu decken; hoher Arbeitsaufwand!
- Lösung des Problems? Zusammenhang mit Gentechnik?

– Gentechnische Produktion von Insulin (Hinweis: chemische Synthese von Insulin zur Zeit nicht möglich?)

- In dieser Stunde am Beispiel der Insulingewinnung gentechnisches Verfahren erläutern; dazu am Ende mündliche Leistungskontrolle als Zusammenfassung!

### Gentechnisches Verfahren zur Produktion von Insulin

– Zielangabe/Motivation: Wie vorgehen in der Gentechnik, um Insulin zu produzieren? Dazu Lehrvortrag anhand einer Folie (2mal), anschließend Wiederholung durch Schüler und Übertragung der Folie in die Hefte.

– Lehrvortrag mit schrittweise abgedeckter Folie (vgl. Abb. 1):

Insulin aus zwei „Ketten“, die auch im Organismus getrennt synthetisiert werden; zwei Gene mit Informationen für die Kette A bzw. B sind notwendig;

Gene außerhalb der Lebewesen synthetisiert (eingehen auf Fehler im LB);

Hinweis, daß Bakterien ringförmige DNS besitzen und diese spontan zwischen Bakterien ausgetauscht wird;

diese Eigenschaft wird genutzt, um Gene auf Bakterien zu übertragen;

Einbau nur bei geringem Teil der Bakterien, Hinweis auf anschließende Selektion;

die Bakterien, welche gewünschte Stoffe produzieren, werden massenhaft vermehrt (Wiederholung: Klonierung) auf Nährböden (bzw. in Bioreaktoren);

abschließendes Eingehen auf die „chemische Verbindung“ der Ketten A und B zum Insulin.

– Festigung: Schüler wiederholt mit eigenen Worten anhand der Folie; Schüler übertragen das Folienbild in Hefte.

– Zusammenfassung (Schülervortrag ohne Folie): „Erläutern Sie am Beispiel der Insulingewinnung die gentechnische Verfahrensweise!“

Über meine Darlegungen würde ich eine weitere Diskussion in „Biologie in der Schule“ für effektiv erachten. Vielleicht melden sich andere Biologielehrer oder auch Fachwissenschaftler zu diesen Problemen. Aus dem Meinungsstreit darüber können schließlich alle Kollegen Erkenntnisse gewinnen.

Thomas Kraubmann

## Der Unterricht in Klasse 10 – bringt er Fortschritte?

FRANK SCHUBERT

Die Mehrheit der Kollegen hat wohl ursprünglich nach erstem *Studium* den Plan begrüßt, veränderte Zielstellungen erkannt, Vorzüge erahnt und annähernd neue, höhere Forderungen an den Lehrer gesehen.

Und doch ist festzustellen, daß vieles im Unterricht nach neuem, anspruchsvollem Plan nicht „geklappt“ hat.

Eigentlich nicht verwunderlich – sollte man meinen – im 1. Jahr eines Unterrichts über „schwierigen“ Stoff?

Das kann man einräumen. Aber gleichzeitig muß auch versucht werden, objektive Ursachen für unbefriedigende Ergebnisse offenzulegen. (Unsere Fachzeitschrift ist dafür der rechte Ort.)

Ich vermute im wesentlichen drei Ursachen:

1. Man muß über einige Fakten und ihre Zusammenhänge erneut nachdenken und die dabei gemachten „Entdeckungen“ – ja, solche sind es tatsächlich – in methodische Konsequenzen, bedachte Schwerpunktsetzungen, in begründeter Weise aufgebaute Motivationen und deutliche – für die Schüler nachvollziehbare – Strukturen in den komplizierten Stoffen umsetzen.

2. Neben dem Lehrbuch hätten vor allem die Unterrichtshilfen (besonders im Teil „Genetik“) mehr Ratschläge in diesen und ähnlichen Richtungen der methodischen Arbeit anbieten müssen.

3. Einen Lehrplan zu schaffen, ist ganz ohne Zweifel eine schwierige Angelegenheit. Was schreibt man fest? Wie weit wählt man umgangssprachliche Bezeichnungen oder (die oft sinngemäß völlig identischen) Fachtermini der jeweiligen biologischen Disziplin? Geht wirklich jede neue Zeile aus den „Vorgängerzeilen“ hervor oder – anders formuliert – sind durch

sogenannte didaktische Vereinfachungen voraussetzungslose Sachverhalte enthalten, die dann zur vorstellungsfreien, also nicht beherrschten Worthülse geraten?

Ich möchte einige Erfahrungen und Beobachtungen mitteilen, die nach meiner Auffassung größeren Erfolgen mit diesem Lehrplan in der Klasse 10 entgegenstehen.

1. Entscheidender „Lehrvorgang“ in STE 1.1. ist es, den Erbgang von P über F<sub>1</sub> bis F<sub>2</sub> rein vom Erscheinungsbild her zu skizzieren, sich dann aber der Frage zu stellen, wie denn das Verschwinden eines elterlichen Erscheinungsmerkmals und wie das Wiederauftauchen eines solchen (desselben) erklärt werden könnte. Wenn man diese Problematik rückwärts, also von der F<sub>2</sub> her „aufrollt“ und – der genialen Eingebung Mendels folgend – zwei Worte für die Bezeichnung der inneren Anlagen (z. B. Samenschalen: glatt bzw. runzlig) der Lebewesen (Erbsenpflanzen) benutzt, können die Schüler hier erstmals nachvollziehen, daß diese Erklärungsweise für Vererbungsvorgänge logisch ist.

2. Bei dieser Vorgehensweise muß der Lehrer immer deutlich betonen, daß wir streng „außen“ von „innen“ trennen. Wir können das äußere Erscheinungsbild (= Merkmal) sehen und wir können über die inneren Anlagen (= Anlagen) Vermutungen anstellen. Nur mit dieser Hilfestellung gerät der Schüler nicht schon zu Beginn des Schuljahres in Verwirrung. Könnte er dann nicht gleich die Begriffe „Phänotyp“ und „Genotyp“ verwenden dürfen? Sie wären ein echtes Handwerkszeug, handhabbarer als ihre sinngemäß Umschreibung.

3. Verständnisprobleme zeigten alle Schüler dann, wenn wir „pflichtgemäß“ warnend den Finger erhoben, um so ein passant zu ergänzen: aber das Ganze gilt nur für die Betrachtung reinerbiger Ausgangspartner. Ihr fragender Blick bedeutet: Wozu? Wie geht das? Lehrbuch und Unterrichtshilfen geben dazu keine Unterstützung.

4. Von diesen beiden Büchern wäre auch noch in anderer Hinsicht ein Beistand wünschenswert. Die 9. Zeile (Lehrplan, S. 25) hebt hervor „in einem Merkmal unterschiedlich“. Das heißt doch, daß man zumindest exemplarisch zeigen muß, wie in

einem historisch belegten Fall der For-  
scher, Experimentator, Grübler in der Viel-  
zahl analysierter Merkmale „ertrank“ und  
keine Regelmäßigkeiten erkennen  
konnte.

5. Die ganze STE ist auf die Betrachtung  
eines Merkmals angelegt. Das ist für ein  
Einstiegskapitel sicher gut so. Aber die vor-  
letzte Zeile auf S. 25 enthält dann rätselhaf-  
ter Weise den Hinweis auf die „unabhän-  
gige Weitergabe der Anlagen“. Welche erste  
ist von einer zweiten unabhängig, wenn  
man doch nur eine betrachtet? Dieses  
Stichwort hat immer nur dann einen Sinn,  
wenn mindestens ein dihybrider Erbgang  
vorliegt, also zwei Merkmale betrachtet,  
verfolgt werden.

6. Sicher kann der Verweis darauf, daß sich  
die Schüler dieser Altersstufe seit langem  
für die Vererbung interessieren, eine wirk-  
same Motivation sein. Ich glaube aber es  
braucht welche, die stärker wirken. Denk-  
bar wäre der Nachweis dafür, daß Tier,  
Pflanze und Mensch in den zurückliegen-  
den Schuljahren mit vielen ihrer Lebens-  
merkmale genauer erläutert wurden (Stoff-  
und Energiewechsel, Reizbarkeit usw.),  
aber die Vererbung noch aussteht. Die  
wirksamste Motivation scheint mir aber, zu  
begründen, warum in der Zeit und in die-  
ser „Gegend“ der Mann aus dieser Einrich-  
tung sich die Aufgabe stellte, Vererbungs-  
gesetze zu ergründen. (Mitte des 19. Jh. war  
Nordböhmen eines der entwickeltesten eu-  
ropäischen Obstbaugebiete, in Brünn fand  
die 4. Versammlung der Deutschen Land-  
und Forstwissenschaftler statt. Klöster wa-  
ren Zentren des geistigen Lebens, der  
Lehre wie der Forschung; sie verfügten  
über Baumschulen, Gewächshäuser, Ver-  
suchsgärten, Bibliotheken usw. Die Fragen  
nach vererbten Merkmalen war die prag-  
matische Frage nach stabilen Erträgen und  
Merkmalen von Obst, Wein und Zierpflan-  
zen.) Wie ungerecht und gefährlich simpli-  
fizierend ist es auch, Mendel mit den  
Erbsen „gleichzusetzen“; so jedenfalls tat  
es fast jeder Schüler, den ich antraf. Gleich  
viel mehr Aufmerksamkeit und Interesse  
brachten die Schüler auf, wenn man ihnen  
sagte (in verkürzter Form hier wiederge-  
ben), daß Mendel eigentlich ein Physiker  
war, der die Mathematik liebte und den-  
noch die Biologie revolutionierte.

Auf alle Fälle braucht der Schüler auch  
starke Hilfe für den Begriff „statistisch“.  
Im Lehrbuch und in den UH ist auch dafür  
nichts zu finden. Ich habe es versucht, ob  
das ankam, scheint mir noch heute unsicher  
(jeder Vierte ist ein Chinese, jeder Neuntausendste wird von einer bestimmten  
Krankheit befallen, usw.).

7. Förderlich für einen erfolgreichen Un-  
terricht in der STE 1.2. ist bestimmt, sich –  
evtl. in kollektiver Diskussion innerhalb  
der Fachkommission oder des Fachzirkels –  
darüber zu einigen, was den Schülern re-  
lativ leichtfällt. Solche Stoffe werden in  
konzentrierter und straffer Weise erläutert,  
jede Ausweitung wird nur langweilig und  
eine Unterforderung. Zu diesen Stoffen geh-  
ört alles, was den artspezifischen Chro-  
mosomenbestand betrifft – die Schüler  
können mit den guten Lehrbuchabbildun-  
gen fast alles Erforderliche selbst entdek-  
ken – und zum Themenkreis der Mutatio-  
nen gehört (wie sind sie verursacht? wie  
sieht das äußerlich aus? welche Trefferbe-  
reiche unterscheidet man?). Natürlich gilt  
die umgekehrte Orientierung für Stoffe, die  
schwer zu begreifen sind. Nach meinen Be-  
obachtungen sind das nach wie vor die  
Zellteilungen und die Neukombinationen  
von Erbanlagen bzw. Genen.

8. Schwer fällt es mir, den Verzicht auf die  
Begriffe „Mitose“ und „Meiose“ aufrecht-  
zuerhalten. Die Begriffe sind für viele  
Lernschritte „rentabler“ als die immer wiederkehrende zungenbrecherische Verwen-  
dung der Bezeichnung „Bildung von Kör-  
perzellen“ bzw. „Bildung von Fortpflan-  
zungszellen“. Im übrigen steht im Lehrplan  
nur Bildung „von Eizellen und Samenzel-  
len“; für meine Schüler schien mir die Er-  
gänzung „auch Pollenzellen“ nicht unwich-  
tig zu sein.

9. Entscheidend für die vom Schüler leicht  
noch zu vollziehende Überleitung von der  
STE 1.1. zur STE 1.2. war, daß ich sie über  
die Entdeckung einiger Biologen aus dem  
Anfang des 20. Jahrhunderts informierte,  
die bei der Zellteilung nach den Polen  
auseinanderweichende, gut anfärbbare  
Fäden sahen und darin eine Parallele zur  
Annahme der Verteilung des Erbgutes er-  
blickten. Die Unterrichtshilfen müßten  
dazu auch fachliche Informationen anbie-

ten, aus denen jeder Lehrer seine Formulierungen gewinnen kann.

10. Wichtig für eine gute Verwaltung des Interesses und der Verständnisfähigkeit der Schüler ist auch der Vorschlag, zuerst die Meiose, dann die Mitose zu behandeln. Die gesamte Anlage der „Mendel-Betrachtungen“ verlangt ja geradezu nach der „theoretischen“ Erklärung der genetischen Ausstattung der Eizellen und Pollenzellen.

Bei einem solchen Vorgehen kann man dem Schüler anschließend mit guter Aussicht auf Erfolg das Entdecken der anderen Zellteilungsart selbst übertragen. (Hier wachsen Hautzellen/Blutzellen/Nervenzellen ..., jede muß wie die andere sein. Was vermuten wir über die Chromosomenverteilung in diesem Fall?)

11. Verfährt man jedoch, wie es der Lehrplan in der Reihenfolge ausgedrückt hat, dann, glaube ich, erscheinen die Verweise auf das X- und das Y-Chromosom viel zu früh.

12. Eine unerhörte Klippe für die Schüler, die von hier bis in die STE 2.1. reicht, sehe ich in einem ganzen Paket ungünstig platziert, unvollständig gefasster oder methodisch kaum umsetzbarer Begriffe: einmerkmaliger Erbgang (monohybrid), Neukombination, Zufall, Variabilität (ohne Modifikation), Population und Art. Alles, was (auf S. 27 des Lehrplans) zur STE 1.2. steht, betrifft monohybride Erbgänge. Wie soll da jemals Neukombination erklärt werden können. Die Neukombination von Genen bei der Befruchtung ist nicht die Neukombination, die Mendel meinte; er nannte sie besser „freie Kombination“ und das meint Wechsel der Gene außerhalb von Kopplungsgruppen. Der Effekt der Befruchtung ist allenfalls eine notwendige Voraussetzung für manifest neue Genkombinationen. Erst in der  $F_2$  können sie wirklich angetroffen werden.

13. Wenn ich das bisher bei Hospitationen Beobachtete analysiere, muß ich mich fragen, wie man die Zellteilungsarten ohne ein Unterrichtsmittel überhaupt anschaulich und plausibel machen will. Ich sah nur einige Male Folien-Skizzen in denen noch dazu ein Chromosom wie das andere aus-sah. Auf die wirklich effektive Arbeit mit Maniperm-Elementen sollte eindringlicher

verwiesen werden. Auch dafür, daß die Schüler die Wirkung des Zufalls anerkennen, brauchen wir dringend mehr methodische Varianten (sicher unter Einschluß von Vorschlägen für Unterrichtsmittel aus „eigener Werkstatt“).

14. Die Schüler fragen von ganz allein „gibt es denn auch Vererbungsvorgänge, in denen beide Anlagen/Gene gleichstark wirken?“

15. Komisch sind auch manche „Verrenkungen“ der Lehrer zur Bezeichnung des doppelten Vorkommens eines Gens für ein und dasselbe Merkmal. Verzichten wir weiter auf den Begriff Allel?

16. Kommen wir tatsächlich ohne das dritte Mendelsche Gesetz aus? Ich glaube nein. Inhaltlich haben wir es ja zu einem beträchtlichen Teil schon „hineinformuliert“.

Anmerkungen zum Stoffgebiet 2.:

Der Aufbau der Stoffeinheiten ist gut gelungen, manches Detail läßt nur nicht gleich die Lernschwierigkeiten mancher Schüler ahnen. Also kommt es auf einige kleine Zusätze oder Hinweise (im Sinne empfehlenswerter Lesart) an, um einen äußerst bedeutsamen Stoff erfolgreich „an den Mann/die Frau“ bringen zu können.

17. Darwin vermutete in vielen von ihm diskutierten Fällen von Spezialisierungen deren Ausgangsform nur (z. B. für die Darwinfinken, für die Riesenschildkröten usw.). Deutlichere Indizien ergaben nur der Vergleich des rezenten mit dem fossilen Gürteltier oder die Gegenüberstellung des Pampa-Straußes mit dem Darwinstrauß.

18. Hilfreich für den Schüler ist es auch, herauszuarbeiten, daß die Annahme Darwins, Evolution durch die These von der Auslese erklärbar zu machen, unter 3 Bedingungen aufgeht:

a) Populationen sind genetisch uneinheitlich (Frage an den Fachwissenschaftler: Wie sah das in konkreten Populationen aus, die Darwin studierte?).

b) Die Anzahl der Nachkommen in einer Population ist größer, als sie für den annähernd gleichbleibenden Bestand erforderlich wäre.

c) Der Verlauf evolutiver Änderungen brauchte lange Zeiträume.

19. Der Lehrplan enthält interessante Defi-

nitionen für Erscheinungen der Auslese und der Isolation. Die überzeugende Vermittlung der „modernen“ 4 Evolutionsfaktoren ist und bleibt aber ein schwieriges Unterfangen.

Ratsam scheint es mir, zuerst Beispiele zu diskutieren, die das Erkennen eines Faktors zulassen (flugunfähige Käfer auf Madeira; Populationen mit Schwärzlingen, z. B. bei Eidechsen; Darwinfinken; Penicillinresistenz; Lieschgras, Birkenspanner; Züchtungsfall Gerstengelmosaikvirus-Resistenz). Dabei sollte immer (wenigstens abschließend) formuliert werden, daß die flugunfähigen Käferarten auf Madeira zwar deutlich die auslesende Wirkung der Winde und Stürme zeigen, daß aber außerdem flügellose Mutationen erst einmal in der Population enthalten sein müssten, daß deren Gene die Chance hatten – über die Fortpflanzung vermittelt – Merkmale einer neuen Generation mitzubedingen usw. ... Danach ist die Einsicht herbeizuführen, daß die 4 Evolutionsfaktoren kombiniert, gemeinsam wirken und nur so Evolution überhaupt erklärbar ist. Mir scheint das auch wieder nicht ohne Hilfsmittel lösbar zu sein. Eigentlich brauchte es die Simulation am Computer (ebenso wie die Frage des Zufalls im Kapitel der Genetik). Die große Zahl der Individuen, die kleinen evolutiven Schritte, die unmerkliche Summation über Jahrtausende spricht jedenfalls dafür. Derzeit ist Maniparbeit eine Alternative; sehr umfassend können die (schematisch darzustellenden) Populationen allerdings natürlich nicht ausfallen.

Bei solchen Fall-Diskussionen zeigt sich allerdings immer wieder, daß den Schülern das Verständnis der Isolation Probleme bereitet. Da wir die physiologische, fortpflanzungsbiologische, ethologische der fehlenden Voraussetzungen wegen meist ausklammern müssen, bleibt uns nur die geographische Isolation; Insel-Situationen und „Gewässertrennungen“ sind am sinnfälligsten. Aber ist das ein reales Bild? Wird das der Schüler nicht als einseitig empfinden? Und was ist Isolation im Falle der Penicillinresistenz?

20. Ich wäre glücklicher, wenn die Schreibung der Lehrplanzeilen zur Problematik

der Evolutionsrichtungen klar dem Arogenese-Allogenese-Modell folgen würde. Als Lehrende sollten wir wenigstens wissen, daß nicht alle Biologen Höherentwicklung als reale Beschreibung der Wirklichkeit, als existent ansehen.

Hilfreich für die Schüler war auf jeden Fall, ihnen zu verdeutlichen, daß die Evolutionsrichtungen im Unterricht nach bestimmten Kriterien sicher zu beurteilen sind, nämlich die Höherentwicklung nach 4 Kriterien (Vergleich phylogenetisch alt gegen phylogenetisch jung, eine Leistungssteigerung muß erkennbar sein, ist eine Differenzierung zu sehen, kann eine Zentralisierung erkannt werden?), die Spezialisierung nach 3 Kriterien (phylogenetisch gleichalte Arten werden verglichen, eine Höherentwicklung ist speziell abgewandelt = spezifische Anpassung, der Toleranzbereich verringert sich), die Rückbildung nach 2 Kriterien (phylogenetisch gleichalte Arten werden verglichen, Rückbildung oder Verschwinden eines Organs/einer Funktion/eines Verhaltens). Es soll dem Schüler auch demonstriert werden, daß sozusagen die 3 Evolutionsrichtungen in jedem konkreten Lebewesen „vereint“ nachweisbar sind. (Das kann die Fernsehsendung mit dem Urpfard-Beispiel gut unterstützen.)

21. Weil die Evolution auf der Erde wiederholt gleichartige Klimawechsel zu „beantworten“ hatte, trifft man manche Lösung mehrfach an (analoge Organe) und weil ein einmal vorhandenes Organ nach anfänglich keimhaften divergenten Gebrauchs schließlich für ganz verschiedene Funktionen „tauglich“ wurde, gibt es homologe Organe. Viel mehr als diese generelle Herleitung verwende ich nicht auf diese beiden Erscheinungen; natürlich werden (mit Hilfe des Lehrbuchs) Beispiele betrachtet und diskutiert.

22. Wer es mit dem (unverzichtbaren) Begriff der Population ganz ernst meint, der sollte auch wissen und vor dem Schüler publik machen, daß das natürlich bedeutet: nicht alle Wale einer Population haben reduzierte Beckenknochen!

23. Will man für die These von „der beherrschenden Tendenz der Höherentwicklung“ innerhalb der Evolutionsrichtungen eintreten, muß man sich meiner Meinung nach

auch für solche entscheidenden Evolutionsschritte wie die „Erfundung“ des Zellkerns (statt „verstreutem“ Material), des Chromosoms (als „Genbündel“), des Chlorophylls, des Blutes, der gleichwarmen Körpertemperatur usw. entscheiden. Sonst bleibt die Feststellung eine Phrase.

24. In der STE 2.2. beobachtete ich, daß die Schüler keine Probleme haben, sich die Entstehung organischer Stoffe aus anorganischen Ausgangsstoffen vorzustellen; die Fossilien (Entstehung, Formen) machen ihnen schon gar keine Sorgen. Aber sich vorzustellen, wie die Erde konkret aussah, als das Leben entstand, das geht offenbar über die Fähigkeiten vieler Schüler. Mit einer Tabelle läßt sich schnell die Zuordnung der großen Lebewesen-Gruppen zu den 4 Zeitschnitten vornehmen. Das Material bietet dann eine seltene Chance, Höherentwicklungen zu „erleben“, denn man kann leicht den Übergang autotroph/heterotrop oder Zellen mit/ohne Zellkern auffinden lassen; solche Schritte sind auch die Bildung des Herzens, die Homöiothermie, das Auftreten der Bedecktsamer.

25. Zur Stofffeinheit 2.3.: Bleibt der Zusatz „unspezialisiert“ beim „fossilien Affen“ als Vorfahren der Menschenaffen ein Formalismus? Was ist unspezialisiert? Wer hilft das aufzuzeigen (Lehrbuch, Unterrichtshilfen)?

An dieselben Quellen eine andere Frage: Räumliches Sehen muß man doch dem Schüler erklären (= überdeckende Gesichtsfelder); hatten die Ur-Vorfahren (kleine Nagetiere) diese Art des Sehens auch schon?

Und noch eine Frage in dieselbe Richtung: Jene „zwingende“ Landschaft, also die, die unsere Vorfahren zwang, „herabzusteigen“ und teilweise aufrecht-sichernd sich zu bewegen, muß ebenfalls dem Lernenden zur eigenen Analyse zugänglich gemacht werden. Er kann dann wieder erkennen, daß oft die umgebende Natur den „Takt“ im Evolutionsverlauf angibt.

26. Zwei Dinge scheinen mir im Plan selbst unbefriedigend gelöst zu sein:

a) Die Betrachtungslinien bei den einzelnen Formengruppen sind nicht einheitlich durchgehalten worden; das könnte das Lernen erschweren.

b) Das legendäre TMÜ lehne ich schlicht-

weg als Lehrgegenstand ab, es ist ein Tummelplatz für undefinierbare Dinge. Sollte es nur als Synonym dafür stehen, daß die Entwicklung lange dauerte und natürlich lange Zeit Formen aufwies, die einige tierische und auch schon einige menschliche Züge vereinten, bin ich bereit, meine Ablehnung einzuschränken.

27. Eine letzte Mitteilung im Zusammenhang „Auseinandersetzung mit dem Rassismus“. In vielen Klassen wurde ich – jedesmal nach wenigen einführenden Worten, die zugegebenermaßen sicher eine humanistische Wertung erkennen ließen – gleichlautend sinngemäß gefragt: Machen Sie jetzt Staatsbürgerkunde oder Biologie? Ist das Rassismus-Problem für diese Schüler schon selbstverständlich geklärt, humanistisch beantwortet?

### Embryonaltemperatur und Geschlechtsbestimmung

Wissenschaftler aus den USA konnten beim Leopardengecko zeigen, daß die Temperatur, der die Embryonen ausgesetzt waren, der bestimmende Faktor für das spätere Geschlecht der Tiere ist, aber darüber hinaus auch Einfluß auf deren Physiologie und Verhalten hat. Fast alle bei 32°C gehaltenen Embryonen wurden Männchen, alle bei 26°C gehaltenen, Weibchen. Diejenigen Tiere, die trotz 32°C Embryonaltemperatur Weibchen geworden waren, reagierten als Erwachsene nicht typisch weiblich auf Werbungen von Männchen, sondern bissen und verscheuchten diese, es kam dadurch nicht zur Fortpflanzung. Beide Geschlechter zeigten generell stärkeres aggressives Verhalten, wenn sie als Embryonen höheren Temperaturen ausgesetzt waren. Bei den Weibchen spiegelten auch Hormone diesen Temperatureinfluß wider: Je höher die Embryonaltemperatur, desto stärker wird später die Konzentration männlicher Geschlechtshormone im Blut der Tiere.

Quelle: Naturwissenschaftliche Rundschau. – 42(1989)1

Biologielehrer haben uns in Gesprächen – oder in ihren Zuschriften – lobende Worte, aber auch kritische Hinweise zum neuen Lehrbuch für die 10. Klasse übermittelt. Inzwischen haben viele Kollegen im Unterricht nach dem neuen Lehrplan Erfahrungen gemacht, die sicher auch die Möglichkeiten des „Lernens mit dem Lehrbuch“ betreffen.

Wir meinen, es könnte sehr produktiv sein, diese Erfahrungen in stärkerem Maße auch in die Diskussion einzubringen. Dazu möchten wir Sie anregen und aus unserer Sicht folgende Fragen aufwerfen:  
Wie haben Sie das Lehrbuch genutzt – wie kam es bei Ihren Schülern „an“?

Welche Vorschläge haben Sie zur für die Schüler verständlicheren Gestaltung schwieriger Textpassagen, besonders für das Stoffgebiet „Vererbung“?  
(In diesen Zusammenhang gehören sicher auch Anregungen für die bessere Abstimmung zwischen Texten und Abbildungen und die didaktische Gestaltung von Schématas und Zeichnungen.)

Zu Ihrer Information – und als weitere Anregung für den Meinungsaustausch – an dieser Stelle noch einige Gesichtspunkte, von denen das Entwicklungskollektiv bei der Arbeit an diesem Lehrbuch ausging: Zur Motivierung der Schüler haben wir jedem Kapitel einen Einstiegstext vorangestellt, der an Alltagserfahrungen anknüpft oder Bezüge zu historischen Problemen sichtbar machen soll.

Zur Darstellung der schwer zu veranschau-lichen mukulargenetischen Grundlagen und Prozesse wählten wir eine relativ große Anzahl schematischer Abbildungen.

Wir waren bemüht, grundlegende Zusammenhänge zwischen den Stoffgebieten „Vererbung“ und „Evolution der Organismen“ herzustellen und sie an den entsprechenden Textstellen durch zugeordnete Fragen oder Aufgaben wiederholend aufzugreifen.

Mit dem Aufgabenangebot wollten wir darauf orientieren, Wissen permanent zu festi-

gen, aber auch in anderen Stoffgebieten erworbenes Wissen zu reaktivieren. Das ständige Einbeziehen von Wissen aus anderen Schuljahren – und auch anderen Unterrichtsfächern – soll den Schülern helfen, komplexere Zusammenhänge zu verstehen. Damit kann unserer Meinung nach gleichzeitig die kontinuierliche Sicherung des Anschlußniveaus für alle Schüler in Klasse 10 unterstützt werden.

Möchten Sie mit Ihren Unterrichtserfahrungen und Ihren Vorstellungen für Texte und Abbildungen ein von Ihnen gewähltes Kapitel des Lehrbuchs mitgestalten?  
Bitte richten Sie Ihre Zuschriften an

Abteilung Biologie – Buch  
Volk und Wissen Volkseigener Verlag  
Krausenstraße 50,  
Berlin  
1086

Kurze Wortmeldungen sind ebenso gefragt wie umfassendere Meinungsäußerungen. Wir werden uns mit Ihren Argumenten und Vorschlägen auseinandersetzen und unsere Schlußfolgerungen für die weitere redaktionelle Arbeit am Lehrbuch Klasse 10 in der Zeitschrift veröffentlichen.

Im Namen des Entwicklungskollektivs:  
Ilse König  
(Abteilungsleiterin  
Biologie-Buch des VWV)



Such' mal ein Bild vom Aal raus! Es wird wahrscheinlich nichts mit einem Originalobjekt.

Zeichnung: Egon Neumann

# Lehrplandiskussion und Entwicklung der Biowissenschaften

GEORG LITSCHE/ROLF LÖTHER

## Vorbemerkung

*Die Autoren haben der Redaktion diesen Beitrag 1987 im Rahmen der Lehrplandiskussion zugesandt. Von den damaligen verantwortlichen Mitarbeitern der Hauptabteilung Unterricht des Ministeriums für Volksbildung wurde seine Veröffentlichung untersagt. Meiner Meinung nach sollte er heute mit Blick auf die Entwicklung des Bildungskonzepts in unserem Lande zur Kenntnis genommen und in prognostische Überlegungen einbezogen werden.*

Dieter Gemeinhardt  
(Chefredakteur)

Unsere Diskussion über die vorliegende Gesamtkonzeption eines Lehrplans für das Fach Biologie wie für die Einzellehrpläne muß nicht nur die „Machbarkeit“ der zur Diskussion stehenden Veränderungen bzw. der einen oder anderen Variante prüfen, sie muß auch die Frage erörtern, in welchem Maße die vorgelegten Entwürfe das Erreichen derjenigen allgemeinen Zielstellungen gewährleistet, um deretwillen diese Veränderungen überhaupt notwendig werden. Das ist nun um so besser möglich, als jetzt auch die ausgearbeiteten Entwürfe der Pläne für die Klassen 5 und 10 vorliegen, wodurch eine Prüfung dieser Frage *im Detail* möglich wird.

Die grundlegende Zielstellung für die weitere Entwicklung der Allgemeinbildung wurde so bestimmt: „Bei der Ausarbeitung der Konsequenzen für Bildung und Erziehung aus der weiteren Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft, eingeschlossen die Ansprüche aus der wissenschaftlich-technischen Revolution, ist da-

von auszugehen, daß die Gesamtheit der Erfordernisse beachtet werden muß, wie sie sich aus der Entwicklung der Produktion, der Wissenschaft, der sozialistischen Demokratie, der Entfaltung des geistig-kulturellen Lebens ergeben“ /1, S. 61/. Neuner formuliert die Zielstellung der Entwicklung der sozialistischen Allgemeinbildung wie folgt: „Unsere allgemeinbildende Schule muß angesichts der Perspektiven der sozialistischen Gesellschaft ... die Aufgabe lösen, Bildungsvorlauf für Entwicklungsprozesse in allen gesellschaftlichen Bereichen, besonders auch in Wissenschaft und Technik, zu schaffen“ /2, S. 658/.

In dieser Allgemeinheit sind diese Zielstellungen natürlich nicht nur spezifisch für die gegenwärtige Entwicklungsetappe unserer sozialistischen Allgemeinbildung, es handelt sich vielmehr um allgemeine Prinzipien der Entwicklung der sozialistischen Schule. Die Spezifik der aktuell zu lösenden Aufgabe ergibt sich erst aus der Analyse der konkreten Entwicklungen, die sich gegenwärtig in der Produktion, der Wissenschaft, der sozialistischen Demokratie und im geistig-kulturellen Leben vollziehen und für die folglich *Bildungsvorlauf* zu schaffen ist.

Dabei muß man sich vor Spekulationen hüten, aber als Mindestbedingung kann wohl gelten, daß der *jeweils aktuell erreichte Stand* der Produktion, der Wissenschaft usw. bei der Lehrplanentwicklung didaktisch aufbereitet wird. Unser Beitrag soll einige Anregungen zum weiteren Nachdenken darüber vermitteln, wie der Entwicklungsstand der biologischen Wissenschaft bei der Weiterentwicklung des Biologielehrplans aufgearbeitet werden könnte.

Der Ausgangspunkt für die Überarbeitung des Biologielehrplans wird von Horn und Kaiser wie folgt bestimmt: „In Übereinstimmung mit der Grundlinie der Weiterentwicklung der sozialistischen Allgemeinbildung insgesamt gehen wir auch bei der inhaltlichen Ausgestaltung des Biologieunterrichts von dem vorliegenden, prinzipiell bewährten Konzept aus und prüfen *in diesem Rahmen*, was mit Blick auf die gesellschaftlichen Entwicklungsprozesse, die Fortschritte in den biologischen Wissenschaften und in der Produktion, aus der

Sicht der Erfahrungen der Schulpraxis und neuer Erkenntnisse der pädagogischen Wissenschaften vervollkommen oder auch verändert werden muß“ /3, S. 50/ (Hervorhebungen von uns: G. L. und R. L.). Zunächst muß gefragt werden, *in welchem Maße und wobei* sich ein Lehrplankonzept bewährt hat. Erst dann kann die Frage beantwortet werden, ob der notwendige Bildungsvorlauf in *diesem* Rahmen geschaffen werden kann.

Wie Horn und Kaiser ausführen, bereitete dieses Konzept in einigen Bereichen „ernste konzeptionelle Probleme“, die „eine wesentliche Ursache für das nicht ausreichend solide Wissen und Können der Schüler ... sind“ /3, S. 52/. Zu den Bereichen, in denen solche Mängel vorliegen, wird dann ausgeführt: „Zugleich lassen aber Einschätzungen der Praxis erkennen, daß nicht alle Schüler die im Lehrplan ausgewiesenen Zusammenhänge zwischen Organisation der Lebewesen, ihrer Angepaßtheit an die Umwelt und dem Wirken von Evolutionsfaktoren hinreichend klar erfassen. Das über die Grundlagen der Genetik vermittelte Wissen wird nicht im erforderlichen Maße für die Erklärung der Evolution wirksam. Obwohl die Lehrer grundlegende Begriffe und Gesetzmäßigkeiten der Genetik mit hohem Aufwand vermitteln und festigen, zeigt sich nach wie vor, daß die Kenntnisse der Schüler, z. B. über den genetischen Code oder über die Eiweißsynthese, häufig formalen Charakter haben. Der betriebene Aufwand führt auch bei erfahrenen Lehrern oft zu Stoff-Zeit-Problemen im Unterricht. Besonders deutlich treten die genannten Schwierigkeiten bei der Behandlung des Stoffgebiets Genetik in Klasse 10 hervor. Die Schüler erlangen hier nicht jene Tiefe im Verständnis der Dialektik von submikroskopischen und mikroskopischen Prozessen des Vererbungsgeschehens, die notwendig ist, um das Wesen der Evolution hinreichend zu verstehen“ /3, S. 50/.

Ähnliche Schwierigkeiten „konzentrieren sich auf das Erkennen der Stellung der Lebewesen im Stoffkreislauf der Natur, d. h. auf die Zusammenhänge, die zwischen Produzenten, Konsumenten und Destruenten bzw. zwischen den umfassenden Organisationstypen der lebenden Natur, den Pflan-

zen, Tieren, Mikroorganismen und Pilzen, bestehen. Probleme traten auch beim Verstehen der Wirkung der ökologischen Potenz und der Einflußnahme des Menschen auf Organismengesellschaften im Rahmen von Maßnahmen zur Nutzung, Gestaltung und Erhaltung der Umwelt auf“ /3, S. 52/.

Entsprechendes gilt auch für das Stoffgebiet „Die Lebewesen in ihrer Umwelt“ (Klasse 9): „In diesem Stoffgebiet muß sich der Schüler mit einer großen Anzahl von ökologischen Begriffen und Gesetzen auseinandersetzen, ohne daß dafür ein hinreichender Zugang durch Beobachtung und Experiment gegeben ist. Die vermittelten theoretischen Grundlagen über ökologische Sachverhalte und Gesetzmäßigkeiten können auf Grund dieser konzeptionellen Probleme im Unterricht nicht genügend für das Erklären und Voraussagen von Prozessen wirksam werden“ /3, S. 52/.

Analysiert man nun die Besonderheiten des Wissens, das die Schüler in den angeführten Bereichen der biologischen Wissenschaften erwerben sollen, dann stellt man leicht fest, daß dieses Wissen vorwiegend theoretischen Charakter hat, weil die Wissenschaftsbereiche, denen die hier zu vermittelnden Erkenntnisse entnommen werden, entweder *eo ipso* theoretischen Charakter tragen (z. B. die Molekularbiologie) oder besonders große Fortschritte bei der Theoretisierung des klassisch-empirischen Wissens erreicht haben (z. B. die Ökologie oder die Genetik). Daß die Kenntnisse der Schüler gerade in diesen Bereichen größere Mängel aufweisen würden, war vorhersehbar. Bereits im Jahre 1978 hat Litsche darauf aufmerksam gemacht, daß unsere Biologiemethodik vorwiegend dazu geeignet ist, den Schülern empirisches Wissen zu vermitteln und daß die Vermittlung theoretischen Wissens anderer Methoden bedarf, die nicht zur Verfügung stehen. Deshalb kommt es notwendigerweise dazu, daß theoretisches Wissen nicht mit adäquaten Unterrichtsmethoden vermittelt wird, sondern daß dabei Methoden angewendet werden, die eigentlich zur Vermittlung empirischen Wissens erarbeitet wurden und die sich dabei bewährt haben. Wird mit solchen Methoden jedoch theoretisches Wissen vermittelt, dann kann

das so vermittelte Wissen „nur ein Surrogat wissenschaftlicher Kenntnisse werden“ (Dawydow) /4/.

Für die Vermittlung solcher Kenntnisse hat sich unser gegenwärtiges Lehrplankonzept offensichtlich nicht bewährt. Die Überwindung der in der Praxis festgestellten Mängel in den Kenntnissen der Schüler erfordert also neue konzeptionelle Lösungen, Lösungen, die *außerhalb* des Rahmens des bewährten Konzepts liegen müssen. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei hervorgehoben, daß mit diesen Ausführungen nicht gegen die generelle Linie argumentiert werden soll, in erster Linie Veränderungen innerhalb des bewährten Konzepts vorzunehmen.

Dieses Verfahren ist für den größeren Teil des Unterrichtsstoffes im Fach Biologie die angemessene Vorgehensweise. In diesen Bereichen kommt es vor allem darauf an: „bewährte Inhalte unter der Sicht neuer Betrachtungsweisen zu lehren“ /5, S. 11/.

Anders ist das jedoch bei den obengenannten Bereichen der Biologie. Molekularbiologie, Genetik und Ökologie sind für die biologische Wissenschaft zwar noch keine „jahrhundertealten“ Disziplinen, ihre grundlegenden Erkenntnisse jedoch müssen als relativ stabil angesehen werden und unterliegen in absehbarer Zeit wohl keinen radikalen Veränderungen. Gerade für die didaktisch-methodische Aufbereitung dieser Bereiche biologischen Wissens dürften die folgenden Feststellungen zutreffen: „Es scheint uns notwendig zu sein, die wissenschaftliche Arbeit auf dem Gebiet der Methodik gründlicher zu leisten und in Forschung und Ausbildung das Zusammenwirken von Methodik und Fachwissenschaft weiter zu intensivieren“ /5, S. 15/.

Als die Schlüsselfrage für die Lösung dieser vor dem Biologieunterricht stehenden Aufgaben erweist es sich, „wie es gelingt, das didaktisch-methodische Konzept aus den dem wissenschaftlichen Gegenstand zugrunde liegenden spezifischen Erkenntniswegen heraus zu profilieren und mit dem Erkenntnisprozeß beim Schüler zu verbinden“ /5, S. 15/. Für Molekularbiologie, Genetik, Ökologie und andere Gebiete biologischen Wissens sind diese spezifischen Erkenntniswege die der theoretischen

Erkenntnis des Lebendigen. Sie für den Schüler begehbar und nachvollziehbar zu machen, ist darum aktuelle Aufgabe der Biologiemarkt. Deshalb argumentiert Bretschneider an der Realität unseres Biologieunterrichts vorbei, wenn er feststellt: „Eine grundlegende Aufgabe des Biologieunterrichts besteht darin, den Schülern empirisches *und* theoretisches Wissen über die lebende Natur zu vermitteln. Daher kann einer Tendenz, empirische Inhalte des Biologielehrgangs zugunsten theoretischer zu eliminieren ... nicht zugestimmt werden“ /6, S. 124/.

So recht er mit der Feststellung hat, so deutlicher muß aber gesagt werden, daß es eine solche Tendenz nicht gibt. Sein Wunsch: „im Biologieunterricht sollte ein ausgewogenes Verhältnis zwischen empirischem und theoretischem Wissen herrschen“ /6, S. 128/ kann nur in Erfüllung gehen, wenn der Anteil theoretischen Wissens erheblich erhöht würde.

Es gibt dagegen aber die Tendenz, die ohnehin geringfügigen Elemente theoretischen Wissens zugunsten weiterer empirischer Kenntnisse zu eliminieren. Das geht ganz deutlich aus dem Lehrplanaentwurf für die Klasse 10 hervor. Zur Begründung der „Veränderung der Stoffanordnung in der gesamten Klasse 10“ wird ausgeführt: „Der Erkenntnisweg der Schüler wird als Aufsteigen von sinnlich Konkretem über das Abstrakte zum geistig Konkretem gestaltet, indem ausgehend von phänomenologischen Aspekten des Vererbungsgeschehens zunächst die Mendelschen Gesetze, dann die zytologischen und schließlich die molekularbiologischen Grundlagen der Vererbung erarbeitet werden“ /7, S. 53/. Zunächst muß festgestellt werden, daß dieses zur Begründung des Vorgehens herangezogene Gesetz („Aufsteigen ...“) kein Gesetz des individuellen Lernprozesses ist und folglich auf den Gegenstand, für den es angewendet wird, nicht zutrifft. Bei diesem Gesetz handelt es sich um ein Gesetz des Erkenntnisprozesses der Menschheit /8, S. 477/, das für die Erkenntnis *jeder* der drei genannten Ebenen der Erkenntnis der Vererbung gilt. Sowohl die Erkenntnis der Mendelschen Gesetze wie die Erkenntnis der Gesetze der Verteilung der Chromosomen bei Mitose und Meiose als auch die

Erkenntnis der Gesetze der Vererbung zugrunde liegenden molekularen Prozesse haben ihre spezifische sinnlich-anschauliche Grundlage. Die Mendelschen Gesetze sind phänomenologische Grundlage weder für Mitose und Meiose noch für die Verdoppelung der DNS.

Im Ergebnis der vorgeschlagenen Lehrplanänderung erhielten die Mendelschen Gesetze ausschließlich empirischen Charakter und würden ihres theoretischen Gehalts beraubt. Bei der jetzt gültigen Lehrplanfassung könnten die Schüler bei entsprechendem Unterricht auch ihren theoretischen Gehalt erfassen. Das könnte im vorgelegten Entwurf aber erst am Ende der Stoffeinheit (etwa in 2.7.) geschehen, ist dort aber inhaltlich nicht vorgesehen und wäre in der vorgesehenen Zeit auch nicht möglich. Damit aber entfernt sich das Niveau der Kenntnisse der Schüler vom Niveau der wissenschaftlichen Erkenntnis, wird zu deren Surrogat, anstatt diesem zu einer didaktisch vereinfachten Form weiter angehähert zu werden. Es ist dies das typische Resultat der Vermittlung theoretischer Erkenntnisse – und das sind die Mendelschen Gesetze heute – mittels empirischer Erkenntnismethoden. Das aber widerspricht der bereits zitierten Forderung, das didaktisch-methodische Konzept aus den spezifischen Erkenntnismethoden des wissenschaftlichen Gegenstandes heraus zu profilieren.

Da dieses für die Unterrichtsgegenstände der Klasse 10 ungeeignete Verfahren der Lehrplanentwicklung durchgängig angewandt wird, finden sich im vorgelegten Lehrplanentwurf eine große Anzahl wissenschaftlicher Ungenauigkeiten und Fehler. Einige der gravierendsten sollen – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – im Folgenden dargelegt werden:

1. Statt „Genetik und Abstammungslehre“ sollte es besser „Abstammungslehre und Genetik“ heißen, weil die Abstammungslehre die Genetik übergreift und Erkenntnisse der Genetik unter den Evolutionsfaktoren in die Evolutionstheorie aufgenommen werden. Der Entwicklungsgedanke ist der übergeordnete Gesichtspunkt. Dieser Gesichtspunkt und der, daß die Populationen die elementaren Einheiten der Evolu-

tion sind, sollten grundlegend für den Lehrplan sein.

2. Die Darstellung der Evolution sollte von der Population als territorialer Fortpflanzungsgemeinschaft ausgehen und auf dem biologischen Artbegriff fußen, wonach Arten Gruppen von sich – tatsächlich oder potentiell – fruchtbar kreuzenden natürlichen Populationen sind, die von anderen solchen Gruppen reproduktiv isoliert sind. Ein theoretischer – das heißt dem gegenwärtigen Stand der biologischen Wissenschaft adäquater – Artbegriff kann nicht gebildet werden, wenn man vom Merkmalsvergleich zwischen Individuen ausgeht. Die Kategorien Vererbung, Neukombination, Mutation, Isolation und Auslese müssen populationsbezogen charakterisiert werden. Isolation kommt im Entwurf erst unter 3.1.1. vor, ist aber bestimmt für Entstehung und Wesen der Arten. Es ist weiter zu beachten, daß sich reproductive Isolation auf natürliche Populationen bezieht, nicht auf Individuen.

Im Entwurf gehen die Auffassung der Populationen und Arten als materielle Systeme und Organisationsformen des Lebenden und die antiquierte Auffassung der Arten als Einheiten der Klassifikation von Individuen nach Merkmalen durcheinander. Die morphologischen und physiologischen Merkmale sind nicht – wie im Entwurf meist dargestellt – Kriterium ihrer Artzugehörigkeit, sondern lediglich Indizien, die trügen können (zum Beispiel bei innerartlichem Polymorphismus oder bei Zwillingssarten). Solche Mängel in dem der Lehrplankonzeption zugrunde liegenden Artbegriff müssen sich auch auf die Folgerungen auswirken, die im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Verbesserung der „Artenkenntnis“ der Schüler gezogen werden. Im Lehrplanentwurf für Klasse 5 beschränken sich die Kenntnisse auf das „Benennen“-können. Evolutionstheoretisch bedeutsame Artenmerkmale wie Variabilität oder Verbreitung (Areal) werden nicht vermittelt. Damit aber erfüllen diese Kenntnisse nicht die ihnen zugeschriebene Funktion, das Verständnis der Evolution vorzubereiten.

3. Zu bedenken sind weiter die Probleme, die daraus folgen, daß der Lehrplan sich wesentlich an Eukaryoten hält, die sich

zweieltrig-geschlechtlich fortpflanzen. Auf sie sind die Begriffe der Population und Art zugeschnitten, für sie gelten die Mendelschen Vererbungsgesetze. Die Verhältnisse bei den Prokaryoten erscheinen dann als Sonderfall, wobei es selbststredend auch Vererbung, Mutation, Rekombinationsscheinungen und Evolution gibt. Der Unterschied von Prokaryoten und Eukaryoten aber ist fundamentaler als der von Pflanzen und Tieren, zwei von mehreren Reichen der Eukaryoten. Das ist den Lehrplanautoren offensichtlich selbst nicht klar. Es wäre noch akzeptabel, wenn im Plan das Problem der Entstehung von Eukaryoten aus Prokaryoten, auch wenn es möglicherweise genau so wichtig wäre wie das der Entstehung des Lebens, nicht erwähnt würde. Es geht aber nicht an, Protozoen und Bakterien gemeinsam als niederrangige Lebewesen anzuführen, die Urorganismen ähneln sollen (Abschnitt 3.2.). Für Bakterien mag das noch angehen, aber Protozoen sind Eukaryoten, von den Bakterien mindestens so weit entfernt wie von den Menschenaffen.

4. Die Behandlung der Abstammungslehre ist daran zu messen, ob sie geeignet ist, die Schüler zu der Einsicht zu führen: „Nichts in der Biologie ergibt einen Sinn, außer man betrachtet es im Licht der Evolution“ (Dobzhansky). Gegenstand der Abstammungslehre sind die Faktoren, bewegenden Kräfte, Gesetzmäßigkeiten und Wege der geschichtlichen Entwicklung der lebenden Natur. Aufgabe der Abstammungslehre ist es, die Vielfalt, die gradweise abgestufte Mannigfaltigkeit der Lebewesen und deren Widerspiegelung im natürlichen System zu erklären. Diese Erklärung erfolgt in drei Erklärungsweisen. Auf die Frage, nach dem „*Ob*“ der Evolution antwortet die allgemeine Theorie der Abstammung („Deszendenztheorie“), auf die Frage nach dem „*Wie*“ der Evolution wird durch die wissenschaftliche Rekonstruktion der stammesgeschichtlichen Entwicklung geantwortet und die Frage nach dem „*Warum*“ der Evolution beantwortet die Evolutionstheorie. Diese Erklärungsfunktion der Abstammungslehre muß sich auch im Lehrplan widerspiegeln, zum Beispiel in ausgewiesenen obligatorischen Schüleraktivitäten. Nur so werden die spezifischen

Erkenntniswege des wissenschaftlichen Gegenstandes unterrichtswirksam. Erklärungen dieser Art sind im Lehrplanteufert jedoch nicht vorgesehen. Und schließlich gilt: Nur wenn die Schüler das gewordene Leben wissenschaftlich, das heißt eben durch die Abstammungslehre erklären können, hat der Unterricht seine Zielstellung erreicht. Erst dann ist der Schüler fähig, unwissenschaftliche Auffassungen über die lebende Natur zurückzuweisen.

5. Die mangelhafte „Weltbild-Wirksamkeit“ des Unterrichts, die von diesem Lehrplanentwurf projektiert wird, und die Ursachen dafür werden im Abschnitt „3.5. Geschichte der Abstammungslehre“ offensichtlich. Hier gibt es eine Geschichte der Abstammungslehre nur im 19. Jahrhundert und davor. Der Name des nach Darwin bedeutendsten Evolutionstheoretikers, nämlich August Weismann, kommt überhaupt nicht vor. Ebensowenig gibt es die moderne synthetische Evolutionstheorie, die eng verbunden ist zum Beispiel mit den Namen der sowjetischen Biologen N. W. Timofeff-Ressowski und I. I. Schmalhausen. Die Einbeziehung der Geschichte von Genetik und Abstammungslehre in den Unterricht kann natürlich nur dann durchgängig erfolgen und das 20. Jahrhundert nicht ausklammern, wenn auch die entsprechenden Erkenntnisse einbezogen würden. Dann könnte man die Geschichte von Genetik und Abstammungslehre chronologisch zusammenfassen und mit einigen grundsätzlichen Aussagen über Wissenschaftsentwicklung, Gesellschaft, Praxis und Weltanschauung verbinden. So aber bleiben die Abstammungslehre wie ihre Geschichte weitgehend beim vorigen Jahrhundert stehen.

6. Die von den Schülern zu erwerbenden Kenntnisse der Molekularbiologie (DNA- und Eiweißsynthese) sollten nicht den genetischen Fragestellungen untergeordnet werden, sondern vom Problem der Eiweißsynthese ausgehen. Didaktisch gangbare Wege liegen in verschiedenen populärwissenschaftlichen Darstellungen schon seit längerem vor /vgl. 9/. Die Eignung der DNA zur „Steuierung“ der Eiweißsynthese ist ihre primäre Funktion, ihre Funktion im Vererbungsgeschehen ist davon abgeleitet.

DNA-Verdoppelung, Chromosombildung, Zellteilung sind alles Vorgänge, die über Enzymeweiße vermittelt werden, deren Bildung eben im Prozeß der Eiweißsynthese erfolgt. Erst auf dieser Grundlage werden die molekularen Vorgänge des Vererbungsgeschehens erklärbar.

7. Die Behandlung der Vererbung sollte mit den molekularen und zellulären Grundlagen von Vererbung, Neukombination bei Meiose und Befruchtung (Sexualität), Mutation und Merkmalsausbildung beginnen. Im vorliegenden Entwurf werden die Mutationen weit entfernt von ihren molekularen Grundlagen behandelt, so daß die Herstellung von gedanklichen Beziehungen erheblich erschwert wird. Dann sollten die *drei* Mendelschen Gesetze und schließlich die natürliche Auslese mit dem Effekt der Veränderung von Genhäufigkeiten an Populationen behandelt werden. So wären die Voraussetzungen dafür gegeben, auf Tier- und Pflanzenzüchtung, genetische Manipulationen und Biotechnologie, humangenetisch-medizinische Fragen, Schutz vor Mutagenen (Umwelt-, Gesundheits- und Arbeitsschutz), ABC-Waffen usw. einzugehen. Die Verfahren der genetischen Manipulation, das heißt Verfahren, die auf nicht natürlichem Wege zur Neukombination von genetischem Material führen und den Menschen vom Nachahmer der Natur bei der Züchtung zum Konstrukteur neuer Lebensformen erheben, sind grundlegend für die Biotechnologie. Sie wird seit Jahren als eine der Schlüsseltechnologien bestimmt, die in der *langfristigen ökonomischen Strategie zunehmend* Bedeutung erlangen.

Schließlich sollten die Schüler befähigt werden, den zwar reaktionären und vor allem aber *illusionären* Charakter der Menschenzüchtungsprojekte zu erkennen. Wichtiger aber ist das Verständnis für die realen Gefahren, die daraus resultieren, daß mit der Biotechnologie neue biologische und chemische Waffen geschaffen werden können.

8. Insgesamt muß festgestellt werden, daß der Lehrplanentwurf mehr einem aufzählenden Katalog mit mangelhaft gegliedertem und ausgewähltem Sortiment ähnelt als einem folgerichtig fortschreitenden

Leitfaden. Die zur Veranschaulichung herangezogenen Objekte sind fragwürdig.

— So sind beispielsweise Flügelmutanten von *Drosophila* als Demonstration von Mutanten nur geeignet, die Vorstellung zu befördern, daß Mutanten Mißgeburten sind.

— Gibt es nicht näherliegende Objekte für die Evolution als die Darwinfinken?

— Das Verhältnis zwischen Spezialisierung und Höherentwicklung ist unklar.

— Im Abschnitt 3.1.2. gibt es eine Reihe von Widersprüchen. Homologe Organe werden einerseits als Ergebnis der Spezialisierung bezeichnet, andererseits soll die Höherentwicklung am Beispiel der Blutkreislaufsysteme und der Atmungsorgane der Wirbeltierklassen dargestellt werden, die ja auch homolog sind.

— Die Formulierung „Ungerichtetheit der Evolution der Lebewesen“ im Abschnitt 3.6. zeugt von mangelndem Verständnis für die Rolle der Auslese. Wie kann man so etwas formulieren, wenn unter 3.1.2. *Evolutionsrichtungen* erfaßt werden sollen?

— Bei den Menschenrassen geht es nicht um die Häufung bestimmter Gene bei *Individualen*, sondern um unterschiedliche Genhäufigkeiten in *Populationen*.

Weitere Beispiele für Ungenauigkeiten, Ungereimtheiten und Fehler ließen sich anführen. Die weitere Arbeit an diesem Entwurf kann aber nicht in dem Versuch bestehen, all das zu „berücksichtigen“. Man muß die Ursache beseitigen, die darin besteht, daß der untaugliche Versuch unternommen wurde, den erreichten theoretischen Stand der biologischen Wissenschaft in den „bewährten Rahmen“ der empirischen Sichtweise zu zwängen; nicht darin kann die von der Biologiemethodik zu leistende didaktische Vereinfachung bestehen. Es müssen vielmehr Wege gesucht und gefunden werden, die es Lehrern und Schülern ermöglichen, sich neue wissenschaftliche Gegenstände in der ihnen entsprechenden theoretischen Sichtweise anzueignen.

#### Literatur

/1/ Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den XI. Parteitag der SED. — Berlin, 1986

- /2/ Neuner, G.: Entwicklungsprobleme sozialistischer Allgemeinbildung. – In: Pädagogik. – Berlin 40 (1985)9
- /3/ Horn, F., und Kaiser, G.: Zur Weiterentwicklung des Biologieunterrichts in den Klassen 5 und 10. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 35 (1986)2/3
- /4/ Vgl. Litsche, G.: Nur ein neuer Standpunkt in der Didaktik? – In: Biologie in der Schule. – Berlin 27 (1978)11. – S. 459ff.
- Siehe auch Ders.: Theoretische Biologie und Biologieunterricht. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 30 (1981)12. – S. 521ff.
- Ders.: Theoretische Biologie und Unterricht über die Abstammungslehre. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 31 (1982)5. – S. 197ff.
- Bretschneider, J.: Biologische Theorie, theoretische Biologie und Biologieunterricht. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 33 (1984)4. – S. 124ff.
- /5/ Honecker, M.: Die Schulpolitik der SED und die wachsenden Anforderungen an den Lehrer und die Lehrerbildung. – In: DLZ Dokumentation 48/85, S. 11
- /6/ Bretschneider, I.: A. a. O., S. 124
- /7/ Golle, B.: Zur weiteren Erhöhung der Bildungs- und Erziehungsergebnisse des Biologieunterrichts der Klasse 10. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 31 (1982)2/3
- /8/ Wittich, D.; Göbler, K.; Wagner, K.: Marxistisch-leninistische Erkenntnisse. – Berlin, 1980
- /9/ Aurich, H.: Laboratorium des Lebens. – Leipzig, Jena, Berlin, 1970
- Glaser, R.: Biologie einmal anders. – Leipzig, Jena, Berlin, 1974
- Litsche, G.; Loschan, R.: Rund um die Biologie. – Berlin, 1977

### Nach der Wende

Heute wissen wir, daß die Erneuerung unserer Gesellschaft nicht möglich ist als Weiterentwicklung des „Bewährten“; sondern nur denkbar ist als Überwindung all dessen, was sich nicht bewährt hat. Unser Beitrag – geschrieben vor über zwei Jahren – versucht einen ersten Ansatz dazu für den Biologieunterricht. Da die nun eingeführten Lehrpläne – das Prädikat „neue“ will uns dabei nicht aus der Feder – die von uns kritisierten Mängel konservieren und weiterentwickeln, halten wir unseren Beitrag für noch immer aktuell, auch wenn die eine oder andere Einzelheit korrigiert wurde.

Georg Litsche  
Rolf Löther

### Zum Vergleichen im Biologieunterricht der Klassenstufe 5

INGRID HEINZEL

Das Vergleichen – eine produktive geistige Tätigkeit des Schülers, in deren Verlauf er Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Objekten und Erscheinungen feststellt – gehört zu den Lerntätigkeiten, die im neuen Lehrplan Biologie Klasse 5 als Stoff ausgewiesen sind.

Diese Tätigkeit ist also vom Schüler zu erlernen. Das bedeutet,

– er muß das Vergleichen selbstständig, vollständig und richtig ausführen können und – er soll damit in dieser Fähigkeit einen höheren Entwicklungsstand erreichen als bei anderen Fähigkeiten bzw. Tätigkeiten, die zur Erarbeitung von Stoff lediglich als Mittel möglich bzw. nötig und im Lehrplan nicht explizit ausgewiesen sind.

Als Voraussetzungen zum Erreichen des gestellten Ziels haben sich erwiesen:

1. Der Erwerb von Verfahrenskenntnissen zum Vergleichen und
2. das Üben im Vergleichen mit ansteigendem Anforderungsniveau.

Zu 1. gehören:

- die Orientierung auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede
- die Kennzeichnung der besonderen Eignung einer Tabelle für das Vergleichen und
- das Kennenlernen einer Schrittfolge/Aufgabenfolge für das Vergleichen.

Das Vergleichen ist im Lehrplan der Klassenstufe 5 (Wirbeltiere) in drei Anforderungsniveaustufen abgefordert und insgesamt sechsmal ausgewiesen.

Die Lehrplanforderungen

- Vergleichen der Urvögel mit Kriechtieren und Vögeln,
- Vergleichen der Skelette verschiedener Säuger,
- Vergleichen der Lungen von Säugern mit den Lungen von Kriechtieren und
- Vergleichen der Skelette von Fisch,

Lurch, Kriechtier, Vogel und Säugetier stellen die höchsten Anforderungen.

Der Schüler muß alle notwendigen Schritte für die Schaffung einer Tabelle und die daraus letztlich zusammenfassenden Gemeinsamkeiten und Unterschiede selbstständig bewältigen:

1. Schritt: Festlegen der Bezugsebenen des Vergleichs (Gliedern). Hier erfolgt – unter Bezugnahme auf die zu vergleichenden Objekte und Erscheinungen (Spaltenüberschriften einer Tabelle, jeweils mit der Aufgabe gegeben) – die Festlegung der zu vergleichenden Merkmale (Zeilenüberschriften einer Tabelle, s. Tabelle 1/1).

**Tabelle 1**

Merkmal	Kriechtiere	Ur-vogel	Vögel
	z. B. Zaun-eidechse	z. B. Haus-huhn	

• Anzahl der Schwanzwirbel

Körperbedeckung

Vordergliedmaßen

Gebiß

2. Schritt: Feststellen der Merkmale (Auffassen, Reproduzieren, Erkunden)  
Die Tabelle wird ausgefüllt, entweder durch die entsprechenden Begriffe (Tabelle 1) oder durch Ankreuzen des Vorhandenen.

3. Schritt: Kennzeichnen/Feststellen der Gemeinsamkeiten und Unterschiede (Hier ist an farbige Kennzeichnung gedacht u. ä.)

4. Schritt: Zusammenstellen der Gemeinsamkeiten und Unterschiede (Zusammenfassen)

Hier erfolgt die sprachliche Darstellung des Vergleichs.

Die Lehrplanforderung – Vergleichen von Fischen und Lurchen in bezug auf Lebensraum, Atmung und Entwicklung – ist im

Lehrplan zuerst ausgewiesen und entspricht der niedrigsten Anforderungsniveau. Zu vergleichende Objekte (Spaltenüberschriften) und zu vergleichende Merkmale wie z. B. Lebensraum, Atmung bzw. Atmungssorgane (Zeilenüberschriften) sind in der Aufgabe enthalten. (Hinsichtlich der Entwicklung bestehen mittlere Anforderungen, vgl. unten). Die Tabelle zum Vergleichen kann von den Schülern leicht selbstständig erstellt werden:

**Tabelle 2**

	Fische	Lurche
Lebensraum		
Atmung		

Auch hier ist eine andere Verfahrensweise – z. B. für die Festigung – selbstverständlich möglich:

**Tabelle 3**

	Fische	Lurche
Lebensraum <sup>1)</sup>		
Wasser		
Land		
Luft		
Atmung:		
Kiemen		
Lungen		
Haut		

1) Zutreffendes wird angekreuzt)

Die Lehrplanforderung – Vergleichen der Fortpflanzung bei Kriechtieren, Lurchen und Fischen in bezug auf die Abhängigkeit vom Wasser – entspricht einem mittleren Anforderungsniveau. Die zu vergleichenden Objekte sind gegeben, hinsichtlich der zu vergleichenden Merkmale gibt es lediglich einen Hinweis auf die Fortpflanzung, die Merkmale sind selbstständig zu finden: Eiablage, Entwicklung der Jungtiere usw.

Gute Erfahrungen beim Erlernen des Vergleichens durch Schüler 5. Klassen machten wir durch

– Einsatz von Vergleichsaufgaben mit steigendem Anforderungsniveau; wir begannen mit vorgegebenen Spalten- und Zeilenüberschriften und verringerten dann die Hilfen.

– Einsatz einer feststehenden Aufgabenfolge, die zum Erlernen der Vorgehensweise mit sehr guten Ergebnissen beitrug:

1. „Welche Objekte wollen wir vergleichen?“ (Spaltenüberschriften wurden aus der Aufgabe „herausgelesen“.)

2. „Welche Merkmale wollen wir vergleichen?“ (Zeilenüberschriften wurden gebildet; die Steuerung durch den Lehrer war hier besonders wichtig, um nicht Wesentliches zu vergessen.)

3. „Füllt die Tabelle aus!“

4. „Kennzeichnet die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede deutlich!“ (Farbstifte leisteten gute Dienste.)

5. „Vergleicht!“

(Es wurde besonders auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede geachtet.)

Die in Klassenstufe 5 bisher erreichten Ergebnisse sind gut; bei weiterer Arbeit werden sich die eingeleiteten Maßnahmen nicht nur auf den künftigen Biologie- sondern vielleicht auch auf den Physik- und Geografieunterricht positiv auswirken.

#### Literatur

- 1/ Herold, D.: Erfahrungen zur Unterrichtsstunde „Die Abstammung der Vögel und ihre Angepaßtheit an verschiedene Lebensräume. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 36(1987)10. – S. 381–382.

Am Forstbotanischen Institut der Universität Göttingen (BRD) wurde ein Verfahren zum **Einsatz von Pilzen in Biofiltern** entwickelt. Weißfäulepilze sollen dabei in der Lage sein, Schadstoffe aus der Luft und aus Abgasen fast vollständig zu vernichten. So konnte z. B. der Giftstoff Styrol bei der Produktion von glasfaserverstärktem Kunststoff zu 99,99 % abgebaut werden.

Quelle: Biowissenschaftliche Informationen 12(1988)9

---

## Historisches

---

### Jubiläen

#### bedeutender Biowissenschaftler im Jahre 1990

ULRICH SUCKER

150. Todestag von  
Johann Friedrich Blumenbach  
geb.: 11. 5. 1752 in Gotha  
gest.: 22. 1. 1840 in Göttingen

Als Professor der Medizin (seit 1776) in Göttingen, lehrte Blumenbach Anatomie, Physiologie und Anthropologie, die er 1777 als „die Naturgeschichte des Menschen“ definierte und als deren Begründer er gilt. Er führte eine erste Unterteilung der Menschenrassen in fünf große Familien durch: Kaukasier (Weiße), Mongolen (Gelbe), Malaien (Braune), Neger (Schwarze) und Amerikaner (Rote). Die Menschenrassen sah er als das Ergebnis der Entwicklung einer ursprünglich gemeinsamen Stammrasse an („Über die natürlichen Verschiedenheiten im Menschen Geschlecht“. – Leipzig, 1798). Als die Entwicklung antreibende Kraft postulierte er einen den Organismen innewohnenden Bildungstrieb („nusus formativus“). Damit initiierte er jene vitalistische Tradition in der Biologie, die besondere „Kräfte“ postulierte, die nicht physikalisch erklärbar und nur den Organismen eigen sind.

Lit.: J. Fr. Blumenbach: Handbuch der Naturgeschichte. – Göttingen, 1803

J. Fr. Blumenbach: Handbuch der vergleichenden Anatomie. – Göttingen, 1805

150. Geburtstag von  
Ernst Carl Abbé  
geb.: 23. 1. 1840 in Eisenach  
gest.: 14. 1. 1905 in Jena

Der Physiker E. Abbé (seit 1879 ord. Professor in Jena) wurde von dem Besitzer einer mechanisch-optischen Werkstatt in

Jena, Carl Zeiss (1816–1888), zur Mitarbeit bei der Herstellung optischer Instrumente verpflichtet, um die bis dahin durch „Probieren“ erfolgte Produktion von Mikroskopen auf eine nun wissenschaftlich begründete Optik zu stellen. Abbé hat die wesentlichsten theoretischen Grundlagen für das Auflösungsvermögen des Lichtmikroskops geschaffen und damit die Mikroskopie in den Rang einer technischen Wissenschaft erhoben. Bei Brillengläsern führte er die Dioptrienzahl ein. 1889 wurde Abbé Alleinbeseitzer der von ihm, Zeiss und dem Chemiker Otto Schott (1851–1935) gegründeten Jenaer Glaswerke „Schott und Genossen“. 1891 rief er die Carl-Zeiss-Stiftung ins Leben, der er sein Millionenvermögen vermachte, und mit deren Hilfe er seine sozialreformerischen Ideen (Achtstundentag, Pensionsberechtigung der Arbeiter, Gewinnbeteiligung u. a.) realisierte.

Lit.: V. Günther: E. Abbé. – Stuttgart, 1951

100. Todestag von  
**Friedrich Anton Schneider**  
geb.: 13. 7. 1831 in Zeitz (Sachsen)  
gest.: Mai 1890 in Breslau

Schneider gehört zu den klassischen Zoologen und Mikroskopikern des 19. Jahrhunderts. Er war Schüler und Mitarbeiter des Berliner Zoologen Joh. Müller (1801–1858), sowie seit 1881 Ordinarius für Zoologie in Breslau. Schneider führte die Fixierung der Zellkernstrukturen mit Karminessigsäure ein. Mit Hilfe dieser Mikrotechnik gelang ihm 1873 als Erstem die Entdeckung der Mitose, von ihm als „Metamorphose des Kerns (des Keimbläschens)“ bezeichnet. Er beobachtete die erste Furchungsteilung des Sommer-Eies von *Mesostomum ehrenbergii* Oerst. – einem Plathelminthen. Von W. Flemming (1843–1905) wurde 1882 für die Kernmetamorphose der Begriff „Mitose“ geprägt.

Lit.: W. E. Ankel: Anton Schneider (1831–1890). – In: Geschichte der Mikroskopie, Bd. 1, Biologie. – (Hrsg.: H. Freund, A. Berg). – Frankfurt (M.), 1963. – S. 303–312

175. Geburtstag von  
**Robert Remak**  
geb.: 26. 7. 1815 in Posen  
gest.: 29. 8. 1865 in Kissingen

Als Schüler von Joh. Müller (1801–1858) widmete sich Remak besonders der mikroskopischen Anatomie und wurde einer der bedeutendsten Histologen, Embryologen und Neuropathologen des 19. Jahrhunderts.

1847 wurde er als erster jüdischer Gelehrter zum Privatdozenten für Medizin an die Berliner Charité berufen. Er entdeckte die nach ihm benannten sympathischen Nervenfasern. Das Froschauge wurde von ihm als Zelle identifiziert und deren Entwicklung als Zellteilungsprozeß beschrieben, der vom Zellkern ausgeht. Im Ergebnis des Vergleiches eines Vogeleis mit einem Froschauge erfuhr diese beiden Eitypen die Bezeichnung holoblastisch bzw. meroblastisch ein. 1841 beschrieb er die Amitose. Schließlich gelang Remak die Beschreibung von drei Keimblättern, die er mit den Terminen Ekto-, Meso- und Endoderm kennzeichnete (1845), sowie die Aufklärung des für Wirbeltiere typischen Zusammenhangs zwischen den Keimblättern und den aus ihnen jeweils entstehenden Organen.

Lit.: R. Remak: Diagnostische und pathogenetische Untersuchungen in der Klinik des Geh. Raths. Dr. Schönlein. – Berlin, 1845

25. Todestag von  
**Albert Schweitzer**  
geb.: 14. 1. 1875 in Kaysersberg (Elsaß)  
gest.: 4. 9. 1965 in Lambaréne (Gabun)

A. Schweitzer gab mit seiner Tätigkeit als Arzt in dem von ihm 1913 gegründeten Spital in Lambaréne ein praktisches Beispiel vorbildlichen theologisch begründeten Humanismus. Dieser fand in dem von ihm formulierten ethischen Prinzip der „Ehrfurcht vor dem Leben“ seinen Ausdruck. Obwohl dieses Prinzip sozialökonomische und historische Bezüge ausblendet und sich von der lebensbejahenden Position der christlichen Nächstenliebe ableitet (individualistischer Moralismus), nahm Schweitzer aktiven Einfluß auf den

Kampf gegen Krieg, Atombewaffnung, Antihumanismus, Kulturpessimismus usw. 1952 erhielt er für sein Werk den Friedensnobelpreis.

Lit.: B. M. Nossik: Albert Schweitzer. Ein Leben für die Menschlichkeit. – Leipzig, 1981  
A. Schweitzer: Briefe aus Lambaréne (Hrsg.: G. Fischer). – Berlin 1981

#### 50. Todestag von

Julius Ritter Wagner von Jauregg  
geb.: 7. 3. 1857 in Wels (Österreich)  
gest.: 27. 9. 1940 in Wien

Im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Arbeit des Neurologen und Psychiaters Wagner von Jauregg stand das Kretinismusproblem. Ihm gelang die Aufklärung der Beziehung zwischen Schilddrüsenfunktion und Kretinismus. Als Therapie wurden von ihm Schilddrüsenextrakt sowie Jodgaben eingeführt. Den Nobelpreis für Physiologie/Medizin erhielt er 1927 jedoch für die Entdeckung „der therapeutischen Bedeutung der Malariaimpfung bei der Behandlung von progressiver Paralyse“, eine Arbeit, deren erster Ansatz bereits 40 Jahre zuvor von ihm entwickelt worden war.

#### 100. Geburtstag von

Erwin Simonović Bauer  
geb.: 19. 10. 1890 in Letsche (damals Ungarn)  
gest.: 1942 in der Sowjetunion

Der 1925 in die UdSSR emigrierte Arzt Bauer hat sich ausgehend von histologischen und pathoanatomischen Untersuchungen frühzeitig Problemen der allgemeinen Biologie zugewandt. Während seiner Tätigkeit als Lehrer der Abteilung für „Allgemeine Biologie“ am „Allunionsinstitut für experimentelle Medizin“ in Moskau (ab 1934 Leningrad) verfaßte er eine „Theoretische Biologie“ (1935), mit der er zu einem Mitbegründer dieses hochaktuellen biologischen Wissenschaftszweiges wurde. Das von ihm entwickelte Prinzip des „beständigen Ungleichgewichtes“ lebender Systeme hielt er für ein Universalgesetz des Lebens, das allen allgemeinen Lebensprozessen wie Stoffwechsel, Wachs-

tum, Reizbarkeit, erbliche Änderung, Evolution u. a. zu Grunde liegt. Mit seiner biophysikalischen Konzeption hat Bauer wesentliche Ideen der Biophysik (Theorie offener Systeme, dynamisches Fließgleichgewicht u. a.) antizipiert, wobei die Diskussion über den Gegenstand und Inhalt einer Theoretischen Biologie noch nicht abgeschlossen sind.

Lit.: B. P. Tokin: Die Theoretische Biologie und das Schaffen E. S. Bauers. – Leningrad, 1963 (russ.)  
E. S. Bauer: Inhalt und Methode der Theoretischen Biologie. – In: Probleme der Theoretischen Biologie (Arbeiten aus dem Timirjaseff – Institut für Biologie – Moskau). – Moskau, Leningrad, 1935. – S. 223–346

#### 100. Geburtstag von

Ronald Aylmer Fisher  
geb.: 17. 11. 1890 in London  
gest.: 29. 7. 1962 in Adelaide (Australien)

Neben J. B. S. Haldane (1892–1964) und S. Wright (geb. 1899) gehört Fisher zu den Begründern der anglo-amerikanischen Biometrikerschule, die mit ihren biostatistischen Arbeiten über die Evolutionsfaktoren, die Struktur und das Gleichgewicht von Populationen entscheidend zur Herausbildung der theoretischen Populationsgenetik beigetragen haben. Als Mathematiker versuchte Fisher eine Synthese von Darwinismus, Mendelismus und Biometrie (1918). Er widmete sich dem Studium mathematisch-statistischer Zusammenhänge der experimentell gewonnenen genetischen Erkenntnisse über Kopplung, multiple Allele, Genwechselwirkung, künstliche Selektion u. a. Die durch statistische Methoden modellierten Vorgänge in Populationen führten weiterhin zur Analyse von Faktoren wie: Auslese, Isolation, Gendrift u. a. in ihrer Wirkung auf die Populationsdynamik. Die von den Biometrikern gemeinsam mit dem sowjetischen Populationsgenetiker S. S. Četverikov (1880–1959) entwickelte „Populationsgenetik“ stellte eine wesentliche Grundlage für die in den dreißiger Jahren entstandene „synthetische“ oder „biologische Evolutionstheorie“ dar.

Lit.: Neyman, J.; R. A. Fisher (1890–1962). – In: Science. – 156(1967)Nr. 3781. – S. 1456–1460

50. Todestag von  
Nikolaj Konstantinovič Kolcov  
geb.: 15. 7. 1872 in Moskau  
gest.: 2. 12. 1940 in Moskau

Der sowjetische Biologe und Genetiker Kolcov war Direktor (bis 1938) des von ihm 1917 gegründeten und später weltberühmten Akademieinstituts für experimentelle Biologie. Er veröffentlichte bedeutende Arbeiten zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, der experimentellen Zytologie und der Genetik. Als erster publizierte er 1928 eine Hypothese über den molekularen Aufbau und die autokatalytisch erfolgende Matrizenreplikation der Chromosomen, mit der fundamentale Aussagen der modernen Molekulargenetik vorausgesagt wurden. Kolcov entwickelte ein erstes Strukturschema des Chromosomenaufbaus.

100. Geburtstag von  
Hermann Joseph Muller  
geb.: 21. 12. 1890 in New York (USA)  
gest.: 5. 4. 1967 in Indianapolis (USA)

Als Schüler von Th. H. Morgan (1866–1945), Leiter des Biologic. Lab. der Columbia-Universität (N. J.), war Muller gemeinsam mit Morgan, C. B. Bridges (1899–1938) und A. H. Sturtevant (1891–1971) entscheidend an der Ausarbeitung der Chromosomentheorie der Vererbung beteiligt. Spezialisiert auf Mutationsforschung, gelang ihm 1927 die künstliche Auslösung einer Mutation an der Taufliege (*Drosophila melanogaster*) durch Röntgenstrahlen im „Fliegenlaboratorium“. Dafür erhielt er 1946 den Nobelpreis für Physiologie/Medizin. In seinem Werk (1929) „The gene as a basis of life“ formulierte er, daß die Gene die „Grundlage des Lebens“ seien (und nicht das Protoplasma, wie man bisher annahm). Die Mullersche Gentheorie (Kernmonopol der Vererbung) wurde später durch die extranukleäre Vererbungstheorie erweitert. Während seines Aufenthaltes in der Sowjetunion (1931–1937 auf Einladung von N. I. Vavilov) entwickelte Muller eugenische Vorstellungen im Rahmen einer sozialistischen Gesellschaftsordnung. 1939 Mitunterzeich-

ner des „Genetischen Manifestes“: Sozialbiologie und Bevölkerungsverbesserung.

Lit.: E. A. Carlson: Genes, Radiation and Society, The Life and Work of H. J. Muller. – Ithaca/London, 1981

### Schneckschalen mit Deckel verhindern Verdauung im Fischdarm

Nur wenige Teleosteer ernähren sich von Mollusken. Eine Ausnahme bildet der Cottide *Asemichthys taylori* (Nordamerika). Er kann Gastropodenschalen durchlöchern. Hierzu ist er durch eine spezielle Struktur des Vomers und von dessen Zähnen befähigt. Daher bilden Schnecken 40% der Masse seiner Nahrung. Während 75% aller von *Asemichthys* aufgenommenen Schneckschalen durchlöchert sind, ist das bei Schalen von aufgenommenen Muscheln und Panzern von Einsiedlerkrebsen selten der Fall. Die Mehrheit der nicht durchlöcherten Gastropodenschalen stammt von Arten ohne Deckel. Die meisten dieser Tiere werden ebenso wie Muscheln und Einsiedlerkrebsen verdaut. Von den Schnecken mit Deckel, deren Schalen nicht durchlöchert sind, überleben fast alle im Darmtrakt der Fische. Schalen mit Deckel schützen also nicht nur die Schnecken im Wirbeltierdarm, sondern könnten auch als Verbreitungsmechanismus dieser wenig beweglichen Tiere fungieren.

Quelle: Biol. Rundschau. – 27(1989)2

Eine Methode zum Messen der bioelektrischen Aktivität des Uterus beim hochtragenen und gebärenden Rind haben Wissenschaftler der Karl-Marx-Universität Leipzig entwickelt. Das Verfahren dient dazu, neue zusätzliche Erkenntnisse über das motorische Verhalten des Uterus, die Entwicklung der Wehen kurz vor und während der Geburt des Kalbes zu gewinnen, und die Wirkung von Medikamenten zu prüfen, die den Geburtsverlauf und die Rückbildung der Gebärmutter beeinflussen.

ADN/BioS

## Blickpunkt Chronobiologie

INGRID MLETZKO/HORST-GERALD MLETZKO

Alle Lebewesen der Erde, den Menschen eingeschlossen, sind tages- und jahreszeitlichen Veränderungen der Umwelt im Verlauf ihres Individualdaseins ausgesetzt. Daraus ergibt sich ein enger Zusammenhang zwischen den Periodizitäten geophysikalischen Ursprungs, wie z. B. dem Tag-Nacht-Wechsel und den Lebensprozessen. Wir gehen davon aus, daß Entstehung und Höherentwicklung des Lebens untrennbar mit der Daseinsweise der Materie in Raum und Zeit verknüpft sind. In den letzten Jahrzehnten trat zunehmend der Aspekt der Dynamik der Lebensprozesse, ihrer zeitlichen Organisationsform ins Blickfeld der biologischen Forschung. Dabei konnte aufgezeigt werden, daß die auf den verschiedenen Funktionsebenen biologischer Systeme ablaufenden rhythmischen Prozesse, d. h. die annähernd gleichartige, zeitdeterminierte Wiederholung derselben, eine grundlegende Erscheinung des Lebens sind. Seit Jahrhunderten als Erfahrungswerte bekannte biologische Rhythmen wie der regelmäßige Wechsel zwischen Ruhe und Aktivität, das Blühen und Fruchten bei Pflanzen, der Vogelzug, der Winterschlaf, aber auch die Atmung, die Herzaktivität, das Verhalten der Tiere und andere Abläufe erscheinen in einem neuen Licht. Dies insbesondere dadurch, daß die rhythmischen Prozesse, durch vielfältige Untersuchungen der vergangenen Jahre belegt, heute als fundamentale Kenngröße des Lebens verstanden werden, die nicht als passive Folge von Einflüssen der Umwelt erklärt werden können. Die Untersuchung der Ordnung zeitlicher Organisation des Lebens ist Hauptgegenstand des seit etwa 50 Jahren sich herausbildenden Wissenschaftsgebietes der Biologie, das sich mit den Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten

der Zeitmerkmale des Lebens beschäftigt, der Chronobiologie. Dieser moderne Zweig der Biologie ist der Morpho(bio)logie gleichberechtigt an die Seite zu stellen. Beide zusammen erfassen die Raum-Zeit-Ordnung der biologischen Materie.

Betrachten wir eine beliebige biologische Funktion, die sich in einem morphologisch gegliederten System, z. B. einem Organ wie der Leber, einem Chloroplasten oder einer Struktur wie dem Zellkern vollzieht, dann finden wir stets eine Folge von sich annähernd regelmäßig wiederholenden Aktivitätszuständen, sei es nun im Abstand von Jahren, Wochen, Tagen, Minuten, Sekunden oder Millisekunden. Der Sexualzyklus vieler Tiere hat die Länge eines Jahres, der des Menschen (Frau) vier Wochen. Der Wechsel von Ruhe und Aktivität bei vielen Tieren vollzieht sich alle 24 Stunden, der Rhythmus der Herzkontraktionen besitzt eine Frequenz von 60–80/Min. (Mensch), und so ließe sich eine umfangreiche Palette von Rhythmen zusammentragen. In einem Organismus arbeiten die Einzelprozesse, auch in ihrer zeitlichen Abfolge, miteinander abgestimmt, und gerade diese Synchronisation der Einzelfunktionen miteinander und ihre Synchronisation mit geophysikalischen Zeitgebern, wie z. B. dem Tag-Nacht-Wechsel, ermöglicht dem Organismus eine energiesparende ökonomische Arbeitsweise. Wir gehen heute davon aus, daß Rhythmisität eine endogene, also in der Erbstruktur verankerte Grundeigenschaft lebender Materie ist. Durch Informationsprozesse wird die zeitliche Abstimmung mit der Rhythmisität geophysikalischen Ursprungs hergestellt. Dieser Prozeß der Synchronisation der biologischen Rhythmen mit den Umweltrhythmen (Tag-Nacht) wiederholt sich. Das ist daran zu erkennen, daß bei Wegfall der Informationsmöglichkeiten (z. B. in einem abgeschirmten Raum) die zeitliche Abstimmung mit der Umweltperiodizität verloren geht und die biologisch angelegten Rhythmen mit ihrer aus gegenwärtiger Sicht genetisch verankerten Spontanperiodenlänge weiterarbeiten. Diese Spontanperiodenlänge weicht etwas von der des geophysikalischen Rhythmus (den wir im Fall des 24-Stunden-Tages als Zeitgeber bezeichnen) ab. Es läßt sich feststellen, daß nicht

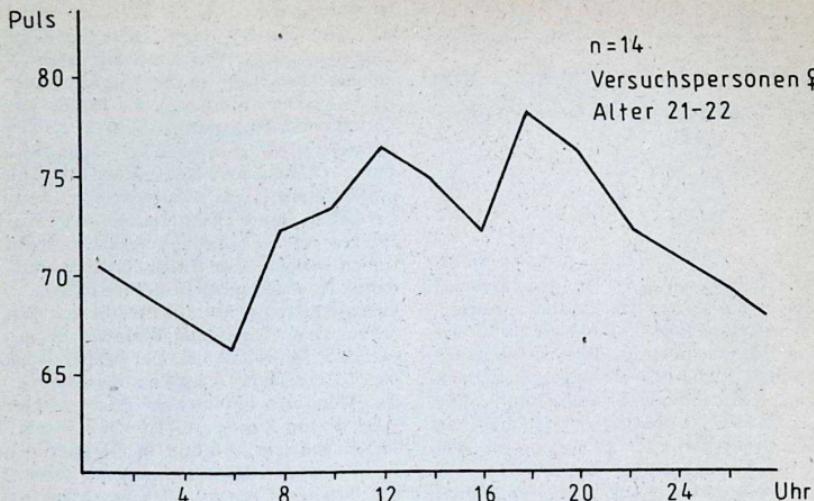


Abb. 1: Ruhepulsfrequenz weiblicher Versuchspersonen im Verlauf von 24 Stunden.

alle biologischen Abläufe unter konstanten Umweltbedingungen weiterhin rhythmisch bleiben, und es läßt sich andererseits auch feststellen, daß es biologische Rhythmen gibt, die scheinbar unabhängig von äußeren Zeitgebern sind. Auf der Basis dieser Beobachtungen läßt sich eine Grobgliederung der biologischen Rhythmen – ihrer phylogenetischen Entstehung nach – vornehmen:

1. Exogene Rhythmen – periodische Abläufe, die nur unter Einwirkung eines äußeren Zeitgebers in Erscheinung treten wie z. B. die Blattbewegungen der Kompaßpflanze.
2. Endogene Rhythmen – endogen angelegt, besitzen sie keine erkennbare zeitliche Beziehung ihrer Periodizität zu äußeren Zeitgebern, wie z. B. die Schrittmacherzellen des Herzens, des Darmes u. a.
3. Exo-endogene Rhythmen – endogen angelegt, synchronisieren sich fortlaufend mit exogenen Zeitgebern, wie z. B. der 24-Stunden-Rhythmus von Ruhe und Aktivität und viele damit verbundene Funktionen (Abb. 1).

Die Zeitabstimmung des Organismus mit exogenen Zeitgebern ist stets begleitet von der Synchronisation der Einzelfunktionen innerhalb des Organismus, die ein ver-

maschtes System von Regelprozessen bilden. In diesem Sinne erfordert Auseinandersetzung mit chronobiologischen Fragestellungen zwangsläufig Ganzheitsbetrachtung, und andererseits schließt die Analyse biologischer Zeitreihen stets chronobiologische Aspekte ein.

In ihrer Allgemeinheit werden die Fragen der zeitlichen Organisation des Lebendigen auch für die Philosophie zunehmend interessant. Denn das Problem einer allgemeinen Theorie der Zeit ist noch zu lösen [1]. Sie schöpft ihre naturwissenschaftlichen „nur“ aus der Physik. Die Existenz einer biologischen Eigenzeit, die wir mit Hilfe der physikalisch determinierten Zeitmesser, der technischen Uhren, messen, macht neue Überlegungen notwendig. Grundlegende Forschungen zur Chronobiologie revolutionieren nicht nur biologische Fachdisziplinen und ihre Anwendungsgebiete – sie werden auch weltanschaulich bedeutsam. Die Zeitcharakteristika lebender Systeme wie Dauer, Zyklistät, Irreversibilität, Rhythmus, Gliederung in Rahmen und Eigenzeit sind in ihrem Erscheinungsbild prinzipiell vergleichbar mit denen nichtlebender Materie. Deshalb kann ihre Erforschung einen Beitrag zur Weiterent-

wicklung des allgemeinen Zeitbegriffs leisten.

### Anwendungsaspekte chronobiologischer Forschung

#### *Medizin und Psychologie*

Rhythmität der Lebensprozesse in der zeitdeterminierten Abstimmung zahlreicher Einzelaktivitäten zu einem „ökonomisch“ funktionierenden System ist die Basis der Leistungsfähigkeit von Organismen, so auch des Menschen. Leistungsfähigkeit, Belastbarkeit, Empfindlichkeit (man denke an Noxenwirkungen), Reaktionsfähigkeit sind Faktoren, die rhythmischen Änderungen unterliegen /2/. Deshalb sprechen sie in Abhängigkeit von der Tageszeit, aber auch von Alter und Geschlecht unterschiedlich auf Einwirkungen von außen an. Wir können feststellen, daß die Intaktheit der zeitlichen Ordnung der Lebensabläufe ein wichtiges Merkmal und eine wichtige Bedingung physischer und psychischer Gesundheit ist. Im Zustand der Krankheit spielen Rhythmusstörungen eine erhebliche Rolle, was heute häufig noch wenig bekannt ist. Konsequenzen ergeben sich einerseits für die Förderung der zeitlichen Ordnung im Organismus durch geeignete Zeitgeberbedingungen aus der geophysikalischen, biologischen und sozialen Umwelt, andererseits durch die zeitgerechte Anwendung von Medikamenten und anderer Behandlungsmethoden. Die zeitabhängig unterschiedliche Wirksamkeit von Pharmaka kann auf mehrere Faktoren zurückgeführt werden. So spielt die zum Aufnahmzeitpunkt vorliegende Empfindlichkeit des Zielorgans, der Transport- und der Metabolisierungsmechanismen sowie der Ausscheidungsgeschwindigkeit eine Rolle für die Effektivität. Betäubungsmittel können sich in ihrer Wirkstärke und -dauer innerhalb von 24 Stunden um ein Mehrfaches unterscheiden. Lokalanästhesie im Kieferbereich hält beim Menschen am Nachmittag dreimal länger an als am Morgen. Damit in Übereinstimmung steht die Tatsache, daß die Schmerzempfindlichkeit des menschlichen Schneidezahns in unbetäubtem Zustand gegen 15 Uhr am geringsten, nach 1 Uhr nachts maximal wird /3/.

Morphin entfaltet seine stärkste Wirksamkeit während der Aktivitätsphase des Menschen. Dies entspricht dem Zeitabschnitt hoher Konzentration endogener Liganden der Opiatrezeptoren im Gehirn. Für die Anwendung von Prednisolon hat sich als günstigster Zeitpunkt der frühe Morgen erwiesen – einerseits wegen guter Wirksamkeit und andererseits wegen der zu diesem Zeitpunkt geringen Nebenwirkungen. Letzteres kann bei bestimmten Behandlungsformen von Krankheiten zu einem wesentlichen Faktor werden. In der Tumorthерапie eingesetzte Zytostatika verlieren viel von ihrer stark toxischen Wirkung auf gesundes Gewebe, wenn sie nur in Zeitspannen geringer Empfindlichkeit der normalen Körperzellen angewendet werden. Da Zytostatika auf die DNS-RNS-Synthese wirken, gilt es, dem Rhythmus dieser Verbindungen im jeweiligen Gewebe Aufmerksamkeit zu schenken. Bestrahlungsversuche mit Röntgenstrahlen an Mäusen (550 r) hatten, um Mitternacht gegeben, nach acht Tagen eine Todesrate von 100 %, gegen 16 Uhr gegeben, eine Todesrate von 0 % zur Folge.

Daß Krankheit zu Veränderungen von biologischen Rhythmen führt – oder vielleicht besser – oft geradezu dadurch gekennzeichnet ist, kann vielfach heute schon belegt werden. Die Harnausscheidung in Form der glomerulären Filtrationsrate, die beim Gesunden am Tag etwa doppelt bis dreimal so hoch wie in der Nacht ist, erhöht sich bei Herz- und Nierenkranken und auch bei alten Menschen in der Nacht unter Umständen bis auf das Doppelte der Tagwerte. Bei Menschen mit Cushing-Syndrom (mit Überproduktion an Glukocortoiden verknüpft) kommt es zu keinem Absinken des erhöhten Blutdrucks in der Nacht, wie es für Gesunde und selbst für Bluthochdruckkranke festgestellt werden kann /4/.

Die Berücksichtigung des Zeitaspekts ist vielfach noch kein regelmäßiger Bestandteil medizinischer Entscheidungen, zum Teil einfach deshalb, weil zahlreiche Untersuchungen dazu noch ausstehen. Bei einigen Organstörungen steht seit längerer Zeit die Herstellung einer normalen Zeitordnung durchaus im Vordergrund der Behandlung, bzw. wird sie als Kriterium der

fehlerfreien Funktionsfähigkeit mitverwertet, so zum Beispiel beim Eireifungsrythmus oder beim Herzrhythmus.

### *Musiktherapie*

Eine interessante und sich rasch entwickelnde Möglichkeit, biologische Prozesse im Menschen chronobiologisch zu beeinflussen und damit auf Krankheiten zu wirken, bietet die Musiktherapie. Über musikalische Rhythmen werden biologische Rhythmen des Menschen verändert. Der Zusammenhang „Mensch und Musik“ ist schon dadurch gegeben, daß die Musik vom Menschen erzeugt wird. Wiegenlieder verschiedenster Völker fördern das Beruhigen und Einschlafen. Sie zeichnen sich durch langsamem Rhythmus und geringen Tonumfang aus. Direkt meßbar ist die Wirkung dieser Musik an der Verlangsamung von Herzfrequenz und Atmung. Hervorragend eignet sich Musik zur Behandlung psychischer Störungen, die, wie wir heute wissen, mit mehr oder weniger schweren Rhythmusstörungen einhergehen. Und solche Rhythmusstörungen – ausgelöst durch langdauernde psychische Belastungen – spielen ganz sicher eine wichtige Rolle für die Manifestierung organischer Leiden. Deshalb kann der Musiktherapie – in Verbindung mit der Beseitigung der Ursachen der Krankheitssymptome – eine hervorragende Rolle zukommen. Durch ihre Rhythmusstabilisierende Wirkung wird gleichzeitig auch die psychische Belastbarkeit verbessert, wird die angemessene Reaktion auf Belastungen gefördert /5/. Zugleich fördert gezielt eingesetzte Musik durch ihre emotionale Wirksamkeit – die immer auch an vegetativen Reaktionen gemessen werden kann – die Konfliktaufdeckung und damit auch ihre Verarbeitungsmöglichkeit. Mit der Musik, günstigstenfalls gekoppelt mit synchronen Körpereigenbewegungen /6/, steht demnach ein „Rhythmusmedikament“ zur Verfügung, das bei der Harmonisierung biopsychischer Prozesse als Ergänzung in der Therapie einen festen Platz einnehmen sollte, und insbesondere in Berufsgruppen, bei denen regelmäßig und länger anhaltend psychische Belastungen auftreten, vorbeugend von großem Nutzen sein könnte. Die Verbindung von Musik und Bewegung ruft eine starke Wirkung

auf Organrhythmen hervor, sie wird emotional sehr positiv erlebt. Man denkt an Tanz oder Pop-Gymnastik. Die lustbetonte, ausgeprägt rhythmische Belastung des Organismus leistet unseres Erachtens einen wesentlichen Beitrag zur zeitlichen Optimierung des harmonischen Zusammenwirkens der Regelkreise im Organismus.

### *Arbeit und Erholung*

In diesem Zusammenhang kommt der zeitlichen Organisation der Produktionsprozesse unter den Bedingungen der Intensivierung in unserem Land und der damit verbundenen Zunahme geistig beanspruchender Tätigkeiten (z. B. Bildschirmarbeitsplätze) wachsende Bedeutung zu. Häufung von Entscheidungssituationen, längerfristig erforderliche höchste Aufmerksamkeit, Zunahme der Komplexität der Wechselbeziehungen und andererseits auch Zunahme der Monotonie bei bestimmten Arbeiten, Erhöhung des Anteils der Schichtarbeit machen auch neue Überlegungen zum Arbeitszeit- und Erholungsregime notwendig. In jedem Falle sind hier auch Erkenntnisse der Chronobiologie einzubeziehen bzw. durch neue Untersuchungen zu erweitern.

In überzeugenden Analysen und Experimenten konnten tageszeitabhängige Leistungsunterschiede festgestellt werden, wie zum Beispiel in den mittlerweile weithin bekannten Untersuchungen zur Fehlerhäufigkeit der Eintragungen im Protokollbuch eines Gaswerkes (Abb. 2) /7/. Aus den 62 000 Daten konnte mit statistischer Sicherheit abgeleitet werden, daß im 24-Stunden-Zeitraum nachts gegen 3.00 Uhr die Maximalwerte der Fehleranzahl auftreten und am Tage gegen 15.00 Uhr ein zweiter, kleinerer Fehlergipfel zu beobachten ist. Aus Befragungen von Schichtarbeitern geht übereinstimmend hervor, daß beim wachen Menschen der subjektiv erlebte „tote Punkt“ gegen 3.00 Uhr liegt, was durch Registrierungen des EEG (Elektroenzephalogramm) tatsächlich bestätigt werden konnte. Etwa zu dieser Zeit messen wir auch die minimalen Werte der Körpertemperatur. Ein für bestimmte Leistungen wichtiger Faktor ist die akustische Reaktionszeit, das ist die zwi-

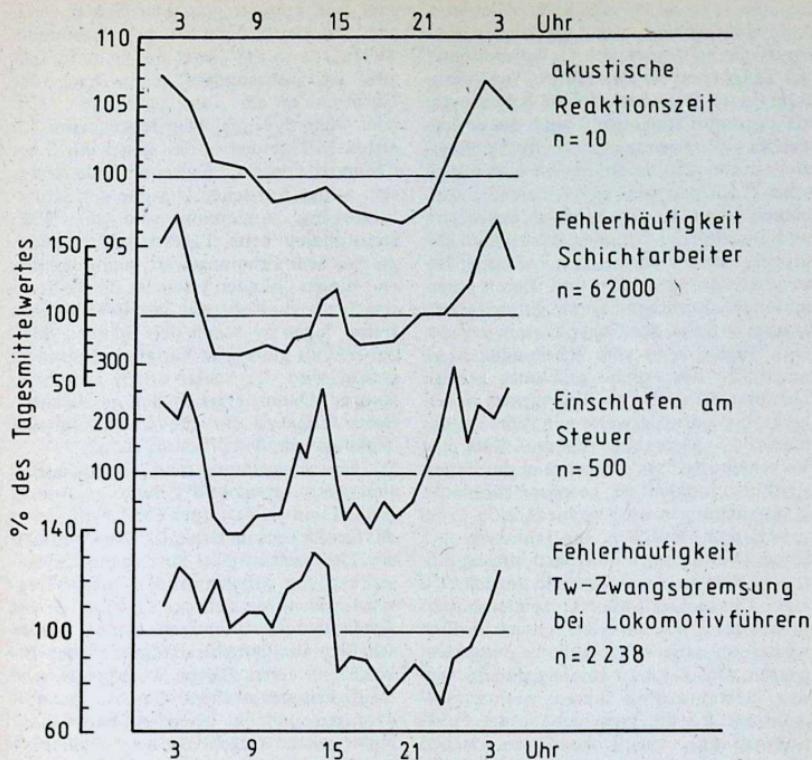


Abb. 2: Leistungsschwankungen während eines 24-Stunden-Tages: Akustische Reaktionszeit – Zeitspanne zwischen akustischem Signal und geforderter Handlung; Fehlerhäufigkeit von Schichtarbeitern bei der Aufzeichnung von Meßwerten in einem Gaswerk; Einschlafen am Steuer als Unfallsache; Zwangsbremse nach Ausbleiben der als Aufmerksamkeitskontrolle geforderten regelmäßigen Tastenbetätigung (aus Hildebrandt 1976).

schen einem akustischen Signal und der danach auszuführenden Handlung verstrechende Zeit. Diese Zeitspanne ist nach Mitternacht am längsten, eine zweite, jedoch nicht so auffällige Verlangsamung der Reaktion des Menschen auf akustische Signale erscheint am frühen Nachmittag. Bei Analysen der durch Einschlafen am Steuer verursachten Autounfälle traten die Stunden von 12.00 bis 15.00 und von 0.00 bis 5.00 Uhr hervor. Der Gesamtzustand des Organismus spielt für die Ausprägung der Leistungssenke um die Mittagszeit eine wichtige Rolle /8/. Sie ist erheblicher bei unregelmäßiger Lebensweise, bei längeren Schlafdefizit. In solchen Fällen wird der

24-Stunden-Rhythmus stärker durch den 12-Stunden-Rhythmus überlagert. Rhythmische Prozesse des Organismus beeinflussen die Arbeit des Menschen auch kürzerfristig. So geht das Einarbeiten am Beginn eines Arbeitstages nicht rasch und kontinuierlich mit linearer Leistungssteigerung vor sich. Es erstreckt sich über mehrere Stunden (dies insbesondere bei geistiger Tätigkeit) und erfolgt stufenförmig, sogar mit zwischenzeitlichem Leistungsabfall (Abb. 3). Das bedeutet bei gleichbleibender Leistungsanforderung ein unterschiedliches Ergebnis oder eine unterschiedliche Anspannung des Menschen, um eine solche Leistungsanforderung mit gleichblei-

bendem Ergebnis zu bewältigen. Dies wird dann zum Problem, wenn die Leistungsanforderung sehr hoch ist, wie bei bestimmten Tätigkeiten am Bildschirm, am Mikroskop (u. a.). Wissenschaftliche Arbeitsorganisation muß zunehmend auch durch eine weitere Optimierung des Arbeitsablaufregimes unter Einbeziehung chronobiologischer Gesichtspunkte gekennzeichnet sein. Schichtarbeit ist ökonomisch bedeutsam und aus vielerlei Gründen (kontinuierliche Prozesse in der chemischen Industrie, Betreuung von Menschen und Tieren, internationale Kommunikation, Energieerzeugung u. v. a.) in der Gegenwart unverzichtbar. Hierbei wird vom arbeitenden Menschen die körperliche und/oder geistige Leistung teilweise zu Tageszeiten abverlangt, die normalerweise zur Ruhezeit des tagaktiven Menschen gehören. Daß eine Verschiebung bzw. Umkehrung des Tagesrhythmus möglich ist, beweisen zahlreiche Untersuchungen an verschiedensten Lebewesen, den Menschen eingeschlossen. Flüge über mehrere Zeitzonen hinweg führen in dem neuen Zeitregime zunächst zu einer Desynchronisation einzelner Körperfunktionen, da sie sich unterschiedlich schnell an neue Zeitgeberbedingungen anpassen. Das kann zu einem vorübergehenden Leistungsabfall führen, auch zu Unwohlsein, bis die Verschiebung der Funktionsordnung entsprechend dem neuen Umwelttag abgeschlossen ist. Bei Schichtarbeit ist prinzipiell ebenfalls die Anforderung nach Umstellung der Körperfunktionen auf andere Zeitgeberbedingungen gegeben. Allerdings kommt es bei den arbeitsbedingten Schichtsystemen nie zu einer völligen Umstellung. Das liegt einerseits daran, daß die soziale Umwelt, desgleichen die geophysikalische, bei der Normalphasenlage geblieben ist. Zum anderen daran, daß die Schichtlage relativ häufig wechselt – am schnellsten bei 12-Stunden-Wechselschichten. Da soziale Zeitgeber – wie z. B. der Lebensrhythmus in der Familie – für den Menschen eine bedeutende Rolle spielen, wirken sie den Funktionsumstellungen entgegen. Das Wach-Schlaf-Verhalten ist relativ gut umstellbar, zögernder spricht jedoch u. a. der Tagesrhythmus der Körpertemperatur oder der Magensaftsekretion an. Diesen Gegebenheiten kann

man Rechnung tragen. Der Schlaf nach oder vor der Schicht ist ganz besonders wichtig, da in der Regel das Schlafdefizit groß ist, insbesondere, wenn nach der Nachschicht am Tage geschlafen wird oder wenn Frühschicht geleistet wird. Im ersten Fall werden in der Regel nur 5 bis 6 Stunden erreicht, im zweiten Falle ist das sehr zeitige Aufstehen Ursache der Schlafverkürzung. Außerdem sind die Tiefschlafphasen beim Tagesschlaf reduziert, so daß sein Erholungswert gemindert ist. Aus diesen Gründen erscheint die 12-Stunden-Wechselschicht mit jeweils mehreren freien Tagen zwischen den Schichtzyklen zur Zeit als günstigste Variante. Besonders gestört wird der Schlaf durch Lärmbelastungen. Daraus ergeben sich gesellschaftliche Aufgaben für die Gestaltung der Wohnumwelt, der Erholung (u. a.). So wie Anspannung und Entspannung, sind auch Arbeit und Erholung als eine Einheit und als Ausdruck der Rhythmität des Geschehens im Organismus zu betrachten. Demnach ist jede Überlegung zur Gestaltung von Arbeitsprozessen heute fragwürdig, wenn sie sich nur einseitig auf die Arbeitsabläufe orientiert, ohne wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse über Erholzeiten, deren Länge, Phasenlage und Häufigkeit entsprechend den Arbeitsanforderungen und in Übereinstimmung mit biologischen Gegebenheiten einzubeziehen. Ist eine Arbeitspause zu kurz, kann der notwendige Erholzeitbedarf u. U. nicht realisiert werden. Ist andererseits eine Arbeitspause zu lang, wird sehr viel Zeit benötigt, die volle Leistung danach wieder zu erreichen. Die Überprüfung der physiologischen Leistungsbereitschaft bei einer automatisierten manuellen Tätigkeit zeigte beispielsweise, daß im Tagesverlauf auf deutliche Unterschiede, z. B. zwischen Vormittag und Nachmittag, zu achten ist, was sicher Einfluß auf den Erholzeitbedarf zu verschiedenen Tageszeiten hat.

Leider fehlen hierzu aber noch genügend exakte Untersuchungen, die eine sinnvolle Anwendung chronobiologischer Erkenntnisse in diesem Zusammenhang zum Nutzen der Werktätigen gestatten.

Der Erholungswert der abendlichen Freizeit nach der Tagesarbeit besteht in der Möglichkeit, körperliche und psychische

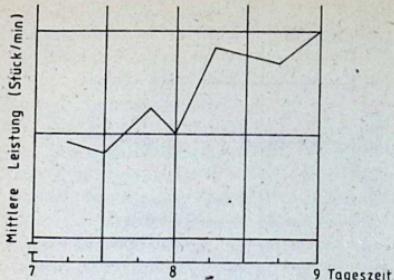


Abb. 3: Verlauf des Einarbeitens zu Beginn des Arbeitstages in eine manuelle, bereits geübte Tätigkeit (nach Ulmer aus Röhmert und Rutenfranz 1983).

Belastungen abzubauen, Energiespeicher zu regenerieren und die psychische Belastbarkeit damit zu erhöhen. Dieser Effekt kann am freien Wochenende wesentlich verstärkt werden – insbesondere dann, wenn aktiver Tätigkeitswechsel angestrebt wird. Heute ist bei vielen Arbeitsinhalten die körperliche Aktivität während der Freizeit ein wichtiges Element der Gesundehaltung. Durch die zwei arbeitsfreien Tage kommt es bereits zu adaptiven Umstellungen physiologischer und psychischer Funktionen, die einerseits die Leistungsfähigkeit in der kommenden Arbeitswoche verbessern, aber auch zu Readaptionsproblemen am Montag führen. An diesem ersten Arbeitstag sind statistisch die höchsten Unfallzahlen (auch die meisten Herzinfarkte bei Männern) der Woche feststellbar. Die Arbeitsleistung bleibt am Montag unterhalb des Wochenmittels. Dies kann aber die insgesamt positiven und notwendigen Wirkungen der Wochenenderholung nicht herabmindern.

Im Urlaub sind umfangreiche Möglichkeiten für die Rückführung beruflich bedingter Fehlanpassungen und vegetativer Regulationsstörungen gegeben /9/. Die Verbesserung der Zeitordnung des Organismus, u. a. meßbar anhand des Puls/Atemquotienten, der in ausgeglichinem Zustand 4:1 beträgt, ist ein wichtiges Ergebnis des Erholungsprozesses. Die körperliche Leistungsfähigkeit steigt, die Streßtoleranz nimmt zu. All dies tritt aber langfristig nur in Erscheinung, wenn die Urlaubsdauer

mindestens etwa drei Wochen zusammenhängend beträgt. Ähnliches ist für den Effekt von Kurauflenthalten festzustellen. Dabei ist jeweils an Umstellungskrisen zu denken, die nach Beginn eines Erholungsaufenthaltes und einige Tage nach Wiederaufnahme der Arbeit ein erhöhtes Erkrankungsrisiko mit sich bringen. Insgesamt bietet Milieuwechsel die beste Grundlage für einen Erholungseffekt, wobei allerdings die Urlaubsbelastungen sehr differenziert gewählt werden sollten.

#### *Geistige Tätigkeit, Lernen*

Aus chronobiologischer Sicht wird der Erfolg von Lern- und Studienprozessen nicht nur durch Willens-, Fähigkeits-, Motivations- u. ä. Komponenten beeinflußt, sondern auch durch die Zeiten, die zum Lernen gewählt werden oder dafür zur Verfügung stehen. So wie körperliche Anspannung nicht beliebig ausdehnbar ist, kann auch geistige Aktivität nicht unbegrenzt auf hohem Niveau gehalten werden. Im Gegenteil, bei intensiver geistiger Aktivität verkürzen sich die entsprechenden Hochleistungszeiten. Bereits minutenrhythmische Veränderungen der Aufmerksamkeit beeinflussen unsere Leistungsfähigkeit. Die Zeiten höchster Produktivität beim kreativen Menschen erstrecken sich nur über wenige Stunden am Tag, werden jedoch ergänzt – und dies ist unerlässlich – durch viele Stunden mittlerer geistiger Aktivität, die der Vorbereitung und Abarbeitung dienen. Deshalb ist es auch nicht möglich, aus einer voll fordernden Tätigkeit kurzfristig und unmittelbar in eine kreative andere Tätigkeit zu wechseln. Von Darwin wird berichtet, daß seine eigentlichen Schaffenszeit an seinen wissenschaftlichen Werken nur wenige Stunden am Vormittag einnahm und die Tätigkeiten des übrigen Tages mehr oder weniger eng mit diesem Hauptprozeß verbunden waren. Andererseits ist uns aus der Geschichte von Entdeckungen bekannt, daß in der entscheidenden Phase Forscherdrang und willentliche Anspannung zur extremen Ausdehnung des Arbeitstages führten. So ließ sich Röntgen im Zusammenhang mit der Entdeckung der „X-Strahlen“ wochenlang im Institut einschließen, ließ sich sein Essen bringen und war so völlig auf die Lö-

sung seines für die Menschheit so bedeutenden Problems konzentriert. Auf die langerdauernde Einarbeitungszeit bei geistigen Tätigkeiten hatten wir schon hingewiesen. So ist es nicht verwunderlich, wenn auch Schüler am Morgen und besonders am Montag Schwierigkeiten haben, sich sofort auf den Unterricht zu konzentrieren. Eine weitere rhythmische Gegebenheit, die Einfluß auf die Gestaltung des Unterrichts hat, ist die bei Schulkindern stärker als bei Erwachsenen hervortretende Mittagsenne der Leistungsfähigkeit. Durch Untersuchungen der Rechengeschwindigkeit konnte dieser Einschnitt deutlich gemacht werden.

Nach 15.00 Uhr steigt die Leistungsfähigkeit noch einmal für einige Stunden an. Eine angemessene Mittagspause von etwa zwei Stunden – gegebenenfalls bei Spiel und Sport – mit nachfolgender Wiederaufnahme geistiger Tätigkeit entspricht dieser Situation.

Lernvorgänge selbst erfolgen auch rhythmisch. Die Zerlegung von Lerninhalten in kürzere Einheiten fördert den Lernerfolg. Rhythmisches Sprechen führt zu besserer Einprägung als gleichmäßiges. Rhythmische Wiederholung ist eine Grundlage jedes Lernens. Außerdem fördert das Lernen vor dem Schlafen den Übergang der Lerninhalte aus dem Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis, wobei zwischen Lernen und Schlafengehen keine anderen starken Eindrücke (z. B. Fernsehen) mehr liegen sollten.

Bei Leistungsforderungen an Kinder ist an die altersabhängig unterschiedliche Stabilität der biologischen Rhythmen zu denken. Im jüngeren Schulalter ist die Mittagsenne der Leistungsfähigkeit so deutlich, daß sie teilweise mit Schlafbedürfnis verbunden ist. Dies hat seine Ursache im Tagesgang der endogenen Rhythmus (Abb. 4), ergänzt durch den Grad der Beanspruchbarkeit, der altersabhängig und individuell unterschiedlich ist. Die Zeitordnung ist bei Kindern durch Überlastung, durch Krankheit leichter störbar als bei Erwachsenen. Deshalb ist ein geordneter Tagesablauf mit einem begründeten Wechsel zwischen Belastung und Entlastung auch aus dem Verständnis chronobiologischer Grundlagen für Wohl-

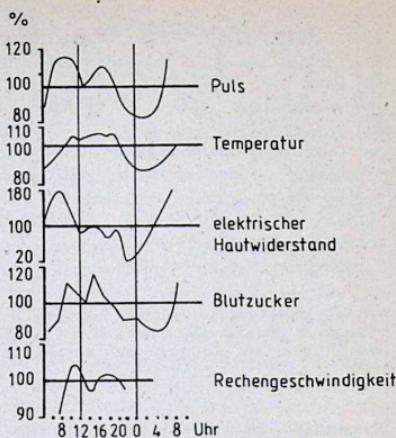


Abb. 4: Tagesgang verschiedener Parameter bei Schulkindern als prozentuale Abweichung vom 24-Stunden-Mittelwert. Für die Rechengeschwindigkeit wurden nur am Tage Werte gemessen (u. a. nach Hellbrügge 1977).

befinden und Leistungsfähigkeit anzustreben.

Literatur kann bei der Redaktion angefordert werden.

#### AIDS-Erreger direkt nachweisbar

Kalifornische Wissenschaftler entwickelten einen Test, mit dem ein einziger AIDS-Erreger im Blut bereits nachweisbar sein soll, wenn der Organismus noch gar keine Antikörper gebildet hat. Der Test beruht auf der Methode der DNA-Hybridisierung. Mittels einer gentechnisch hergestellten DNA-Sonde kann die DNA des Virus gefunden werden. Mit einer Zulassung des Tests wird in zwei Jahren gerechnet. Für den Routineeinsatz muß der Test noch vereinfacht werden.

Quelle: Wissenschaft und Fortschritt. – 39(1989)3

In den Industrieländern werden 30 % bis 40 % des industriell verarbeiteten Silbers in der Filmindustrie verbraucht. Röntgenfilme benötigen z. B. 10 g bis 16 g Ag/m<sup>2</sup>. Eine Rückgewinnung des Edelmetalls kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Die Verbrennung vernichtet das Filmmaterial und die Abgase müssen entsorgt werden. Beim chemisch-enzymatischen Verfahren entsteht aus dem Gelatinespaltungsprozeß ein Medium mit hoher Viskosität, das die Rückgewinnung erschwert. Nach Fällung mit Eisenchlorid und Natronlauge verbleibt eine relativ hohe Restkonzentration im Abwasser. Zur Zeit bemühen sich u. a. Wissenschaftler des Kombinats für Metallaufbereitung, spezielle Populationen von Mikroorganismen, z. B. *Pseudomonas* B-132, einzusetzen, um die Gelatineemulsion der Filme abzutrennen und abzubauen, die unlöslichen Silberverbindungen abzufüllen und die löslichen Verbindungen an die mikrobielle Biomasse zu binden. Aus dieser ist eine effektive Rückgewinnung möglich. [spektrum. – 19(1988)12. – S. 10]

Das Myzel des Pilzes *Polyporus versicolor* scheidet ein Enzym ab, das in der Lage ist, Lignin abzubauen. Kalifornische Forscher entwickelten ein Verfahren, mit diesem Pilz einige Kohlelagerstätten zu beimpfen, in denen noch viele Substanzen mit einem ligninähnlichen Aufbau enthalten sind. Auf diese Weise war es möglich, diese minderwertige Kohle zu einer wasserlöslichen, viskosen Masse zu verflüssigen, abzupumpen, zu verarbeiten und zu einem brauchbaren Brennstoff zu raffinieren. [Technische Gemeinschaft. – 36(1988)12. – S. 14]

Bienen tragen im Hinterleib winzige Magnetkristalle ( $FeO \cdot Fe_2O_3$ ). Diese wirken wie ein „magnetisches Navigationssystem“. Sie orientieren die Tiere bei Experimenten auf in elektromagnetischen Feldern liegende Futterquellen. [Journ. of Experim. Biology. – Vol. 141(1989). – S. 447]

In der Tiefe der Weltmeere leben Tiere, die

ihre Beute durch Lumineszenz anlocken. Dieses durch biochemische Reaktionen bewirkte „kalte Leuchten“ wird durch Mikroben erzeugt, die auf der Haut der Fische leben. Ein Vertreter der strahlenden Bakterien ist *Photobacterium phosphoreum*. Bereits geringe Belastungen des Wassers der Tiefsee mit organischen Substanzen verändern die Lichtintensität der Mikroben. Man hat diese Eigenschaft für die Bioindikation des Verschmutzungsgrades von Abwässern genutzt und setzte das Photobakterium als „Frühwarnsystem“ in Abwasseranlagen ein. Es stellt sein Leuchten bereits ein, bevor die abbauenden Mikroorganismen durch eine zu starke Belastung des Wassers geschädigt werden. Da die Photobakterien aber zu sensibel reagieren, transplantierte man die genetische Substanz für das Leuchten mit Hilfe der Gentechnik in normale „Kläranlagen-Bakterien“. Es entstand der Bakterienstamm K 70 pDB 101, der nicht mehr überempfindlich ist. Die Abnahme der Lichtintensität kann mit einem Luminometer gemessen werden. Dessen Werte geben Hinweise auf notwendige Maßnahmen zur Veränderung der Belastung des Abwassers mit organischen Stoffen. [Kosmos. – 85(1989)3. – S. 45]

Forscher der Universität von Kalifornien in Berkeley haben winzige mechanische Bauelemente aus Silizium entwickelt. Mit ihnen war es möglich, den kleinsten funktionsfähigen Motor der Welt zu konstruieren. Die Mikromaschine hat den unvorstellbar kleinen Durchmesser von etwa 60 µm. Sie kann nur mit dem Elektronenmikroskop beobachtet werden und könnte bequem in einem menschlichen Haar untergebracht werden. Als Anwendungsfeld der sich in Zukunft rasch entwickelnden Mikromechanik wird vor allem die Medizin prognostiziert. Entsprechende Kleinstmaschinen könnten in der Mikrochirurgie, z. B. bei Operationen an der Netzhaut und bei Arbeiten innerhalb des Blutgefäßsystems eingesetzt werden. [Kosmos. – 85(1989)3. – S. 38]

Dr. Hellmut Räuber (Dresden)

Wissenschaft im Dialog. Wissenschaft für den Fortschritt – Fortschritte der Wissenschaft. Herausgegeben im Auftrag des Präsidiums der URANIA v. L.-G. Fleischer und G. Banse. – Urania Verlag, – Leipzig, Jena, Berlin, 1988. – 330 Seiten, 9,80 M

Die 31 Autoren dieses Buches vermitteln grundlegende und neue wissenschaftliche Ergebnisse sachgerecht, populär und attraktiv, um weltanschauliche, ökonomische und politische Einsichten zu vertiefen. Das Buch leistet auf diese Weise einen wirkungsvollen Beitrag, daß jeder durch die Wissenschafts- und Technikentwicklung Betroffene und an ihr Beteiligte die gesellschaftlichen Notwendigkeiten und Auswirkungen wissenschaftlicher Erkenntnisse beurteilen und sie bewußt nutzen kann. Die einzelnen Beiträge sind zumeist aus Sendungen der Reihe „URANIA im Funk“, aus Beiträgen zu URANIA-Konferenzen oder speziellen Fachbeiträgen hervorgegangen.

Mit den zwei Kapiteln „Wissenschaft für den Fortschritt“ und „Fortschritte der Wissenschaft“ ist eine Struktur gegeben, um die die einzelnen Beiträge sinnvoll gruppiert und von vornherein sowohl die gesellschaftliche Einbindung der Wissenschaftsentwicklung wie ihre soziale Funktion thematisiert werden. Es wird ein vielfältiges Spektrum erfaßt, so Physik, Chemie, Biologie, Kosmologie, Informatik/Elektronik, Geschichte, Soziologie, Philosophie, Wissenschaftstheorie sowie Politik- und Wirtschaftswissenschaften.

In den Beiträgen wird nicht bei den „rein“ fachwissenschaftlichen Inhalten stehengeblieben, sondern in starkem Maße sozialen, weltanschaulichen und wissenschaftsethischen Fragestellungen nachgegangen. Deutlich wird, daß viele der gegenwärtig vor der Wissenschaftsentwicklung wie Gesellschaftsgestaltung stehende Probleme eine interdisziplinäre Herangehensweise erfordern.

Das vorliegende Buch erhebt mit dem Titel „Wissenschaft im Dialog“ nicht nur einen hohen Anspruch, sondern löst ihn auch

ein. Die Beiträge geben Antworten auf aktuelle Fragen, gewähren Einblicke in die „Werkstatt der Wissenschaft“, eröffnen verschiedenartige Bereiche des Mikro- wie des Makrokosmos, vor allem jedoch stellen sie Gesellschaft, Natur, Technik und Denken als in ständiger Veränderung und Entwicklung befindlich dar. Damit wird auch die Neugier des Lesers auf Kommandes, Zukünftiges gerichtet. Auf diese Weise will und kann das Buch bilden, motivieren und überzeugen.

Reinhard und Ilka Renneberg: Von der Backstube zur Biofabrik. – Der Kinderbuchverlag. – Berlin, 1988 (1. Aufl.). – 108 S.; 73 z. t. farb. Abb.; 10,50 M

In 6 Kapiteln vermitteln die Autoren gut verständlich die Geschichte der Nutzung von Mikroben. Dabei haben sie es ausgezeichnet verstanden, den Leser in die jeweils damit zusammenhängenden Probleme einzuführen, die Wissenschaftler zu lösen hatten und haben. Anschaulich wird z. B. geschildert, wie van Leeuwenhoek der Menschheit die Welt der Mikroorganismen eröffnete, wie Pasteur und Koch die Grundsteine für die Nutzung dieser Lebewesen in Biotechnologie und Medizin legten, und wie neben der Erforschung von Impfstoffen nach Medikamenten gesucht wurde und wird, die Krankheitserreger gezielt vernichten. Bei einem „Besuch in einer Biofabrik“ wird der Leser mit biotechnologischen Verfahren und den zu beachtenden Bedingungen vertraut gemacht. Im Anschluß daran gehen die Autoren auf die moderne Forschung zur Manipulation von Mikroben ein. Sie stellen bereits erreichte Resultate in den beiden letzten Kapiteln „Biotechnologen helfen im Kampf gegen Hunger, Energie- und Rohstoffmangel“ und „Die neuen Resultate der Bioindustrie“ dar und deuten wissenschaftliche und technische Voraussetzungen an, die „helfen können, daß alle Menschen der Erde gesund und glücklich leben“.

Dieses Buch ist für Leser von 12 Jahren an geschrieben. Es kann m. E. aber mit großem Gewinn auch vom Lehrer für den Unterricht und in ihm genutzt werden.

Käthe Mewes (Berlin)

## Содержание 12/89

- 449 Бретшнейдер: Эволюционная теория познания и что она может.
- 455 Обсуждение: Новое постановление о проведении экзаменов
- Указания к подготовке к экзаменам и их содержание в 10 классе (проект)
  - Указания к подготовке к экзаменам и их содержание в 12 классе (проект)
- 464 Беседа
- 467 Аличе: Экзамен — проверка узловойности.
- Браунерт: Устные экзамены в 10 классе — опыт и предложения.
- 472 Бреме/Лепель: Ориентация на главное на уроках на тему «Одноклеточные и многоклеточные беспозвоночные животные» в 6 классе.
- 480 Шифер: «Генетика в 12 классе» при изменяющейся предварительной подготовке в 10 классе
- 482 Ничмани: Чего я ожидаю от будущего студента?
- 489 Лепс: Фридрих Дааль (1856—1929) — пионер экологии.

Перевод содержания на русский язык 1/90 будет опубликован в следующем номере.

## Indice 12/89

- 449 Bretschneider: Lo que es, que puede la teoría del conocimiento evolucionaria
- 455 Hablando de otro reglamento de exámenes:
- Indicaciones conforme a las asignaturas con respecto a la preparación y al contenido de los exámenes finales (bosquejo)
  - Indicaciones conforme a las asignaturas con respecto a la preparación y al contenido de los exámenes de bachillerato superior (bosquejo)
- El habla
- 464 Litsche: Exámen—prueba de rendimiento
- 467 Braunert: Exámenes finales—experiencias y propuestas
- 472 Brehme/Lepel: Programación de las clases encaminadas a centros de gravedad con respecto a la materia «Animales monocelulares y animales invertebrados pluricelulares» — 6to. grado
- 480 Schifer: «Genética en el 12mo. grado» bajo rendimientos previos del 10mo. grado
- 482 Nitschmann: ¿Qué es lo que espero de los bachilleres que ingresan en las escuelas superiores?
- 489 Leps: Federico Dahl (1856—1929)—un pionero de la ecología

La versión española del índice 1/90 se publica en el próximo número de la revista.

## Contents 12/89

- 449 Bretschneider: Evolutionary theory of cognition—what is it and what can it do?
- 455 Under discussion: New examination regulations
- Subject-related hints on the content and preparation of the final exams (draft)
  - Subject-related hints on the content and preparation of the school-leaving examinations (draft)
  - Discussion
- 464 Litsche: Examination — proficiency test
- 467 Braunert: Oral final exams — experience and suggestions
- 472 Brehme/Lepel: Concentrating on essentials in teaching the Unit "Unicellular organisms and multicellular invertebrates" (form 6)
- 480 Schifer: "Genetics in form 12" in view of the different work done in form 10
- 482 Nitschmann: What do I expect of school graduates who enter university?
- 489 Leps: Friedrich Dahl (1856—1929)—a pioneer of ecology

The English translation of the table of contents 1/90 is published respectively in the following issue on one of the last pages.

## Sommaire 12/89

- 449 Bretschneider: Qu'est-ce que c'est la théorie de la connaissance et que peut-elle faire?
- 455 Sujet de la discussion: Nouvel ordre pour l'examen
- Remarques spécifiques pour la préparation et sur le contenu de l'examen final (projet)
  - Remarques spécifiques pour la préparation et sur le contenu du baccalauréat (projet)
  - La discussion
- 464 Litsche: Examen — examen des résultats
- 467 Braunert: Examen final oral — expériences et propositions
- 472 Brehme/Lepel: Enseignement orienté sur des points capitaux sur le sujet «Animaux unicellulaires et vertébrés pluricellulaires» — classe 6
- 480 Schifer: «Génétique dans la classe 12 sur la base des connaissances préalables changées de la classe 10
- 482 Nitschmann: Qu'est-ce que j'attends des bacheliers qui viennent à l'université?
- 489 Leps: Friedrich Dahl (1856—1929) — un pionnier de l'écologie

La traduction française de la table des matières 1/89 est donnée sur l'une des derniers pages de la revue.

## Autoren dieses Heftes

### *Prof. Dr. med. habil. Karl Hecht*

Direktor des Instituts für Pathologische Physiologie, Bereich Medizin (Charité) der Humboldt-Universität zu Berlin

### *Prof. Dr. sc. paed. Ingrid Heinzel*

Leiterin des WB Methodik des Biologieunterrichts, Päd. Hochschule „Dr. Theodor Neubauer“, Erfurt/Mühlhausen

### *Thomas Kraubmann*

Fachlehrer für Biologie/Chemie, Oelsnitz

### *StR Dr. paed. Georg Litsche*

Fachlehrer für Biologie, Berlin

### *Prof. Dr. sc. phil. Rolf Löther*

Forschungsgruppenleiter, Zentralinstitut für Philosophie, Akademie der Wissenschaften der DDR, Berlin

### *Doz. Dr. sc. Horst-Gerald Mletzko*

Oberassistent, Sektion Marxismus-Leninismus, Päd. Hochschule „Liselotte Hermann“, Güstrow

### *Prof. Dr. sc. nat. Ingrid Mletzko*

Stellv. Direktorin, Sektion Biologie/Chemie, Päd. Hochschule, Halle-Köthen

### *OL Dr. paed. Frank Schubert*

Wiss. Oberassistent, Zentralinstitut für Schulfunk und Schulfernsehen, Potsdam

### *Dr. sc. phil. Ulrich Sucker*

Wiss. Oberassistent, Sektion WTO, Humboldt-Universität zu Berlin

---

### *„Biologie in der Schule“*

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

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

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

**Lizenznummer und Lizenzgeber:** 1361, Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrats der Deutschen Demokratischen Republik

**Gesamtherstellung:** (140) Druckerei Neues Deutschland, Berlin

**Redaktionsschluß:** 6. Dezember 1989

**Erscheinungsweise und Preis:** Monatlich einmal, Einzelheft 1,- M, im Abonnement vierteljährlich (3 Hefte) 3,- M. 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

### „Vor Neid erblassen“?

Streß – ein biopsychosoziales Phänomen

Hecht, Karl. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 1. – S. 1–5

Der Autor kennzeichnet das biopsychosoziale Wesen des Menschen sowie Erscheinungsformen von Streßreaktionen und vermittelt Hinweise für die Prophylaxe gegen das Entstehen von Disstress.

### Blickpunkt Chronobiologie

Mletzko, Ingrid, u. Horst-Gerald Mletzko. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 1. – S. 37–44

In allgemeinverständlicher Sprache führen die Autoren in den Gegenstand der Chronobiologie ein. Anhand aktueller Forschungsergebnisse werden z. T. bekannte Phänomene des rhythmischen Verlaufs von Lebensprozessen bei Pflanzen, Tieren und vor allem beim Menschen erläutert, zueinander sowie zu Umweltrhythmen in Beziehung gebracht und Schlussfolgerungen für Maßnahmen und Verhaltensweisen abgeleitet, die die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Kindern und Erwachsenen erhalten bzw. fördern helfen.

### Der Unterricht in Klasse 10 – bringt er Fortschritte?

Schubert, Frank. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 1. – S. 19–23

Der Autor listet Probleme im Biologieunterricht Klasse 10 auf. Dabei unterzieht er die Stoffauswahl und -anordnung im derzeit gültigen Lehrplan einer kritischen Wertung. Er entwickelt Vorschläge für eine seiner Erfahrung nach effektivere Vermittlung von Wissen und Können zur „Vererbung“ und „Evolution der Organismen“.

### Zum Vergleichen im Biologieunterricht der Klassenstufe 5

Heinzel, Ingrid. – In: Biologie in der Schule. – Berlin 39 (1990) 1. – S. 31–33

Verschiedene Niveaustufen des Vergleichs im Unterricht Biologie Klasse 5 werden kenntlich gemacht. Die Autorin unterbreitet zur didaktisch-methodischen Bewältigung der diesbezüglichen Lehrplananforderungen Vorschläge, die schulpraktisch mit Erfolg erprobt wurden. Dazu gehören u. a. Aufgabenfolgen, die die Schüler zum planmäßigen Vorgehen beim Vergleichen befähigen sollen.

31 34

## **Lieferbare Literatur für den Biologieunterricht (Auswahl)**

### **Biographien bedeutender Biologen**

Eine Sammlung von Biographien.  
Herausgegeben von Prof. Dr. Werner Plesse und Dieter Rux.  
384 S., 198 Abb., Ganzgewebe, DDR 16,50 M, Ausland 23,30 DM  
Bestellangaben: 707 130 8/012524 Biographien Biolog  
ISBN 3-06-012524-4

Baer, Heinz-Werner

### **Biologische Schulexperimente**

200 S., 140 Abb., Pappband, DDR 12,50 M, Ausland 17,50 DM  
Bestellangaben: 706 936 3/012118 Biol.Schulexperim.  
ISBN 3-06-012118-4

Schlüter, Werner

### **Mikroskopie für Lehrer und Naturfreunde**

Eine Einführung in die biologische Arbeit mit dem Mikroskop.  
336 S., 325 Abb., Pappband, DDR 9,40 M, Ausland 25,00 DM  
Bestellangaben: 706 215 3/012108 Mikroskopie  
ISBN 3-06-012108-7

### **Kurzweil durch Biologie**

Von Gerhard Grüninger, Klaus Klopfer und Ullrich Sedlag.  
192 S., 130 farb. Fotos u. Illustrationen, Pappband, DDR 12,60 M, Ausland 20,50 DM  
Bestellangaben: 709 398 8/011717 Kurzweil Biologie  
ISBN 3-06-011717-9

Bestellungen sind an den Buchhandel zu richten.



**Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin**