

**Zeitschrift:** Schweizerische Lehrerzeitung

**Herausgeber:** Schweizerischer Lehrerverein

**Band:** 91 (1946)

**Heft:** 48

**Anhang:** Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, November 1946, Nummer 6 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

**Autor:** Lehmann, F.E. / Schönmann, W. / Alder, M.

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 28.07.2025

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

# ERFAHRUNGEN IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

MITTEILUNGEN DER VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER NATURWISSENSCHAFTSLEHRER  
BEILAGE ZUR SCHWEIZERISCHEN LEHRERZEITUNG

NOVEMBER 1946

31. JAHRGANG • NUMMER 6

## Was erwartet der Hochschullehrer vom Biologieunterricht an der Mittelschule?

Von Prof. F. E. Lehmann,  
Zoologisches Institut der Universität Bern \*)

### I. Was erwarten wir heute von den Mittelschulen?

Als mir die freundliche Einladung des Vorstandes Ihrer Gesellschaft zuzuging, heute vor Ihnen zu sprechen, da war mir von Anfang an klar, dass die scheinbar so einfache Frage, die Sie zur Diskussion stellten, wohl zu einer vielseitigen Aussprache einlädt, aber keine eindeutige und auch keine umfassende Antwort in der uns zur Verfügung stehenden Zeit zulässt. *Eindeutig* kann die Antwort deshalb nicht sein, weil ich nicht als «der» Repräsentant der Hochschulen sprechen darf, sondern nur meine persönliche Ansicht vortragen kann, die sich allerdings auf viele Erörterungen mit Kollegen von Hochschulen und Mittelschulen stützt. Zu grossem Dank bin ich verpflichtet für die Ueberlassung von Literatur, Manuskripten und für zahlreiche wertvolle Hinweise Prof. F. Baltzer, den Gymnasialrektoren Dr. H. Fischer, Biel, und Dr. W. Müri, Bern, sowie verschiedenen Kollegen vom Gymnasium, insbesondere Dr. K. Escher, Zürich, Dr. W. Schönmann, Biel, und Dr. M. Walther, Bern.

Ebensowenig dürfen Sie eine *umfassende Beantwortung* der gestellten Frage von mir erwarten. Das würde viel zu viel Zeit beanspruchen. So bleibt mir nur der Ausweg, unter den Wünschen des Hochschullehrers an den Biologieunterricht der Mittelschule eine bestimmte *Auswahl* zu treffen. Dabei wollen wir zunächst die Frage aufwerfen, welche wichtigen Bildungsaufgaben der Mittelschule heute zugewiesen werden. Dann lässt sich auch die Frage sinnvoll prüfen, welche besondere Rolle der Biologie im Rahmen des allgemeinen Bildungsprogramms der Mittelschule zufällt.

Ueber die allgemeinen Zielsetzungen der Mittelschule und über ihre Bildungsaufgaben existiert eine umfangreiche Literatur. Wer nur einen Teil dieser oft sehr eindrucksvollen und zutreffenden Ueberlegungen liest, der wird mit einer gewissen Resignation feststellen, welches Missverhältnis besteht zwischen der tatsächlichen Umgestaltung des Mittelschulunterrichtes und den grossen geistigen Anstrengungen, die darauf hin zielen.

Die schweizerische Mittelschule hat zweifellos eine Aufgabe mit Erfolg gelöst: die Erarbeitung einer guten Technik in der Rezeption eines umfangreichen Wissensstoffes und Kulturgutes. In der Regel verfügen

\*) Vortrag, gehalten vor der Vereinigung Schweiz. Naturwissenschaftslehrer in Lausanne am 15. Oktober 1946.

heute ihre fähigen Absolventen über eine ansehnliche Breite von Kenntnissen. Das gilt auch für die Biologie. Dieser Umstand sollte nicht zu gering eingeschätzt werden. Die *Technik des Lernens* und der Assimilation von Geistesgütern gehört zum Rüstzeug des Intellektuellen wie die Technik des Uebens zum Rüstzeug des Musikers. Es trägt aber jede Technik die Gefahr in sich, dass sie zum Selbstzweck wird. Es wird eine immer neue Aufgabe für uns Lehrer sein, die richtige Mitte zwischen einem Zuviel und einem Zuwenig in der rezeptiven Arbeit zu treffen. Wenn man im übrigen heute Zweifel an der Güte unserer Mittelschulbildung äussert, so wird man dabei niemals die Bedeutung der Intellektschulung durch sorgfältige Lernarbeit gering schätzen dürfen. Die Kritik wendet sich weniger gegen diese Arbeit im Prinzip als gegen ihre Uebertreibung und den übermässigen Drang nach einem sterilen enzyklopädischen Wissen. Beides begünstigt ausgesprochen rezeptiv veranlagte Schüler und verhindert die volle Entfaltung der initiativen und phantasiereichen Veranlagungen, also gerade derjenigen, die das Zeug zu schöpferischen Menschen in sich tragen. Die grössten Mängel aber der heutigen Mittelschulbildung liegen, wie aus den Berichten der Tagungen des Vereins schweizerischer Gymnasiallehrer und denjenigen der Arbeitsausschüsse der schweizerischen Mittelschulrektoren hervorgeht, auf einer ganz andern Ebene. Ueber der Intellektschulung wurden die Aufgaben vergessen, die sich auf die Erziehung zu selbständigem Denken und Handeln, auf die Gemüts- und Willensbildung, auf die Entwicklung einer gesunden Arbeitsethik und auf die Erziehung zur Gemeinschaftsarbeit beziehen. Folgende Wünsche erscheinen uns darum als besonders wesentlich:

1. Es sollten die Schüler zu *selbständigem, klarem und sauberem Denken* erzogen werden. Ebenso wichtig ist eine schlichte und treffende Ausdrucksweise in Schrift, im Gespräch und in der freien Rede. Selbst unsere gutbegabten Studierenden empfinden es sehr stark, dass sie in dieser Hinsicht eine ungenügende Ausbildung erfahren haben. Sie möchten gerne diskutieren und können es meist nicht, weil es ihnen an der nötigen Gewandtheit fehlt. Zudem fühlen sie sich auch sehr gehemmt durch ihre Erfahrungen aus der Mittelschulzeit, in der oftmals jede Antwort mit einer Note qualifiziert wurde.

2. Die *Gemüts- und Willensbildung* sollte bewusster gepflegt werden. Gute intellektuelle Leistungen sind nur möglich, wenn das Gemüt positiv beteiligt ist und die Willenskraft sich ungebrochen entfalten kann. Heute bemerken wir jedoch oftmals, dass auch begabte junge Studierende keine Freude an der eigenen Leistung empfinden und dass es ihnen an der Ein-

sicht fehlt, es sei etwas Schönes und Wertvolles, wenn eine Arbeit um ihrer selbst willen handwerklich sauber ausgeführt werde. Oftmals finden wir, dass *eine gesunde Arbeitsethik* bei den jungen Leuten weitgehend fehlt, weil sie sich daran gewöhnt haben, ihre Arbeit nur um einer guten Note willen zu machen. Gerade schwächere Charaktere haben an der Universität die grösste Mühe, sich von dieser Notenmentalität wieder frei zu machen. In einer Zeit, in der brauchbare Methoden entwickelt wurden, um menschliche Leistungen auf Grund psychologischer Erfahrungen sehr differenziert zu bewerten, erscheint das heute noch geübte Notensystem als reichlich veraltet.

3. An der Erziehung zur *Gemeinschaftsarbeit* fehlt es ebenfalls bedenklich. Die meisten jungen Leute kommen an die Hochschule ohne jedes Verständnis dafür, dass es auch bei geistiger Arbeit Arbeitskamaradschaft und Solidarität geben kann, denn sie haben das an der Mittelschule meist nicht kennen gelernt. In dieser Hinsicht wirkt sich das Leben in den naturwissenschaftlichen Instituten der Universitäten sehr erzieherisch aus, eine Tatsache, die in ihrer ganzen Tragweite von manchen Geisteswissenschaftlern, die für die Mittelschulprogramme verantwortlich sind, auch heute noch nicht voll erfasst worden ist. Es ist eine der grössten Gefahren des Intellektuellen, sich zum ästhetisierenden und egoistischen Einzelgänger zu entwickeln, der für seine nichtakademischen Volksgenossen nur ein dünnkelhaftes Lächeln übrig hat. Gegen diese Gefahr muss schon die Schule ankämpfen, indem sie die Gemeinschaftsarbeit fördert.

4. Schliesslich sollte die Mittelschule auch die Schule einer richtigen Kultur sein, sowohl für den Einzelnen wie auch für die Gesellschaft. Hierzu gehört nicht nur die Entfaltung der intellektuellen Veranlagungen in ihrer ganzen Breite, sondern auch die Pflege des Musischen, der eine tiefe gemütsbildende Wirkung zukommt.

Dass eine höhere Schule diese Aufgaben nur erfüllen kann, wenn die Mehrzahl ihrer Schüler entsprechende Veranlagungen mitbringt, darf nicht vergessen werden. Heute finden wir jedoch an Mittel- und Hochschulen eine grosse Menge von Mittelmässigen, vor allem rezeptiv Veranlagten, die sich mit Fleiss den sogenannten Auslesebedingungen anpassen. Es sind reine «Berufsschüler», die nur nach einer fachlichen Abschlussprüfung für einen der heute so zahlreichen intellektuellen Berufe streben. Damit stellt sich für uns heute die noch völlig ungelöste Frage, wie wir die vielen Berufsschüler an unseren höheren Lehranstalten unterrichten und dabei doch den Reichveranlagten eine besondere Förderung angeeignen lassen. Bei der Prüfung dieser Frage wird man sich von der erbpsychologisch unhaltbaren Auffassung freimachen, dass an der Erbmasse eines Menschen doch nichts zu ändern sei. Wir sind heute nicht in der Lage, die ererbte Veranlagung eines jungen Menschen in ihren ganzen Entwicklungspotenzen zu erkennen. Wir können nur recht grobe Differenzen in der Veranlagung, und auch diese nicht in allen Fällen erkennen. Dagegen erscheint eine feiner differenzierte «negative» Auslese gerade der Jugendlichen, die sich vor allem auf rezeptive Leistungen stützt, heute noch als sehr fragwürdig, besonders auch deshalb, weil sich die Auslesemethoden, die M. Zollinger propagierte, noch in keiner Weise mit den modernen erbpsychologischen Erfahrungen auseinandergesetzt haben. Viel weniger

gefährlich erschiene mir eine Form der positiven Auslese, indem man den Gutbegabten besondere Möglichkeiten der Förderung bietet, auf die Mittelmässigen keinen Anspruch erheben können. Bei all diesen Massnahmen haben wir uns vor Augen zu halten, dass, wie uns die Erbpsychologie gezeigt hat, beim Menschen die seelische Entwicklung, vor allem diejenige des Gemütes, durch ein ungünstiges Milieu stark gehemmt und durch ein günstiges merkbar gefördert wird. Es muss unsere Aufgabe sein, die Arbeit an Mittel- und Hochschule so zu gestalten, dass in erster Linie den gut und reich veranlagten jungen Menschen eine möglichst vielseitige Entfaltung ihrer Fähigkeiten in selbständiger und vertiefter Arbeit gewährleistet wird, ohne ihnen die heiteren Seiten des Daseins zu verbauen. Nur so können sie wirklich in die kulturellen und sozialen Aufgaben unserer Zeit hineinwachsen und später aktiv an ihnen teilnehmen.

## II. Von den Lehrzielen der Biologie

Was kann nun die Biologie an der Mittelschule leisten, um dieser Aufgabe erfolgreich zu dienen? Die Frage berührt zwei Probleme, nämlich die Eigenart der Biologie als Lehr- und Arbeitsgebiet sowie das menschliche Verhalten von Lehrern und Schülern als Arbeitenden im Kreise der Biologie. Bei unserer Betrachtung, die sich vielfach nur auf Andeutungen beschränken muss, wollen wir vor allem prüfen, wie weit die Biologie dank ihrer besonderen Arbeitsweise in dem von uns umrissenen Sinne bildend wirkt, wir wollen aber auch versuchen, die Schwierigkeiten und Grenzen des Biologieunterrichts an der Mittelschule deutlich zu machen.

Die Biologie bietet drei Aspekte, mit denen die Schüler unserer Mittelschulen vertraut werden sollten:

1. Die Lebewelt muss als fundamentaler Bestandteil unserer Umwelt in ihrem ganzen Umfang erkannt werden. Ihre Formenmannigfaltigkeit sollte an eindrucksvollen Beispielen ebenso eindrucklich gemacht werden, wie ihr Reichtum an Lebensäusserungen. Ihre Bedeutung für das Bild der Heimat muss anschaulich erfasst werden.

2. Charakteristische Baupläne und Leistungen der Organismen sollen in ihrer Naturgesetzlichkeit analysiert werden, wobei Wert darauf zu legen ist, dass die Ordnung in der Mannigfaltigkeit erkannt wird. Bei dieser Arbeit darf nicht verschwiegen werden, dass die innere Ordnung des Lebens nicht bis ins letzte durchschaubar ist. Hier lassen sich naturphilosophische Betrachtungen über Aufgaben und Grenzen biologischer Erkenntnis anknüpfen.

3. Es muss erkannt werden, dass der Mensch als Lebewesen um die Grenzen, die ihm durch seinen Bau, seine Leistungen und das Vererbungsgeschehen gesetzt sind, wissen muss und dass er nicht ungestraft gegen sie verstossen kann. Ebenso sind die Besonderheiten des Menschen, wie sie etwa in Huxley, «The uniqueness of man», oder in den Schriften von A. Portmann dargelegt sind, an typischen Beispielen zu erarbeiten, wobei auch die Eigengesetzlichkeit seiner geistigen Sphäre betrachtet werden muss. Dieses Thema bietet reichlich Anknüpfungspunkte für philosophische Betrachtungen.

Die Besonderheit der Biologie liegt in der unmittelbaren Anschaulichkeit von Lebensformen und Lebensleistungen, insbesondere sind es die visuellen Phänomene, die oftmals eine stark ästhetische Wirkung auf

das Gemüt ausüben. Ferner macht die unmittelbare Beziehung der Lebensvorgänge zu den Daseinsgrundlagen der eigenen Person auf viele Menschen starken Eindruck. Zudem bietet die Biologie die Möglichkeit, durch relativ einfache Beobachtungen und unkomplizierte Abstraktionen zur Einsicht in Gesetzmässigkeiten zu gelangen, die für mathematisch weniger begabte Menschen leichter zugänglich sind, als die physikalischen und chemischen Gesetze. Somit ist die Biologie ein denkbar günstiges Arbeitsfeld für die Einführung in die Naturwissenschaft überhaupt und insbesondere für die Ausbildung der verschiedensten Fähigkeiten von der praktisch-konkreten Betätigung bis zur abstrakten Formulierung.

### III. Die Frage der Stoffauswahl

Bei der unübersehbaren Menge biologischer Tatsachen und Gesetzmässigkeiten auf der einen und bei der beschränkten Stundenzahl auf der andern Seite ergibt sich der Zwang, von einem abgerundeten Bild des biologischen Wissens zum vornherein abzusehen und statt dessen eine gute Auswahl zu treffen. Diese Situation bedeutet durchaus kein Unglück. Denn die Auswahl kann immer wieder in anderer Weise vorgenommen werden, es bleibt für den Lehrer stets die erfreuliche Möglichkeit der Abwechslung. Die Gefahr, in Routine zu erstarren, ist für die Biologie kleiner als für andere Fächer.

Die leitenden Prinzipien bei der Stoffwahl sollten zweierlei Art sein. Erstens die Rücksicht auf die Grundziele des Biologieunterrichtes und zweitens die Einsicht in die besondere Leistungsfähigkeit der verschiedenen Altersstufen der Schüler. Ueber den letzt-erwähnten Punkt liegen merkwürdigerweise keine genauen Untersuchungen für die Mittelschule vor. Immerhin ist nach der Meinung verschiedener Autoren folgendes Verhalten der Altersstufen kennzeichnend: In den Unterklassen sei es die Lust zum Erleben und Erschauen, verbunden mit einer gewissen Leichtigkeit der Rezeption, in den Mittelklassen das Streben nach Vollständigkeit und Ordnung, und in den Oberklassen das Bemühen um vertiefte Einsicht in das Naturgeschehen, die vorherrschen. Auf allen Stufen sollten wenige gut ausgewählte Beispiele gründlich und mit Musse durchgearbeitet werden.

Muss sich die Stoffauswahl an der Mittelschule auch nach speziellen Anforderungen von Hochschulfächern richten? Ich möchte diese Frage nachdrücklich verneinen. Die Biologie der Mittelschule soll keine spezielle Vorschule für die Mediziner und die Naturwissenschaftler sein. Das Verlangen mancher Hochschullehrer, dies und jenes sollte man «gehabt haben» oder «wissen», halte ich für vollkommen verfehlt und noch weniger angebracht scheint mir die Forderung zu sein, die Mittelschule sei nur dazu da, primitive Kenntnisse zu vermitteln und habe auf die Behandlung komplizierter (aber im Sinne Paul Niggli's elementarer) Erscheinungen, wie der Assimilation bei Pflanzen oder der Wirkung von Hormonen und Vitaminen zum vornherein zu verzichten. Solche Forderungen dürfen die Freiheit des Mittelschulunterrichtes in der Stoffwahl nicht beeinträchtigen. Denn es ist eine Hauptaufgabe der Biologie an der Mittelschule, die späteren Nichtbiologen in wichtige Lebenserscheinungen einzuführen.

Ein anderer Wunsch an die Biologielehrer der Mittelschule scheint mir dagegen sachlich begründet zu

sein. Die biologischen Erkenntnisse sollten nicht als allzu gesichert und auch nicht als allzu abgerundet vor die Schüler hingestellt werden, sondern es muss auch ihre Problematik deutlich hervortreten. Ein Gebiet, auf dem alles klar und durchsichtig erscheint, übt auf das forschende Interesse des Menschen keine Anziehungskraft aus. Ein Unterricht, der nur Sicheres bietet und der die Problematik verschweigt, bietet dem Entdeckerbedürfnis nichts mehr und er wird schwerlich junge Menschen dazu begeistern, sich später dem Studium der Biologie zuzuwenden. Ebenso ernüchternd wirkt auch die Darstellung der erzielten Kenntnisse, ohne dass dabei der fesselnde Weg der Forschung berücksichtigt wird. Denn was den Menschen am stärksten ergreift, ist nicht die erzielte Einsicht, sondern das zähe Ringen, das ihr vorhergeht und als dessen Krönung die Formulierung der Erkenntnis erscheint. So hat es seinen guten Sinn, wenn die Biologiegeschichte herangezogen wird, um dieses Ringen auch bei den Erkenntnissen bedeutender Forscher hervortreten zu lassen. Das Ringen um Erkenntnis sollte eines der massgebenden Motive auch bei der Arbeit der Schüler sein, der wir uns nun zuwenden wollen.

### IV. Die Arbeit der Schüler

Ich spreche hier mit Absicht von der Arbeit der Schüler und nicht vom Unterricht. Mit Recht wird den Mittelschulen der Schweiz wie den Hochschulen vorgeworfen, sie behandelten ihre Schüler *zu sehr als Objekte und viel zu wenig als Subjekte*. Hier wäre eine Erwartung auszusprechen, die allerdings nicht nur der Mittelschule, sondern auch der Hochschule gilt. Die jungen Menschen sollen in erster Linie lernen, überlegt und selbständig zu arbeiten, zu denken und zu sprechen. Es darf nicht das Hauptziel darin gesehen werden, den Kopf mit Schulwissen zu füllen, um auf diesem kümmerlichen Wege gute Qualifikationen zu erzielen.

In Uebereinstimmung mit K. Escher möchte ich sagen, dass es zunächst einmal darauf ankommt, während der ganzen Mittelschulzeit die *Teilnahme des Gemüts* wachzuhalten. Wo es an Freude und an Interesse mangelt, wird auch keine gute Arbeit geleistet. Wenn dieser elementare Satz schon für den Erwachsenen gilt und in seiner vollen Tragweite heute sogar für die industrielle Arbeit erkannt wird (man denke etwa an die Zielsetzungen der Betriebsgemeinschaften), so muss es geradezu unbegreiflich erscheinen, dass er bei der Ausbildung der Mittelschullehrer und in der ganzen Gestaltung des Mittelschulunterrichtes viel zu wenig beachtet wird. Dabei leben wir im Lande Pestalozzis und feiern den grossen Pädagogen bei jeder Gelegenheit mit schönen Reden. Aber es schien lange Zeit so, als ob die Mittelschule und die Hochschule auch ohne die Teilnahme des Gemütes auskommen könnten. Erst das Zeitalter des Nationalsozialismus und der Atombombe hat manchen Intellektuellen daran erinnert, dass Pestalozzi so unrecht nicht hatte, als er auch nach Herzensbildung verlangte.

Die Forderung nach Weckung der Freude an der Arbeit kann die Biologie besonders gut erfüllen. Wir sagten bereits, wie die Beobachtung von Lebewesen, der Natur, der Heimat und der Lebenserscheinungen des menschlichen Organismus den jungen Menschen unmittelbar ansprechen können. Dies ist schon der

Fall in der gemeinsamen Arbeit der Klasse. Dem Einzelnen bietet sich zudem die Möglichkeit zu grossen Entdeckerfreuden, sei es an freilebenden Pflanzen oder Tieren, im Schulgarten, an Haustieren oder an Aquarientieren. Aber auch die Bildung von Arbeitsgemeinschaften, die ich als besonders wertvoll bezeichnen möchte, ist im Biologieunterricht sehr naheliegend. Auf Exkursionen oder bei den verschiedensten Beobachtungen können Studiengruppen das entwickeln, was der Anglosachse «team-spirit» nennt. Es ist das wohl einer der schwerwiegendsten Vorwürfe, die den Absolventen der Mittelschule und der Hochschule gemacht werden, dass sie nicht zu *Gemeinschaftsarbeit* erzogen seien, obwohl diese heute im Leben des Erwachsenen eine grosse Rolle spielt. «*Team-work*» ist eine praktische Schule der Kameradschaft und Solidarität, die den Intellektuellen bitter not tut.

Dort, wo Arbeitsfreude herrscht, können auch strenge Anforderungen ohne Schwierigkeiten erfüllt werden. Wie meine eigenen Erfahrungen im Unterricht zeigen, verträgt sich Arbeitsfreude mit handwerklich sauberer Leistung sehr gut. Die Biologie bietet viele Möglichkeiten, einfach und treffend formulierte Protokolle abzufassen. Klare und objektgetreue Zeichnungen schulen das Beobachtungs- und Abstraktionsvermögen. Die saubere Heftführung erzieht zu Ordnung und Gründlichkeit. Vor allem aber kann Biologie eine wertvolle Sprachschulung bieten, weil es immer wieder nötig sein wird, visuelle Erscheinungen sprachlich zu fassen. Bei allen diesen Tätigkeiten sollte sorgfältig darauf geachtet werden, die Schüler möglichst selbsttätig arbeiten zu lassen und die Tendenz, alles dies durch «bessere» Formulierungen oder Zeichnungen des Lehrers zu ersetzen, muss auf den höheren Stufen immer mehr zugunsten der Selbstkritik und der Kritik durch Kameraden zurücktreten. Geschieht das, dann bieten die hier genannten eigenen Leistungen der Schüler sehr wertvolle und vielseitige Anhaltspunkte, sie zu qualifizieren, viel bessere als wenn man gelernte Tatsachen in schriftlichen Proben reproduzieren lässt. Diese Arbeitsweise dürfte wohl auch die Schüler dazu erziehen, ihre eigenen Leistungsmöglichkeiten klarer zu beurteilen. In manchen Fällen wird die Einsicht in die eigenen Schwierigkeiten zu ihrer Ueberwindung führen. Wesentlich ist es ferner, bei initiativen jungen Leuten die Lust, sich selber weiter zu helfen, kräftig zu fördern, etwa bei der Ausführung eigener kleiner Arbeiten oder beim selbständigen Aufsuchen von Literatur.

Eine Grundforderung ist es, dass die Schüler möglichst in jeder Biologiestunde etwas Lebendes und nicht zu viele Spirituspräparate oder getrocknete Pflanzen oder Tiere zu sehen bekommen. Die Möglichkeiten zur Lebendbeobachtung vor allem mit der binokularen Lupe sind heute bei weitem nicht ausgeschöpft. Hier bietet sich den Lehrern manche schöne Gelegenheit zu eigenen produktiven Leistungen. Es wäre sehr zu wünschen, wenn einmal alles das, was an instruktiven Lebendbeobachtungen möglich ist, gesammelt und allgemein zugänglich gemacht werden könnte. Wertvolle Anregungen finden sich immerhin bereits in P. Steinmanns Biologielehrbuch für Gymnasien und im neuen Buch von Stemmler über Haltung lebender Tiere. Besonders wichtig sind die Tiere, die auch während des Winters zur Verfügung stehen. Ich nenne Amoeben und Paramaecien, Hydra,

Tubifex, Daphniden, Flusskrebse, Muscheln und Schnecken, Stabheuschrecken, Bienen, Mehlwürmer, Drosophila, Axolotl, Krallenfrösche erwachsen und als Larven, Vögel, weisse Ratten und Mäuse. Kommen im Sommer Beobachtungen am Bienenstock, im Schulgarten, an Süsswasserplankton und auf Exkursionen dazu, so darf man wohl sagen, dass den Schülern eine Fülle schönster Möglichkeiten zur Verfügung steht. Diese sinnvoll nutzbar zu machen, ist die Aufgabe der Lehrer, auf die wir im folgenden näher eingehen wollen.

## V. Arbeit und Persönlichkeit der Lehrer

Soll die Arbeit der Schüler so gestaltet werden, wie ich es angedeutet hatte, so stehen die Lehrer hier vor verschiedenen Schwierigkeiten, die wir nüchtern betrachten wollen, um keine unerfüllbaren Erwartungen auszusprechen.

Biologischer Unterricht verlangt neben der rein methodischen Vorbereitung einen beträchtlichen technischen Aufwand: die Beschaffung von Pflanzen und Tieren, die Wartung von lebenden Tieren, die Bereitstellung von Mikroskopen, die Vorbereitung von Versuchen und anderes mehr. Ich selbst rechne für die technische Vorbereitung der Demonstrationen für eine Vorlesungsstunde im Durchschnitt eine halbe Stunde. Dafür stehen mir ein Assistent und ein Abwart zur Seite. Die meisten Biologielehrer haben mehr als 20 Wochenstunden und oft keinerlei Hilfe. Wie können hier die Forderungen des Arbeitsunterrichts mit der physischen Leistungsfähigkeit des Lehrers in Einklang gebracht werden? Diese Situation scheint mir auch vom Lehrer aus eine Stoffbeschränkung zu erfordern zugunsten einer gründlichen Durcharbeitung. Das Pensum kann stark beschnitten werden, denn sobald sorgfältig gearbeitet wird, zeichnerisch wie sprachlich, wird sehr viel Zeit benötigt. In unserem Zoologieunterricht an der Berner Hochschule haben wir mit der Stoffbeschränkung zugunsten der vertieften Arbeit im ganzen gute Erfahrungen gemacht. Wohl bleibt der Wissensumfang kleiner, aber die Fähigkeit, ein Objekt gründlich und selbständig zu untersuchen, wird kräftig entwickelt und verschiedene unserer ehemaligen Schüler haben uns bestätigt, dass sie durch diese Arbeitsmethoden in den Stand gesetzt waren, sich das Fehlende selbst zu erarbeiten.

Damit kommen wir auf die Frage des Wissens und Könnens des Mittelschullehrers. Eine paradigmatische und nicht enzyklopädische Ausbildung, wie sie in Bern angestrebt wird, entlässt die jungen Lehrer bewusst mit lückenhaften Kenntnissen, aber soliden Arbeitsmethoden. Eine «abgeschlossene» Hochschulbildung in Biologie ist heute überhaupt eine Fiktion, nicht zuletzt auch deshalb, weil die Erkenntnisse der Biologie sich dauernd wandeln. So gehört heute manches, was vor 20 Jahren als wesentlich galt, zum alten Eisen. In besonders hohem Masse gilt das für das Studium lebender Organismen. Hier bringt fast jedes Jahr neue Objekte, Methoden und Einsichten. Ich erinnere nur an den Vortrag von K. von Frisch über die Sprache der Bienen, den er diesen Herbst in Zürich gehalten hat. Wie viel Neues haben wir über die Sprache dieser scheinbar so wohlbekannten Haustiere erfahren.

So stellt sich für den berufstätigen Biologielehrer die Aufgabe der dauernden Weiterbildung. Viele tun dies bereits in bemerkenswerter Zielstrebigkeit durch

eigene Arbeit im Freien und in der Studierstube, durch Lektüre sowie durch den Besuch von Kongressen der naturwissenschaftlichen Gesellschaften. Doch scheint mir in dieser unerlässlichen Weiterbildungsarbeit eine spürbare Lücke zu bestehen. Die Biologie soll Arbeitsunterricht sein. Nun bedarf aber die Behandlung vieler Lebewesen im Unterricht technischer Kunstgriffe und mancher Erfahrungen, die ohne allzu grossen Zeitverlust in praktischen Kursen relativ leicht, im Selbststudium aber nur mühsam erworben werden können. Die Fortbildungskurse der Mittelschullehrer bieten jedoch bis heute nur Vorträge und bestenfalls Demonstrationen, aber es besteht für die Teilnehmer keine Gelegenheit, sich praktisch mit neuen Gegenständen gründlich zu befassen.

Meine Anregung geht nun dahin, regelmässig *praktische Kurse mit kleiner Teilnehmerzahl* abzuhalten. Es sollten die Vorträge auf ein Minimum beschränkt werden, wogegen die praktische Tätigkeit der Teilnehmer die Hauptzeit ausfüllen müsste. Als Studienplätze eignen sich entweder Uferorte unserer Schweizer Seen oder die Kursräume von Mittelschulen oder Universitäten. Es sollten nie allzu umfassende Thematika auf dem Programm stehen, sondern Gebiete, bei denen eine gründliche Einarbeitung und praktische Uebung technischer Besonderheiten wesentlich ist. Solche Kurse vermögen den Teilnehmern auch menschlich viel zu bieten. Der persönliche Kontakt während der Arbeit, im freien Gespräch, während der gemeinsamen Exkursionen und Mahlzeiten schafft einen Kameradschaftsgeist, der auch dem Unterricht und dem Geist im Lehrkörper zugute kommen wird. Die praktische Weiterbildung sollte jedem Biologielehrer am Herzen liegen, denn sie führt immer wieder zu neuartiger Betätigung und bewahrt vor routinemässiger Erstarrung.

In ebenso starkem Masse gilt das auch für die *wissenschaftliche Betätigung*. Diese sollte an den Mittelschulen nicht als vermeidbarer Luxus oder gar als Ueberheblichkeit behandelt werden. Im vergangenen Jahrhundert ist eine Reihe bedeutender Männer von unsern Mittelschulen an die Hochschulen gekommen. Manche von ihnen waren ausgezeichnete Lehrer und begeisterten ihre Schüler für die wissenschaftliche Forschung oder gaben ihnen zum mindesten bleibende Eindrücke fürs Leben mit. Ich bin mir wohl bewusst, dass ein Mittelschullehrer unter den heutigen Arbeitsbedingungen und -anforderungen schon aus rein physischen Gründen nicht imstande ist, sich ausgedehnten Forschungsarbeiten zu widmen. Aber trotz dieser Schwierigkeiten sollte die eigene wissenschaftliche Tätigkeit, wenn auch nur in bescheidenem Rahmen, ausgeübt werden. Heimatkundliche Forschungen, Untersuchungen über die Sinnesphysiologie oder das Verhalten von Tieren und manches andere können mit kleinen Mitteln und selbst mit grossen zeitlichen Unterbrechungen durchgeführt werden. Sie halten die Entdeckerfreuden wach, diese reinste Freude des Biologen, die er sich bis an sein Ende lebendig erhalten sollte. Zudem dienen sie in hohem Masse der Selbsterziehung. Unsere eigenen Erfahrungen zeigen uns immer wieder, wie sehr sich die forschende und die unterrichtende Tätigkeit gegenseitig anregen und vor Erstarrung bewahren.

Doch alles Reden über Gestaltung des Unterrichts und Weiterbildung des Lehrers wird sinnlos, wenn der Nachwuchs an wirklich qualifizierten Biologielehrern

ausbleibt. Gelingt es der Mittelschule nicht mehr, begabte Schüler für das Studium der Biologie überhaupt zu begeistern, dann ist es auch schlimm um den Nachwuchs an guten Biologielehrern bestellt. Diese Gefahr scheint mir zu bestehen. Denn das Medizinstudium zieht heute die meisten naturwissenschaftlich begabten und menschlich besonders wertvollen jungen Leute an sich. Es ist von mehreren Seiten klar gesagt worden, dass der gute Biologielehrer nicht allein über eine gute intellektuelle Begabung verfügen sollte. Er darf auch kein trockener und gemütsarmer oder gar roher Mensch sein, sondern er sollte mit warmer Menschlichkeit und Phantasie begabt sein. Vergleicht man aber das Idealbild und Wirklichkeit, dann wird man feststellen, dass dieser Typus nicht allzu häufig realisiert ist. Es können gemütsarme oder sogar psychopathisch veranlagte Menschen heute auch den Weg zum Beruf des Mittelschullehrers finden. Denn die jetzigen sogenannten Auslesebedingungen der Mittelschullehrerausbildung geben keinerlei Anhaltspunkte, solche Menschen fernzuhalten. So zwingt uns die jetzige Lage, der weiteren Entwicklung des Biologieunterrichts an Mittel- und Hochschule mit einiger Skepsis entgegenzusehen.

## VI. Mittelschule und Hochschule als Schicksalsgemeinschaft

Unsere Ueberlegungen führen zum Schluss, dass Mittelschule und Hochschule eng aufeinander angewiesen sind. Zielbewusste Zusammenarbeit wäre im Interesse der jungen Menschen, die wir auszubilden haben, eine selbstverständliche Pflicht. Wer aber die schweizerische Wirklichkeit betrachtet, so wie sie sich im Alltag bietet, der wird immer wieder mit Schmerzen erleben, welche Schwierigkeiten sich hier auf türmen. Auf der einen Seite werden von Berufsverbänden oder einzelnen Hochschullehrern unerfüllbare Forderungen an die Mittelschulen gestellt, die von einer völligen Verkennung der gymnasialen Bildungsarbeit zeugen. Auf der andern Seite treiben die Mittelschulen eine Auslese, ohne sich je klar mit den Hochschulen verständigt zu haben, ob sich die Kriterien dieser Auslese wirklich bewähren. Es darf auch nicht verschwiegen werden, dass auf beiden Seiten persönliche Empfindlichkeiten ebenso wie eine gewisse Rücksichtnahme auf das Prestige der Mittelschule oder der Universität eine oft bedenkliche Rolle spielen. Man ist geneigt, aus dieser für manche Intellektuelle kennzeichnenden Haltung zu schliessen, dass der jetzige gymnasiale und akademische Unterricht keine wesentliche gemütsbildende Wirkung hat. Doch eine sachliche Prüfung der jetzigen Lage zwingt uns zu der Einsicht, dass wir der gemeinsamen Sache nur dann gut dienen, wenn wir als Suchende gemeinsam daran arbeiten.

Die Hochschule sollte von der Mittelschule aufgeschlossene junge Leute übernehmen können, die Freude und Interesse an sachlicher Arbeit mitbringen und die einen gewissen Grad von Unabhängigkeit im Denken, im Reden und im selbständigen Handeln erreicht haben, und zwar in einem höheren Mass, als das heute der Fall ist. Von der Biologie im besonderen erwarten wir nicht, dass sie propädeutische Kenntnisse für Naturwissenschaftler vermittelt, sondern wir wünschen uns, dass sie die jungen Leute lehrt, an biologischen Objekten gründlich und sachgemäss zu arbeiten, um Einsichten in biologische Gesetzmässigkeiten

ten zu gewinnen, und einige wesentliche Beziehungen zu erfassen, die zwischen dem Menschen und seiner Umwelt bestehen. Unserer Meinung nach könnte die biologische Arbeit zu einer reichen Entfaltung verschiedener Veranlagungen führen und insbesondere auch der Gemüts- und Willensbildung dienen. Ferner lassen sich mannigfaltige Beziehungen zu anderen Arbeitsgebieten vor allem zum Deutschen, zu Physik, Chemie und Geographie sowie zur Naturphilosophie herstellen.

Auf der anderen Seite sollten sich die Hochschulen bereitfinden, den Mittelschullehrern eine Ausbildung zu bieten, die ebenso Rücksicht nimmt auf die allgemeinen Bildungsziele der Mittelschule wie auf die besonderen Aufgaben des Biologieunterrichts. Auch ihre Mitwirkung bei praktischen Fortbildungskursen sollte intensiver sein. Die Gewinnung eines menschlich und wissenschaftlich geeigneten Nachwuchses an Biologen ist schliesslich gemeinsame Sache von Mittel- und Hochschule.

Wenn wir es so betrachten, so dürfen wir sagen, dass Mittelschule und Hochschule in ihren gemeinsamen Aufgaben Gebende und Nehmende zugleich sind, die nur miteinander gedeihen können. Diese Einsicht zu vertiefen und zum Nachdenken über die gemeinsame Sache auch mit Hilfe offenerherziger, kritischer Betrachtungen aufzurufen, betrachte ich als Hauptaufgabe dieser Darlegungen.

## Ueber den Flug der Biene

Von W. Schönmann, Gymnasium Biel

Um die erstaunlich hohen Schwingungszahlen der Insektenflügel zu bestimmen, sind seit den Arbeiten von Marey (1869) zwei Methoden üblich: Die graphische, durch Aufzeichnen der Flügelbewegung auf eine berusste Platte, und die akustische, durch Berechnen der Schwingungszahl aus dem Flugton. Beide Methoden können ohne technische Schwierigkeiten im Unterricht angewandt werden im Anschluss an die Besprechung der Flugmuskulatur (siehe: A. Steiner-Baltzer: Zur Behandlung des Insektenfluges in der Mittelschule. Erfahrungen, 1938, Nrn. 5 und 6).

**Graphische Methode** (eine Arbeit in Schülergruppen):

Als technische Einrichtung brauchen wir ein Holzbrett von zirka 1 m Länge und mindestens 20 cm Breite. Darauf legen wir nebeneinander einen Bogen Millimeterpapier und eine leicht berusste Glasplatte. Auf der einen Schmalseite befestigen wir eine Schnur, mit der das Brett in seiner Längsachse in rascher, gleichmässiger Bewegung weggezogen werden kann. Auf Papier und Russplatte bringen wir je auf der Zugseite einen Querstrich an, der bei unseren Versuchen als Startlinie dienen wird.

Eine Arbeitsgruppe umfasst drei Schüler (A, B und C): A hält die Biene mit einer groben Pinzette an den hinteren Beinen fest und bringt sie auf der Höhe der Startlinie so nahe an die Russplatte, dass die schwingenden Flügelspitzen dieselbe sachte berühren. In diesem Augenblicke gibt er den Befehl zum Wegziehen des Brettes. Nur frisch gefangene Bienen schwirren einigermaßen normal. Man lässt mit Vorteil im Zimmer einige Bienen an die geschlossenen Fenster fliegen; hier kann man sie sehr gut mit der Pinzette fangen und ohne Zeitverlust über die Russplatte halten.

Sie schwirren in den ersten 20 bis 30 Sekunden sehr kräftig (Stechlust!) — B schlägt mit einem Bleistift Viertelsekunden auf das Millimeterpapier, indem er seine Bewegungen an einer Stoppuhr überprüft. Dieser Schüler übt sich schon im voraus und ist jederzeit bereit. — C zieht das Brett unter den Händen von A und D rasch und flüssig weg, sobald A es befiehlt.

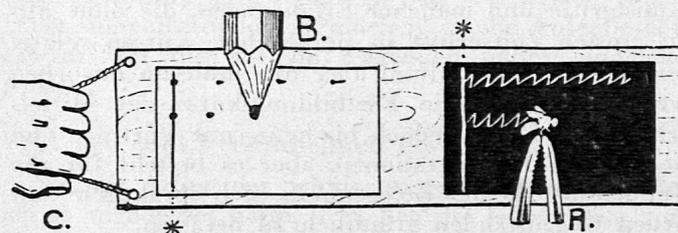


Fig. 1: Versuchsanlage zum Messen der Flügelfrequenz 3 Schüler (A, B, C). \* = Startlinie.

Ist diese Arbeit gelungen, werden die Marken der Viertelsekunden vom Papier auf die Russplatte übertragen; die gemeinsamen Startlinien erlauben ein recht genaues Abmessen. Die so bearbeiteten Platten halten wir gegen das Fenster oder vor eine Lampe und vermögen von blossen Auge oder mit einer einfachen Handlupe die Schwingungen zu zählen. Als Russplatten eignen sich auch Deckgläser für Diapositive, die bei guten Versuchsergebnissen mit Schellack oder Zaponlack fixiert werden. Mit Hilfe eines Projektionsapparates können die Versuchsergebnisse vor der ganzen Klasse besprochen und ausgewertet werden.

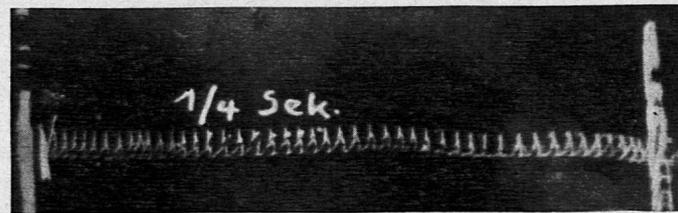


Fig. 2: Aufzeichnung eines schwingenden Bienenflügels auf eine bewegte Russplatte: 45 bis 46 Schwingungen in  $\frac{1}{4}$  Sekunde. Natürliche Grösse. — Photo H. Pärli.

Wir fanden auf diese Weise für die Biene 148, 152, 192, 200 und 220 Schwingungen in einer Sekunde. Dabei ist aber zu bedenken, dass das ungewöhnliche Festhalten der Hinterbeine und die leichte Reibung der Flügel auf der Russplatte die Schwingungszahl herabsetzen.

Durch einfachste Modellversuche kann aus dem Kurvenbild die eigentliche Bewegung der Flügel rekonstruiert werden: Ein Schüler beschreibt mit einem

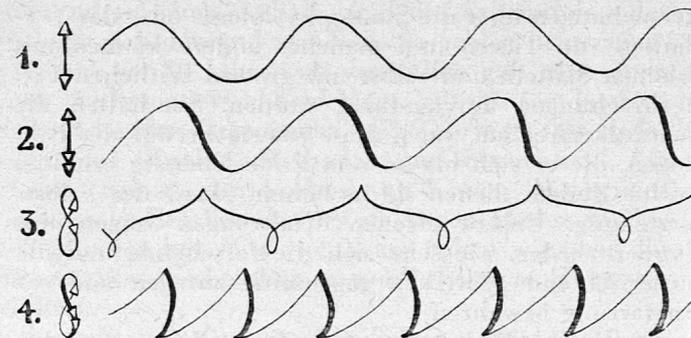


Fig. 3: Modellversuche zur Flügelbewegung der Biene; der 4. Versuch entspricht der Flügelbewegung.

Bleistift die vermutete Figur auf einem Papierstück, das unter seiner Hand durchgezogen wird. Mit der Annahme, der Flügel würde in gleicher Bahn und mit gleicher Geschwindigkeit auf und ab schwingen, erhalten wir eine Sinuskurve. Mit beschleunigter Abwärtsbewegung erhalten wir eine erste Annäherung. Der Kurvenfigur auf unserer Russplatte werden wir erst gerecht, wenn wir eine 8 beschreiben, bei der der Abstrich rascher ausgeführt wird als der Aufstrich.

#### Akustische Methode:

Diese hat den grossen Vorteil, dass die Biene nicht festgehalten werden muss. Wir lauschen auf den Flugton der frei fliegenden Biene und bestimmen die Schwingungszahl mit Hilfe einer Stimmgabel, einer Blockflöte oder auch an einem Klavier, indem wir die Insekten im Musikzimmer fliegen lassen. Dieses Verfahren scheint auf den ersten Blick einfach. Doch haben die Schüler, auch gute Musiker, vorerst grosse Mühe, die richtige Oktave zu finden. Dass dies wirklich schwierig ist, beweisen die divergierenden Angaben der Forscher, unter denen Landois (1877), Prochnow (1908) und Hannes (1926) den Flugton um eine Oktave höher angeben als die übrigen Forscher. Sie erklären ihre abweichenden Beobachtungen so, dass der Flügel während einer ganzen Schwingung zwei Druckwellen erzeuge, eine über und eine unter dem Flügel; somit weise der Flugton die doppelte Schwingungszahl der Flügel auf. Es kann nun aber dabei stets ein Ton höher gehört werden, der in seiner Schwingungszahl mit der Flügelfrequenz übereinstimmt; es ist dies der tiefste Ton, den wir aus dem Flugton heraushören. Der Flugton ist nämlich kein reiner Ton, keine reine Sinusschwingung. Es lässt sich dies schon aus dem ungleichen Ab- und Aufschlagen der Flügel folgern. Unser Ohr zerlegt nun diesen unreinen Ton in die Obertöne. Letztere können uns sogar bedeutend stärker erscheinen als der Grundton.

Trotz dieser Schwierigkeit ist es für die Schüler eine reizvolle Aufgabe (evtl. Hausaufgabe), den Flugton einiger Insekten zu bestimmen. Dabei verlangen wir, um Irrtümer womöglich auszuschalten, die Bestimmung des tiefsten wahrnehmbaren Tones, eben des Grundtones. Es kann der Flugton auch gleichzeitig mit dem Russplattenversuch bestimmt werden. Für Bienen haben wir Werte von 173 (kleines f) bis 244 Schwingungen pro Sekunde (kleines h) gefunden.

Die Frequenz der Flügel lässt sich auch stroboskopisch messen, was aber auch mit dem Nachteil verbunden ist, dass wir das Insekt festhalten müssen. Die kinematographische Messung kommt für Schulen nicht in Frage.

In neuester Zeit wurde der Flugton von dem schwedischen Forscher Åke Hansson sehr genau mit einem Kathodenstrahl-oszillograph untersucht. Hier sind die Werte herausgegriffen, die unsere Arbeit betreffen. Für die vielen wertvollen Einzelheiten, sowie für die Untersuchungen über das Hören der Bienen sei auf die Originalarbeit oder auf deren Besprechung durch Dr. Morgenthaler, Liebefeld, hingewiesen.

Hansson hat folgende Resultate gefunden:

Biene im Anflug auf die Futterquelle . . .	245—254 Schwing./Sek.
Biene im Heimflug mit voller Honigblase	228—233 Schwing./Sek.
Wasser holende Bienen . . .	wie oben
Stechton . . . . .	Mittelwert 285 Schwing./Sek.
Fächeln und Sterzeln . . . . .	Mittelwert 216 Schwing./Sek.
Flugton der Drohnen . . . . .	Mittelwert 207 Schwing./Sek.
Schwarmton: vielstimmiger «Gesang» durch individuelle Unterschiede, durch den Dopplereffekt und durch das Vorhandensein von Drohnen.	
Summton im Stock: vielstimmig, alle Frequenzen von 52 bis 237 Schwing./Sek.	

Literatur: Åke Hansson, Lauterzeugung und Lautauffassungsvermögen der Bienen. Opuscula entomologica Supplementum VI. Lund 1945. — O. Morgenthaler-Liebefeld, Können die Bienen hören? Schweiz. Bienenzeitung Heft 6, 1946. — A. Steiner-Baltzer, Zur Behandlung des Insektenfluges in der oberen Mittelschule. Erfahrungen, Jahrgang 23, 1938, Nr. 5 und 6. Ebenda sind weitere Literaturhinweise zu finden. — Genaue Frequenzen der Töne in Kohlrausch, Lehrbuch der Physik und Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik I.

## Zur Behandlung der Reibung im Physikunterricht

Von M. Alder, Töchterschule Zürich

In einer Reihe elementarer Lehrbücher für Physik wird lediglich die Reibung der Bewegung, die rollende und gleitende Reibung besprochen, die Haftreibung = Reibung der Ruhe dagegen überhaupt nicht erwähnt. Es kann daher weder das Gehen noch die Bewegung eines Fahrzeuges befriedigend erklärt werden, da z. B. der Dampfdruck einer Lokomotive als *innere* Kraft niemals ihren Schwerpunkt bewegen könnte. Es soll nun im folgenden die Rolle der Haftreibung bei der Bewegung eines Eisenbahnzuges an Hand einiger Zahlenbeispiele erläutert werden. Die dafür erforderlichen Zahlenangaben finden sich in zwei im Jahre 1945 erschienenen Publikationen der Schweiz. Bundesbahnen: 1. SBB-Fibel Nr. 1: Unsere Lokomotiven, von Markus Hauri, 80 Seiten mit 39 Bildern, Orell Füssli, Zürich 1945, Preis Fr. 2.—; 2. E. Gut, Die Geheimnisse der Eisenbahnen (Technik und Betrieb der Eisenbahnen), 390 Seiten mit 210 Bildern und 68 Tafeln, Verlag für Wissenschaft, Technik und Industrie, Basel 1945, Preis Fr. 12.50.

Als Beispiel diene die in den Jahren 1941/45 gebaute elektrische Lokomotive Ae <sup>4</sup>/<sub>6</sub> mit vier Triebachsen, zwei Laufachsen und einem Gesamtgewicht (Dienstgewicht) von 106 Tonnen. Das Reibungsgewicht (= auf die 4 Triebachsen entfallender Teil des Gesamtgewichtes) beträgt 80 Tonnen. Der Koeffizient der Haftreibung ist für Stahlräder auf Stahlschienen zu 0,2 angenommen. Die von der Haftreibung gelieferte maximale Zugkraft am Radumfang der Triebäder beträgt somit  $80 \cdot 0,2 = 16$  Tonnen = **16 000 kg**.

Die mit dieser Lokomotive zu bewältigenden Widerstände setzen sich wie folgt zusammen:

- aus dem Laufwiderstand des Zuges, der sich aus der Rollreibung der Räder der Wagen, aus der Gleitreibung an den Gleitlagern der Achsen und dem Luftwiderstand zusammensetzt. Bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h beträgt der Laufwiderstand  $4 \text{ ‰}$  des Gewichtes der Wagen und  $10 \text{ ‰}$  des Gewichtes der Lokomotive.
- aus dem Widerstand der Steigung =  $1 \text{ ‰}$  des Zugsgewichtes für je  $1 \text{ ‰}$  Steigung.
- aus dem Widerstand in einer Kurve. Bei einem Radius von 300 m (Minimalradius der SBB) und einer Geschwindigkeit von 50 km/h wird mit  $1 \text{ ‰}$  des Zugsgewichtes gerechnet.

Es folgen einige Zahlenbeispiele:

- Güterzug 2000 Tonnen, Geschwindigkeit = 50 km/h auf horizontaler gerader Bahn.  
 Laufwiderstand der Wagen =  $2000 \cdot 4 = 8000$  kg  
 Laufwiderstand d. Lokomotive  $106 \cdot 10 = 1060$  kg  
 Gesamtwiderstand . . . . . 9060 kg

2. Güterzug 385 Tonnen, Geschwindigkeit = 35 km/h,  
Steigung = 26 ‰ (maximale Steigung der Gott-  
hardbahn), ohne Kurve.  
Laufwiderstand der Wagen = 1 540 kg  
Laufwiderstand der Lokomotive = 1 060 kg  
Gesamter Laufwiderstand = 2 600 kg  
Widerstand der Steigung = 491 · 26 = 12 766 kg  
Gesamtwiderstand = 15 366 kg
3. Güterzug 2000 Tonnen, Geschwindigkeit = 50 km/h,  
Bahn horizontal, Radius = 300 m.  
Gesamter Laufwiderstand = 9 060 kg  
Widerstand der Kurve 1 ‰ = 2 106 kg  
Gesamtwiderstand = 11 166 kg
4. Güterzug 950 Tonnen, Geschwindigkeit = 50 km/h,  
10 ‰ Steigung, Radius = 300 m.  
Ges. Laufwiderstand = 3800 + 1060 = 4 860 kg  
Widerst. der Steigung = 9500 + 1060 = 10 560 kg  
Widerst. der Kurve = 950 + 106 = 1 056 kg  
Gesamtwiderstand = 16 476 kg

Da die maximale Zugkraft der Lokomotive 16 000 Kilo beträgt, so ist somit in den drei ersten Fällen die Haftreibung für die Bewegung des Zuges ausreichend, im letztern Fall nicht (Schleudern der Triebäder).

Eine recht klare Darstellung dieser Vorgänge findet sich auf S. 185 u. f. des ersten Bandes von Bergmann und Clemens Schäfer, *Lehrbuch der Experimentalphysik*, 1943, Walter de Gruyter, Berlin.

## Bücherbesprechungen

A. Frey-Wyssling: *Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze*. 295 S. mit 66 Textabbildungen, Tafeln und graphischen Darstellungen. 1945, Zürich, Büchergilde Gutenberg. Preis (für Mitglieder) Fr. 6.—.

Dieses Werk ist nicht ein Lehrbuch im herkömmlichen Sinne, sondern ein prächtig gelungenes Beispiel eines wissenschaftlichen Lesebuches. In schlichter Sachlichkeit, durch Hinweise auf landwirtschaftlich und technisch wichtige Anwendungen nur belebt, aber nicht unterbrochen, schreitet die Darstellung bis zu den neuesten Ergebnissen der Forschung fort und gewinnt durch die bildlichen Beigaben noch ein Uebrigtes an Klarheit und Anschaulichkeit. Da die neuere Entwicklung der physiologischen Wissenschaft vornehmlich auf dem Gebiet der biologischen Chemie liegt, so muss der Verfasser grundlegende Kenntnisse in der organischen Chemie voraussetzen.

Verfolgen wir das Schicksal eines Nahrungsteilchens von seinem Eintritt in den Lebenshaushalt der Pflanze, bis es denselben wieder verlässt, so ergeben sich zwanglos die sechs grossen Teilgebiete, in welche der Verfasser die pflanzliche Stoffwechselphysiologie gliedert. Wir wollen hier die betreffenden Kapitel angeben und aus dem Inhalt eines jeden die wesentlichsten oder einige besonders interessante Teilprobleme etwas näher beschreiben. Das erste Kapitel ist überschrieben: *Stoffaufnahme*. Hier interessiert uns in den einleitenden Abschnitten über Boden- und Düngerlehre besonders das durch ihr Ausschlussungsvermögen beschränkte Wahlvermögen der Pflanze und die Anreicherung der mineralischen Bodenbestandteile im Pflanzenkörper. Aus der Tatsache, dass die Nährionen entgegen dem osmotischen Druckgefälle aus dem Boden aufgenommen werden, ersehen wir schon hier, wie wenig physikalisch-chemische Erklärungen zum Verständnis der Lebensvorgänge ausreichen. Aber gerade der «unaufgeklärte Rest» interessiert uns besonders, denn an seiner Grenze spielt sich ja die zeitgenössische Forschung ab. — Das zweite Kapitel behandelt das zentrale Thema der *Stoffangleichung oder Assimilation*. Ihre erste Stufe, deren Produkte allerdings hypothetisch sind, besteht in einer optimalen H-Anlagerung oder Hydrierung und in drei wei-

tern Stufen verläuft dann der Assimilationsvorgang weiter bis zur Einverleibung ins arteigene Eiweiss. Die Pflanzen aber leisten die komplizierten Vorgänge aller dieser vier Stufen auf einen Hub. — Das dritte Kapitel zeigt uns zunächst, wie die Stoffe in der Pflanze wandern. Beim Aufstieg des Bodenwassers interessiert uns namentlich die Feststellung der völligen Durchtränkung der Zellwände der Wasserleitungsbahnen, denn auf ihr beruht die Möglichkeit der bei den Bäumen ja oft sehr bedeutenden Steighöhen. Völlig überraschend ist sodann die neuerdings ermittelte Tatsache, dass das Transpirationswasser von den Enden der Blattadern aus seinen Weg nicht durch die Plasmakörper der angrenzenden Blattzellen nimmt, sondern diese in den Zellwänden umgeht. Diese Tatsache ist durch Fluoreszenzmikroskopie erwiesen worden und hat zur Folge, dass die Blattzellen, ähnlich wie die Zellen einer im Wasser schwebenden Alge, von dem die Nährionen führenden Wasser allseitig umspült wird. Nach einer Betrachtung der *Speicherung* der Nährstoffe und der *Wiedermobilisierung der Reservestoffe* schliesst dieses dritte Kapitel mit der Lehre vom *Wachstum*, wobei die auch für die Schule so dankbaren Went'schen Wuchsstoffversuche eingehend dargelegt werden. — Im vierten Kapitel folgt die *Stoffentfremdung oder Dissimilation*. Die neuere Forschung führte zu dem überraschenden Ergebnis, dass beim Atmungsvorgang gar nicht O, sondern merkwürdigerweise H die entscheidende Rolle spielt. Alle Dissimilationsvorgänge sind zunächst Dehydrierungsvorgänge. Bei der *Atmung* und der *aeroben Gärung* (Essigsäuregärung) dient als «Acceptor» des bei der Dehydrierung entstandenen H der Luftsauerstoff und der ganze Vorgang verläuft kräftig, bei der Atmung sogar sehr stark exotherm. Bei den *anaeroben Gärungen* besorgen dagegen die im pflanzlichen Stoffwechsel so wichtigen Ketoverbindungen, namentlich Aldehyde die H-Bindung und der gesamte Dissimilationsvorgang verläuft hier mit viel geringerer Wärmetönung. — Das abschliessende sechste Kapitel bespricht die *Stoffausscheidung*: die *Rekretion*, d. h. die unveränderte Ausscheidung von Teilen der aufgenommenen unorganischen Stoffe, die Ausscheidung von bereits assimilierten Stoffen oder *Sekretion* und schliesslich die Entfernung von Dissimilationsprodukten oder *Exkretion*. Am meisten interessiert uns hier die grossartigste Sekretion des Pflanzenkörpers, die Bildung der Zellulosemembranen und im Zusammenhang damit die Verschwendung, welche die Pflanze mit der aufgenommenen Kohlehydratnahrung treibt (toter Holzkörper der Baumstämme und Laubfall), im Gegensatz zu der Sparsamkeit ihres N- und P-Haushaltes. —

Dieses Buch zeigt uns besonders deutlich, wie rasch sich die biologische Forschung in den letzten Jahrzehnten entwickelt hat und wie nötig darum für uns Biologielehrer Fortbildungskurse wären, die in einer gewissen Zahl von Vorlesungs- oder Diskussionsstunden und durch Demonstrationen und Übungen in die neuere Entwicklung eines ganz bestimmten, beschränkten Teilgebiets, wie es etwa die pflanzliche Stoffwechselphysiologie darstellt, einführen würden. — Und noch ein anderer Wunsch steigt uns hier auf: Es ist ja ausgeschlossen und auch nicht unsere Aufgabe, die gesamte Physiologie des pflanzlichen Stoffwechsels in dieser Gründlichkeit in unserm Unterricht zu behandeln. Aber es wäre doch schön, wenn man wenigstens das eine oder andere Thema auf Grund der neuesten Forschungsergebnisse behandeln könnte. Leider ist dies aber in der Regel unmöglich, weil die chemischen Vorkenntnisse, wenn wir sie im Biologieunterricht brauchen sollen, meist noch nicht vorhanden sind. Diese Verhältnisse hängen mit den da und dort noch recht rückständigen Lehrplänen zusammen, worüber bei Gelegenheit noch zu reden sein wird. G.

**Bibliographie der schweizerischen naturwissenschaftlichen und geographischen Literatur**, Teilband der Bibliographie scientifique suisse, herausgegeben von der Schweizerischen Landesbibliothek.

Unsere wertvolle wissenschaftliche Bibliographie besteht nun seit zwei Jahrzehnten. Der naturwissenschaftliche Jahresband 1944 umfasst 236 Seiten und kostet Fr. 4.50, für Mitglieder der Schweiz. naturforschenden Gesellschaft Fr. 4.—. Die Landesbibliothek wurde ersucht, künftig bei den Aufsätzen unseres Blattes nicht nur die «Schweiz. Lehrerzeitung», sondern auch die «Erfahrungen im naturwissenschaftl. Unterricht» als Erscheinungsort zu nennen. G.