Zeitschrift: Schweizerische Lehrerzeitung

Herausgeber: Schweizerischer Lehrerverein

Band: 83 (1938)

Heft: 45

Anhang: Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, November 1938, Nummer 6 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

Autor: Huber, Robert / Steiner, A.

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: 17.07.2025

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 1938 — 23. JAHRGANG • NUMMER 6

Dürfen die Atom- und die Molekulartheorie an den Anfang des Chemieunterrichtes gestellt werden?

Von *Robert Huber,* Kantonsschule Zürich.

Der Chemieunterricht der Mittelschule ist jünger als jener an den Universitäten. Das ist einer der Gründe, warum die Mittelschullehrer der ersten Zeit vielfach diesen als Vorbild nahmen und für ihre erste Einführung in die Chemie ein Vorgehen wählten, das sich mehr oder weniger stark an die Hochschulmethode anlehnte. Karl Scheid (Methodik des chem. Unterrichts, 2. Auflage; Verlag Quelle & Meyer, Leipzig 1927; IV. Band des Handbuches der naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts von Norrenberg) kennzeichnet jene Zeit folgendermassen: «Um einen experimentellen Unterricht erteilen zu können, welcher sich gleich von Anfang an mit Formeln, Gleichungen und sämtlichen in Betracht kommenden Naturgesetzen beschäftigt, wurde rein theoretisch eine kurz gefasste chemische Grammatik vorausgeschickt. Diese enthielt an theoretischen Erläuterungen alles vorweg, was der chemische Unterricht als didaktisch wertvoll erst im Laufe mehrerer Schuljahre herausfinden sollte. Bei diesem, alle Forderungen der Pädagogik von Grund aus verkennenden Standpunkt zeigt das Unterrichtsverfahren wenig Gelegenheit zum geistigen Mitarbeiten der Schüler. Ein Fortschritt vom Leichtern zum Schwerern ist dabei weder möglich, noch überhaupt beabsichtigt.»

Es ist daher verständlich, dass mit der Zeit sowohl einsichtige Lehrer der Hochschule wie der Mittelschule auf das Unhaltbare eines solchen Vorgehens hinwiesen und es aus wissenschaftlichen oder unterrichtlichen Gründen ablehnten.

So schreibt Ernst Mach (Ueber das psychologische und logische Moment im naturwissenschaftlichen Unterricht; Z. für den physik. u. chem. Unterricht 4, 1—5, 1890): «Wenn, wie es häufig geschieht, verlangt wird, dass der Unterricht schon mit Sätzen beginne und durchaus in Sätzen fortschreite, an welchen später (auch bei erreichtem Unterrichtsziel) nichts mehr zu korrigieren ist, setzt man, glaube ich, das zu erstrebende Ziel als bereits erreicht voraus. Man mutet dem Schüler eine Einsicht, eine Geläufigkeit des Stoffes, eine Schulung der Abstraktion zu, welche nicht nur nicht vorhanden ist, sondern gar nicht vorhanden sein kann. Man will mit dem, was allenfalls das Ende der Arbeit sein kann, den Anfang machen.» Für Mach wäre eine verdichtete und geläuterte Nachahmung des historischen Entwicklungsganges der Wissenschaft ein natürlicher und zweckmässiger Lehrgang.

Auch Wi. Ostwald war der Meinung, dass der logische Entwicklungsgang einer Wissenschaft mit dem geschichtlichen sehr nahe zusammenfalle, und es ist bekannt, wie er in seiner «Schule der Chemie» (erschienen bei Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig; III. Aufl. 1914) und in der «Einführung in die Chemie» (Franckh'sche Buchhandlung, Stuttgart 1910) längere Zeit ohne Atom- und Molekulartheorie ins chemische Denken einführt, und dass auch noch viele andere Hochschullehrer, wie z. B. Alfred Stock, Berichterstatter für den Verband der Laboratoriumsvorstände an deutschen Hochschulen, im Gebrauche der Theorien der Schulchemie starke Zurückhaltung empfehlen. So spricht auch Lassar-Cohn in seiner «Einführung in die Chemie in leicht fasslicher Form» (5. Aufl., Verlag L. Voss, Leipzig u. Hamburg 1919) erst verhältnismässig spät von Atomen und Molekülen. Und ebenso vertritt der deutsche Ausschuss für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht, der Damnu, der aus der Unterrichtskommission der deutschen Naturforscher und Aerzte hervorgegangen ist, in seinen Veröffentlichungen einen neuern Standpunkt. In den neuen Lehrplänen für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an den höhern Lehranstalten (Schriften des Damnu, II. Folge, Heft 8; Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1922) gibt er für den einführenden Chemieunterricht als allgemeines Schulziel an: «Ein auf Anschauungsunterricht und praktischen Schülerübungen gegründetes Verständnis der chemischen Erscheinungen in der unbelebten und belebten Natur, in der täglichen Umgebung und in den Lebensvorgängen unseres eigenen Körpers. Daneben allmählige Einführung in die grundlegenden, die chemischen Erscheinungen beherrschenden Gesetze und Theorien sowie in die wirtschaftlich und kulturell wichtigsten Gebiete der chemischen Technik unter Zuhilfenahme von Lehrausflügen. Eindringen in die besondere Art der chemischen Arbeits- und Denkweise; Stärkung der Beobachtungsgabe, der Urteilskraft und der experimentellen Fähigkeiten der Schüler.» Beigefügt ist noch die Meinung, dass dieses Lehrziel für das Gymnasium nur in seinen Hauptrichtlinien und mit der durch die knappe Unterrichtszeit gebotenen Verkürzung des Lehrstoffes gelte. In jedem Fall ist aber für den Beginn des Unterrichtes weder die Atomlehre noch die Einführung der gewöhnlichen chemischen Formeln und Gleichungen vorgesehen.

Von verschiedenen schweizerischen Hochschullehrern ist ebenfalls bekannt, dass sie eine zu frühe Einführung von Theorien in den Mittelschulunterricht ablehnen, und es dürfte wohl wenige geben, die empfehlen würden, die Anfangsunterweisung mit einer, wenn auch noch so kurzen Darlegung der Atom- und Molekulartheorie zu beginnen.

In dieser Stellungnahme der Hochschule kommt also zum Ausdruck, dass für die erste Einführung ins chemische Denken die Begriffe Atom und Molekül und die chemische Zeichensprache, so wichtige Hilfsmittel sie für den fortgeschrittenen Unterricht darstellen, nicht notwendig, im Gegenteil eher schädlich sind.

Noch früher als die Hochschullehrer haben die Methodiker und Didaktiker des Mittelschulchemieunterrichtes gegen die frühere, logisch und psychologisch nicht haltbare und dem Wesen der naturwissenschaftlichen Erkenntnis nicht gerecht werdende Anordnung des Lehrstoffes Stellung genommen. Es sei nur an die Veröffentlichungen von Rud. Arendt (Didaktik und Methodik des Chemieunterrichts; Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München 1895), von F. Wilbrand (Ueber Ziel und Methode des chem. Unterrichts, 2. Aufl., bei Lax, Hildesheim 1900), von F. Dannemann (Naturwissenschaftlicher Unterricht; Hahn'sche Buchhandlung, Hannover u. Leipzig 1907), von Emil Löwenhardt (Neubearbeitung des Werkes von Arendt; München 1920), von Karl Scheid (s. vorher), von L. Doermer (Arbeitsunterricht in der Chemie; Verlag Diesterweg, Frankfurt a. M. 1925; 10. Heft des Handbuches des Arbeitsunterrichts für höhere Schulen von Jungbluth), von Rud. Winderlich (Chemie, Verlag Diesterweg, Frankfurt a. M. 1928; Handbuch des Unterrichts an höhern Schulen von Roller, Weinstock und Zühlke, Bd. 15) und andern erinnert. Scheid wurde bereits erwähnt; aber auch die andern äussern sich ähnlich wie er, so dass hier nur noch Löwenhardt zitiert werden soll: «Es kann vollends nur als pädagogischer Unfug bezeichnet werden, den Unterricht mit Atom- und Molekularbegriff, stöchiometrischen Gesetzen, überhaupt mit Begriffen und Theorien zu beginnen, zu denen selbst die Wissenschaft erst in langjähriger Entwicklung gelangt ist.»

Es soll hier noch besonders auf die unterrichtlichen Schwierigkeiten hingewiesen werden. Wenn auf die wissenschaftlichen Begriffe, Theorien und Gesetze sofort die chemischen Formeln und Gleichungen folgen, so hat der Schüler bei der Einführung in das formelfreie und das formelhafte Denken zwei Schwierigkeiten miteinander statt nacheinander zu überwinden, und leicht stellt sich dann bei ihm auch die Meinung ein, das Wesentliche der Anfängerchemie sei die Kenntnis chemischer Formeln und Gleichungen. Ist ein Schüler so weit, so wird ihm diese «Papierchemie» die vorurteilsfreie Erfassung chemischer Vorgänge erschweren, statt erleichtern. Wie ganz anders liegen die Verhältnisse, wenn der Schüler eine Zeitlang gewöhnt wurde, ohne diese Hilfsmittel zu denken, wenn er erst nachher die Formeln und Gleichungen verwenden lernt. Dass der Chemieunterricht in hervorragendem Masse für die so wichtige induktive Untersuchung der Naturerscheinungen geeignet ist, dürfte allbekannt sein; eine zu frühe Einführung der chemischen Zeichensprache begünstigt aber die deduktiven Ableitungen zu stark. Dass daher auch G. Kerschensteiner eine derartige Beeinträchtigung der induktiven Methode ablehnen würde, geht aus seinem Buche «Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts» (Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin, 1913 und 1920) hervor.

Was für den Chemieunterricht als solchen gilt, hat natürlich auch Bedeutung für die Anlage eines Chemiebuches. Nicht nur die neuern deutschen methodisch angelegten Schulbücher zeigen das. Es sei hier daran erinnert, dass der als hervorragender Mittelschullehrer bekannte verstorbene Kollege Karl Egli in seinem, dem Unterricht auf der Sekundarschulstufe dienenden Büchlein «Chemie, Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde, IV. Teil, Verlag der Erziehungsdirektion Zürich» die Begriffe Atom und Molekül überhaupt nicht einführt.

Nun soll aber das in Aussicht genommene schweizerische Chemielehrmittel keinem bestimmten methodischen Lehrgang entsprechen, weil in der kleinen Schweiz fast jeder Chemielehrer seinen eigenen Lehrgang hat. Es soll nur ein «Hilfsbuch für den Chemieunterricht an schweizerischen Mittelschulen» geschaffen werden. Man könnte daher die Meinung vertreten, in einem solchen Hilfsbuch, das in die Hände richtig vorgebildeter Chemielehrer gelegt werde, mache eine Voranstellung der heute allgemein angenommenen und gut begründeten Atom- und Molekulartheorie nichts mehr aus. Aber auch diese Annahme dürfte ein psychologischer Irrtum sein. Aus dem einfachen Grunde, weil immer einzelne stark beschäftigte Lehrer, namentlich Anfänger im Lehramt, sich gerne an die Stoff-Folge und den Stoff-Umfang halten, wie sie im Schulbuch vorliegen, obschon es wünschenswert wäre, dass der Lehrer nicht nur den Lehrstoff sorgfältig auswählt, sondern ihn auch zu einem einwandfreien, ganz persönlichen Lehrgang anordnet. Würde nun in dem in Arbeit stehenden kleinen Handbuch die Atom- und die Molekularlehre wieder, wie in den alten verpönten Leitfäden, an die Spitze gestellt, so könnte ein Anfänger oder ungenügender Kenner der Voraussetzungen einer einwandfreien Lehrweise auf den Gedanken kommen, auch im Schulunterricht sei so etwas erlaubt. Da aber die Mitglieder der Redaktionskommission und die Buchautoren eine Entstehung dieser unrichtigen Meinung verhindern wollen, wurde mit Absicht die Stoffanordnung so gewählt, dass erst nach einem einleitenden Teil im Abschnitt Atomlehre I die stöchiometrischen Gesetze und die Begriffe Atom und Molekül folgen. Dagegen ist es für den weitern Unterricht nicht mehr so wichtig, wie der übrige Lehrstoff im Hilfsbuch angeordnet ist. Um jedem Lehrer die nötige Freiheit in der Stoffauswahl und -behandlung möglichst zu wahren, folgen sich die andern Stoffgebiete einfach mehr oder weniger systematisch.

Zur Behandlung des Insektenfluges in der obern Mittelschule

Von *A. Steiner*, Städt. Gymnasium, Bern.

(Schluss.)

II. Wirkung der Flügelbewegung.

In seinem eingangs erwähnten Aufsatz hat *Weber* die Mechanik des Vogelfluges nach neueren Quellen behandelt und dabei auch die Frage nach den entsprechenden Verhältnissen des Insektenfluges gestellt. Zu deren Beantwortung, soweit diese zur Zeit überhaupt möglich ist, kann ich nur auf einige Literaturangaben hinweisen.

Für die Libellen mit ihrer direkten Flugmuskulatur und selbständigen Bewegung von Vorder- und Hinterflügeln (s. früheres) ergab sich, dass die Schwingung mehr in horizontaler Richtung erfolgt, als dies bei den übrigen Insekten geschieht. Dabei soll der Auftrieb fast ausschliesslich aus der Vorwärtsbewe-

gung, der Vortrieb aus der Rücknahme der Flügel hervorgehen. (Bull, 1910.)

Bei den übrigen Insekten vermochte *Marey* schon im Jahre 1869 die Achterfigur nachzuweisen, indem er die Flügelspitzen einer Hornisse vergoldete und das fixierte Tier im Sonnenschein vor einem dunklen Hintergrund schwirren liess.

Im *einzelnen* suchte *Stellwaag* (1910) die *Flügelstellung* während einer Schwingung dadurch festzustellen, dass er Bienendrohnen narkotisierte, wobei die Flügel in der Lage verbleiben, die sie im Moment der Muskellähmung einnahmen; die verschiedenen Phasen wurden nachher zu einer Gesamtdarstellung kombiniert. (Solche Beobachtungen können nach meiner Erfahrung auch an frisch getöteten Eristalis-Individuen ausgeführt werden.) Es zeigte sich, dass auch bei diesem Verfahren, bei dem die Einwirkung des Luftwiderstandes auf die Flügelstellung wegfiel, eine Drehung des Flügels um seine Längsaxe festzustellen war, die demnach im wesentlichen auf dem Bau des Gelenks und der Mitwirkung der direkten Flugmuskeln beruht; dem Luftwiderstand kommt nur eine ergänzende Rolle zu. Im Abschlag hat der Flügel eine flachere Lage als im Aufschlag, bei dem die Fläche steil gestellt ist; in beiden Phasen geht der Vorderrand voran und die Luft wird entsprechend schief durchschnitten. — Leider haben kinematographische Aufnahmen infolge der hohen Schwingungszahlen der guten Insektenflieger bis jetzt bei diesen zu keiner wesentlichen Erweiterung der Stellwaagschen Feststellungen geführt.

Die *aerodynamische Wirkung* der Flügelbewegung wurde von *Demoll* (1918) untersucht. Er liess einen festgehaltenen Schwärmer schwirren und beobachtete die Bewegung von kleinen Federteilchen, die rings um das Tier aufgehängt waren. Daraus ging hervor, dass die Luft von vorn oben gegen den Körper strömt und nach hinten abfliesst; der Querschnitt des Zustromes ist bedeutend grösser als der des Abflusses. Auch beim fliegenden Insekt sollen entsprechende Strömungsverhältnisse herrschen; experimentell ist dies aber nicht festgestellt. Vor und über dem Tier herrscht niedrigerer Luftdruck, während namentlich die Unterseite erhöhten Druck aufweist. Demoll bewertet deshalb den Insektenflug in erster Linie als Hubflug und stellt ihn dem Drachenflug der Vögel gegenüber. «Wie der Drache sich nur dadurch in der Luft zu halten vermag, dass ihm — gegenüber der umgebenden Luft — eine Vorwärtsbewegung mitgeteilt wird, ebenso nutzt der Vogel die Bewegung, die er sich mit Hilfe des Flügelschlages erteilt, dazu, um auf der Luft zu segeln. Beim Hubflug führt die Arbeit der Flügel zunächst dazu, den Körper in der Luft zu halten, und erst die Kraft, die durch diese Arbeitsleistung nicht aufgezehrt wird, kann nun in den Dienst der Fortbewegung gestellt werden.» Nach dieser Auffassung ist der Vogelflug rationeller in der Arbeitsleistung als der Insektenflug; für kleinere Tiere bringt er aber Nachteile mit sich, die der Hubflug vermeidet. Der letztere verausgabt mehr Energie, bringt aber grössere Bewegungsfreiheit in der Luft, indem er an die Lage des Körperschwerpunktes, die Körperhaltung und Körperform weniger hohe Ansprüche stellt.

Obschon Demoll die aerodynamischen Verhältnisse nur summarisch, nicht aber für Ab- und Aufschlag getrennt, festzustellen vermochte, leitete er die besonderen Aufgaben dieser beiden Phasen in folgender Form ab: der Abschlag erzeugt, weil er sehr kräftig von hinten-oben nach vorn-unten und mit Beteiligung der Fläche geführt wird, hauptsächlich Auftrieb, während der Vortrieb aus dem Aufschlag hervorgeht.

Diese Angaben konnten bis jetzt nicht auf ihre Richtigkeit geprüft werden, weil auch auf diesem Gebiet des Insektenfluges in den letzten 20 Jahren kein wesentlicher Fortschritt erzielt wurde. Demgemäss fasst *v. Buddenbrock* in einer Uebersicht aus dem Jahre 1930 die Angaben von Demoll nur als eine Arbeitshypothese auf und erklärt, dass man von einer mathematisch-physikalischen Behandlung des Insektenfluges noch ausserordentlich weit entfernt sei.

Was die hohen, bis 300 betragenden *Schwingungszahlen* der Hymenopteren und Dipteren anbetrifft (bei Schmetterlingen und Libellen liegen sie mehrheitlich zwischen 7 und 30, nur bei Schwärmern um 70), so beruhen sie nach der übereinstimmenden Auffassung der Autoren zunächst auf der verhältnismässig kleinen Flügelfläche der betr. Formen. Experimentell zeigte von Buddenbrock, dass das Stutzen der Flügel ihre Frequenz beträchtlich erhöht. Jedoch vermag diese Erklärung nicht auszureichen, sondern es soll zudem ein Einzelfall des allgemeinen Gesetzes vorliegen, wonach sich die physiologischen Erscheinungen bei kleineren Tieren verhältnismässig schneller vollziehen als bei grösseren.

Die Steuerung des Insektenfluges: Während die Fluggeschwindigkeiten der Insekten beträchtlich unter denen der Vögel liegen (Schätzungen: Biene nach v. Frisch: 6,5 m/sek; Schwärmer, Libellen, Dipterenarten, z. B. Tabanus: 15 m/sek), ist die Steuerfähigkeit vieler guter Insektenflieger besser als die der Vögel. Zu dieser Feststellung führt schon die unmittelbare Beobachtung von Bremsen, Schwebefliegen, Hornissen usw., die sich schwebend in der Luft halten und darauf in blitzschnellen Bewegungen rückwärts, nach der Seite, senkrecht nach oben oder in die Tiefe stossen. Nur bei wenigen, langsam flatternden Insekten, z. B. beim Kohlweissling, wird die Steuerung durch eine Verlagerung des Körperschwerpunktes vollzogen, indem sich der Hinterleib mehr oder weniger krümmt, bei der Mehrzahl liegt sie ganz im Bereich der Flügeltätigkeit und beruht auf Veränderungen der Schwingungsebene und der Amplitude der Schwingung, die bis 150 Grad betragen kann. Aendern sich diese beiden Faktoren auf beiden Körperseiten im gleichen Sinn und mit gleicher Stärke, so führt dies zum plötzlichen An- oder Abstieg, Vor- oder Rückwärtsschnellen; verhalten sich aber linke und rechte Körperseite in dieser Hinsicht ungleich, was trotz der einheitlichen Schwingungsfrequenz möglich ist, so erfolgen Drehungen um die Vertikalachse des Körpers.

Am Schlusse dieses Abschnittes sei noch auf zwei interessante Ergänzungen hingewiesen: die *Halteren der Dipteren* schwingen mit der gleichen Frequenz und Amplitude wie die Vorderflügel; sie werden von v. Buddenbrock als Stimulationsorgane gedeutet; die Erregung der an ihrer Basis liegenden, zahlreichen Sinneszellen soll der Flugmuskulatur auf dem Wege über das Zentralnervensystem den nötigen Impuls verleihen. — Das *Schwirren der Schwärmer*, das einem Abflug unbedingt vorangehen muss (in die Luft geworfene, nicht schwirrende Tiere fallen zu Boden), erzeugt nach den Untersuchungen von *Dotterweich* die zur Muskeltätigkeit notwendige Körper-

wärme, welche dabei auf 30—35° ansteigt. Wird diese Temperatur dem Tier durch die Umgebung vermittelt (Wärmeschrankindividuen mit 35°), so vermag es ohne Schwirren abzufliegen. Auch dem «Zählen» verschiedener Käfer wird nunmehr die gleiche Bedeutung zugeschrieben, obschon Experimente darüber fehlen.

Möglichkeiten für Schülerbeobachtungen aus dem im Abschnitt II behandelten Gebiet.

a) Ruhelage der Flügel: Verschiedenheiten bei Tag- und bei Nachtschmetterlingen; Einschlagen der Hinterflügel bei Käfern; Längsfaltung bei Faltenwespen, Heuschrecken und Grillen (Hinterflügel der Maulwurfsgrille!); Längs- und Querfaltung beim Ohrwurm.

b) Physiologisch einpaarflügelige Insekten: Nichtgebrauch der Vorderflügel bei den Käfern (Elytren nach Stellwaag = Stabilisatoren); Verbindung von Vorder- und Hinterflügeln bei den Schwärmern und Hymenopteren; Reduktion der Hinterflügel bei den Dipteren (Beobachtung der Halteren bei Tipula!).

c) Vorbereitungen zum Flug: «Zählen» vieler Käfer; Schwirren der Schwärmer; Bewegungen des Hinterleibs in der Längsachse bei Hymenopteren.

d) Sichtbarkeit des Flügels während des Fluges (Schwingungszahlen) *und Steuerfähigkeit.* Niedrige Schwingungszahlen bei Tagschmetterlingen (Weisslinge, Zackenfalter usw.), mittlere und hohe bei Schwärmern, Libellen, Hymenopteren und Dipteren. (Was ist jeweils von den Flügeln noch sichtbar? — Einzelaufgabe unter der Aufsicht des Lehrers: Kann der Mareysche Versuch an grösseren Dipteren, wie Bremsen und Schwebefliegen, mit Bronzierung der Flügelspitzen wiederholt werden?)

Bestimmung der Schwingungszahlen durch die akustische Methode (Höhe des Summtones), wobei angenommen werden muss, dass jede Flügelschwingung *zwei* Druckwellen erzeuge. Beispiele: Stubenfliege hat e′, demnach 330 : 2 = 165 Schwingungen; Stechmücke hat d″, demnach 594 : 2 = 297 Schwingungen. (Befriedigende Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der myographischen Methode.)

Steuerfähigkeit, zu erschliessen aus den Flugbahnen: Ein Kohlweissling «gaukelt» herum; ein Taubenschwänzchen (Macroglossa stellatarum) besucht Blüten (Beobachtung von Fr. Müller: 108 Veilchen in 4 Minuten); eine Rinderbremse «steht» in der Luft — und bald darauf?

Körperlage im Flug: Waagrecht bei Libellen; Folgerung: Schwerpunkt direkt unter dem Aufhängepunkt; bei den anderen Insekten ist der Körper vorn etwas aufgerichtet; Lage des Schwerpunktes?

e) Liliental stellte fest, dass beim Drachenflug der *Auftrieb wächst,* wenn der vordere Rand des Flügels verdickt ist und der Flügel eine Wölbung nach oben aufweist; ferner ergibt eine Verbreiterung des Flügels in der Flugrichtung nur einen geringen Zuwachs des Auftriebs; lange, schmale Flügel sind die geeignetste Form; günstiges Verhältnis 9 : 1.

Ueberprüfung verschiedener Flügelformen der Insekten auf diese Eigenschaften, z. B. beim Kohlweissling, bei Schwärmern, Hymenopteren und Dipteren, wobei der Schüler auch die Aderung kennenlernt, die für die mechanische Beanspruchung und aerodynamische Eignung des Flügels eine Hauptrolle spielt.

Für den Vergleich zwischen Vogel- und Insektenflug sind Feststellungen der obigen Art bei den Insekten bis jetzt nur wenig in Betracht gezogen worden. — Auch die Stellung der Flügel im Ab- und Aufschlag kann durch Schüler an frisch getöteten Bremsen oder Schwebefliegen festgestellt werden (Methode nach Stellwaag; viele Individuen mit verschiedenen Stellungsphasen). Es ergibt sich dabei ein meines Erachtens bis jetzt zu wenig beachteter Umstand; die Flügelfläche bildet nicht eine Ebene, sondern ist in der Längsachse, d. h. von der Wurzel gegen die Spitze zu, schwach abgedreht, wodurch die Möglichkeit einer Flügelwölbung und einer verschieden steilen Lage von Spitze und Basis besteht (Beziehungen zum Aufsatz Weber!).

Einige Literaturhinweise: v. Buddenbrock W., Der Flug der Insekten. Bethes Handb. d. norm. und pathol. Physiologie, Bd. 15, 1. S. 349 ff; Berlin 1930. — *Bull L.*, Sur les inclinaisons du voile de l'aile de l'insecte pendant le vol. C. r. de l'acad. d. sci. 150, 1. Paris 1910. — *Demoll R.*, Der Flug der Insekten und der Vögel. Jena 1918. — *Du Bois-Reymond R.*, Bewegung der Tiere. II. Tierflug. Handw.buch der Nat.wiss., Bd. 1, S. 938 ff, Jena 1931. — *Hesse-Doflein*, Tierbau und Tierleben, Bd. 1, S. 259 ff, Jena 1935. — *Janet Ch.*, Sur le mécanisme du vol chez les insectes. C. r. de l'Acad. d. sci., 128. Paris 1899. — *Marey*, Mémoires sur le vol des insectes et des oiseaux. Ann. d. sci. nat. Zool. Paris 1869. — *Prochnow O.*, Mechanik des Insektenfluges. In Schröder Chr., Handb. der Entomologie, Bd. 1, S. 534 ff, Jena 1928. — *Stellwaag F.*, Bau und Mechanik des Flugapparats der Biene. Z. Zool. 1910. — *Derselbe*, Wie steuern die Insekten während des Fluges? Biol. Z.bl. 36, 1916. — *v. Uexküll J.*, Die Flügelbewegungen des Kohlweisslings. Pflügers Arch. 202, 1924. — *Weber H.*, Handbuch der Entomologie. Jena 1933.

Kleine Mitteilungen

Die Tomate als Versuchspflanze.

Im Frühjahr kann man bei jedem Gärtner für wenig Geld eine Tomatenpflanze mit Topf kaufen. Man wähle sich ein kräftiges, ungefähr 20 cm hohes Exemplar mit dickem Stengel aus. Ein und dieselbe Pflanze kann nun zu verschiedenen Beobachtungen und Experimenten verwendet werden, z. B. zu Beobachtungen über das *Wachstum:*

Wir untersuchen die Abstände der Blätter im unteren Teil und an der Spitze der Pflanze.

Eine feine Fischangel wird in das oberste Stengelstück eingehakt und der Faden mit einem Wachstumsmesser verbunden. Meccanobestandteile, dazu ein festes Stativ, ergeben rasch ein brauchbares Hebelauxanometer. (Wir konnten ein tägliches Wachstum von durchschnittlich 9 mm feststellen. Nach 12 Tagen blieb der Zeiger stehen; alle Blätter unterhalb der Angel hatten nun den normalen Abstand. Die Wachstumszone befand sich jetzt oberhalb der Angel.)

Beobachtungen über das *Saftsteigen:*

Die Tomatenpflanze wird ungefähr 5 cm über dem Boden abgeschnitten. Auf den Stengelstumpf befestigen wir mit einem Stück Gummischlauch und Plastilin ein Glasrohr, worin bald eine Flüssigkeitssäule zu steigen beginnt (im Tag bis 2 cm): *Wurzeldruck.*

Der grüne Pflanzenteil wird sofort nach dem Abschneiden in einen Messkolben mit Wasser gestellt. Mit Oel wird die Wasserfläche im Gefäss überdeckt. Was die Blätter verdunsten, wird durch den Stengel aufgesogen (im Tag bis 15 ccm): *Saugkraft der Blätter.*

W. Schönmann, Bern.

„Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht"; Schriftleitung: Dr. A. Günthart, Frauenfeld.