

Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, September 1944, Nummer 5 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences

Autor(en): **Rossier, Paul / Günthart, A. / Oettli, M.**
natur...

Objektyp: **Appendix**

Zeitschrift: **Schweizerische Lehrerzeitung**

Band (Jahr): **89 (1944)**

Heft 38

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ERFAHRUNGEN

IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

MITTEILUNGEN DER VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER NATURWISSENSCHAFTSLEHRER
BEILAGE ZUR SCHWEIZERISCHEN LEHRERZEITUNG

SEPTEMBER 1944

29. JAHRGANG • NUMMER 5

Alte Wahrheiten

Auch der «geborene Lehrer» wird durch Befolgung methodischer Grundsätze keineswegs seiner Freiheit beraubt. Der Gedanke, dass das, was ihm natürliches Gefühl und glücklicher Takt eingeben, in Einklang steht mit den Forderungen der Psychologie und der Methodik, macht ihn im Gegenteil sicherer, freier und glücklicher in seiner Arbeit... Wissenschaftliche Tüchtigkeit, pädagogische Einsicht und eine willensstarke Persönlichkeit, das sind die Tragpfeiler aller Unterrichts- und Erziehungserfolge.

Aus Konrad Brandenberger, Didaktik des mathemat.-naturwissenschaftlichen Unterrichts, Zürich 1920.

Un appareil de démonstration destiné à la comparaison des masses

Par Paul Rossier, Technicum Genève

1° On sait combien abstraite paraît la notion de masse; cela tient à des causes multiples dont nous ne retiendrons pour l'instant que la suivante: la comparaison des masses n'est généralement pas réalisée par une expérience de dynamique, mais bien par l'intervention de phénomènes étrangers, la gravitation notamment. Pour notre enseignement, nous avons fait construire un véritable «massemètre» dynamique.

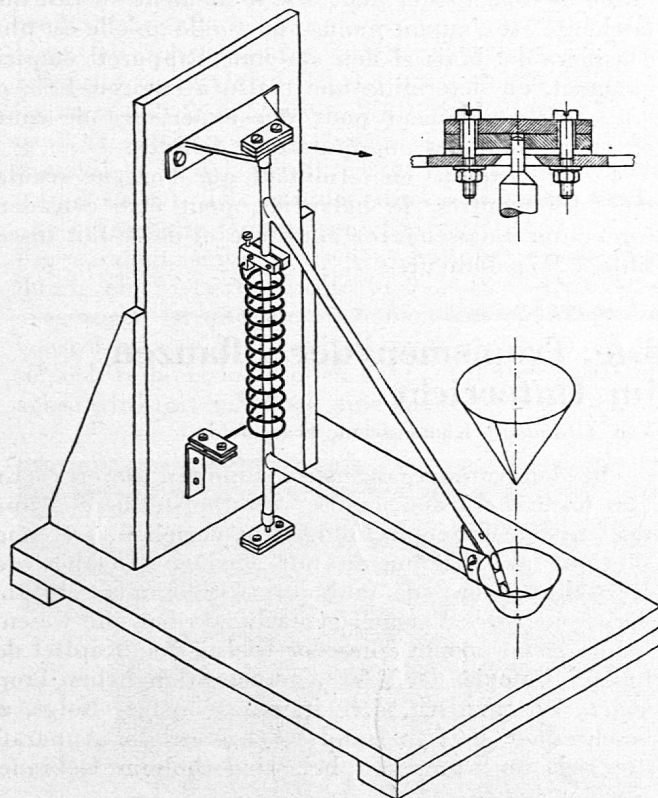
Imaginons un système mobile comportant un axe vertical, porté par une butée à son extrémité inférieure et un palier à sa partie supérieure. Sur cet axe, fixons un bras horizontal (renforcé par un tirant oblique). L'extrémité du bras porte un récipient conique. Un ressort à boudin dont l'axe coïncide avec celui de la partie mobile, a l'une de ses extrémités fixée au système mobile et l'autre à un support fixe.

Le principe de l'appareil consiste en l'étude de la variation de la période d'oscillation en fonction de la charge déposée dans le récipient. Pour être entièrement convaincante, l'expérience doit être précédée de quelques préliminaires.

Attelons un dynamomètre en un point de l'organe mobile, le ressort étant déformé; l'expérience montre que, aux frottements près, le couple exercé par le ressort est indépendant du corps déposé dans le récipient. Quelle que soit cette charge, le système mobile est soumis à un couple qui ne dépend que de sa position. Quant au corps placé dans le récipient, il est soumis à une force qui ne dépend que de l'orientation du système mobile, mais pas du corps.

Plaçons dans le récipient un corps quelconque et faisons osciller l'appareil. L'expérience montre que la période est indépendante de l'amplitude. Faisons varier le corps, la période varie. Graduons l'appareil en déterminant la période pour divers corps, en le chargeant de masses étalonnées, de centimètres cubes

d'eau, en principe. L'appareil permet désormais la détermination dynamique d'une masse quelconque, inférieure à un certain maximum; il suffit de déterminer la période d'oscillation de l'appareil chargé de cette masse.



Un ressort à boudin agit par torsion sur un pendule d'axe vertical. La période est indépendante de la pesanteur, mais elle dépend des masses que porte le système à une distance constante de l'axe. Le pendule permet donc la comparaison des masses, indépendamment de la pesanteur.

Il est tacitement entendu que nous n'utilisons que des corps de petites dimensions relativement à l'appareil.

2° Pour des élèves avancés, la théorie peut être présentée d'une façon plus approfondie.

Le couple exercé par le ressort est $M = -ka$, où a est l'angle de la partie mobile et de sa position de repos. Le moment d'inertie du système mobile est $I = I_0 + mr^2$, où I_0 est le moment d'inertie de l'appareil déchargé, m la charge et r la distance de celle-ci à l'axe de l'appareil. L'équation du mouvement est

$$(I_0 + mr^2) \frac{d^2a}{dt^2} + ka = 0.$$

C'est l'équation d'un mouvement oscillatoire harmonique de période

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + mr^2}{k}}.$$

On en tire la masse m , en introduisant la période T_0 de l'appareil déchargé:

$$m = \frac{k}{4\pi^2 r^2} (T^2 - T_0^2).$$

La masse est donc une fonction entière quadratique de la période.

3° Voici quelques données pratiques sur l'appareil réalisé: La carcasse de l'appareil est en tube de laiton de environ 10 mm de diamètre et 0,1 mm de paroi. Le récipient est en tôle d'aluminium et sa distance à l'axe environ 30 cm. Le ressort d'une trentaine de spires exerce un couple de l'ordre de 9×10^5 dynes \times cm au radian. La période à vide vaut 1,7 sec et atteint environ 4,7 sec pour une surcharge de 500 g.

La théorie n'est vérifiée qu'avec une précision assez faible 5—10 %. Cela tient essentiellement au fait que la charge est d'autant moins ponctuelle qu'elle est plus considérable. Mais si l'on étalonne l'appareil empiriquement, on détermine une masse à environ 1 %, ce qui suffit amplement pour une expérience de cours ou même pour des manipulations d'élèves.

4° Remarquons en terminant que l'organe régulateur des montres, le balancier, peut être considéré comme un «massemètre» équilibré et de ce fait insensible à la pesanteur.

Die Tropismen der Pflanzen im Unterricht

Von A. Günthart, Kantonsschule Frauenfeld.

In den vorangegangenen Nummern unserer «Erfahrungen» wurden einige selbstherstellbare Apparate zur Pflanzenphysiologie beschrieben. Offenbar sind solche Mitteilungen mit genauen Angaben der Herstellungsweise da und dort willkommen. Es soll darum hier der Versuch gemacht werden, die wesentlichen Experimente eines der wichtigsten Kapitel der Reizphysiologie, der Lehre von den pflanzlichen Tropismen, systematisch, d. h. in schulmässiger Folge, zu beschreiben, stets an Hand selbstgefertigter Apparate, die sich im Unterricht bei wiederholtem Gebrauch bewährt haben.

Die betreffenden Einrichtungen werden, wie in den früheren Aufsätzen, nur in möglichst kurzen Worten rezeptmässig beschrieben, unter Beigabe von Abbildungen, aus denen die Grössenverhältnisse unmittelbar entnommen werden können. Im Unterricht geht man ja selbstverständlich anders vor: der Schüler muss die Apparate selbst «erfinden». Dieses Erfinden ist ein noch wirksamerer «Arbeitsunterricht» als die nachherige manuelle Anfertigung.

Der Gedankengang, der beim Schüler die hier innegehaltene Versuchsfolge auslöst und ihn von Versuch zu Versuch weiterführt, ist hier nicht dargestellt¹⁾, da der vorliegende Aufsatz mehr die versuchstechnische als die methodische Seite unseres Themas behandeln will.

Immerhin sei etwa auf folgendes hingewiesen: Der Schüler muss allmählich selbst erkennen, dass die Gedankenfolge bei solchen Arbeiten etwa diese ist: 1. die *Beobachtung* (z. B. der Abwärtskrümmung der Wurzel einer verkehrt eingebetteten Keimpflanze); 2. das Nachdenken über die möglichen Ursachen dieser Erscheinung, wobei verschiedene *Vermutungen* steigen;

¹⁾ Er wurde dargestellt in dem für weitere Kreise bestimmten Aufsatz des Verfassers «Der Bildungswert der Naturwissenschaften im Mittelschulunterricht» in der Schweiz. Lehrerzeitung, 83. Jahrgang (1938), Nr. 17, S. 648.

3. die Auslese und *Isolierung* einer solchen Vermutung, d. h. der Uebergang zur *Fragestellung*, die völlig *eindeutig* sein muss, so dass das nachfolgende Experiment nur noch mit Ja oder Nein antworten kann; 4. die Erfindung und Konstruktion der nötigen apparativen Mittel; 5. die Ausführung des Experimentes, das, wenn die Fragestellung eindeutig war, alle andern möglichen Ausseneinwirkungen auf die Pflanze ausschliesst, mit Ausnahme der einen, nach der gefragt war; 6. die *Auswertung*, oft unter Verbindung mit andern Versuchen; 7. das Nachdenken und Sammeln von Beobachtungen über die *Auswirkung der Erscheinung in der freien Natur*, und eventuell noch 9. die praktische Anwendung, z. B. auf Vorgänge in der Landwirtschaft. — Pflanzenphysiologische Versuche werden bekanntlich häufig als Doppelversuche ausgeführt, indem die eine Anordnung die betreffende äussere Kraft einwirken lässt, ein *Vergleichsversuch* aber sie ausschliesst.

Dem Schüler muss ganz klar werden, dass die äusseren Einwirkungen niemals die Ursache der resultierenden Wirkung sind, sondern nur der «Reiz». Ein Versuch wie der in Nr. 3 dieses Jahrganges beschriebene Wurzelstossversuch zeigt dies sehr deutlich, besonders wenn man ihn etwa vergleicht mit dem passiven Abwärtsfallen, das eintritt, wenn ich das eine Ende eines vorher horizontal gehaltenen Tuchlappens loslasse. Man mag den Reiz etwa mit der sog. *Auslösung unorganischer Vorgänge* vergleichen, mit dem Fingerdruck auf den Gewehrzug vielleicht, der auch nicht die Ursache der eintretenden Wirkung ist. Aber mit diesem Vergleich ist die Erscheinung der *Reizbarkeit* nicht erklärt. Man kann sie wohl mit naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsmethoden gar nicht erklären. Aber sie ist die Grundlage aller Lebenserscheinungen.

Die *Tropismen* sind durch äussere Reize ausgelöste, gerichtete Wachstumskrümmungen. Diese Krümmungen kommen also nur bei wachsenden Pflanzenteilen vor und erfolgen durch verstärktes Wachstum oder durch Wachstumshemmung der einen Flanke des betreffenden Organes. Und diese Krümmungen erfolgen in bestimmter Richtung zur Richtung des auslösenden Reizes, d. h. zur Lage der Reizquelle.

Bei den *Nastien* ist dagegen die Krümmungsrichtung durch innere Faktoren von vornherein festgelegt, steht also in keinerlei Beziehung zu einer Reizrichtung oder zur Lage der Reizquelle. Es gibt Wachstumsnastien und nastische Krümmungen, die auf Turgorveränderungen beruhen. Eine Menge von Bewegungsercheinungen gehören hierher, wie etwa die Reizbewegungen der *Mimosa pudica* oder *M. Spegazzini*, die früher fälschlich als nyktitropische bezeichneten Schlafbewegungen²⁾, die Oeffnungs- und Schliessbewegungen mancher Blüten usw. All diese Erscheinungen fallen nicht mehr in den Bereich der vorliegenden Betrachtungen³⁾.

I. Geotropismus

1. Der positive Geotropismus der Hauptwurzel.

Eine Serie der wichtigsten Schulversuche zeigt unsere Fig. 1. In a ist die übliche *feuchte Kammer* dargestellt (Einmachglas, am Boden etwas Wasser, Seitenwandung mit feuchtem Filtrierpapier belegt), in der man den Wurzelzuwachs bequem beobachten kann. Man verwendet Samen von Bohnen (*Phaseolus vulgaris*), Feuerbohnen (*Ph. multiflorus* Lam.) oder Saubohnen (Puffbohnen, *Vicia Faba*), die 24 Stunden in Wasser gelegt und dann in feuchtem Sägmehl vorgekeimt wurden, bis die Keimwürzelchen 1—3 mm

²⁾ Vgl. die Darstellung der «Schlafbewegungen» der Sauerkleblätter von W. Schönmann, die im Anschluss an den vorliegenden Aufsatz erscheinen wird.

³⁾ Vgl. darüber etwa K. Wetzel, Grundriss der allgemeinen Botanik, Berlin 1940, S. 339 u. f., oder das grössere Werk von Ludwig Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie.

vorragen, worauf man sie mit einer Nadel am Korkdeckel der feuchten Kammer befestigt. Sind die Keimwurzeln etwa 1 cm lang geworden, so bringt man auf ihnen Tuschemarken in je 1 mm Distanz an, die in der Folge, wie Fig. a' zeigt, auseinanderrücken. Die Zone des stärksten Wachstums liegt also nicht ganz an der Wurzelspitze, sondern etwas darüber und rückt später noch weiter aufwärts.

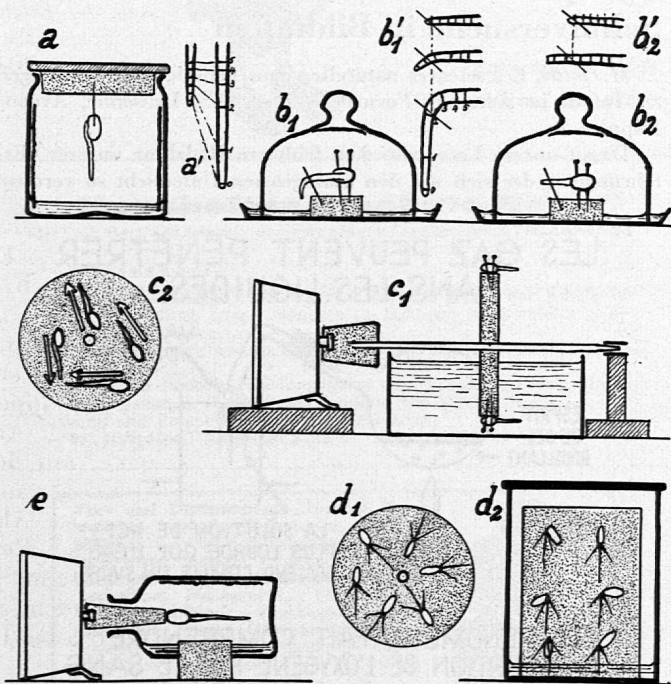


Fig. 1. Der positive Geotropismus der Hauptwurzel.

Alle Apparate 6mal verkleinert. Fein punktiert = Kork oder Torf, schräg schraffiert = Holz, horizontal schraffiert = Wasser, wellige Linien in a und e = Filtrierpapier.

Den positiven Geotropismus zeigt der in Fig. b₁ dargestellte Versuch. Die Seitenwände der Glasglocke werden nötigenfalls auch hier mit feuchtem Filtrierpapier belegt. Erbsen eignen sich für diese Versuche am besten. Die vorgekeimten Samen werden mit zwei Stecknadeln auf einem Kork so befestigt, dass die Keimwurzeln horizontal stehen; eine weitere in den Kork gesteckte Nadel dient als Index. Wir können (b₁') feststellen, dass die Krümmungsstelle mit der Zone des stärksten Wachstums zusammenfällt und darum, wie diese, aufwärts wandert, so dass sie am Index vorbeigeschoben wird: sie liegt in der zweiten der drei Zeichnungen b₁' zwischen Teilstrich 1 und 2, in der dritten schon zwischen 2 und 3. Dass aber der Ort, wo der Schwerereiz aufgenommen wird, nicht hier, sondern ganz nahe der Wurzelspitze liegt, kann man durch Dekapitierungsversuche zeigen. Mit einer Rasierklinge wird eine 1—1½ cm lange Keimwurzel um 1—1½ mm gekürzt. Dann bleibt (b₂ und b₂') der Längenzuwachs nur gering und die Krümmung unterbleibt ganz.

Die Entdeckung der Lage des Reizaufnahmeortes ganz nahe bei der Wurzelspitze wird Veranlassung geben, den Schülern mikroskopische Präparate von Längsschnitten durch Wurzelspitzen zu zeigen, z. B. die schönen Präparate von Galtonia-Wurzeln von F. Schwarzenbach⁴⁾, deren unter der Wurzelhaube gelegene Zellen mit Stärkekörnern gefüllt sind; denn man hat bekanntlich diese Stärkekörner früher (Haberlandt, Fitting u. a.) als Reizperzeptionsorgane gedeutet, ihnen also eine ähnliche Funktion zugeschrieben, wie den Statolithen vieler Tiere. Sicher trifft diese Erklärung zum mindesten nicht allgemein zu, denn es gibt ganz

stärkefreie Wurzelspitzen. Auch die Frage der Reizleitung von der perzipierenden Wurzelspitze zur Krümmungszone ist heute wieder umstritten. Man wird die Wuchsstoff-(Auxin-)theorie (Wetzel S. 336) zwar erwähnen, aber die betreffenden Versuche (Stocker, S. 71⁵⁾) besser dem Hochschulunterricht überlassen, trotzdem Wuchsstoffpasten unter dem Namen Belvitan im Handel erhältlich sind.

Die Versuchsanordnung b₁ kann auch zu Narkotisierungsversuchen dienen: Bringt man für einige Minuten einen Wattebausch mit Chloroform unter die Glasglocke, so unterbleiben zunächst Zuwachs und Krümmung, um später von neuem einzusetzen.

Wenn nun wirklich die Schwerkraft der auslösende Reiz des abwärts gerichteten Wurzelwachstums ist, dann muss die Abwärtskrümmung der Hauptwurzel unterbleiben, sobald wir die Einwirkung der Erdschwere ausschalten. Dies geschieht durch den Klinostat, den wichtigsten Apparat zur Untersuchung des Geotropismus. Er bringt die Versuchspflanze in dauernd wechselnde Lage, so dass die richtende Reizwirkung der Schwerkraft wegfällt. Der teure Sachsche Klinostat ist in vielen Lehrbüchern abgebildet, so bei Detmer⁶⁾, S. 243, Stocker, S. 70, Nathanson⁷⁾, S. 184, usw. Er wurde schon von seinem Erfinder und dann namentlich in der Schulliteratur durch einfache Uhrwerke ersetzt. Die auf der Rückseite einer Weckeruhr vorragende Grosszeigerachse verlängert man, wie Fig. c₁ zeigt, unter Zwischenschaltung eines Korks durch eine Glasröhre, die am andern Ende etwas ausgezogen ist und hier in einem kurzen Stück eines Glasrohres von grösserem Durchmesser ruht, so dass sie sich reibungslos drehen kann. Auf diese Glasrohrachse wird mit Schellack eine runde Korkscheibe oder

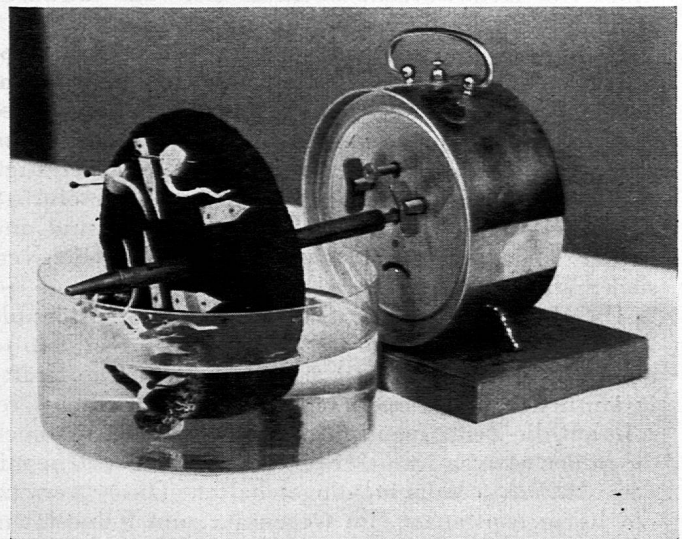


Fig. 2. Weckeruhr-Klinostat.

eine 1—1½ cm dicke kreisförmige Torfplatte (aus einem Insektenkasten) aufge kittet. Auf dieser Platte werden die Versuchspflanzen befestigt. Die Platte dreht sich nun stündlich einmal und taucht so zugleich die Keimpflänzchen immer wieder in das Wasser der untergestellten Glasglocke ein. Verwendet man eine Korkscheibe, dann muss man auf diese mittels kleiner Stecknadeln einige Lagen Filtrierpapier befestigen, da sonst die Keimpflänzchen beim Durchgang durch die Luft zu stark austrocknen. Als Ver-

⁵⁾ O. Stocker, Pflanzenphysiologische Uebungen, Jena 1942.

⁶⁾ W. Detmer, Kleines pflanzenphysiologisches Praktikum, Jena 1903.

⁷⁾ A. Nathanson, Allgemeine Botanik, Leipzig 1912.

⁴⁾ F. Schwarzenbach, Besprechung in Erf. XXVI (1941), Nr. 2.

suchsobjekte dienen Samen von Bohnen, Feuerbohnen oder Erbsen mit ca. 1 cm langer Keimwurzel. Auf der Torfscheibe sind Pfeile von Zelluloid angebracht, und jedes Keimpflänzchen wird zu Beginn des Versuchs neben einem dieser Pfeile so festgesetzt, dass die Wurzel zu ihm parallel gerichtet ist (Fig. c₂). Dann zeigt sich schön, dass die Keimwurzel einfach in der Richtung, wie sie am Anfang stand, weiterwächst. Man kann die keimenden Samen auch auf die Kante der Torfscheibe stecken (c₁); die Wurzeln wachsen dann frei in den Raum hinaus und der Wegfall der richtenden Wirkung der Schwere wird so noch eindrücklicher. Unser Photogramm Fig. 2 zeigt eine noch einfachere Ausführung des Weckeruhrklinostaten. Die Drehachse ist hier ein längsgeschlitztes Stahlröhrchen (Bleistifthalter), das federnd direkt auf den Achsenknopf der Uhr aufgesetzt werden kann, und das Ende der Achse bildet ein konisch zulaufender Bleistiftspitzenschoner, der einfach auf dem Rand der Kristallierschale aufruhrt, so dass kein besonderes Achsenlager nötig ist. Die dargestellten Versuchsobjekte sind Erbsen und (im Wasser) eine Feuerbohne.

Recht hübsch wirkt dieser Versuch, wenn er mit keimenden Weizenkörnern ausgeführt wird (Fig. 1, d₁). Die charakteristischen dreiteiligen Keimwürzelchen wachsen überall nach der Seite, auf welcher am Weizenkorn der Keimling sitzt. Als Vergleichsversuch dient die in d₂ dargestellte Anordnung: In einem Präparatenglas, am besten mit rechteckigem Querschnitt, steht eine mit einer Filtrierpapierschicht belegte Korkplatte, auf welcher die Weizenkörner in regelloser Stellung mit je einer Stecknadel befestigt sind. Die Keimwurzeln wachsen hier alle abwärts, gleichgültig, wie die Körner orientiert waren.

Besonders einleuchtend ist schliesslich noch der Versuch e, weil hier die Keimwurzel nicht im Raum herum bewegt, sondern lediglich um ihre Längsachse gedreht wird. Die keimende Bohne wird auf einem schlanken Kork (in dieser Form käuflich) befestigt, der tief in eine ruhende Pulverflasche hineinragt, deren Seitenwände mit Filtrierpapier belegt sind und in der ausserdem etwas Wasser steht. Vergleichsversuch: Wecker arretieren.

Da also offenbar die Schwerkraft der auslösende Reiz des Abwärtswachsens der Hauptwurzel ist, so muss die Wurzel auch auf andere mechanische Kräfte in ähnlicher Weise reagieren wie auf die Erdschwere, z. B. auf die Zentrifugalkraft. Hier werden darum noch die in der vorigen Nummer beschriebenen Versuche mit dem *Zentrifugalapparat* eingeschaltet. Dieser versetzt die Versuchspflanzen, im Gegensatz zum Klinostaten, in rasche Rotation.

Nun schliesst sich noch der eingangs erwähnte Versuch über den *Wurzelstoss* an, der zeigt, dass die Schwere nur der auslösende Reiz, niemals die Ursache des Abwärtswachsens der Wurzeln ist.

Beim Nachdenken⁸⁾ über andere mögliche äussere Kräfte, welche das Abwärtswachsen bedingen können, kann der Schüler auf die Vermutung kommen, dass auch das Licht beteiligt sei, dass die Wurzeln also das Licht fliehen. Ob die Wurzeln überhaupt lichtempfindlich sind (s. unten), weiss der Schüler ja vorläufig noch nicht. Aber eine richtende Einwirkung des Lichtes ist, wenigstens bei tiefer liegenden Wurzeln, ausgeschlossen, weil in grössere Tiefen kein Licht mehr eindringt. Will man dem Bedenken des Schülers doch entgegenkommen, dann müssten alle Versuche Fig. 1 im Dunkeln ausgeführt werden.

Die Wurzeln wachsen vielleicht rasch abwärts, meint ein anderer Schüler⁹⁾, weil sie die Feuchtigkeit und die Nährstoffe im Boden suchen. Diese umhüllen sie aber schon im natürlichen Erdboden und dann namentlich bei unseren Versuchen (besonders Fig. a und b) allseitig gleichmässig.

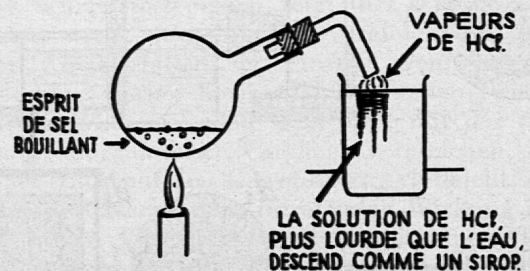
(Forts. folgt.)

Biologische und biochemische Schulversuche in Bildtafeln

M. Oetli, Les sciences naturelles dans l'enseignement ménager, 28 Tafeln in Schulheft-Format, Verlag SAS, Lausanne, Avenue Dapples 5.

Damit unsere Leser von dem früheren Redaktor unserer «Erfahrungen», der sich um den biologischen Unterricht so verdient

LES GAZ PEUVENT PÉNÉTRER DANS LES LIQUIDES.



CE PHÉNOMÈNE FAIT COMPRENDRE L'ABSORPTION DE L'OXYGÈNE PAR LE SANG

LA SALIVE TRANSFORME L'AMIDON EN SUCRE



gemacht hat, auch wieder einmal etwas hören, geben wir hier zwei Proben aus einem von ihm herausgegebenen Tafelwerk. Die Schrift ist zwar für Haushaltungsschulen bestimmt, eignet sich aber auch für die mittleren Klassen der Mittelschule, wenn die Versuche nicht nur im Bild gezeigt, sondern möglichst von den Schülern selbst, auch ausgeführt werden. Die Tafeln haben alle gleiches Format, die erste der beiden obenstehenden Proben gibt nur einen Ausschnitt aus der betreffenden Tafel.

⁸⁾ Vgl. Anmerkung 1.

⁹⁾ Vgl. Anmerkung 1.