

**Zeitschrift:** Schweizerische Lehrerzeitung  
**Herausgeber:** Schweizerischer Lehrerverein  
**Band:** 89 (1944)  
**Heft:** 47

**Anhang:** Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, November 1944, Nummer 6 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

**Autor:** Walter, Emil / Günthart, A.

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

**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 1944

29. JAHRGANG • NUMMER 6

### Anregungen und Zahlenmaterial zum Unterricht in Meteorologie

Von Emil Walter, Gewerbeschule Zürich.

#### I.

Die Wetterkunde oder Meteorologie wird, trotzdem sie sich in recht vielen Punkten prächtig zur Auswertung aerodynamischer und thermodynamischer Gesetze im Physikunterricht eignet, im Mittelschulunterricht, weil dies nicht in den Lehrstoffprogrammen vorgesehen und die moderne Entwicklung der Meteorologie zur Physik der Atmosphäre nicht allgemein bekannt ist, nur wenig beachtet. Vielleicht doch mit Unrecht. Deshalb versuchen wir zunächst einiges weniger bekanntes Material anzugeben, das sich unterrichtstechnisch bequem verwerten lässt.

Das *Gewicht der Luft* ist entsprechend den Gasgesetzen sehr stark vom Druck und von der Temperatur abhängig. Die nachstehenden Angaben eignen sich nicht nur zur Erklärung zahlreicher Wettererscheinungen, wie die Ausbildung des Bergwindes während der Nacht, die Entstehung von «Kaltluftseen» vornehmlich im Winter, das periodische Abströmen der Arktikluft an der Arktikfront im Rhythmus von rund 24 Tagen, sondern auch zur anschaulichen Bestätigung der Gasgesetze und zur Erklärung der Tatsache, dass Kampfstoffwolken keineswegs wegen ihrem angeblich höheren spezifischen Gewicht am Boden haften bleiben.

#### Gewicht eines Kubikmeters Luft in Gramm:

| Temperatur | Trockene Luft |        |        |
|------------|---------------|--------|--------|
|            | 720 mm        | 760 mm | 780 mm |
| -20°       | 1322          | 1395   | 1432   |
| -10°       | 1272          | 1342   | 1377   |
| 0°         | 1225          | 1293   | 1327   |
| 10°        | 1182          | 1247   | 1280   |
| 20°        | 1141          | 1205   | 1236   |
| 30°        | 1104          | 1165   | 1196   |

| Temperatur | Feuchte Luft (gesättigt) |          |
|------------|--------------------------|----------|
|            | 760 mm                   | 760 mm   |
| -20°       | 1395                     | 10° 1241 |
| -10°       | 1341                     | 20° 1194 |
| 0°         | 1290                     | 30° 1147 |

Bekannter sind wohl die Messzahlen der *Sättigungsfuchtigkeit*, die wir in Gramm pro Kubikmeter Luft über Wasser wiedergeben:

|      |      |     |       |
|------|------|-----|-------|
| -20° | 1,03 | 10° | 9,41  |
| -15° | 1,58 | 15° | 12,75 |
| -10° | 2,31 | 20° | 17,32 |
| -5°  | 3,34 | 25° | 23,09 |
| 0°   | 4,85 | 30° | 30,42 |
| 5°   | 6,77 | 35° | 39,64 |
|      |      | 40° | 51,17 |

Der Druck gesättigten Wasserdampfes ist bei Temperaturen unter 0° über ebenen Oberflächen von Eis

geringer als über Wasser, da ja Eis die beständigere Phase als unterkühltes Wasser ist. Bei Temperaturen von -12° erreicht der *Unterschied des Kondensations- und Sublimationsdampfdruckes* ein Maximum, weshalb sich bei dieser Temperatur hauptsächlich Eiskristalle und keine unterkühlten Wassertropfen bilden, sofern Sublimationskerne in der Luft vorhanden sind. Wasserwolken mit unterkühlten Wassertropfen sind immerhin bis -15° keine Seltenheit.

| Temperatur | Kondensationsdampfdruck | Diff.  | Sublimationsdampfdruck |
|------------|-------------------------|--------|------------------------|
| 0°         | 4,58 mm                 | 0,0    | 4,58 mm                |
| -5°        | 3,16 mm                 | » 0,15 | 3,01 mm                |
| -10°       | 2,14 mm                 | » 0,19 | 1,95 mm                |
| -12°       | 1,83 mm                 | » 0,20 | 1,63 mm                |
| -15°       | 1,43 mm                 | » 0,19 | 1,24 mm                |
| -20°       | 0,93 mm                 | » 0,16 | 0,77 mm                |
| -30°       | 0,23 mm                 | » 0,07 | 0,16 mm                |

Die *barometrische Höhenstufe* nimmt mit der Höhe zu, und zwar recht beträchtlich.

| Luftdruck in mm | Höhe über Meer in m | Höhenstufe in m/l mm |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| 760             | 0                   | 10,5                 |
| 700             | 690                 | 11,4                 |
| 650             | 1 300               | 12,3                 |
| 600             | 1 960               | 13,3                 |
| 550             | 2 630               | 14,5                 |
| 500             | 3 400               | 15,9                 |
| 450             | 4 210               | 17,8                 |
| 400             | 5 100               | 20,0                 |
| 350             | 6 080               | 22,8                 |
| 300             | 7 220               | 23,7                 |
| 250             | 8 450               | 28,2                 |
| 200             | 9 940               | 32,1                 |
| 150             | 11 800              | 41,0                 |

(Diese Zahlen gelten für die Temperatur von 0°. Sie sind um 0,4% je Grad bei höheren oder tieferen Temperaturen zu vergrössern oder zu verkleinern.)

Aus der Tatsache, dass in der Lufthülle Druck, Dichte und Temperatur sich gleichzeitig ändern mit der Höhe, ergibt sich der Zwang, oft mit Mittelwerten rechnen zu müssen. Die *Schichtung der Atmosphäre* kann folgenden Angaben entnommen werden:

| Höhe in km | mittl. Temp. in °C | mittl. Druck in mm | Dichte in g/m <sup>3</sup> |
|------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| 0          | 15                 | 750                | 1260                       |
| 10         | -50                | 195                | 414                        |
| 20         | -50                | 41                 | 87                         |
| 30         | -50                | 9                  | 19                         |
| 50         | -50                | 1                  | 2,1                        |
| 100        | -50?               | 0,003              | 0,006                      |

Die «Wettermaschine» wird durch die Sonnenstrahlung in Gang gehalten. Man misst die Stärke der Sonnenstrahlung durch die sogenannte *Solarkonstante*. Darunter ist jene Energiemenge zu verstehen, welche an der Grenze der Lufthülle auf einen Quadratcenti-

meter Fläche bei senkrechtem Einfall in der Minute in Grammkalorien auffällt. Der *mittlere* Wert der Solarkonstante beträgt rund 1,940 Grammkalorien/cm<sup>2</sup>·Minute. Aber der Wert der Solarkonstante schwankt recht beträchtlich im Laufe des Jahres (wegen der Aenderung der Entfernung der Erde zur Sonne) und im Laufe der Jahrtausende (nach Milankovitch dürfte zur Erklärung der Eiszeiten eine Wanderung der Pole nach Köppen-Wegener und die Veränderung der Sonnenstrahlung durch Aenderung der astronomischen Elemente der Erdbahn genügen):

|            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| 1. Januar  | 2,007 cal/cm <sup>2</sup> ·Min. |
| 1. April   | 1,942 cal/cm <sup>2</sup> ·Min. |
| 1. Juli    | 1,877 cal/cm <sup>2</sup> ·Min. |
| 1. Oktober | 1,936 cal/cm <sup>2</sup> ·Min. |

Die Grundlage des Energiehaushaltes der Wettererscheinungen bildet die *Strahlungsbilanz*, welche nebst der *Verschlüsselung der Wetterbeobachtungen* in einem zweiten Beitrag besprochen werden soll.

(Forts. folgt)

## Die Tropismen der Pflanzen im Unterricht

Von A. Günthart, Kantonsschule Frauenfeld. (Fortsetzung)

### 2. Der negative Geotropismus der Sprossachse.

Man geht am besten von Umkehrungsversuchen aus, wie sie in Fig. 3a an Bohnen dargestellt sind<sup>10)</sup>. Dann zeigt man (b) in bekannter Weise die scharfe Aufwärtskrümmung der Grashalme, die unmittelbar über den Knoten erfolgt (b, 2 und 3), im Gegensatz zur gleichmässigen Aufbiegung eines Löwenzahnsaftes (1). Der Versuch mit Gräsern wirkt besonders gut, wenn man (3) einen Grashalm mit zwei Knoten verwendet. Man achte darauf, dass die Grashalme richtig, d. h. mit ihren Unterenden in den feuchten Sägmehlabhäng hineingedrückt werden. Zwei wertvolle Nebenbeobachtungen zeigt Fig. b', die das Oberende des Grasstengels 2 in b vergrössert darstellt: Da die Blattscheide nicht mit dem Stengel wächst, tritt letzterer im Verlauf des Versuchs oben aus der Blattscheide heraus und auf der Schnittfläche des Stengels wird ein Flüssigkeitstropfen herausgepumpt, trotzdem dem Stengel sowohl aufsaugende Wurzeln wie transpirierende Blätter fehlen.

Ein weiterer Versuch ist in den beiden Fig. c dargestellt. Ein Glasstab wird (c<sub>1</sub>) durch das Bodenloch eines kleinen Pflanzentopfes gesteckt und in ihm mit Schellack festgekittet. Das unter dem Topf vorragende Ende wird durch einen Kork mit der Achse unserer Weckeruhr verbunden, die hier wieder als *Klinostat* funktioniert. Als Achsenlager dient wieder ein Stückchen eines weiteren Glasrohres oder, wie in unserer Zeichnung, ein Hornring (Vorhangring), der auf einem Holzklötzchen befestigt ist. In das Pflanzentöpfchen kommt Erde mit Samen von Kresse, und der Versuch beginnt, sobald die Keimpflänzchen etwas aus dem Boden herausgucken. Der Vergleichsversuch c<sub>2</sub> zeigt das Verhalten der nicht rotierenden Versuchspflanze. Es kann dann vielleicht, wie beim Wurzelgeotropismus, noch ein Versuch gezeigt werden, bei dem die Sprossachse nicht im Raum herumbewegt, sondern nur um ihre Längsachse gedreht wird. Man setzt zu

<sup>10)</sup> Auch beim positiven Geotropismus der Hauptwurzeln wird man dies tun. Da bei solchen Umkehrungsversuchen (wiederholtes Drehen keimender Bohnen in Sägmehl) keine technischen Schwierigkeiten bestehen, wurden sie oben nicht erwähnt (vgl. Anmerkung <sup>1)</sup> in der vorigen Nummer).

diesem Zweck ein Weizenkornpflänzchen mit schon ordentlich entwickeltem Wurzelwerk und bereits einige Millimeter herausragender Koleoptile in ein mit nassem Sägmehl gefülltes Glasrohr von der in d<sub>1</sub> gezeichneten Form und befestigt letzteres am Klinostat. Zum Vergleichsversuch d<sub>2</sub> dient hier eine mit Sägmehl gefüllte Tonzelle, die auf einem ausgehöhlten Kork ruht.

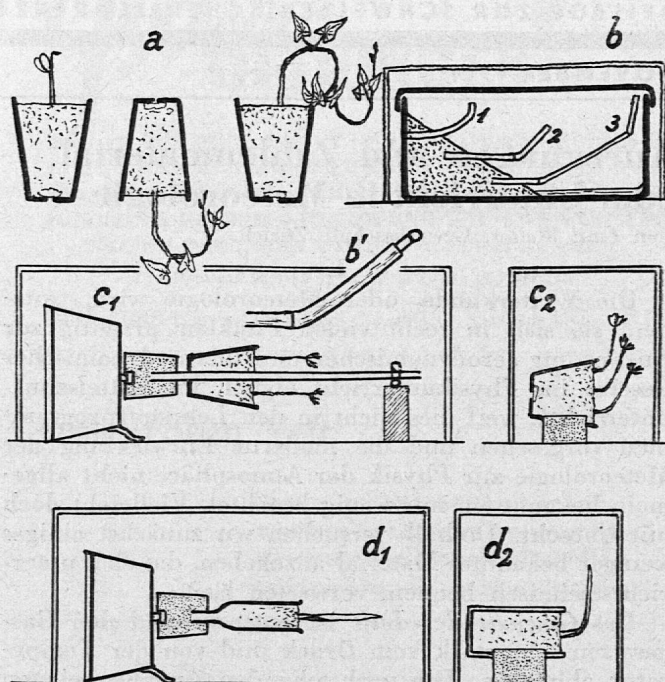


Fig. 3. Der negative Geotropismus der Sprossachse. Verkleinerung wie bei Fig. 1. Ebenso die Bezeichnung der Holz- und Korkteile und des Wassers. In den Gefässen feuchtes Sägmehl (in a Erde). Der Deckkasten der runden Glasschale b ist aus Wellpappe, die übrigen rechtwinkligen Dunkelkästen sind aus Sperrholz gefertigt.

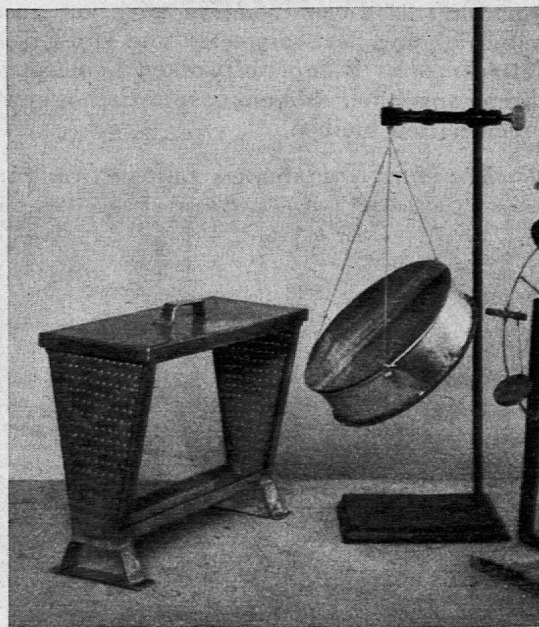


Fig. 4. Wurzelkasten und Siebrahmen für Hydrotropismus.

Bei Versuchen über Geotropismus oberirdischer Organe muss das Licht ausgeschaltet werden. Für den Versuch b und die Vergleichsversuche c<sub>2</sub> und d<sub>2</sub>, ist das selbstverständlich. Bei den Klinostatversuchen c<sub>1</sub> und d<sub>1</sub> wird zwar die richtende Wirkung des Lichtes durch die Rotation ausgeschaltet. Aber es empfiehlt sich trotzdem, auch diese Versuche im Dunkeln aus-

zuführen, damit die Pflanzen in jeder Hinsicht, besonders bezüglich des bei den Vergleichsversuchen  $c_2$  und  $d_2$  eintretenden Etiolements, unter gleichen äusseren Bedingungen stehen wie hier. Der Lichtentzug kann, wie in unseren Abbildungen, durch besondere Deckkästchen bewirkt werden, oder auch dadurch, dass man die Versuche in einem Schrank (Dunkelkammer) ausführt.

3. Der transversale Geotropismus oder Diageotropismus kommt bei Seitenwurzeln und den Seitenzweigen erster Ordnung vor, während Seitenwurzeln und -zweige höherer Ordnung meist regellos von der Mutterachse abgehen. Den Wurzeldiageotropismus zeigt man am besten in dem bekannten, aus Zinkblech gefertigten Wurzelkasten, den unsere Fig. 4 links darstellt. Dimensionen: trapezförmige, durchlochte Seitenwände, oben 14, unten  $5\frac{1}{2}$  cm breit, schiefe, aus einschiebbaren Glasplatten bestehende Wände, 21 cm hoch und 30 cm lang, Durchmesser der Löcher 3 mm. Der Kasten wird mit gesiebter Gartenerde gefüllt und Bohnen oder Erbsen werden dicht an die schiefen Glaswände gesetzt. Dann schmiegen sich die senkrecht abwärts strebenden Hauptwurzeln der Glaswand dicht an, so dass man auch die Nebenwurzeln gut beobachten kann. Gute Beobachtungsaufgabe: die obere

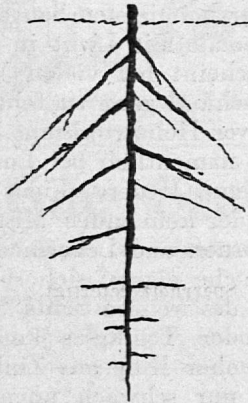


Fig. 5. Bohnenwurzel, halbschematisch.

Seitenwurzeln 1. Ordnung stehen noch schief, die unten immer mehr senkrecht zur Mutterachse, so wie dies unsere Fig. 5 zeigt (Pfeffer unterscheidet darum transversalen oder Diageotropismus von schiefe oder Plagiageotropismus, während andere Autoren diese Bezeichnungen als gleichbedeutend verwenden).

Auf transversalem und negativem Geotropismus beruht das Winden. Leider ist es nicht möglich, auch dieses Thema mit einiger Gründlichkeit hier noch zu behandeln. Schon im ersten Jahrgang unserer «Erfahrungen» sind seinerzeit Schülerbeobachtungen über das Winden erschienen<sup>11)</sup>. Vielleicht wird uns ein Kollege gelegentlich weitere Schulversuche darüber mitteilen. Bei der Unterscheidung links- und rechtswindender Pflanzen hat man bekanntlich die Drehung von oben her zu beobachten. Bekanntere linkswindende Pflanzen sind Bohnen, auch Feuerbohnen, Glyzinen (*Wisteria sinensis* D. C.), die Zaunwinde (*Convolvulus sepium*) und die Trichterwinden (*Ipomoea*), die Osterluzei (*Aristolochia Siphon*); rechts winden der Windenknöterich (*Polygonum Convolvu-*

<sup>11)</sup> M. Oetli, Das Winden der Bohnen. Erf. I (1916), Nr. 7. Weitere Versuche über das Winden in Detmer, S. 258 u. f., und in Schäffer-Eddelbüttel, Biologisches Arbeitsbuch, 2. Auflage, Leipzig und Berlin 1933, S. 100 und 101. Vgl. auch den Film 302 der Schweiz. Arbeitsgemeinschaft für Unterrichtskinetographie (SAFU).

lus) und andere Knöteriche (*P. dumetorum* L. und *Baldschuanicum* Rgl.), Hopfen (*Humulus lupulus* und *japonicus* L.) und verschiedene Geissblätter (*Lonicera Periclymenum* und *Caprifolium*).

## II. Heliotropismus oder Phototropismus

Die letztere Bezeichnung ist zwar weniger gebräuchlich, aber eigentlich richtiger, weil die betreffenden Erscheinungen auch durch künstliches Licht ausgelöst werden können. Unsere Fig. 6 zeigt die für die Schule besonders geeigneten Versuche.

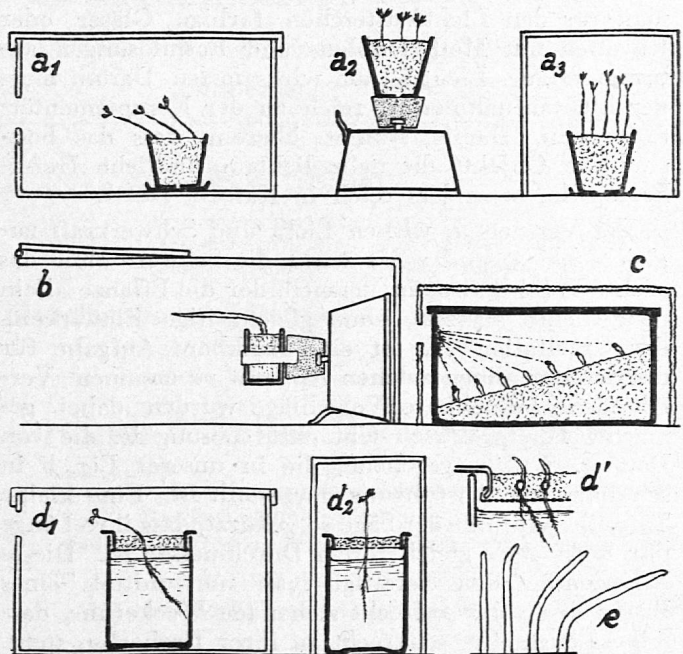


Fig. 6. Der Heliotropismus. Verkleinerung wie bei Fig. 1. Deckkasten c aus Wellpappe, die übrigen aus Sperrholz; die Kästen  $a_1$ ,  $d_1$  und b sind im Innern schwarz angestrichen (Wandtafelack).

### 1. Der positive Heliotropismus der Sprossachse.

Zu seiner Untersuchung dient ein rechteckiger Karton- oder besser Holzkasten, diesmal mit Boden und dicht anschliessendem abhebbarem Deckel und mit einem rechteckigen Lichtfensterchen von 5 cm Höhe und 3 cm Breite (Fig.  $a_1$ ). Es lohnt sich, eine solche «heliotropische» oder «phototropische Kammer» zu bauen, in der auch grössere Versuchsobjekte untergebracht werden können und sie mit zwei oder drei verschliessbaren Lichtfenstern (ausser dem rechteckigen noch zwei runde von 3—4 cm Durchmesser), und zwar eines derselben in der langen Seitenwand des Kastens, damit man auch Versuche über Lichteinfall von zwei Seiten her anstellen kann (Diagonaleinstellung der Sprosse). — Die Sprosse der Versuchspflanzen streben zum Licht: sie sind positiv heliotropisch. Der negative Geotropismus macht sich, besonders in grösserer Entfernung vom Fenster, ebenfalls geltend; nur wenn das Pflanzentöpfchen ganz nahe beim Lichtfenster steht, überwiegt der Heliotropismus so stark, dass die Kressepflänzchen fast horizontal und gelegentlich in ganzen Büscheln aus dem Fensterchen herauswachsen. Ein Vergleichsversuch muss nun das Licht ausschalten ( $a_3$ ). Um eindrücklich zu zeigen, dass es sich auch hier um einen Tropismus, d. h. um einen Richtungsreiz (vgl. die Einleitung) handelt, muss aber noch ein anderer Vergleichsversuch ausgeführt werden. Die Versuchspflanzen müssen dabei dem Licht zwar ausgesetzt bleiben, aber dieses darf nicht mehr aus bestimmter Richtung auf sie einwir-

ken. Um diese Forderung zu erfüllen, verwenden wir wieder den *Klinostat*, diesmal eine auf dem Zifferblatt liegende Weckeruhr ( $a_2$ ). Die Sprosse folgen jetzt dem, wie in  $a_3$  nun noch allein wirkenden negativen Geotropismus, d. h. sie wachsen senkrecht aufwärts. — Der Versuch wird, wie alle Experimente über Heliotropismus, vor einem Nordfenster ausgeführt.

Die phototropische Kammer ( $a_1$ ) kann auch zu Experimenten über die richtende Wirkung von Licht verschiedener Wellenlänge benützt werden, indem man vor den Lichtfensterchen farbige Gläser oder Küvetten mit Methylenblau- und Eosinlösungen anbringt. Blaues Licht ist am wirksamsten. Darum muss der Lichtaufnahmestoff reich an der Komplementärfarbe sein. Damit stimmt überein, dass das bestudierte Objekt, die sehr lichtempfindliche Haferkoleoptile, besonders reich in Karotin ist<sup>12)</sup>.

Bei Versuch  $a_1$  wirken Licht und Schwerkraft zugleich, bei  $a_2$  und  $a_3$ <sup>13)</sup> wirkt die Schwere ohne das Licht. Es fehlt also ein Versuch, der die Pflanze allein dem Lichte aussetzt, ohne gleichzeitige Einwirkung der Gravitation. Es ist eine dankbare Aufgabe für die Schüler, einen solchen Apparat zu ersinnen. Verschiedene brauchbare Vorschläge wurden dabei gemacht. Die praktisch einfachste Lösung ist die von Detmer, S. 246, gegebene, die in unserer Fig. b in schulmässiger Ausführung dargestellt ist. Eine kleine Tonzelle wird mit der Säge so gekürzt, dass ihre Länge nur noch etwa gleich ihrem Durchmesser ist. Dieses Pflanzentöpfchen befestigt man nun mittels eines Korks so an der aufrecht stehenden Weckeruhr, dass seine Längsachse senkrecht zu ihrer Drehachse steht. Man erreicht dies am besten, indem man die Tonzelle mit Isolierband am Achsenkork festklebt. Als Versuchspflanze verwendet man den besonders lichtempfindlichen Hafer. Die Haferkörner werden unter gutem Lichtabschluss vorgekeimt, bis die Sprosse 1 bis 2 cm lang sind. Dann pflanzt man ein oder zwei solcher Kleinpflänzchen in nassem Sägmehl in die Tonzelle ein, die Sprosse in der Längsachse der Zelle ausgerichtet. Der ganze Apparat kommt unter einen Deckkasten, dem ausser der Bodenwand auch eine der kleinen Seitenwände fehlt. Besser noch ersetzt man diese Wand, wie in unserer Abbildung, durch einen aufklappbaren Deckel. Der Kasten muss ordentlich lang sein, damit das Licht gut gerichtet einfällt. Setzt man nun den *Klinostat* in Gang, so wird die Schwerkraft durch seine Drehung aufgehoben, während das Licht von links auf die Versuchspflanze einwirkt.

Bekannt ist der starke positive Heliotropismus der Sporangienträger der *Pilobolus*-Pilze, die man immer bekommt, wenn man Pferdeexkremente in eine gedeckte Glasschale bringt. Verdunkelt man die Glasschale und bringt im Deckkasten ein Lichtfenster an, so werden die Sporen genau auf dieses hin geschleudert und bleiben dort an der Innenwand der Glasscheibe kleben (Fig. c). Schülerfrage: Warum sind die Sporangienträger so lichtempfindlich, trotzdem es sich um eine nicht assimilierende Pflanze handelt, die also kein Licht braucht?

Aehnlich wie beim Geotropismus findet auch beim Heliotropismus die *Reizperzeption*, wenigstens zur

<sup>12)</sup> Wetzel, S. 332 und 333.

<sup>13)</sup> Wie auch bei den früheren Versuchen Fig. 3  $c_2$  und  $d_2$ .

Hauptsache, in der Spitze des Organs statt. Nachweis durch Bedecken der Spitze von Getreidekoleoptilen mit *Stanniolkäppchen*<sup>14)</sup> oder durch *Dekapitierung*. Auch hier wandert die Krümmungsstelle basalwärts (Fig. e), bis sie schliesslich in einer letzten noch wachstumsfähigen Zone fixiert bleibt.

Versuche, die zeigen, dass an der *Leitung des Reizes* auch hier *Hormone* (*Wuchsstoffe*, *Auxine*) beteiligt sind<sup>15)</sup>, gehören wohl nicht mehr in den Bereich der Mittelschule.

## 2. Der transversale Heliotropismus oder Diaheliotropismus.

Er kommt bei Organen vor, die auch auf den Schwerereiz dia- oder plagiotropisch reagieren, namentlich bei Blättern und blattartigen Assimilationsorganen (Prothallien, Algen). Man wird sich im Unterricht wohl darauf beschränken, die Blattschirme und Blattmosaiken von Buchen oder Ahornen zu zeigen. Es gibt aber Ausnahmen: Blätter die sich nicht quer, sondern parallel zu den Lichtstrahlen einstellen: «Kompasspflanzen», wie der heimische wilde Salat, *Lactuca Serriola* L., und das nordamerikanische, vielleicht im Schulgarten wachsende *Silphium laciniatum* L.

## 3. Der negative Heliotropismus.

Er kommt zwar bei tiefsten Saugwurzeln von Bäumen vor, die niemals mit Licht in Berührung kommen. Aber er scheint bei vielen Wurzeln schwach zu sein und manchmal ganz zu fehlen. Wozu kann überhaupt negativer Heliotropismus bei Wurzeln nützen? Stark ist er namentlich bei Luftwurzeln, besonders Kletterwurzeln (*Hedera*, *Ficus*), am hypokotylen Stengelglied der keimenden Mistel, an den Wurzelhaaren von Farnen und Lebermoosen.

Für Schulversuche eignen sich die stark heliotropischen Wurzeln des weissen Senfs, *Sinapis alba*. Auf ein Becherglas oder Trinkglas kommt (Fig. 6,  $d_1$ ) ein etwa 7 mm hoher Ring aus Zinkblech, der oben breit und unten nur schwach umgekrepelt ist, so dass die obere Umkrepelung auf der Oeffnung des Glases aufrucht, die untere aber zum Aufbinden von grobem Tüllstoff verwendet werden kann ( $d'$ ). Auf letzteren kommen Senfsamen, mit wenig feuchtem Sägmehl überdeckt. Im Glase Wasser. Fig.  $d_1$  zeigt den Verlauf des Versuches in der heliotropischen Kammer,  $d_2$  den Vergleichsversuch in gänzlich verdunkeltem Raum.

Versuche über den Wechsel von negativem und positivem Heliotropismus sowie Experimente mit dosiertem künstlichem Licht, welche die oft sehr grosse Reizempfindlichkeit dartun und auch das Lichtoptimum erkennen lassen und zum Begriff der «Lichtstimmung» führen, liegen nicht mehr im Bereich der Mittelschule<sup>16)</sup>. (Schluss folgt)

## Bücherbesprechungen

M. Oettli: *Vererbung im Biologieunterricht*. 31 Seiten in kl. 8°.

Trotzdem unsere Mitglieder dieses Büchlein bereits besitzen, sei hier nochmals nachdrücklich darauf hingewiesen. Sein besonderer Wert liegt in den geschickten Anleitungen zu erbbiologischen Beobachtungen und Schulversuchen. Kein anderer biologischer Lehrstoff vermag unserem Volke so unmittelbar zu nützen, wie die Erblehre! G.

<sup>14)</sup> Vgl. Detmer, S. 240 und 241, Stocker, S. 75 und 76.

<sup>15)</sup> Wetzel, S. 333 und 334.

<sup>16)</sup> Näheres darüber bei Wetzel, noch besser in grösseren Lehrbüchern, etwa in den Vorlesungen über Pflanzenphysiologie von W. Jost.