

UNSERE WELT

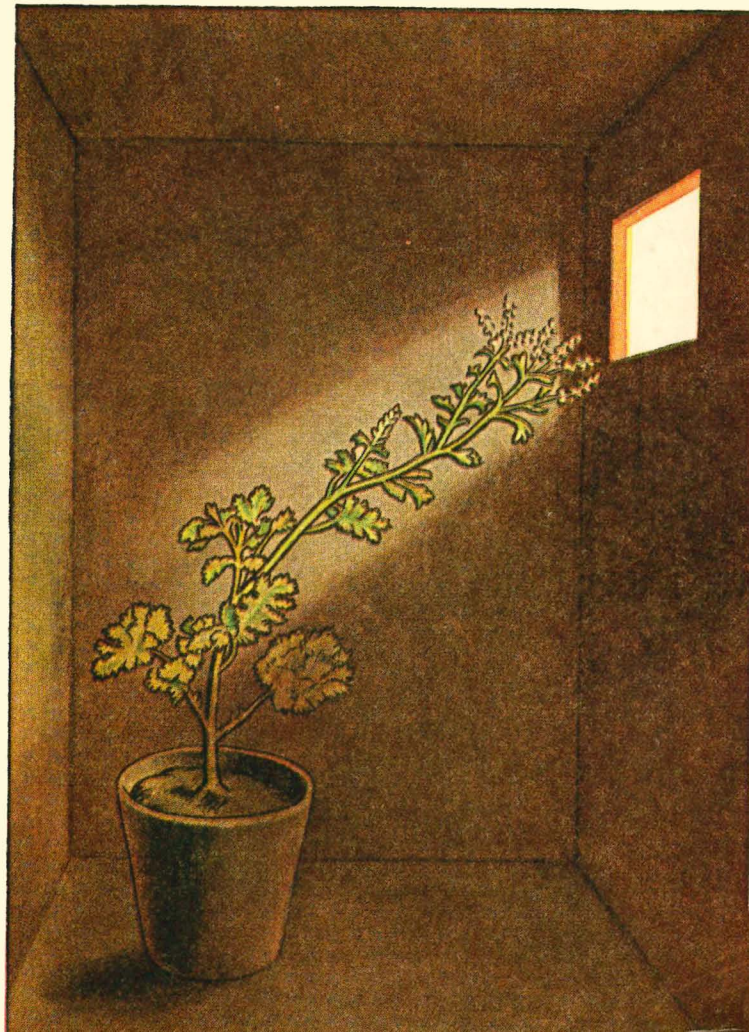
GRUPPE 2

BIOLOGIE

VON DER NATUR UND  
IHREN GESETZEN

# UNSERE ERSTEN VERSUCHE MIT PFLANZEN

VON KARL FRIEDEL



der kinderbuchverlag

BERLIN

KARL FRIEDEL

# UNSERE ERSTEN VERSUCHE MIT PFLANZEN

KEIMUNG UND WACHSTUM



der kinderbuchverlag Berlin

Umschlagbild und Zeichnungen von W i l h e l m S o m m e r nach Vorlagen von  
Karl Friedel

Alle Rechte vorbehalten. Genehmigungs-Nr. 376/69/51

Copyright 1951 by der Kinderbuchverlag Berlin

Satz und Druck: (111/9/1) Sachsenverlag, Druckerei- und Verlags-Gesellschaft mbH,  
Dresden N 23, Riesaer Straße 32. 4083

**Preis 0,60 DM**

**B e s t e l l - N u m m e r 1 3 5 0 9. 26.—45. Tausend 1951**

**Für Leser von 12 Jahren an**

## **I. Die Welt soll blühen!**

Die meisten von uns haben sicherlich den Farbfilm gesehen, der dem berühmten sowjetischen Pflanzenzüchter I. W. Mitschurin gewidmet ist. Sein Werk ist eins der stärksten Beispiele dafür, was der Mensch vermag, wenn er in die Gesetze der Natur eingedrungen ist.

Von Jugend an hing das Herz dieses großen Naturfreundes an den Pflanzen. Er war ein Gärtner mit Leib und Seele. Aber er wollte nicht einfach einer von denen sein, die ihren Garten recht und schlecht bebauen, sondern ihm schwebte ein großes Ziel vor. Was er da in den Bauerngärten seiner Heimat sah, besonders an Obstbäumen und Sträuchern, war ihm längst nicht gut genug. Die Äpfel, Birnen und Beeren waren nicht groß und wohlschmeckend genug; die Bäume trugen zu wenig und erfroren zu leicht in den Frühjahrsfrösten; die Gärten sahen überhaupt zu öde aus. An allem hatte Mitschurin etwas auszusetzen.

Wie in den Gärten der Reichen auf der Krim sollte es in allen Bauerngärten aussehen. Dort hingen die Bäume schwer beladen voll duftender und saftiger Äpfel; die süßen Trauben hatten Beeren so groß wie Taubeneier; es gediehen Pflaumen, Aprikosen, Pfirsiche, Mandeln und Feigen.

Aber Mitschurin war keiner von denen, die sich von ihren Träumen etwas vorgaukeln lassen, was es in Wirklichkeit nie geben kann. Er studierte die Pflanzenzeit seines Lebens und arbeitete rastlos daran, seinen Vorsatz zu verwirklichen, bis sein Fleiß, seine Tüchtigkeit und seine Liebe zur Natur Erfolg hatten.

So wurde Mitschurin zu dem großen Meister der Pflanzenzüchtung, den wir alle kennen. Aber er wurde weit mehr als das: er wurde ein großer Lehrer, nicht nur seines eigenen Volkes, sondern auch aller Menschen anderer Völker, die wie er an dem schönsten Friedenswerk arbeiten möchten: nämlich den Boden fruchtbarer, ihr Land reicher und die Menschen glücklicher zu machen. In ihnen allen hat er den frohen Drang geweckt, ihm nachzueifern.

## **II. Wir wollen mithelfen**

Auch unsere Deutsche Demokratische Republik baut einen Staat auf, in dem jeder Schaffende glücklich leben kann. Es werden viele tüchtige Helfer gebraucht, und für jeden gibt es eine Möglichkeit, gerade das zu tun, was ihm das Liebste ist und wozu er sich am besten eignet. Das gilt auch für uns.

Von Mitschurin ist uns bekannt, daß er schon als Junge überall dabei war, wo gegraben, gesät und gepflanzt wurde. Als Achtjähriger pflanzte er schon Obstbäume und veredelte sie. Er legte sich Sammlungen von den verschie-

densten Samen an und säte auch manche von ihnen aus, wenn er ihre Entwicklung kennenlernen wollte. Über alles führte er gewissenhaft Tagebuch, und was er als Knabe gelernt hat, ist ihm später unersetzbar gewesen; denn was die künftigen Wissenschaftler erst auf den Hochschulen lernen mußten, das war ihm schon alles von Jugend auf vertraut.

Dieses Heft soll uns eine kleine Anleitung geben, wie wir mit Pflanzen eigene Versuche anstellen können. Manches davon wird uns vielleicht schon aus der Schule bekannt sein, manches wird neu sein. Wir können also mehr lernen, als es im Unterricht möglich ist. Lehrer und Mitschüler werden sich freuen, wenn wir ihnen regelmäßig (zum Beispiel in der Wandzeitung) zeigen und erläutern, was wir als Forscher beobachtet haben. Jeder kann alle diese Versuche allein zu Hause durchführen. Besser und schöner ist es aber, wenn wir gemeinsam, in einer Arbeitsgemeinschaft, darangehen. Dann lernt einer vom anderen, wir können unsere Ergebnisse besser kontrollieren und mehr Versuche gleichzeitig durchführen. Wir werden darauf noch zu sprechen kommen. Wer von seinen Arbeiten so begeistert ist, daß er viel tiefer eindringen und vielleicht sogar einen entsprechenden Beruf ergreifen möchte, dem stehen viele Wege offen.

Wir brauchen überall tüchtige Fachleute: als Bauern, Gärtner, Förster, auf den Maschinenausleihstationen und in den Betrieben der Deutschen Saatzucht-Gesellschaft, als Lehrer, als landwirtschaftlicher Berater der Bauern und als Forscher. Alles steht dem offen, der fleißig und tüchtig ist.

### **III. Warum stellen wir Versuche mit Pflanzen an?**

Es leuchtet ein, daß es für jemanden, der Forscher werden möchte, sehr vorteilhaft ist, wenn er sich schon frühzeitig mit eigenen Versuchen beschäftigt hat. Aber — werden manche vielleicht sagen — ein Bauer braucht doch nur sein Land ordentlich zu bewirtschaften und der Gärtner seinen Garten richtig zu bestellen, und mit den anderen Berufen ist es so ähnlich. Aber damit haben wir nicht recht.

Wer sich damit begnügt, die Natur so hinzunehmen, wie sie nun einmal ist, der wird auch in Feld, Garten, Wiese und Wald alles beim alten lassen. Wer sie aber umgestalten will, so daß der Mensch darin noch glücklicher leben kann, der muß eingreifen in ihr Geschehen. Dabei muß er sich jedoch immer wieder fragen, ob sich denn die Pflanzen (oder Tiere) auch so ändern können, wie der Mensch es haben möchte. Auf diese Fragen bekommt er nur Antwort, wenn er mit den Pflanzen Versuche anstellt. Denn nur der Versuch kann ihm Klarheit darüber geben, durch welche Lebensgesetze alle die Erscheinungen bedingt sind, mit denen es die Bauern, Gärtner, Förster, Züchter

stets zu tun gehabt haben: den Vorgängen des Wachstums, der Ernährung, des Laubfalls, des Erfrierens, der Fortpflanzung und anderen. Der Versuch sagt ihm weiter, ob seine Mühe Erfolg haben kann. Daher ist es wohl wichtig, wenn auch die „Männer der Praxis“ gelernt haben, diese Vorgänge in der Natur genau zu studieren. Was wir auch immer werden möchten: allein schon das Glück, etwas uns Unbekanntes zu erforschen, wird unsere Arbeit wertvoll machen.

#### **IV. Wir sehen es dem Forscher ab**

Nun müssen wir bei dem Forscher etwas in die Lehre gehen; denn auch die Forschungsarbeit will gelernt sein, und nichts ist so töricht, als planlos alles anzufangen, alles zu probieren, dann halb liegenzulassen und nichts erreicht zu haben. Ein echter Forscher geht mit Überlegung Schritt für Schritt vor, und es ist sehr angebracht für unsere eigene Arbeit, wenn wir uns danach richten, wie er es anfängt. Das möge ein Beispiel zeigen.

1. Der Forscher stellt sich eine Aufgabe, die er lösen möchte (er nennt das ein „Problem“). Der echte Forscher sieht überall solche Aufgaben, und was dem Nicht-Forscher selbstverständlich zu sein scheint, ist ihm ein Problem. Er fragt sich zum Beispiel: Warum sind die Blätter grün? Warum wachsen die Fichten im Walde so kerzengerade nach oben? Warum wirft der Baum im Herbst das Laub ab? Wie geht das Wachstum vor sich?

2. Er zerlegt die Aufgabe in Teilaufgaben, zum Beispiel: Wie wächst die Wurzel? Wie wächst der Sproß? Welchen Einfluß auf das Wachstum haben Wärme, Feuchtigkeit, Licht?

3. Er erkundet, was darüber schon alles geschrieben ist und was man sonst davon weiß.

4. Er gibt sich Rechenschaft darüber, auf welchem Wege er das Neue finden kann: welche Versuche nötig sind, was er dazu braucht und wie lange sie dauern.

5. Er arbeitet: das heißt, er experimentiert und beobachtet. Über alles führt er gewissenhaft Tagebuch (Protokoll); denn das Gedächtnis des Menschen ist sehr unzuverlässig.

6. Er faßt alle Teilergebnisse zusammen und prüft, ob er ein allgemeines Gesetz gefunden hat.

Wenn er damit zum Ziele gekommen ist, hat er allen denen, welche die Gesetze der Natur anwenden wollen, geholfen, wieder einen Schritt nach vorwärts zu tun. Freilich gehört zu solcher Arbeit viel Geduld, Fleiß, Scharfsinn, Gewissenhaftigkeit und Können; aber das Glück, in die Vorgänge der Natur einzudringen, entschädigt den Forscher für alle Mühe.

## **V. Einige Ratschläge für die Arbeit**

Die folgenden Ratschläge sollen uns helfen, die Arbeit leichter und erfolgreicher zu machen.

### **1. Wir arbeiten gemeinsam**

Wenn es uns glückt, eine Arbeitsgemeinschaft zustande zu bringen oder uns einer solchen anzuschließen, wird die Arbeit viel erfolgreicher sein. Wir werden bald erfahren, wieviel schöner und fruchtbarer Gemeinschaftsarbeit ist als das Einzelgängertum. Gerade bei den Versuchen mit Pflanzen kommt es darauf an, daß ein bestimmter Versuch nicht nur ein einziges Mal angestellt wird, sondern, daß gleichzeitig mehrere gleichartige Versuche stattfinden oder ein bestimmter Versuch wiederholt oder möglichst vielfältig abgewandelt wird. Denn ein einziger Versuch läßt nie erkennen, was Zufall oder Regel ist.

Je mehr junge Forscher gemeinsam an derselben Aufgabe arbeiten, desto leichter kann jeder eine Teilaufgabe vornehmen; gemeinsame Aussprachen schärfen Augen und Verstand.

### **2. Augen auf!**

Die Natur ist selbst der größte Experimentator. Was wir in unserem kleinen Laboratorium an den Pflanzen im künstlichen Versuch beobachten, ist nur eine Nachahmung dessen, was in der freien Natur im großen vielfältig geschieht. Wenn wir bei jedem Gang durch den Garten, den Park, den Friedhof, die Wiese, das Feld, den Wald die Augen offenhalten, dann werden wir die Erscheinungen wiedererkennen, die wir im Versuch entdeckt haben. Besonders die Praktiker werden uns viel zeigen können. Wenn wir gar das Glück haben, in der Nähe eines Versuchsgutes, eines Saatzuchtbetriebes, einer Forschungsstelle oder einer ähnlichen Einrichtung zu wohnen, so werden uns deren Leiter sicherlich gern Gelegenheit geben, häufig bei ihnen zu Gast zu sein.

### **3. Pflanzen sind lebende Wesen**

Jeder Versuch mit Pflanzen hat es mit lebenden Wesen zu tun. Bei einem physikalischen oder chemischen Versuch sind wir beispielsweise ganz unabhängig von der Tages- und Jahreszeit; wir können ihn jederzeit anstellen. Dagegen lassen sich nicht alle Versuche mit Pflanzen zu jeder beliebigen Zeit durchführen; manche sind nur zu gewissen Jahreszeiten, einige sogar nur zu gewissen Tageszeiten möglich.

Einen physikalischen oder chemischen Versuch können wir in der Regel am gleichen Tage abschließen. Bei Pflanzen heißt es Geduld haben; es können Tage, Wochen, ja Monate vergehen, ehe wir am Ziele sind.

Es ist auch viel schwieriger, bei Versuchen mit Pflanzen ein allgemeines Gesetz zu finden; denn in der lebenden Natur gilt wie sonst nirgends die bekannte Erfahrung: Keine Regel ohne Ausnahme. Was zum Beispiel für die Gemüsebohne gilt, braucht noch längst nicht auf die nahe verwandte Erbse zuzutreffen. Daher müssen wir uns davor hüten, vorschnell zu verallgemeinern. Schon aus diesem Grunde ist es ein unschätzbarer Gewinn, wenn wir uns mit Mitarbeitern zusammentun; dann können wir denselben Versuch an möglichst vielen Pflanzenarten durchführen.

#### **4. Was brauchen wir an Hilfsmitteln?**

Was wir zu den ersten Versuchen brauchen, ist nicht viel mehr, als was jeder Haushalt liefert. Die Versuche sind so ausgewählt worden, daß wir mit Hilfsmitteln auskommen, die leicht zu beschaffen sind. Wo es etwas zu basteln gibt, ist es an der betreffenden Stelle beschrieben.

Worauf es beim Experimentieren zu allererst ankommt, sind nämlich nicht die Regale voller Glaskolben, Reagenzgläser, Zylinder, nicht die feinsten Waagen, die schärfsten Mikroskope und alle jene Dinge, welche dem Neuling zumeist solche Scheu einflößen, wenn er zum erstenmal in ein Laboratorium tritt. Viel wichtiger ist, daß wir die Aufgabe richtig erkennen und mit Überlegung an die Lösung gehen. Es ist daher auch gar nicht nötig, daß ein Versuch genau so durchgeführt wird, wie es in der Anleitung geschildert ist. Vielleicht werden wir uns selbst Anordnungen ausdenken, die noch einfacher und zweckmäßiger sind.

Die großen Meister der Forschung haben oft mit den einfachsten Mitteln gearbeitet. Mitschurins Stübchen sah aus wie ein Laboratorium, und fast alle seine Instrumente waren selbstgebaut, sogar das Mikroskop. Von dem großen schwedischen Chemiker Berzelius ist der Ausspruch bekannt, ein Naturforscher müsse, wenn es not tut, mit der Säge bohren und mit dem Bohrer sägen können.

Was wir reichlicher brauchen, sind Blumentöpfe, Weckgläser, weithalsige Flaschen, Suppenteller und Konservenbüchsen. Diese Hilfsmittel kaufen wir aber nicht, sondern sammeln, was davon im Haushalt nicht mehr verwendet werden kann. Wenn der Rand eines Weckglases etwas ausbricht oder ein Teller unansehnlich wird, lassen wir sie uns zurückstellen; so werden wir bald genügend zusammen haben.

Den Arbeitsplatz richten wir so ein, daß wir auch mit Wasser arbeiten können. Die Tische belegen wir mit mehreren Lagen Packpapier oder mit Pappe.

#### **5. Ordnung erleichtert die Arbeit**

Ordnung ist die Grundlage jeder ernsthaften Arbeit. Wir richten uns ein Schränkchen, ein Regal oder eine Kiste ein, wo unsere Vorräte an Töpfen, Flaschen und dergleichen abgestellt werden. Wir lassen nichts unnütz herumstehen, wenn ein Versuch beendet ist, sondern räumen die benutzten Geräte



# Was bringt den Samen zum Keimen ?

## 1. Versuch

Keimbett: Blumentöpfe, Sägespäne

Reihe a: trockene Späne

Reihe b: angefeuchtete Späne,  
täglich gegossen

Samen: Senfkörner

Standort: 1. warm: auf dem Küchenschrank  
tagsüber um 20°, nachts  
nicht unter 8°C

2. mäßig warm: Blumenständer  
im Wohnzimmer, liegt  
nach Westen, nur gegen  
abend etwas geheizt  
tagsüber um 15°, nachts 8°C

3. kühl: Waschküche, liegt nach  
Norden, tagsüber um 12°,  
morgens 6°C

Die Samen wurden am 20. III. 1950 ausgesät

Ort:	Wann gingen die Pflanzen auf?	
	a	b
warm	—	22. III.
mäßig warm	—	24. III.
kühl	—	26. III.

Ergebnis: 1. Die Samen in den trockenen Keim-  
betten keimten überhaupt nicht  
2. Am warmen Ort keimten die  
Samen schon nach 2 Tagen, am  
kühlen Ort dauerte es 6 Tage

ab, säubern sie und stellen sie weg. Putzlappen aus altem Leinen werden dabei unentbehrlich sein.

Vor allem legen wir ein Arbeitsheft an, in dem über jeden Versuch sorgfältige Aufzeichnungen gemacht werden. Wir beachten dabei:

Was untersuchen wir?

Wie sehen unsere Versuchsanordnungen aus?

Was beobachten wir?

Zu welchem Ergebnis sind wir gekommen?

Unsere Aufzeichnungen unterstützen wir soviel wie möglich durch Zeichnungen. Wir scheuen auch nicht davor zurück, wenn wir etwa keine begabten Zeichner sind. Es kommt gar nicht darauf an, daß wir wie Künstler zeichnen; ein paar unbeholfene Striche können oft etwas viel klarer ausdrücken, als wir es mit Worten schildern können. Wir geben auch stets die genaue Zeit an, wann eine Beobachtung gemacht wurde; es ist sehr wichtig zu erfahren, wann man einen Vorgang beobachtet hat, wie lange er gedauert hat und welche Fortschritte in gewissen Zeitabständen zu verzeichnen waren.

Ein solches Arbeitsheft wird uns später ein unersetzliches Nachschlagewerk werden.

Unser Arbeitsheft legen wir ungefähr nach nebenstehendem Muster an (Abb. 1).

## VERSUCHE ZUR KEIMUNG

### Welche Zeit ist geeignet?

Im Freien vollzieht sich die Keimung vom zeitigen Frühjahr bis in den späten Herbst hinein; viele Samen keimen im Zimmer selbst während des Winters. Wir können also das ganze Jahr über Versuche anstellen, verlegen aber soviel wie möglich auf den Winter. Die warme Jahreszeit ist überreich an Aufgaben zum Beobachten im Freien, die wir uns nicht entgehen lassen dürfen; es drängt sich alles in ein paar Wochen zusammen. Im Winter können wir im Zimmer mit Muße experimentieren.

### Welche Samen sind für Versuche geeignet?

An und für sich können wir natürlich jeden Samen benutzen; aber für Versuche gibt man doch solchen den Vorzug, die schnell keimen und deren Keimpflänzchen groß genug sind, daß wir die Erscheinungen gut daran erkennen. Es läßt sich auch nicht alles gleich gut an einer einzigen Pflanze beobachten; was die eine sehr deutlich zeigt, ist an der anderen schlecht zu erkennen. Deswegen ist für jeden Versuch die dazu geeignete Pflanze angegeben; wir probieren es trotzdem immer auch mit anderen, vor allem mit nahe verwandten Arten. Dann bekommen wir den besten Einblick, wie mannigfaltig die Natur einen bestimmten Vorgang abwandeln kann.

Für Versuche, bei denen es möglichst schnell gehen soll, sind vor allem Kreuzblütler geeignet: Senf, Gartenkresse, Raps.

Wenn es auf kräftige Pflänzchen und Wurzeln ankommt, eignen sich Schmetterlingsblütler: Pferdebohne, Gemüsebohne, Erbse. Für viele Versuche sind Mais, Gerste, Hafer, Weizen und Sonnenblumen zu empfehlen.

Durch die deutschen Pflanzennamen können leicht Verwechslungen entstehen. Eine bestimmte Pflanze hat häufig in verschiedenen Gegenden einen anderen Namen. Die als Mastfutter angebaute Wicke *Vicia faba* zum Beispiel wird auch Pferde-, Sau-, Acker- oder Puffbohne genannt. Sie hat mit unserer Garten- oder Gemüsebohne (*Phaseolus vulgaris*) wenig zu tun. Um solche Irrtümer auszuschließen, sind daher dort, wo es erforderlich ist, die wissenschaftlichen Namen in Klammern angefügt.

### Über Keimbetten

Viele Samen keimt man für den eigentlichen Versuch in sogenannten Keimbetten vor. Dazu eignen sich Suppenteller, Untersetzer von Blumentöpfen, Schalen, wie sie in der Dunkelkammer des Fotografen benutzt werden, Konservenbüchsen und ähnliches.

Als „Boden“ benutzen wir ausgewaschenen Flußsand, Sägespäne, Löschpapier, Leinenlappen und ähnliches.

## I. Was regt den Samen im Erdboden zum Keimen an?

Wir wissen von der Garten- und Feldarbeit her, daß sich viele Samen jahrelang in Tüten oder Säcken aufbewahren lassen, ohne daß sie irgendeine Veränderung zeigen; sobald sie ausgesät werden, gehen sie auf. Was „weckt“ sie aus ihrem „Schlaf“? Die nächsten Versuche können uns darüber belehren.

### Vorbereitung:

Zwei Gruppen von Blumentöpfen:

- a) gefüllt mit trockenen Sägespänen,
- b) gefüllt mit Sägespänen, die vorher gut und gleichmäßig durchfeuchtet worden sind.

Wir drücken mit einem Stäbchen kleine Gruben ein und säen Senf-, Haferkörner oder ähnliches aus. Wir vergessen dabei nie, die Gefäße näher zu bezeichnen. Wir können auf jeden Topf mit Kreide eine Nummer schreiben oder ein Etikett aufkleben oder auch ein Schildchen einspießen (Abb. 2). Das erspart Verwechslungen.

Wenn eine Gruppe zusammenarbeitet, wird natürlich jeder ein anderes Keimbett und einen anderen Samen verwenden.

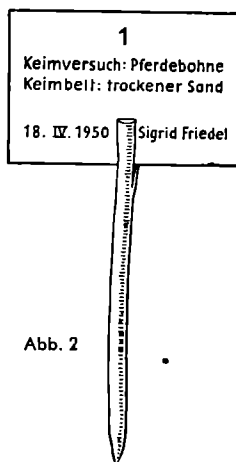


Abb. 2

### 1. Versuch:

Wir stellen je einen „Satz“ (das sind mehrere zusammengehörige Stücke, in diesem Falle ein trockener und ein feuchter Topf) an einem warmen, einem mäßig warmen und einem kühlen Ort auf. Im Winter suchen wir uns einen kalten, aber frostfreien Ort (ein ungeheiztes Zimmer, einen Stall).

Wir feuchten das Keimbett täglich an; jedoch nicht im Übermaß, sondern nur so, daß es sich feucht anfühlt. Es ist ratsam, die Töpfe mit Glasscheiben zu bedecken. Dazu eignen sich alte Fotoplatten.

**Ergebnisse.** Zweierlei können wir feststellen:

1. In den trockenen Keimbetten ist kein Same aufgegangen, in den feuchten ist alles gekeimt. Die Feuchtigkeit hat also den Samen zur Keimung angeregt.
2. Die Feuchtigkeit allein genügt jedoch nicht. In der Kälte keimt der Same überhaupt nicht; es gehört also auch eine bestimmte Wärme dazu.

Aus den Versuchen auf Seite 15 werden wir weiter lernen, daß selbst Feuchtigkeit und Wärme nicht ohne weiteres imstande sind, den Samen zur Keimung zu veranlassen; er muß erst „ausgeschlafen“ haben, ehe er sich „aufwecken“ läßt. Der Erdboden ist an und für sich entbehrlich für diese ersten Vorgänge bei der Keimung; der Same keimt auch außerhalb des Bodens; aber im Boden — wir sprechen nicht umsonst vom „Mutterboden“ — findet er beides: Feuchtigkeit und Wärme.

## 2. Versuch

Wir schlagen vom Februar an im Garten in jeder Woche mit einem Loch-eisen ein Loch von ungefähr 30 cm Tiefe in den Erdboden. An einem Faden senken wir ein Röhrenthermometer ein, wie man es auch für das Aquarium benutzt, und lesen nach etwa 10 Minuten die Temperatur ab. Wir vergleichen sie mit der Lufttemperatur. Die Lufttemperatur messen wir am genauesten, wenn wir das Thermometer an dem ungefähr 1 m langen Faden einige Minuten im Kreise schleudern. Wie warm ist der Boden, wenn der Garten gegraben wird und wie, wenn das erste Gemüse gesät wird?

**Anwendung:** Die einzelnen Kulturpflanzen keimen erst, wenn der Boden eine bestimmte Wärme angenommen hat. Einige kommen schon, wenn sie in das eben abgetaute Erdreich gesät werden; andere verlangen einen wohldurchwärmten Boden. Dementsprechend ist die Reihenfolge, in der sie ausgesät werden. Zu den am zeitigsten ausgesäten Pflanzen gehören Spinat, Mohn, Lein, weißer Senf. Mehr Wärme verlangen Bohne, Mais und Sonnenblume. An letzter Stelle stehen Tomate, Tabak und Kürbis. Das ist kein Zufall; der Forscher kann daraus Schlüsse ziehen auf die ursprüngliche Heimat der Kulturpflanzen. Im rauhen Norden begnügen sich die Samen mit geringerer Erwärmung des Bodens als im warmen Süden. Von dort sind alle jene spätkeimenden Naturpflanzen bei uns eingeführt worden.

## II. Die Samen und das Wasser

### 1. Versuch: Wieviel Wasser kann ein Same aufnehmen?

Alle Samen quellen auf, wenn sie mit Feuchtigkeit in Berührung kommen; aber wieviel Wasser können sie aufnehmen?

Schmetterlingsblütler können besonders viel Wasser aufnehmen.

Wir wiegen auf einer Briefwaage 100 g trockene Erbsen ab. Statt der Briefwaage können wir auch eine gute Tafelwaage aus der Küche benutzen. Die Erbsen wiegen wir am besten in einer dünnen Tüte oder auf einem Stück Seidenpapier.

Wir lassen sie ungefähr 24 Stunden quellen; dann trocknen wir sie auf einem Stück Fließpapier ab, so daß kein Wasser mehr anhängt, und wiegen sie erneut.

**Ergebnis:** Wir berechnen, wieviel vom Hundert die Zunahme beträgt.

Hier ein Beispiel, das von dem Gewicht eines einzelnen Samens ausgeht; da er groß genug ist, läßt es sich leicht feststellen:

Vicia faba (Pferdebohne) trocken: 2,9 g  
gequollen: 6,0 g  
Zunahme:  $\frac{6,0 - 2,9}{2,9} \cdot 100$  vom Hundert.

## 2. Versuch: „Trinkt“ das Samenkorn?

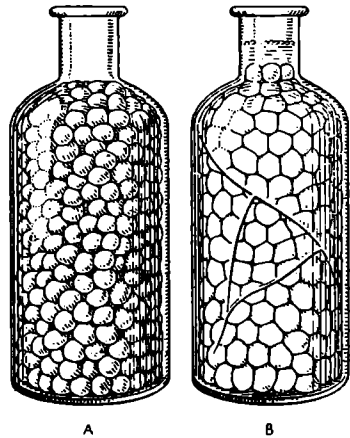
Wenn wir einen Ziegelstein ins Wasser legen, saugt er sich voll. Das Wasser dringt einfach in die vielen kleinen Hohlräume ein und füllt sie aus. Läßt sich der Vorgang bei der Keimung damit vergleichen? Dagegen spricht schon die Beobachtung, daß der Boden nur geringfügig befeuchtet zu sein braucht und die Samen trotzdem quellen. Der nächste Versuch zeigt, daß sie wirklich „trinken“.

Wir füllen eine runde Arzneiflasche für 200 g bis zum Hals mit Erbsen; wir gießen Wasser darauf und stauchen sie am unteren Rand auf, um die Luftbläschen zu entfernen. Die Flasche stellen wir jetzt in eine mit Wasser gefüllte Konservendose.

Falls der Versuch nicht glücken sollte, verwenden wir ein weites Reagenzglas oder einen Rundkolben (Abb. 3).

**Ergebnis:** Die Erbsen platten sich zuerst ab; nach ein bis zwei Tagen ist die Flasche gesprengt. Die Samen haben also gegen starken äußeren Widerstand das Wasser eingesogen.

**Anwendung:** Für anatomische Untersuchungen von Tieren treibt man Schädelknochen aus den Nähten, indem man den Schädel vom Hinterhauptloch aus mit Erbsen füllt und diese dann quellen läßt.



## 3. Versuch:

### Wie nehmen die Samen Wasser auf?

Sehen wir uns eine Pferdebohne erst einmal näher an (Abb. 4). Wir können Rücken und Bauch gut unterscheiden, und von der dunklen Samenhaut hebt sich der helle Nabel deutlich ab. Hier war der Same ursprünglich mit einem kleinen Stiel an der Hülse angewachsen. Die Form der Samen ist sehr mannigfaltig; aber den Nabel werden wir an allen entdecken.

Jetzt kommt es darauf an, festzustellen, was geschieht, wenn das Wasser nicht den ganzen Samen gleichmäßig benetzt, sondern nur an gewisse Teile herankommt. Wie wir das anfangen, zeigt der Versuch.

Abb. 3 Quellende Samen üben einen starken Druck aus

A Die Flasche ist bis zum Halse mit Erbsen gefüllt

B Die Erbsen sind verquetscht, die Flasche ist gesprungen

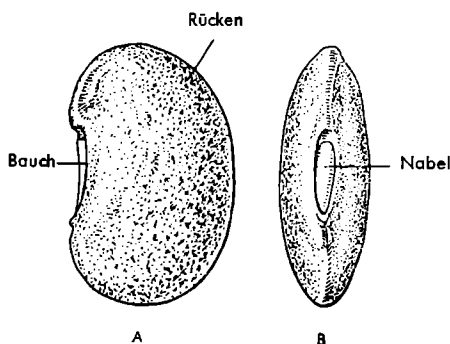


Abb. 4 Pferdebohne A von der Seite  
B von vorn

#### 4. Versuch:

Wir schneiden mit einer Rasierklinge von einem großen Flaschenkork eine Scheibe von ungefähr 5 mm Stärke ab. Wir ziehen die Klinge dabei mehrmals gleichmäßig durch den Kork hindurch. Dann spießen wir mit Stecknadeln zwei Pferdebohnen so auf, wie es die Abbildung 5 zeigt. Die kleine Verletzung ertragen sie ohne Schaden.

Wir lassen das Ganze in einem Weckglas oder einem Trinkglas schwimmen.

**Ergebnis:** An Bohne A (mit dem Rücken eingetaucht) kräuselt sich nur die eingetauchte Haut.

Bohne B (mit dem Bauch eingetaucht) quillt vollständig. Das Wasser dringt also vor allem auf der Bauchseite ein, und zwar durch den sogenannten Samenmund am Nabel. Mit der Lupe können wir bei vielen Samen diesen Mund als feine Öffnung deutlich sehen.

#### 5. Versuch: Warum quillt man Bohnen, ehe man sie legt?

Wir legen Bohnen im warmen Zimmer in feuchte Sägespäne aus. Gruppe A haben wir über Nacht quellen lassen; Gruppe B ist nicht vorbehandelt worden. Wie verhalten sie sich bei der Keimung?

**Anwendung:** Bohnen quillt man vor der Aussaat gern vor, damit sie schneller aufgehen; bei kühlem Wetter ist jedoch kein Unterschied zu erkennen. Die Förster quellen zuweilen auch Eicheln, Bucheckern und Tannensamen in feuchtem Sande ein.

Manche Samen haben sehr harte Schalen, zum Beispiel Nüsse, Eicheln, Samen von Schmetterlingsblütlern, wie Ginster, Goldregen, Robinie (Scheinakazie). Hier können wir die Keimzeit abkürzen, wenn wir die Schalen anfeilen. Der Samen von Rotklee wird in manchen Gegenden mit Maschinen geritzt.



Abb. 5

### III. Ohne Luft kein Wachstum

Ohne Luft muß jedes Lebewesen ersticken. Der nächste Versuch lehrt, wie sich die Samen verhalten, wenn wir ihnen bei der Keimung die Luft absperren.

#### **Versuch:**

Ausgekochtes Wasser ist sehr luftarm, auch der Schlamm aus Teichen und Bächen. Wir werfen Bohnen in ein Glas mit abgekochtem oder abgestandnem Wasser, oder wir füllen ein Glas oder eine Konservenbüchse mit Schlamm und drücken die Bohnen möglichst tief unter.

#### **Gegenversuch:**

Die Samen brauchen gar nicht mit der Erde in Berührung zu kommen; Feuchtigkeit, Wärme und Luft genügen, um sie zur Keimung zu bringen!

Wir legen eine weithalsige Flasche mit einem Leinenlappen aus, so daß er dem Glase rundherum anliegt. Wir gießen etwas Wasser ein und rollen die Flasche, bis der Lappen gleichmäßig naß ist.

Wenn kein passender Korkstopfen zur Hand ist, kittet man einen Flaschenkork mit Siegelack oder Paraffin auf eine Glasscheibe und bedeckt damit die Flasche. Jetzt haben wir einen Raum geschaffen, der gleichmäßig mit Wasserdampf gesättigt ist. In Zukunft nennen wir ihn einfach eine „feuchte Kammer“.

Wir spießen an dem Kork eine Bohne auf, die wir in Watte gepackt haben. Wir geben ihr eine „Schleppe“ aus einem Leinenstreifen, der bis auf den Boden reicht; er wird sich wie ein Docht immer voll Wasser saugen.

**Ergebnis:** Die Samen des 1. Versuches quellen; die Wurzel kommt heraus, fault aber sehr bald; der Same des 2. Versuches keimt normal.

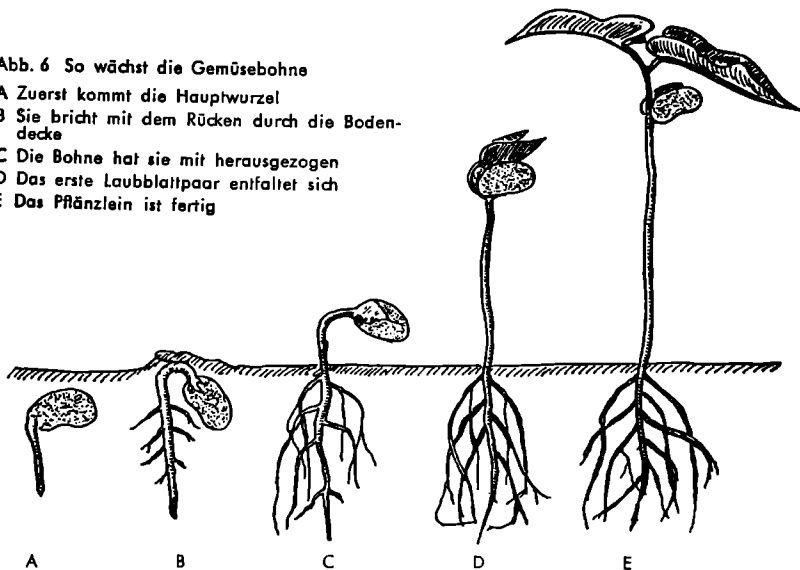
**Anwendung:** Garten- und Ackerboden werden so bearbeitet, daß der Boden krümelig ist. Dann kann er genügend Wasser aufnehmen, aber auch in den Poren Luft speichern.

Luftmangel ist auch einer der Gründe, weswegen Samen nicht aufgehen, wenn sie zu tief liegen. Eine alte Regel sagt: Die Bodenschicht, die sie bedeckt, soll ungefähr so dick sein wie die Samen selbst. Auch wenn der Erdboden an der Oberfläche eine Kruste bildet, leiden die unterirdischen Organe an Luftmangel. Im Garten zerstören wir die Kruste durch Hacken. Der Gärtner wendet in seinen Gewächshäusern und Mistbeeten alles das an, was wir über den Einfluß der Feuchtigkeit, der Wärme und der Luft auf die Keimung gelernt haben. Wir wollen uns einmal Näheres darüber erzählen lassen, mit wieviel Überlegung er die Erde mischt, wie er gießt, lüftet und nachts mit Matten zu starke Auskühlung verhindert.



Abb. 6 So wächst die Gemüsebohne

- A Zuerst kommt die Hauptwurzel
- B Sie bricht mit dem Rücken durch die Boden-  
decke
- C Die Bohne hat sie mit herausgezogen
- D Das erste Laubblattpaar entfaltet sich
- E Das Pflänzlein ist fertig



#### IV. Ist es gleichgültig, in welcher Stellung der Same im Erdreich liegt?

Wie ist es eigentlich in der freien Natur? Fällt der Same immer so, daß er eine bestimmte Stellung einnimmt, etwa mit dem Munde auf die Erde und mit dem Rücken nach oben? Was geschieht, wenn er anders liegt?

##### Versuch:

Wir drücken Bohnen mit dem Bauch, mit dem Rücken, mit der Seite nach unten in das Keimbett. Ebenso verfahren wir mit Kürbiskernen. Wir streuen Senfkörnchen und ähnliches aus (Abb. 6, Abb. 7).



Abb. 7 Keimender Kürbis

**Ergebnis:** Stets kommt zuerst die Wurzel. Wie der Same auch liegen mag, immer dreht sie sich zur Erde, dringt ein und zieht, sobald sie Halt gefunden hat, das Keimpflänzchen in die normale Stellung.

## V. Das junge Keimpflänzchen bekommt eine Wegzehung

Bei den vorigen Versuchen haben wir gesehen, daß manchmal schon nach Stunden das erste Würzelchen herauskommt und daß oft schon am nächsten Tage das junge Pflänzchen da ist. Wie ist es möglich, daß so schnell ein junges Pflänzchen entstehen kann?

Sehen wir uns einen Samen einmal etwas genauer an. Wenn wir eine Bohne über Nacht quellen lassen, können wir am nächsten Tage leicht die Haut abziehen. Wenn wir dann die beiden fleischigen Hälften auseinanderklappen, liegt dazwischen, wie in einer Pflanzenpresse platt gedrückt, das Keimpflänzchen. Es sieht ganz weiß aus; wir können Würzelchen, Stengel und zwei Laubblättchen deutlich erkennen (Abb. 8).

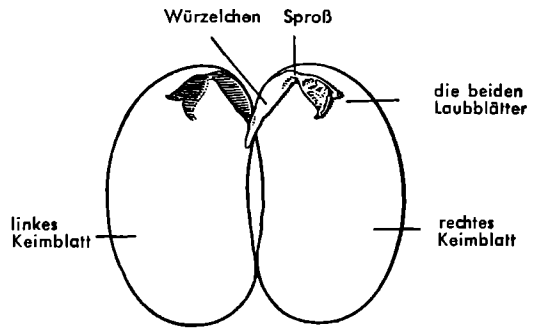


Abb. 8 Keimling der Gemüsebohne

### 1. Versuch:

Was wird aus den beiden Lappen, wenn der Same aufgeht? Wir schneiden mit einer Rasierklinge oder einer scharfen Schere an je einer Pflanze einen halben, einen ganzen, anderthalben, beide Lappen ab. Wie macht sich das im Wachstum der Pflanze bemerkbar?

**Ergebnis:** An der unverletzten Pflanze werden die Lappen runzlig und schlaff und fallen ab. Die operierten Pflanzen kümmern; wenn beide Hälften abgeschnitten worden sind, geht die Pflanze ein.

Die dicken Lappen sind die sogenannten Keimblätter. Sie enthalten die erste Wegzehung für das junge Pflänzchen. Das Würzelchen und die Laubblätter sind noch zu schwach, um selbst Nahrung aufnehmen oder herstellen zu können. Daher nährt sich das junge Pflänzchen zunächst von dem Vorrat, den die Mutterpflanze dem Samen mitgegeben hat.

**Beobachtung:** Nicht alle Samen verhalten sich so, wie wir es an der Gemüsebohne beobachtet haben. Manche ziehen die Keimblätter gar nicht aus der Samenschale heraus, und daher bleiben die Samen unter der Erde. Das

ist der Fall bei Eiche, Haselnuß, Walnuß, Pflaume, Kirsche und anderen (Abb. 9).

Die meisten Holzpflanzen heben jedoch die Keimblätter über den Boden; dann entfalten sie sich und werden grün.

Um diese Unterschiede zu beobachten, säen wir die gebräuchlichsten Gartenpflanzen und Bäume aus. Wir sehen uns auch im Frühjahr unter den Baumkronen um und lassen uns vom Förster eine Baumschule mit Sämlingen von Nadelbäumen zeigen (Abb. 10). Ihre Keimblätter sehen ganz anders aus als die Laubblätter der betreffenden Pflanze (Abb. 11).

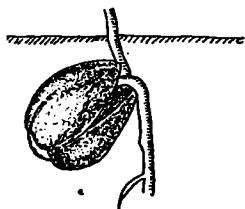


Abb. 9 Haselnuß

## 2. Versuch:

Wir säen Getreidekörner, Grassamen, Maiskörner aus und halten verschiedene Entwicklungsstufen der Keimung in der Zeichnung fest (Abb. 12).

Wir quellen ein Weizenkorn ein und halbieren es in der Längsnaht mit einer Rasierklinge. Aus einem gequollenen Korn holen wir den Keimling mit einer Nadel heraus.

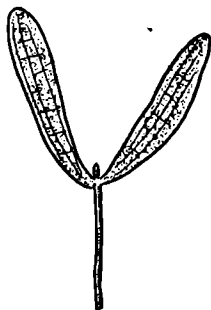


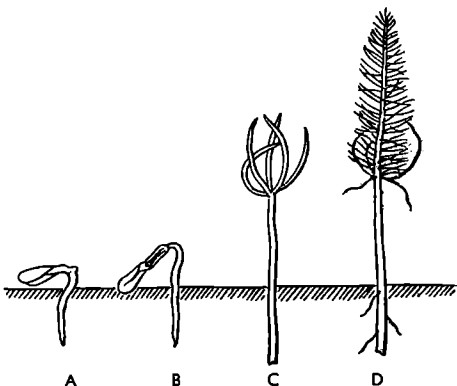
Abb. 11

Wer erkennt darin den spitzblättrigen Ahorn?

**Ergebnis:** Wir werden vergeblich nach den beiden Keimblättern suchen. Die betreffenden Pflanzen sehen schon äußerlich anders aus als die des vorigen Versuches. Sie haben Halme mit streifenartigen Blättern. Der Keimling liegt nicht zwischen den Keimblättern, sondern er schmiegt sich einer

Abb. 10 So keimt der „Weihnachtsbaum“

- A Nur die Wurzel ist ausgeschlüpft
- B Sie hat die Keimblätter nachgezogen
- C 5 Keimblätter hat die Fichte
- D Die Keimblätter verdorren



Wand des Kornes an. Darüber deckt sich ein „Schildchen“; es ist in Wirklichkeit ein Keimblatt. Die betreffenden Pflanzen gehören zu der Klasse der Einkeimblättrigen. Der größte Teil des Körnchens, der bei der Keimung ganz milchig wird, wird vom Nährkörper gebildet. Wir ziehen eine Weizenpflanze aus der Erde und überzeugen uns, was aus dem Korn geworden ist.

## VI. Braucht der Same nur von außen her „geweckt“ zu werden?

### Versuch:

Wir säen nach der Ernte unsere Getreidearten in Blumentöpfen oder Konservenbüchsen aus. Nach dem Saatreinigen lassen wir uns eine Handvoll Unkrautsamen geben und säen ihn ebenfalls aus. Die Keimgefäße stellen wir gleichmäßig im warmen Zimmer auf.

Einen ähnlichen Versuch können wir auch mit den Samen der Obstbäume sowie der Park- und Waldbäume aufstellen.

Wir vergessen nicht, jedem Gefäß seine Nummer zu geben und über alles Buch zu führen.

**Ergebnis:** Der Same beginnt nicht einfach zu keimen, wenn die äußeren Bedingungen (Feuchtigkeit und Wärme des Erdbodens) dazu ausreichen; er muß auch im Innern einen Zustand erreicht haben, der die sogenannte „Keimruhe“ beendet.

So keimen einige Samen sofort, andere müssen erst eine bestimmte Ruhezeit durchmachen. Der sowjetische Biologe Lyssenko hat entdeckt, wie diese Ruhezeit künstlich abgekürzt werden kann, und es ist wohl denkbar, daß die Menschen bald lernen werden, zweimal jährlich dort zu ernten, wo sie heute nur einmal ernten (zum Beispiel Gerste).

Die meisten Unkräuter keimen sofort nach dem Ausstreuen der reifen Samen. Es dauert nicht lange, so ist das junge Pflänzchen herangewachsen und streut selbst wieder Samen aus. So können manche Unkräuter im Laufe eines Jahres drei und noch mehr Geschlechter erzeugen. Darin sind sie im Vorteil gegenüber den Kulturpflanzen.

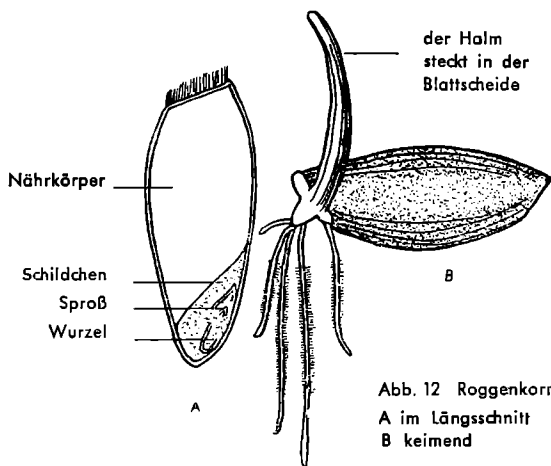


Abb. 12 Roggenkorn  
A im Längsschnitt  
B keimend

## VII. Was eine Keimprobe lehrt

Wir haben alle schon erlebt, daß Gartenfreunde klagen, der Same habe nichts getaucht. Es kommt vor, daß die Saat schlecht aufgeht. Was an der Klage Wahres sein kann, soll der nächste Versuch zeigen.

### Versuch:

Wir legen eine Keimschale mit Fließpapier aus. Zum Versuch genügen kleine Samen, wie Senf, Kresse, Lein, Hafer. Wir zählen 100 Körner ab. Dazu streuen wir ein Häufchen auf einen Bogen Papier; für helle Samen legen wir einen dunklen, für dunkle einen hellen Bogen unter, das erleichtert das Aus-sortieren. Mit einer Nadel schieben wir die ausgezählten Körner beiseite. Wir streuen sie gleichmäßig über das feuchte Fließpapier und bedecken die Schale mit einer Glasscheibe. Dann stellen wir sie an einem warmen Ort auf. Zum Vergleich benutzen wir Samen, die noch vom vergangenen Jahre übrig-geblieben sind; je älter sie sind, desto besser sind sie geeignet.

**Ergebnis:** Nicht alle Samen keimen, sondern einige sind taub. Wir stellen fest, wieviel von diesen hundert (wieviel v. H. oder wieviel %) aus unseren Proben aufgegangen sind. Je älter die Proben waren, desto niedriger ist die Keimzahl. Die Samen behalten nur eine bestimmte Zeit ihre Keimfähigkeit. Weidensame kann schon nach 12 Stunden auskeimen, dafür verliert er aber seine Keimkraft schon nach wenigen Tagen. Auch in Eicheln, Bucheckern und Kastanien erlischt sie bereits im Frühjahr nach der Ernte. Von Roggen weiß man, daß er seine Keimkraft nach 10 Jahren verliert, während Gerste und Weizen auch nach dieser Zeit noch aufgehen. Aus Proben von Ackerböden, die aufgeforstet worden waren, gingen noch nach über 40 Jahren Unkräuter, wie Hirtentäschel, Ackersenf, Wegerich, Johanniskraut, auf. Aus alten Sammlungen brachte man Samen zur Keimung, die 250 Jahre alt waren. Aber das törichte Märchen von dem „Mumienweizen“ aus ägyptischen Gräbern, der noch gekeimt haben soll, brauchen wir nicht zu glauben, selbst wenn es ganz ernsthaft in jedem Jahre wieder einmal von neuem auftaucht. Es ist nur ein Beispiel dafür, welche Geschäfte gerissene Schwindler immer wieder mit der Leichtgläubigkeit ihrer Mitmenschen zu machen suchen. Echte Wissenschaft wird uns davor bewahren.

**Anwendung:** Die Prüfung der Keimkraft des Saatgutes ist eine der wichtigsten Aufgaben der Saatzuchtanstalten, welche für Land- und Forstwirtschaft das Saatgut begutachten oder liefern. Damit ersparen sie dem praktischen Pflanzenbauer Unkosten, Mühe und Zeit. Die Keimfähigkeit erlischt bald bei Spinat, Salat, Möhren und Raps; länger erhalten bleibt sie bei Senf, Lein, Luzerne, Sonnenblume, Gurke, Kürbis und Tabak, sehr lange bei Runkelrüben.

## VERSUCHE ZUM WACHSTUM

Alljährlich spielt sich vor unsern Augen der wunderbare Vorgang des Wachstums ab. Besonders im Frühjahr können wir förmlich verfolgen, wie die Pflanzen sprießen.

So alltäglich der Vorgang ist, so voller Rätsel steckt er für den Forscher. Auch wir werden uns ähnliche Fragen stellen, wenn wir die Augen offen haben und nachdenken. Die folgenden Versuche sollen uns lehren, wie solche Aufgaben zu lösen sind.

### I. Wie wächst eigentlich die Pflanze?

Ein Roggenhalm ist schlank und hoch wie ein Fabrikschlot im kleinen. Wenn der Maurer einen Schornstein baut, legt er Ring um Ring aus Ziegelsteinen übereinander, bis er fertig ist. Baut sich der Roggenhalm auch so auf? Es wäre aber auch denkbar, daß sich ein Stengel so gleichmäßig dehnt, wie man einen Gummifaden in die Länge ziehen kann. So kann man sich noch viele Möglichkeiten vorstellen, wie das Wachstum vor sich gehen mag. Wie es in Wirklichkeit geschieht, darüber kann uns der Versuch Klarheit geben. Der Botaniker Sachs in Würzburg hat sich schon vor 80 Jahren eingehend damit befaßt und viele einfache Versuche ausgedacht, die leicht nachzumachen sind.

#### 1. Versuch: Wie wächst die Wurzel?

Am besten eignen sich Pferdebohnen (*Vicia faba*), Gemüsebohnen (*Phaseolus vulgaris*), Sonnenblumen und Mais, da sie kräftige Wurzeln bekommen. Wir lassen einige Pferdebohnen in feuchten Sägespänen auskeimen, bis die Wurzel ungefähr 2 bis 3 cm lang geworden ist. Dann wählen wir eine solche zu den weiteren Versuchen aus, deren Wurzel am geradesten gewachsen ist. Jetzt kommt es darauf an, die Wurzel in einige Abschnitte einzuteilen, das heißt eine kleine Millimeteinteilung auf ihr anzubringen, ohne daß sie verletzt wird, und dann das Wachstum zu beobachten. Die Markierung führen wir am zweckmäßigsten auf folgende Weise aus: Eine Wurzel wird mit Fließpapier vorsichtig abgetupft. Vorher haben wir bereits aus Plastilin oder Ton eine Platte von ungefähr 2 cm Dicke geknetet. Darauf drücken wir die Wurzel halb ein, so daß sie festliegt. Jetzt legen wir einen Streifen Millimeterpapier daneben. Zum Markieren benutzen wir schwarze Ausziehtusche, wie man sie in den Schreibwarenhandlungen erhält. Gewöhnliche Tinte würde infolge der Säuren Schädigungen hervorrufen. Wir können auch Farblösungen von Eosin oder Methylenblau nehmen. Einige Gramm aus der Apotheke genügen; wir brauchen sie noch für viele spätere Versuche. Mit einem spitzen Pinsel, einem Hölzchen oder einer Borste tragen wir Strich um Strich auf. Die Spitze lassen wir frei; sie sieht etwas durchscheinend aus.

Bei einiger Geschicklichkeit geht das so schnell, daß die Wurzel nicht zu stark antrocknet; dabei würde sie Schaden leiden.

Das weitere Wachstum soll sich wieder in einem Raum vollziehen, der mit Wasserdampf gesättigt ist.

Wir falten ein quadratisches Stück Fließpapier von ungefähr 5 cm Kantenlänge zweimal übereck und stechen mit einem Nagel ein Loch in die Mitte, so daß die Wurzel gerade hindurchgeht. Das Fließpapier wird über die Wurzel gezogen. Wir falten die Zipfel zu einer Hülle und spießen sie so an einen Kork, daß die Wurzel senkrecht nach unten hängt.

Als „feuchte Kammer“ wird eine Flasche benutzt, wie sie auf Seite 15 (Gegenversuch) beschrieben ist. Eine besondere „Schleppe“ ist nicht erforderlich.

**Ergebnis:** Die Millimetereinteilung ist am nächsten Tage ungleichmäßig auseinandergezogen. Welches Stück hat sich am stärksten gedehnt? Wir halten das tägliche Wachstum in Zeichnungen auf Millimeterpapier fest. Nach einigen Tagen sehen die schmalen Striche auf der Wurzel wie breite verwaschene Bänder aus; dann messen wir von Mitte zu Mitte (Abb. 13). Wir können deutlich erkennen, daß das Wachstum an der Spitze am stärksten ist. Zum Stamm hin kommen die wachsenden Stücke zur Ruhe.

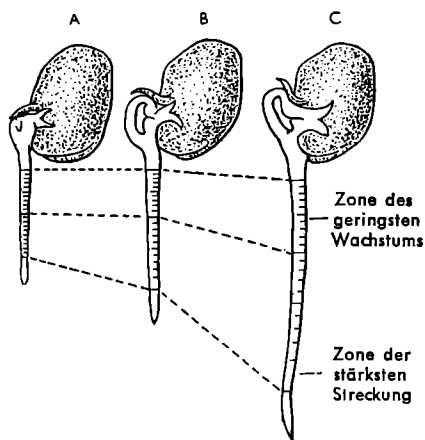


Abb. 13 So wächst die Wurzel —

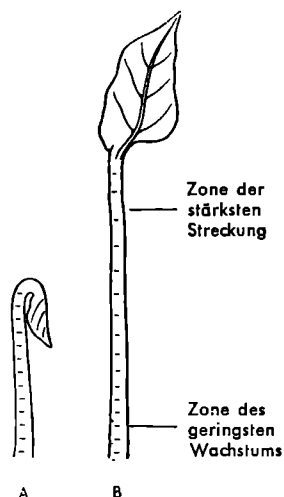


Abb. 14 — und so wächst der Sproß

## 2. Versuch: Wie wächst der Stengel?

Auf jungen Bohnenpflänzchen tragen wir genau wie auf der Wurzel eine Teilung auf. Dann werden sie eingetopft (Abb. 14).

**Ergebnis:** Das Wachstum verläuft wie bei der Wurzel; es ist unmittelbar unter der Spitze am stärksten und erlischt nach dem Grunde zu.

## 3. Versuch: Wie wächst ein Getreidehalm?

Ein Halm besteht aus mehreren Gliedern, zwischen denen sich jedesmal ein Knoten befindet. (Eine solche Gliederung finden wir übrigens auch bei zweikeimblättrigen Pflanzen; ein auffallendes Beispiel ist der Knöterich.)

Wir brauchen einen kräftig entwickelten 20 bis 30 cm hohen Roggenhalm. Am besten holen wir ihn frisch vom Felde, wenn wir nicht ohnedies Roggen zu Versuchen ausgesät haben. Wir schneiden mit einer scharfen Rasierklinge einen Halm ungefähr 2 cm über einem Knoten ab. Dann verkürzen wir ihn so, daß der Schnitt durch den darüberliegenden zweiten Knoten läuft, und halbieren das Reststück (Abb. 15). Die beiden Hälften A und B werden in feuchten Sand oder in ein Glas Wasser gesteckt.

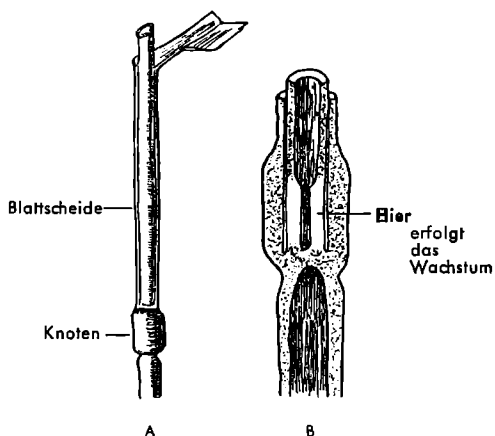


Abb. 15 Der Halm wächst nur in den Knoten

A Blattscheide teilweise entfernt

B Knoten stärker vergrößert

**Ergebnis:** Am Hälmlchen A sieht am nächsten Tage das innere Rohr aus der Blattscheide heraus; es ist gewachsen, B dagegen ist nicht gewachsen. Das Wachstum erfolgt also an den Knoten. Wenn wir die Blattscheide eines Halmes entfernen, entdecken wir über den Knoten ein helles Stück. Wenn wir den Halm zerkauen, bemerken wir, daß es weich ist und süß schmeckt. Das ist die wachsende Zone.



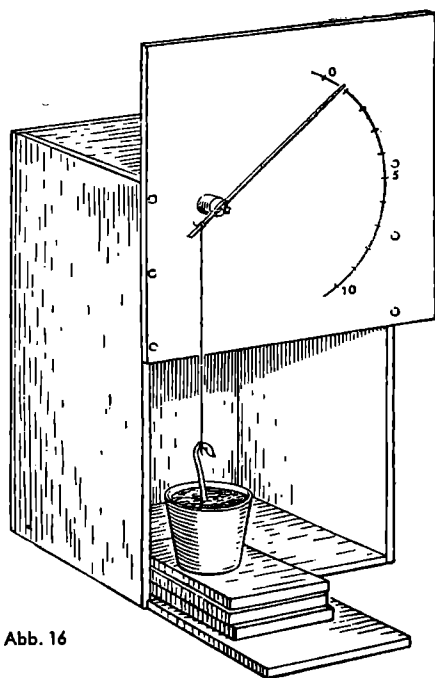


Abb. 16

## II. „Das Gras wachsen sehen“

Im allgemeinen geht das Wachstum so langsam vor sich, daß man es mit bloßem Auge nicht unmittelbar verfolgen kann; da muß uns schon der Film mit seinen „Zeitrafferaufnahmen“ zu Hilfe kommen. Banane und Bambus wachsen dagegen in einer Minute ungefähr 1 cm.

Es gibt aber Möglichkeiten, das Längenwachstum scheinbar zu vergrößern, indem man „Übersetzungen“ anwendet. Das kann man mit einem ungleichmäßigen Hebel erreichen, wie wir ihn aus dem Physikunterricht kennen.

Wir wissen, daß ein Punkt am Ende des langen Hebelarmes bei jeder Drehung einen viel weiteren Weg zurücklegt als ein entsprechender Punkt auf dem kurzen Hebelarm. Das machen wir uns jetzt zunutze. Wir brauchen

also nur einen möglichst gewichtslosen ungleicharmigen Hebel. Seinen kurzen Arm verbinden wir so mit einem jungen Sproß, daß er die Wachstumsbewegung mitmacht und auf den langen Arm überträgt; dann zeigt dieser den Zuwachs deutlich an.

Solche Wachstumsmesser kann man fertig kaufen; es ist angenehm, damit zu arbeiten. Wir können sie aber auch leicht selbst basteln. Dann sehen sie zwar vielleicht etwas unbeholfen aus; aber die notdürftige Einrichtung, die wir mit eigener Überlegung selbst gebastelt haben, ist für unsere Arbeit wertvoller.

Darum werden wir nicht warten, bis ein fertiger Wachstumsmesser vor uns hingestellt wird. Wenn ein „Stellzeug“ zur Verfügung steht, womit im Physikunterricht Versuche aufgebaut werden (Stative, Muffen, Schraubzwingen, Halter und dergleichen), ist es recht einfach. Hier ist jedoch eine Einrichtung dargestellt, die wir zusammenbauen können, wenn keinerlei besondere Hilfsmittel vorhanden sind. Vielleicht können wir es auch noch praktischer machen?

Als Hebel ist jeder Strohalm von ungefähr 25 cm Länge geeignet. Ungefähr 1 bis 1½ cm vom dicken Ende entfernt wird, ohne ihn zu zerknittern, mit einer dünnen Stopfnadel ein Loch eingestochen. Wenn wir ganz sicher gehen wollen, füllen wir ihn vorher mit Holundermark aus. Der Halm wird sich jetzt leicht auf einer Stecknadel drehen. Den weiteren Aufbau zeigt die Abbildung (Abb. 16).

### **1. Versuch:**

Geeignet sind junge Pflänzchen von Bohnen oder Sonnenrosen, die ungefähr 5 bis 8 cm hoch sind. Die Verbindung zum Hebel wird mit einem dünnen Faden hergestellt. An der Pflanze wird er mit einer Schlinge befestigt, am Halm mit einem Tropfen Siegelack oder Leim.

Mit Hilfe von Unterlegscheibchen regulieren wir den Topf so ein, daß der Faden gespannt ist und senkrecht läuft. Der Strohalm muß sich unmittelbar über dem Papier drehen können, auf dem die Kreisteilung aufgezeichnet ist. Wir stellen das Ganze so auf, daß sich das Pflänzchen nicht zu einem Fenster hinbiegt.

**Ergebnis:** Schon nach einer Stunde hat sich der Zeiger gesenkt. Wir können das Wachstum jetzt deutlich erkennen. Wir verfolgen es mehrere Tage; dabei stellen wir den Topf stets entsprechend tiefer. Was beobachten wir? Geht das Wachstum stetig vor sich, wird es schneller oder langsamer?

### **2. Versuch:**

Die Landleute stellen gern einen Versuch an, der ein so schnelles Wachstum zeigt, daß man den Fortschritt mit bloßem Auge verfolgen kann.

Zum Blühen reife Ähren des Roggens oder des Weizens öffnen sich meistens in den Vormittagsstunden des Monats Juni innerhalb weniger Minuten. Die Landleute kennen einen Kunstgriff, den Vorgang zu beobachten; machen wir es ihnen nach!

Wir ziehen eine aufblühende Ähre mehrere Male zwischen den Fingern durch und warten ungefähr 10 Minuten. Was beobachten wir?

## **III. Die Außenwelt hat Einfluß auf das Wachstum**

Das Leben der Pflanze steht im Zusammenhang mit allem, was außer ihr ist: mit dem Erdboden, der Luft, dem Licht, der Wärme, dem Wasser. Aus dem Unbelebten ist einst das Leben entstanden, darum kann es sich auch niemals davon lösen. Die unbelebte Außenwelt bietet den Pflanzen erst die Vorbedingungen zu ihrem Leben. In einer langen Entwicklung haben sie sich aufs feinste darauf „eingespielt“. Das lassen auch die Wachstumsvorgänge deutlich erkennen.

## A. Wachstum und Licht

### 1. Kann die Pflanze ohne das Licht wachsen?

Das scheint eine dumme Frage zu sein; denn daß die Pflanzen ohne Sonnenlicht nicht gedeihen, weiß jeder. Allein die Sonne strahlt mit ihrem Licht zugleich Wärme aus. Bisher haben wir nur den Einfluß der Wärme untersucht; wie steht es aber mit dem Licht? Kann die Pflanze auch im Dunkeln wachsen?

#### Versuch:

Über Keimschalen oder Blumentöpfen mit Senf-, Hafer-, Kressesamen oder ähnlichem stülpen wir eine Kiste (deren Fugen aber gut mit Pappe abgedunkelt sein müssen) oder Konservenbüchsen. Zum Vergleich beobachten wir gleichaltrige unverdunkelte Pflanzen.

**Ergebnis:** Auch im vollkommenen Dunkeln sind die Pflanzen gewachsen; aber sie sind „vergeilt“, das heißt bleich und schwammig gewachsen und lang aufgeschossen. Zum normalen Wachstum gehört also das Licht.

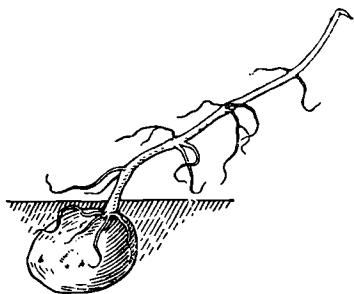


Abb. 17 Aus der Kartoffelknolle wächst bei mangelndem Lichteintritt ein langer, vergeilter Sproß

**Beobachtung:** Im Frühjahr wachsen an den Kartoffeln im Keller lange Keime; es sind vergeilte Sprosse (Abb. 17).

Das Getreide lagert sich leicht, wenn die Halme zu dicht stehen. Dann gelangt das Licht nicht an die unteren Stengelglieder heran; die Folge davon ist, daß sie weich bleiben und umknicken. Scharren wir im Buchenwald das Laub weg, so finden wir darunter viele vergeilte Pflanzen.

Dem Gärtner ist die Vergeilung erwünscht, wenn er zarten Salat und zartes Gemüse ziehen will, zum Beispiel Spargel oder Sellerie.

### 2. Die Pflanze sucht das Licht

Wir brauchen nur die Topfpflanzen im Fensterbrett oder in der Blumenkrippe zu betrachten oder an die Kartoffelkeime zu denken; alle Pflanzen wenden sich dem Licht zu.

Wenn sie im Freien wachsen, werden sie gewöhnlich von allen Seiten gleichmäßig beleuchtet. Daher ist der Einfluß des Lichtes auf das Wachstum nicht zu erkennen. Sobald aber das Licht nur aus einer einzigen Richtung kommt,

macht sich sein Einfluß bemerkbar. Wie schnell die Pflanzen darauf antworten (reagieren), zeigen die nächsten Versuche. Die einseitige Beleuchtung stellen wir mit Hilfe einer Dunkelkammer her. Dazu benutzen wir eine Kiste oder eine Pappschachtel mit einem Lichtschlitz (Abbildung 18).

### **Versuche:**

Schon nach wenigen Stunden wenden sich im Topf herangezogene Hafer-, Senf-, Kressepflänzchen dem Lichte zu. Für Kresse- und Senfpflänzchen ist auch eine andere Anordnung sehr geeignet (Abb. 19).

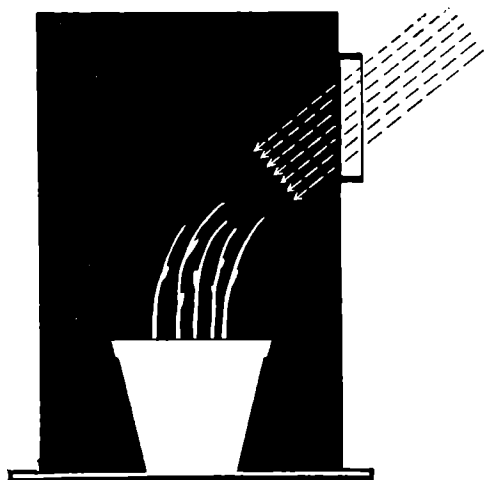


Abb. 18 Dunkelkammer

Wir füllen ein Trinkglas, eine weithalsige Flasche oder ein Weckglas bis an den Rand mit Wasser und überbinden das Gefäß mit Tüll, Mull, dem Rest von einer Gardine oder einem ähnlichen weitmaschigen Gewebe. Wenn wir die Samen aufstreuen, wachsen die Wurzeln durch die Maschen hindurch. Die Sprosse biegen sich alle nach dem Licht hin.

**Ergebnis:** Die Sprosse der Pflanzen sind „lichtwendig“. (Wir nennen diese Erscheinung Phototropismus.) Die Wurzeln des Senfs und der Kresse wenden sich vom Licht ab; sie „fliehen“ das Licht. Wenn wir aber andere Wurzeln daraufhin beobachten, bemerken wir, daß nicht alle Pflanzen sich so verhalten; die meisten Wurzeln lassen sich vom Licht in ihrem Wachstum nicht beeinflussen.

**Beobachtung:** Am Waldrand, an Mauern, in Gewächshäusern erkennen wir deutlich, wie einseitiges Licht auf das Wachstum wirkt. Topfpflanzen wachsen schlecht, wenn man sie oft aus ihrer Stellung rückt. Neue Forschungen haben alte Erfahrungen der Bauern und Gärtner bestätigt, daß auch die Zeitspanne, welche eine Pflanze täglich dem Licht ausgesetzt ist — die „Tageslänge“ —, von erheblichem Einfluß auf viele Wachstumsvorgänge ist (Photoperiodismus). Es bereitet zum Beispiel Schwierigkeiten, die Sojabohne, eine sogenannte „Kurztagspflanze“, in unseren Gebieten mit den Eigenschaften des „Langtages“ anzubauen.



Abb. 19 Der Sproß richtet sich wieder auf

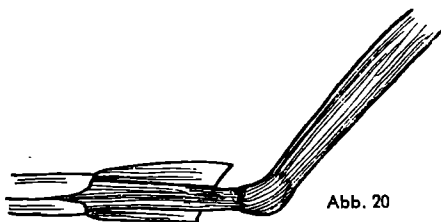


Abb. 20

## B. Der Einfluß der Schwerkraft

Seit Jahrhunderten haben die Menschen beobachtet, daß die Fichtenstämme im Nadelwald wie nach dem Lot ausgerichtet dastehen; Jahrhunderte hindurch haben sie das als eine Selbstverständlichkeit hingenommen. Nach ihrer Meinung hatte es der Schöpfer, der alles weise geschaffen hatte, in die Pflanzen gelegt, daß sie so wachsen mußten. Er erschien ihnen als ein Frevel, auch in den Lebensvorgängen „nur“ das Walten der großen Naturgesetze zu suchen.

Erst vor 150 Jahren begannen die Naturwissenschaftler nachzuweisen, daß es auch bei den Wachstumsvorgängen ganz natürlich zugeht. Sie konnten damit eins der erstaunlichsten Beispiele dafür liefern, wie stark sich die Naturkräfte in den Lebensvorgängen der Pflanze bemerkbar machen.

In diesem Falle handelt es sich um die Schwerkraft der Erde. Beobachten wir selbst:

### 1. Versuch:

Wir legen Topfpflanzen (Fleißiges Lieschen oder Alpenveilchen) waagrecht. Das können wir einfach so machen, wie es in Abb. 19 angegeben ist, oder wir stürzen einen Topf völlig um. Wir legen um ihn Schlingen aus Bindfaden oder Draht und hängen ihn wie eine Ampel auf. Was erkennen wir am nächsten Tag?

### 2. Versuch:

Wie sich Pflanzen mit Knoten verhalten, ist gut an Roggen- und Weizenhalmen zu erkennen. Wir benutzen eingetopfte Pflanzen, die noch nicht gelb werden. Selbst einzelne Halme, die wir wieder in feuchten Sand stecken, zeigen die Erscheinung.

**Ergebnis:** In den Knoten richten sich die Halme wieder auf (Abb. 20).

**Beobachtung:** Jeder Gang an einem Getreidefelde entlang zeigt, wie Halme sich wiederaufrichten, wenn sie vom Sturm, von Tieren oder von Menschen umgeknickt worden sind.

### 3. Versuch:

Wir befestigen eine keimende Bohne so an einem Kork, daß die Wurzel waagrecht liegt.

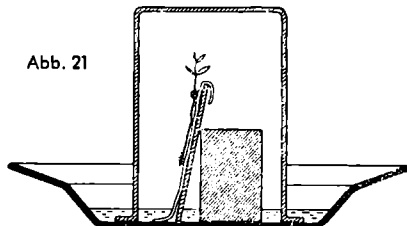
**Ergebnis:** Die Wurzelspitze krümmt sich nach unten, der Stengel nach oben. Beide wachsen dann in ihrer natürlichen Richtung weiter.

### 4. Versuch:

Schöne Versuche lassen sich durchführen mit Samen, welche „kleben“. Senf-, Lein- und Kresskörner scheiden beim Quellen einen Schleim aus. Damit kann man sie an jeder rauhen Unterlage festkleben. Die jungen Keimpflänzchen lassen sich dann in jede beliebige Lage drehen.

Wir schlagen um eine möglichst quadratische Glasplatte (dazu eignen sich die Deckgläser von Diapositiven oder alte Fotoplatten in den Formaten  $4\frac{1}{2} \times 6$  cm oder  $6 \times 9$  cm), um ein entsprechendes Brettchen oder um ein Stück Zinkblech einen Streifen Fließpapier. Mit Büroklammern wird er etwas angeklammert, sonst könnte er abschwimmen. Wir befeuchten das Papier und legen an einer Kante Samen in gleichen Abständen aus. Sobald sie gequollen sind, wird das Ganze schräg in ein Glas gestellt, dessen Boden mit Wasser bedeckt ist. Wir decken eine Scheibe darauf, damit wieder eine feuchte Kammer entsteht, und stülpen eine lichtdichte Kiste darüber (Abb. 21). Nach 2 Tagen sind die Wurzeln meistens schon lang genug. Jetzt drehen wir die Platte um  $90^\circ$ ; am nächsten Tage können wir sie in ihre alte Lage zurückdrehen.

Abb. 21



**Ergebnis:** Alle diese Versuche zeigen, daß die Hauptwurzel stets nach unten, der Hauptsproß stets nach oben wächst. Feinere Untersuchungen haben gelehrt, daß diese Erscheinung unter dem Einfluß der Schwerkraft der Erde entsteht. Die Schwerkraft, die den fallenden Stein lotrecht zur Erde zieht, wirkt nun aber auf die Pflanze nicht etwa wie ein Magnet; denn der Sproß wächst ja gerade entgegengesetzt zu ihrer Anziehung. Sie hat eher für die Pflanze die Bedeutung eines Kompasses, der ihr die Richtung anweist, in welcher ihre einzelnen Teile wachsen müssen: nach unten die Hauptwurzel, nach oben der Hauptsproß, nach den Seiten die Nebenwurzeln und die Zweige. An Fluß- und Bachufern sieht man oft Erlen, Weiden, Pappeln, die

unterspült werden und ins Wasser zu stürzen drohen. Was beobachten wir? Auf Wanderungen in den Bergen achten wir auf Kräuter und Bäume, die aus Felsenritzen wachsen. Fichten haben zuweilen ihren Mitteltrieb verloren; wie verhalten sie sich?

Auf Grund des Verhaltens gegenüber der Schwerkraft (Geotropismus) und dem Licht (Phototropismus) nimmt die Pflanze immer die Lage ein, welche für ihre Lebensvorgänge richtig ist; das ist eben ihre „natürliche Lage“.

Die nächsten Versuche lehren, daß in der Richtung des Wachstums auch noch andere Kräfte ihren Einfluß geltend machen.

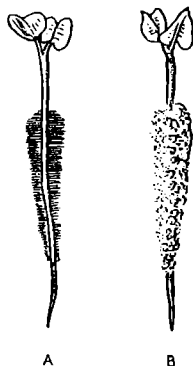


Abb. 22 Senfkeimling

A Wurzelhärchen

B Die Härchen sind mit Gesteinssplittchen verklebt

### C. Die Wurzeln und das Wasser

Das Wasser ist, wie schon die Versuche mit den keimenden Samen gezeigt haben, für alle Lebensvorgänge der Pflanze unentbehrlich. Mit den Wurzeln nimmt sie es aus der Erde auf; die Wurzeln stehen am innigsten mit ihm in Verbindung. Daher zeigt sich auch in ihrem Wachstum der Einfluß des Wassers am deutlichsten.

Von den Versuchen mit keimenden Samen (Seite 13, Versuch 2) wissen wir bereits, daß sie nicht einfach vom Bodenwasser durchfeuchtet werden wie etwa ein Stück Holz, das in die Erde eingegraben wird. Sie trinken förmlich, das heißt, sie saugen sich so voll, bis sie „satt“ sind. Wie verhalten sich nun die Wurzeln?

#### 1. Versuch:

Wir wiederholen Versuch 4 von Seite 29. Jedoch wenden wir dabei einen kleinen Kunstgriff an, der uns sehr zustatten kommen wird, wenn wir die Lupe benutzen: wir nehmen statt des weißen ein graues Stück Fließpapier. Falls das nicht zu beschaffen ist, lassen wir die Wurzeln auf schwarzem Papier wachsen, wie es zum Verpacken von fotografischen Platten und Papieren benutzt wird. Wir klammern es unterhalb der „aufgeklebten“ Samen an. Von dem dunklen Untergrunde heben sich die zarten Wurzeln besonders unter der Lupe viel deutlicher ab als von dem weißen.

Empfehlenswert ist auch ein Versuch mit Hafer-, Gerste-, Roggen- oder Weizenkörnern. Als Keimgefäß verwenden wir eine Untertasse, deren Boden mit schwarzem Papier bedeckt ist. Wir halten es ständig feucht und decken eine zweite Untertasse darüber.

**Ergebnis:** Ungefähr vom 2. Tage an sehen die Wurzeln wie kleine Flaschenputzer aus. Mit der Lupe können wir die kleinen Härchen besser erkennen. Auf 1 mm<sup>2</sup> wurden schon einige hundert gezählt (Abb. 22).

Dort, wo sich die Hauptzone des Wachstums befindet, also an der Spitze, ist die Wurzel frei von Härchen. Ihre Lebensdauer ist nur kurz; täglich sterben die älteren ab und bilden sich nach der Spitze zu neue. An der dem Papier anliegenden Seite der Wurzel haben sich die Härchen an das Papier angeschmiegt; auf der anderen Seite bilden sie die Bürste. Durch ihre zarten Häute dringt nämlich das Wasser hindurch, und mit ihrer Hilfe saugen die Wurzeln die Feuchtigkeit auf.

## 2. Versuch:

Um das Wachstum der Wurzeln verfolgen zu können, hat der Botaniker Sachs, den wir von einem Versuch her schon kennen, einen Wurzelkasten konstruiert (Abb. 23). Eine ähnliche Einrichtung können wir uns ohne große Mühe basteln und damit viele lehrreiche Versuche anstellen. Der einfachste Ersatz ist ein hohes schmales Akkumulatoren- oder Aquarien- oder Aquariumsglas, wie es auch für Aquarien gern benutzt wird. Besser ist schon ein entsprechendes Kistchen, in dessen Längswand eine Glasscheibe von ungefähr 18 × 24 cm eingesetzt wird.

An einer Seite dieser „Wurzelkästen“ legen wir Klötzchen unter, so daß sie etwas schräg stehen. (Glaskästen lehnt man natürlich so an, daß sie nicht umkippen.) Dann wachsen die Wurzeln gerade an der Glasplatte entlang, und wir können ihr Wachstum gut verfolgen. Die täglichen Fortschritte werden viel auffälliger, wenn wir für hervorstehende Stellen kleine Papierpfeile aufkleben (Abb. 24). So kann zum Beispiel die tägliche Lage der Wurzelspitze gut festgehalten werden. Die Wurzeln verdunkeln wir durch Packpapier, das mit Reißzwecken angeheftet wird. Wir füllen den Wurzelkasten mit Gartenerde und stecken in eine Ecke einen Kürbis- oder Sonnenblumenkern. In der anderen Ecke bohren wir mit einem Holz ein Loch und stecken ein Glasröhrchen hinein. Gegossen wird nur durch das Röhrchen, so daß eine feuchte Ecke entsteht.

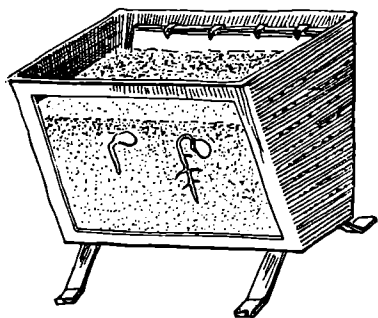


Abb. 23 Wurzelkasten

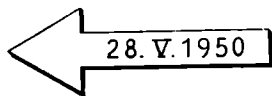


Abb. 24



**Ergebnis:** In der Richtung nach der feuchten Erde hin bilden sich kräftig verzweigte Wurzelbüschel aus (Hydrotropismus), während sich die trockene Seite nur spärlich verzweigt.

**Beobachtung:** Pflanzen, die zum Umtopfen aus dem Topf genommen werden, zeigen außen auf dem Erdballen ein dichtes Gespinnst von Würzelchen. Die feinen Saugwürzelchen haben sich dem Topf gut angeschmiegt, da er porös ist und die Feuchtigkeit festhält. Wo befinden sich die Saugwurzeln des Apfelbaumes? Was ergibt sich daraus für seine Pflege?

Bäume auf Bürgersteigen und auf Feldern bilden zuweilen sehr unliebsame „Wurzelzöpfe“, das heißt, ihre Wurzeln wachsen durch Fugen in Kanalisations- und Dränagerohre hinein und werden meterlang. Schließlich verstopfen sie die Rohre, so daß die Erde aufgedrungen werden muß.

### 3. Versuch:

Wir verwenden wieder die Anordnung wie in Versuch 4 von Seite 29, benutzen aber eine größere Scheibe (etwa 9×12 cm); denn bei diesem Versuch werden die Samen nicht auf der Oberseite, sondern auf der Unterseite angeklebt, und zwar ungefähr in der Mitte.

Geeignet ist auch ein Rähmchen, zum Beispiel von einem Kasten, dessen Boden entfernt wurde. Wir überspannen es anstatt des Bodens mit weitmächtigem Stoff, füllen es mit feuchten Spänen, säen Senf oder Kresse hinein und hängen es an ein paar Schnüren schräg auf.

- a) Wir lassen das Gefäß ohne jede Bedeckung stehen. Wir stülpen nur eine große Kiste darüber oder stellen es an einen dunklen Ort.
- b) Wir decken das Gefäß zu, so daß eine feuchte Kammer entsteht.

**Ergebnis:** In Gruppe a wachsen die Wurzeln an dem feuchten Papier oder dem Stoff entlang; in Gruppe b hängen sie jedoch nach unten. Die Wurzeln ziehen sich also nach dem Wasser.

## D. Die Wurzeln und die Nährstoffe des Bodens

### 1. Versuch:

Wir säen Senf- oder Kressesamen in Gartenerde. Nach einigen Tagen ziehen wir die jungen Pflänzchen schonend heraus, damit die Wurzelhärchen möglichst nicht verletzt werden. Die Bürsten spülen wir vorsichtig ab, es bleibt ein „Höschen“ hängen. Die Lupe zeigt, daß an den Härchen feine Splitter kleben.

**Ergebnis:** Die Wurzelhärchen saugen nicht nur Wasser auf, sondern sie lösen auch feinste Kristalle des Bodens auf. Weitere Versuche der Forscher haben gezeigt, daß sie nährstoffreiche Stellen aufsuchen. So, wie sie sich nach dem Wasser ziehen, so wachsen sie dorthin, wo der Boden reich an Nährstoffen ist (Abb. 25).

## 2. Versuch:

Wir füllen den Wurzelkasten mit Gartenerde, zum Vergleich dann mit Sand, Torfmoß, Lehm oder dergleichen, und beobachten das Wurzelwachstum von Sonnenblumen, Mais, Getreide und anderen Samen.

**Ergebnis:** Im nährstoffreichen Boden verzweigen sie sich reicher als im nährstoffarmen. Je besser der Wurzelballen ausgebildet ist, desto besser werden die Nährstoffe des Bodens ausgenutzt. Die Gesamtlänge der Wurzeln einer gut gewachsenen Kürbispflanze wird zum Beispiel auf 25 km geschätzt.

## 3. Versuch:

Wir füllen die einzelnen Bodenarten schichtweise übereinander und legen auch einen größeren Stein mit hinein.

**Ergebnis:** Die Wurzel durchwächst nicht einfach die einzelnen Schichten. In den „guten“ breitet sie sich aus; in die mageren „zögert“ sie einzudringen. Sie wächst erst ein Stück auf dem Lehm entlang, ehe sie eindringt. Den Stein umgeht sie.

**Beobachtung:** An Gemäuer und Felsen können wir beobachten, wie die Wurzeln den Spalten folgen. Sie zwingen sich hindurch und drücken sie manchmal mit großer Kraft auseinander, so daß Risse entstehen. In Kalkgesteine dringen sie auch ein; sie scheiden Säuren aus und lösen den Kalk.

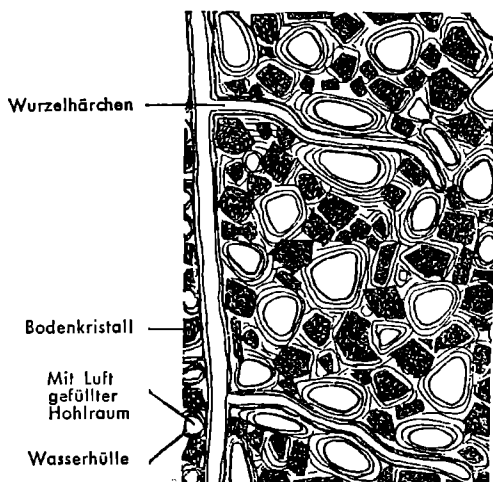


Abb. 25 Die Wurzelhärchen finden im Boden Luft, Wasser und Nährsalze

Jedes Lebewesen steht in ständiger Wechselwirkung mit seiner Umwelt. Die Pflanze kann sich nur voll entfalten, wenn sie im Einklang mit dieser Umwelt steht. Entweder macht sie sich alle Einflüsse zunutze, die für ihr Dasein günstig sind, und wehrt alle schädlichen ab — sie „paßt sich an“ — oder sie wird verdrängt, bis sie eine geeignetere Umwelt findet. Wenn ihr das nicht glückt, verkümmert sie und geht schließlich ein. Leben bedeutet eben ein nie endendes „Reagieren“ des Organismus auf seine Umwelt, die selbst einem ständigen Wechsel unterworfen ist. Der Mensch muß diese Beziehungen genau studieren, wenn er die Entwicklung in seinem Sinne lenken will.

In diesem Heft sind nur solche Versuche beschrieben, die keine chemischen Kenntnisse verlangen. Sie sind nur als ein Anfang gedacht. Bald werden wir den Wunsch haben, den Dingen noch tiefer auf den Grund zu gehen und uns zum Beispiel mit dem „chemischen Betrieb“ der Pflanze, ihrem Wasserhaushalt, ihrer Vermehrung, ihrem Feinbau bekannt zu machen. Dazu sollen die kommenden Hefte Anleitungen geben.

## WORTERKLÄRUNGEN

Abkürzungen: gr. = griechisch, lat. = lateinisch

**Berzelius, Johann Jakob:** 1779—1848. Schwedischer Chemiker.

**Experiment:** wissenschaftlicher Versuch (von lat. experimentum = Probe, Versuch); Experimentator: Wissenschaftler, der Versuche anstellt.

**Geotropismus:** siehe Tropismus.

**Hydrotropismus:** siehe Tropismus.

**Laboratorium:** Arbeitsraum für naturwissenschaftliche Untersuchungen (von lat. laborare = arbeiten).

**Photoperiodismus:** Einfluß der Tageslänge auf das Wachstum der Pflanzen (von gr. phos = Licht, und gr. periodos = Wiederkehr einer gewissen Zeit, Kreislauf der Gestirne).

**Praktiker:** ein Mensch, der durch seine Handlungen Erfahrungen sammelt (von gr. prattein = tun; praktikos = tätig, tüchtig); im Gegensatz zum Theoretiker, der durch Nachdenken wissenschaftliche Gesetze ergründet (von gr. theoria = wissenschaftliches Denken).

**Problem:** schwierige, unentschiedene Frage; eine Aufgabe, die gelöst werden soll (von gr. problema = das Vorgelegte, das in Frage Stehende).

**Protokoll:** Niederschrift, geschriebener Bericht; früher wichtige Angaben, die einer Urkunde als erstes Blatt angeleimt waren (von gr. protos = der erste, und gr. kolla = Leim).

**reagieren:** zurückwirken, für etwas empfindlich sein, auf etwas antworten (von lat. re = zurück, und lat. agere = wirken, handeln).

**Sachs, Julius:** 1832—1897. Deutscher Biologe, der Ernährung und Wachstum der Pflanzen erforschte.

**Tropismus:** Bewegungen der Pflanze, die durch bestimmte Ursachen ausgelöst werden (von gr. tropos = Wendung).  
Zum Beispiel

Geotropismus: Erdwendigkeit (von gr. ge = Erde);

Hydrotropismus: Wasserwendigkeit (von gr. hydor = Wasser);

Phototropismus: Lichtwendigkeit (von gr. phos = Licht).



# UNSERE WELT

## GRUPPE 1

Märchen und Geschichten

Fahrten und Abenteuer

Menschen und Tiere

Singen und Musizieren

Aus fernen Ländern

Dichtung und Wahrheit

Unsere Schule

Bilder und Bauten

Wir diskutieren

Für die gerechte Sache

Zeitgenossen erzählen

Der Vorhang geht auf

Spiel und Sport

Unsere Heimat

## GRUPPE 2

Mathematik

Physik und Geophysik

Chemie

Biologie

Geographie und Geologie

Astronomie und Astrophysik

Aus der Geschichte  
der Naturwissenschaften

## GRUPPE 3

Wie wir uns nähren und kleiden

In Werkstatt und Betrieb

Mit Werkzeug und Maschine

Wir bauen Häuser, Dörfer, Städte

Auf Wegen, Straßen, Brücken

Wie der Mensch die Erde verändert

Aus der Geschichte  
der Arbeit und Technik