

DIE NEUE BREHM-BÜCHEREI

DAS LEBEN DER PFLANZE

I. Teil: Physiologie des Stoffwechsels

VON

WALTER HELLWIG

mit 32 Abbildungen



A. ZIEMSEN VERLAG · WITTENBERG LUTHERSTADT · 1956

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Einleitung | 3 |
| I. Der Kreislauf der Stoffe | 4 |
| II. Der Baustoffwechsel der Pflanze | 6 |
| A. Der Wasserhaushalt der Pflanze | 6 |
| 1. Die Wasseraufnahme | 6 |
| 2. Die Wasserleitung | 11 |
| 3. Die Wasserabgabe | 17 |
| B. Die Nährstoffe der Pflanze | 21 |
| 1. Der Boden als Nährstoffquelle | 25 |
| 2. Die Luft als Nährstoffquelle | 29 |
| a) Die Photosynthese | 29 |
| b) Die Chemosynthese | 36 |
| III. Der Betriebsstoffwechsel der Pflanze | 38 |
| 1. Die Atmung | 38 |
| 2. Die Gärung | 42 |
| IV. Der Baustoffwechsel der heterotrophen Pflanze | 44 |
| 1. Die Saprophyten | 45 |
| 2. Die Parasiten | 45 |
| V. Die Symbiose | 49 |
| VI. Die fleischfressenden Pflanzen | 53 |
| Abbildungsnachweis | 54 |
| Schrifttum | 55 |
| Erklärung der gebrauchten Fachausdrücke | 55 |

HEFT 184

Satz, Druck und Bindung: IV/2/14 - VEB Werkdruck Gräfenhainichen - 636
Veröffentlicht unter der Lizenz-Nr. 251 — 510/4/56 des Amtes für Literatur und Verlagswesen
der Deutschen Demokratischen Republik

Einleitung

Nachdem im 17. Jahrhundert das Mikroskop in den Dienst der biologischen Forschung gestellt und damit der anatomische Aufbau der Lebewesen erkannt wurde, folgte der beschreibenden bald die erklärende Wissenschaft. Nicht mehr das vergleichende Studium räumlicher Zusammenhänge, die Anatomie, sondern das Erklären zeitlich ablaufender Vorgänge, die Physiologie, stand jetzt im Mittelpunkt der Betrachtungen.

Die Pflanzenphysiologie untersucht mit den in der Physik und Chemie üblichen Methoden den kausalen Zusammenhang der Lebenserscheinungen. „Ihre wissenschaftlichen Ergebnisse stellt sie in den Dienst der menschlichen Gesellschaft und bringt sie in der Land- und Forstwirtschaft, in der Gärtnerei, in den Gärungsgewerben und in der Medizin zur praktischen Anwendung.“ Der russische Pflanzenphysiologe K. A. Timirjasew sah die Hauptaufgabe der Pflanzenphysiologie „darin, die Lebenserscheinungen des pflanzlichen Organismus zu erforschen und zu erklären, und sie nicht nur zu erforschen und zu erklären, sondern sie auf dem Wege dieser Erforschung und Erklärung völlig dem vernünftigen Willen des Menschen zu unterwerfen, so daß er nach Belieben diese Erscheinungen verändern, unterdrücken oder hervorrufen kann. Der Physiologe darf sich nicht mit der passiven Rolle des Beobachters begnügen, als Experimentator ist er ein Schöpfer, der die Natur lenkt“.

Das vorliegende Heft der „Neuen Brehm-Bücherei“ will dem Liebhaber und Laien einen Überblick über die Lebenserscheinungen der Pflanze vermitteln. Aber auch Biologielehrer, Gärtner und Agronomen, also jenen Lesern, die sich aus beruflichen Gründen mit den Lebensvorgängen in der Pflanze befassen müssen, will das Heft ein Helfer sein.

Das Verständnis pflanzenphysiologischer Vorgänge wird erleichtert durch Kenntnis anatomischer Zusammenhänge. Darüber berichtet ausführlich das Heft 155 der „Neuen Brehm-Bücherei“: „Der Bau der Pflanze.“ Sein Studium kann deshalb jedem Leser empfohlen werden.

I. Der Kreislauf der Stoffe

Pflanzen und alle anderen lebenden Organismen nehmen die für ihren Aufbau und ihr Leben notwendigen Stoffe aus ihrer Umwelt auf, denn auch die Pflanze muß sich, wie das Tier und der Mensch, ernähren, wenn auch in anderer Weise. Sie baut sich aus Stoffen auf, die umgesetzt und zum Teil auch wieder abgebaut werden. Dieser Stoffwechselfvorgang verläuft in zwei Richtungen. Zunächst nimmt die Pflanze einfache anorganische Verbindungen aus der Außenwelt auf (Nährstoffe), verändert sie in ihrem Innern (assimilieren) und baut sie zu ihrer komplizierten Körpersubstanz um. Diese Tätigkeit wird als Baustoffwechsel bezeichnet. Ein Teil der von der Pflanze aufgenommenen und in körpereigene Sub-

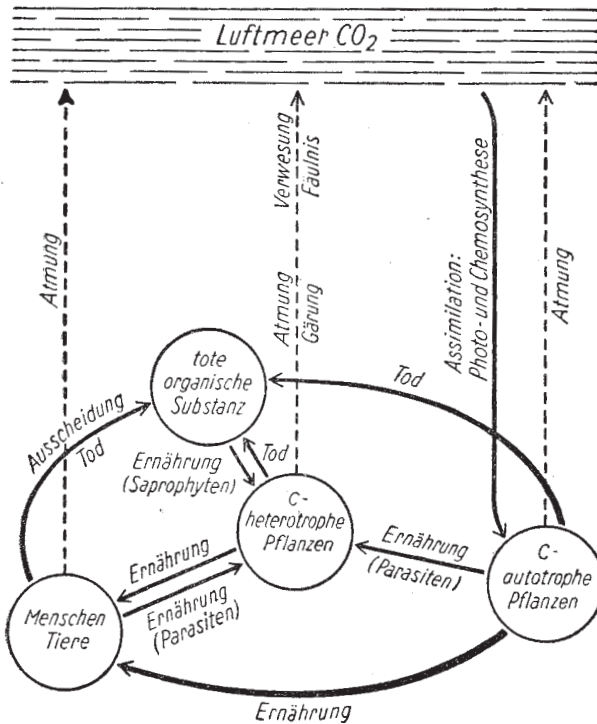
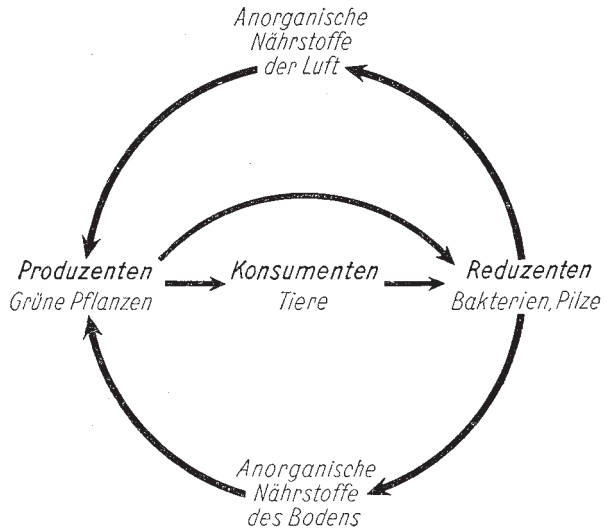


Abb. 1.
Kreislauf des
Kohlenstoffs

Abb. 2.
Kreislauf der Stoffe
in der Natur



stanz umgewandelten Stoffe wird von ihr wieder abgebaut. Dabei werden die zur Assimilation benötigten endothermen Wärmeenergien durch Oxydation (Verbrennung) wieder frei. Dieser exothermische Vorgang wird als Dissimilation bezeichnet, da er der Assimilation entgegentläuft. Die freiwerdenden Energien benötigt die Pflanze, wie übrigens auch jeder tierische Organismus, für das Wachstum und die Bewegungen. Da hierzu Sauerstoff benötigt wird und als Endprodukt Kohlendioxyd entsteht, wird die Dissimilation der grünen Pflanze auch als Atmung aufgefaßt. Alle der Umwelt entnommenen Grundstoffe, welche die Pflanze benötigt, kehren auf verschiedenen Wegen wieder in die Erde oder in die Luft zurück. Sie können während dieses Kreislaufes ihren physikalischen Zustand ändern, zahlreiche chemische Verbindungen eingehen und auch physiologische Aufgaben übernehmen. Man hat ausgerechnet, daß z. B. nach 35 Jahren die Pflanzen der Erde den Kohlendioxydvorrat der Luft, der 0,03 % beträgt, verbraucht haben würden. Dies wird jedoch durch die Dissimilationsvorgänge der Atmung und Gärung verhindert, da bei diesem Prozeß wieder CO_2 frei wird. Außerdem verfällt nach dem Tode von Pflanze, Tier und Mensch alle organische Substanz der Zersetzung. Dadurch wird der in den Lebewesen gebundene Kohlenstoff wieder frei und gelangt als Kohlendioxyd ebenfalls wieder in die Atmosphäre. Der Kreislauf des Kohlenstoffes ist also geschlossen (Abb. 1).

Ebenso wie für den Kohlenstoff gibt es auch Kreisläufe für das Wasser, für den Stickstoff usw. Sie sind Teile eines großen Kreislaufes innerhalb der Natur (Abb. 2). In ihm sind die grünen Pflanzen die Erzeuger (Produzenten), die Tiere und Menschen die Verbraucher (Konsumenten) und die Bakterien und Pilze die Zersetzer (Reduzenten) der organischen Substanz. Durch ihre Tätigkeit ist der Kreislauf von den anorganischen Stoffen des Bodens über die organischen der Lebewesen wieder zu den anorganischen Stoffen geschlossen und umfaßt alle Lebewesen in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit.

II. Der Baustoffwechsel der Pflanze

A. Der Wasserhaushalt der Pflanze

Die Stammesgeschichte (Phylogenie) der Pflanzen lehrt, daß sich die Landpflanzen aus den Wasserpflanzen entwickelt haben. Diese sogenannten primären Wasserpflanzen (z. B. Algen — *Algae*) besitzen noch kein besonderes Festigungsgewebe, sie können sich also nicht wie die Landpflanzen erheben und in der Luft entwickeln. Im Laufe ihrer Entwicklung haben sich die höheren Landpflanzen an das Leben auf dem Lande angepaßt. Trotzdem spielt das Wasser auch bei ihnen eine große Rolle, enthalten doch die Blätter 70 bis 80 %, die Früchte bis 95 % und frisches Holz noch 50 % Feuchtigkeit. Bakterien (*Bacteria* oder *Schizomycota*), Pilze (*Fungi* oder *Mycophyta*), Algen (*Algae*) und Flechten (*Lichenomycota*) können mit ihrer gesamten Oberfläche Wasser aufnehmen. Auch viele Moose (*Bryophyta*) sind dazu in der Lage, bei ihnen beobachtet man aber bereits eine Weiterentwicklung, denn sie besitzen in ihren Rhizoiden besondere zur Wasseraufnahme dienende Organe. Bei den Sproßpflanzen (Kormophyten) dagegen wird das Wasser von den Wurzeln aufgenommen.

1. Die Wasseraufnahme

Während das gesamte Wurzelsystem beispielsweise beim Kürbis (*Cucurbita pepo*) eine Länge bis zu 25 km erreichen kann, vollzieht sich die Wasseraufnahme nur in einem kleinen Teil dieses Systems, nämlich nur in der gleich hinter der Wurzelspitze liegenden dicht behaarten Zone. Diese Wurzelhaare, einzellige Ausstülpungen der Oberhaut, haben nur eine kurze Lebensdauer. In dem Maße, wie die Wurzelspitze wächst,

entstehen jedoch immer wieder neue Wurzelhaare. Untersuchungen haben ergeben, daß der tägliche Zuwachs an den Wurzeln des Winterweizens (*Triticum*) 1 cm, in günstigen Fällen sogar bis 5 cm beträgt. Durch dieses Weiterwachsen erschließt sich die Pflanze täglich gewissermaßen neue Wasservorkommen. Ihr positiver Hydrotropismus befähigt sie dazu. Das ist wichtig, wenn man bedenkt, daß der Pflanze nicht die gesamte Niederschlagsmenge zur Verfügung steht, sondern nur das von den Bodenporen kapillar festgehaltene Wasser. Das während eines Regens dem Boden zugeführte Wasser fließt zunächst zum Teil ab, ein anderer Teil wird von der Bodenoberfläche verdunstet, ein dritter, das Senkwasser, sickert bis zum Grundwasser durch, und nur ein vierter endlich, das Haftwasser, wird vom Boden festgehalten. Auch hier gibt es wieder vier Möglichkeiten: 1. das Kapillarwasser, es füllt die kleinen Hohlräume des Bodens aus, 2. das Adsorptionswasser wird an der Oberfläche der Bodenteilchen festgehalten, 3. abgestorbene Pflanzenreste (Humus) und Tone im Boden enthalten hygroskopisches oder kolloidgebundenes Quellwasser, 4. endlich kann Wasser als Hydratationswasser chemisch gebunden sein. Adsorptions-, Quellungs- und Hydratationswasser widerstehen der Saugkraft der Wurzel, so daß sie praktisch nur das Kapillarwasser gewinnen kann. Daraus ergibt sich für die

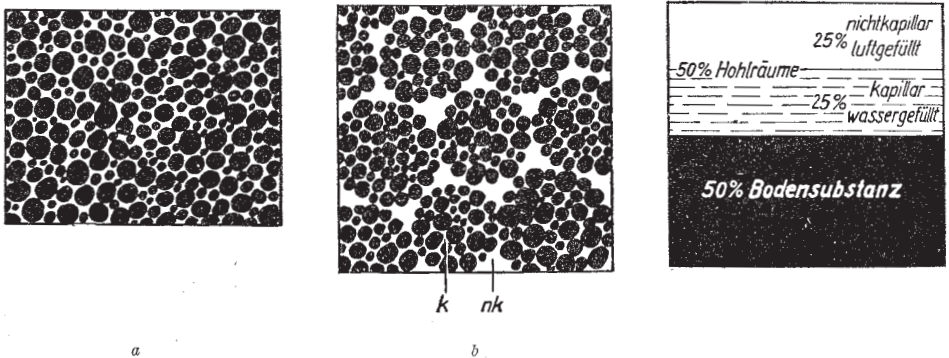


Abb. 3. Die Boden Hohlräume

a bei Einzelstruktur, *b* bei Krümelstruktur, *c* die Verteilung von Bodensubstanz, Luft und Wasser bei guter Krümelstruktur.

k kapillare Hohlräume, *nk* nichtkapillare Hohlräume

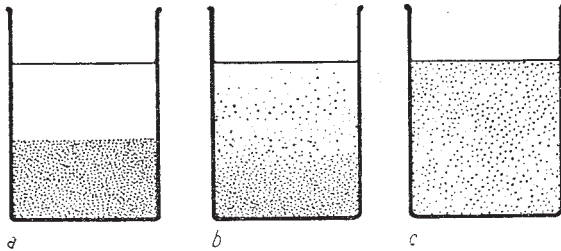


Abb. 4. Diffusion
a Wasser, auf Himbeersaft
 geschichtet
b, c Stadien der Mischung

Land- und Gartenwirtschaft die wichtige Aufgabe, Böden zu schaffen, die möglichst viel kapillare Hohlräume haben. Das ist bei Böden mit sogenannter Krümelstruktur der Fall. Wie Abb. 3 zeigt, enthalten sie reichlich Luft und Wasser. Dieser für das Pflanzenwachstum günstige Bodenzustand wird als Bodengare bezeichnet.

Vornehmlich sind es physikalische Kräfte, die bei der Wasseraufnahme durch die Wurzeln eine Rolle spielen, die Diffusion und die Osmose. Abb. 4 zeigt eine Versuchsanordnung, bei der sich in einem Glas über einer Schicht konzentrierten Himbeersaftes reines Wasser befindet. Läßt man das Ganze ruhig stehen, so verwischt die zunächst scharfe Grenze zwischen beiden Flüssigkeiten. Das Wasser beginnt sich zu färben, der Himbeersaft dagegen wird immer heller, bis schließlich die gesamte Flüssigkeit gleichmäßig rot gefärbt ist. Dieser Konzentrationsausgleich — die Diffusion — beruht auf Eigenbewegung der Moleküle (Brown'sche Molekularbewegung). Die Diffusion eines Stoffes erfolgt stets von der höheren zur niederen Konzentration. Die Zuckermoleküle diffundieren also in das Wasser, während umgekehrt die Wassermoleküle in die Zuckerlösung des Himbeersaftes eindringen: Die Flüssigkeit schmeckt nun überall süß. Einen weiteren Versuch zeigt Abb. 5. Hier sind die

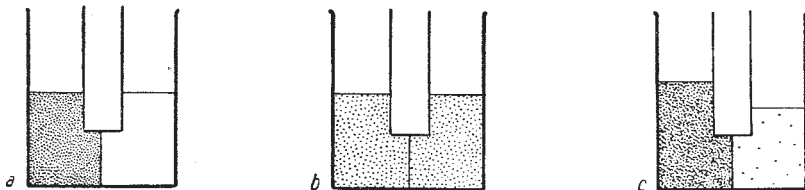


Abb. 5. Schematische Darstellung der Osmose. Wasser- und zuckerhaltiger Himbeersaft, durch eine Wand getrennt.

a Ausgangsstadium, *b, c* Endstadien, bei *b* Wand durchlässig, bei *c* Wand halb durchlässig