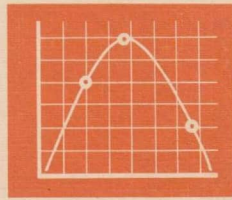
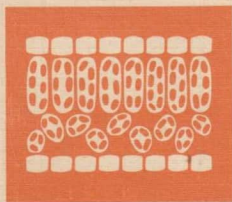


BIOLOGIE





Matthias Jakob Schleiden (1804 bis 1881)

Botaniker, Professor an den Universitäten von Jena, Dorpat, Dresden, Wiesbaden und Frankfurt (Main). Er erkannte als erster, daß Pflanzen aus Zellen aufgebaut sind. Schleiden sah in der Entwicklungsgeschichte den Schlüssel für die gesamte Morphologie; die Erforschung der Zelle betrachtete er als Grundlage der Physiologie. Sein Buch „Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik“ war für die Entwicklung der Botanik bedeutungsvoll. In den Jahren 1838/39 begründete Schleiden gemeinsam mit T. Schwann die Zelltheorie.



Justus von Liebig (1803 bis 1873)

Chemiker, wurde als Einundzwanzigjähriger Professor an der Universität Gießen, später war er in München tätig. Liebig arbeitete auf allen Gebieten der Chemie und befaßte sich mit Problemen der Pflanzen- und Tierernährung. Er setzte sich mit der Humustheorie auseinander und erkannte die Bedeutung der mineralischen Düngemittel. Um 1840 führte er die künstliche Düngung ein. Liebig ist der Begründer der Agrikulturchemie und der chemisch-physiologischen Forschung. Er gründete das erste Laboratorium für den Chemieunterricht.



Wilhelm Pfeffer (1845 bis 1920)

Botaniker, Professor an den Universitäten in Bonn, Basel, Tübingen und Leipzig. Er war Mitbegründer der Pflanzenphysiologie; war zuerst Apotheker, promovierte 1865 im Fach Chemie. Pfeffer hat der Pflanzenphysiologie durch seine wissenschaftlichen Arbeiten wesentliche Impulse gegeben. Er beschäftigte sich mit Bewegungsphysiologie, Photosynthese, Oxydationsvorgängen in Pflanzenzellen, Wasserhaushalt und Pflanzenernährung. Er entwickelte als Modell einer Pflanzenzelle ein Osmometer, mit dem er Versuche zur Osmose durchführte.

BIOLOGIE

Lehrbuch für Klasse 9

Anatomie und Physiologie der Pflanzen.

Die Lebewesen in ihrer Umwelt



Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin · 1975

Herausgeber: Prof. Dr. Erwin Zabel

Autoren:

Friedrich Eisenhaber (Fortpflanzung), Dr. Kurt Lobeck (Lebewesen in ihrer Umwelt),
Elsbeth Oberhardt (Bau und Stoffwechsel der Pflanzen), Horst Pohl (Wachstum und Entwicklung),
Prof. Dr. Erwin Zabel (Einführung, Wasser- und Nährsalzaufnahme, Stoff- und Energiewechsel
pflanzlicher Zellen, Transport und Speicherung, Übersicht über den Stoff- und Energiewechsel),
Elke Ziebell (Reizbarkeit, Bewegungen der Pflanzen)

Vom Ministerium für Volksbildung der Deutschen Demokratischen Republik
als Schulbuch bestätigt.

6., durchgesehene Auflage

Ausgabe 1970

Lizenz-Nr. 203 · 1000/74 (DN)

LSV 0681

Redaktion: Manfred Gemeinhardt, Klaus Heinzel, Gertrud Kummer

Einband: Hans-Joachim Behrendt/Günter Wolff

Typografische Gestaltung: Manfred Behrendt/Günter Wolff

Zeichnungen: Hans-Joachim Behrendt, Ingrid Seeger

Farbtafeln: Horst Theuerkauf

Schrift: 9/11 p Garamond, Linotype

Satz: Druckerei Neues Deutschland Berlin

Druck und Binden: Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft Dresden

Redaktionsschluß: 4. Juli 1974

Printed in the German Democratic Republic

Bestell-Nr.: 730 378 9

Schulpreis DDR 2,60

Inhaltsverzeichnis

Anatomie und Physiologie der Pflanzen

<i>Bau und Stoffwechsel der Pflanzen</i>	8
Einführung	8
Übersicht über das Pflanzenreich	10
Die Pflanzenzelle im Vergleich mit der tierischen Zelle	15
Stoffliche Zusammensetzung der pflanzlichen Zellen	18
Einführung in den Stoff- und Energiewechsel pflanzlicher Zellen	22
Bau und Stoffwechsel der Sproßpflanzen	24
Die Nährstoffe autotropher Pflanzen	24
Bau und Funktionen der Organe der Sproßpflanzen	30
Bau und Funktionen der Wurzel	30
Bau und Funktionen des Laubblattes	34
Bau und Funktionen der Sproßachse	42
Vergleich zwischen Pflanzen und Tieren	45
Stoff- und Energiewechsel pflanzlicher Zellen	46
Assimilationsvorgänge bei autotrophen Pflanzen	46
Dissimilationsvorgänge bei Pflanzen	55
Transport und Speicherung von Assimilaten	63
Übersicht über den Stoff- und Energiewechsel	65

<i>Reizbarkeit und Bewegungen der Pflanzen</i>	70
Reizbarkeit als Kennzeichen des Lebens	70
Reaktionen der Pflanzen auf Reize	70

<i>Fortpflanzung, Wachstum und Individualentwicklung</i>	74
Die Fortpflanzung	74
Ungeschlechtliche Fortpflanzung	75
Geschlechtliche Fortpflanzung	75



Wachstum und Individualentwicklung	80
Wachstum	80
Individualentwicklung	85

Die Lebewesen in ihrer Umwelt

<i>Lebensraum und Umwelt bei Pflanzen und Tieren</i>	90
Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere	91
Lebensraum der Pflanzen und Tiere	93

<i>Die ökologische Potenz der Organismen</i>	96
Toleranzbereiche gegenüber Umweltfaktoren	97
Toleranzbereiche während der Individualentwicklung	100
Ökologische Potenz und Lebensraum	101
Schaffung optimaler Umweltbedingungen durch den Menschen	104

<i>Die Vergesellschaftung von Organismen</i>	108
Der Tierstaat als Vergesellschaftungsform	109
Die Symbiose als Vergesellschaftungsform	110
Die Biozönose als Vergesellschaftungsform	111
Populationsschwankungen in Biozönosen	113
Verhütung und Bekämpfung von Massenvermehrungen der Schädlinge	118
Veränderung abiotischer Faktoren durch Organismengesellschaften	121
Entwicklung von Organismengesellschaften	123



<i>Naturnutzung und Naturerhaltung</i>	125
Reinhaltung der Gewässer	127
Reinhaltung der Atmosphäre und des Bodens	129
Reinhaltung der Luft	129
Reinhaltung und Erhaltung des Bodens	130
Die Wirkung radioaktiver Strahlen auf Organismen	130
Zur Schädlings- und Unkrautbekämpfung und ihrer Kontrolle	131
Zum Landeskultugesetz der DDR	133
Ziele der Landeskultur	133
Schutz der Gehölze und Hecken	133
Erholungsgebiete	133
 <i>Aufgaben und Versuche</i>	 135
Zur Durchführung einer Exkursion	144
Gesetze zur sozialistischen Landeskultur	147
 <i>Anhang</i>	
Wörterklärungen	151
Register	155

Zeichenerklärung

- ① Fragen, Aufgaben und Versuche
- ♂ männlich
- ♀ weiblich
- ★ Zur Information
- ▼ Diese Arten stehen unter Naturschutz

Anatomie und Physiologie der Pflanzen





Bau und Stoffwechsel der Pflanzen

Einführung

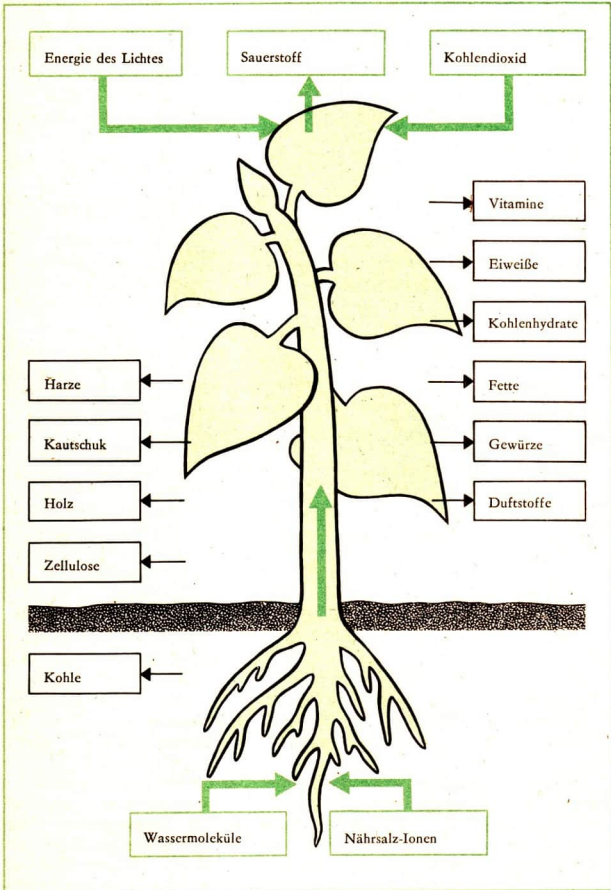
Die Pflanzenwelt hat für das Leben der Menschheit große Bedeutung, da sie die Ernährungsgrundlage für Tier und Mensch darstellt. Kenntnisse über Bau und Lebensweise der Pflanze sowie ihre Beziehungen zur Umwelt sind deshalb sehr wichtig. Diese Kenntnisse ermöglichen unter anderem, die landwirtschaftliche Produktion zu steigern und damit die Ernährung der Weltbevölkerung zu sichern.

In den sozialistischen Ländern werden alle Anstrengungen unternommen, um die Erträge zu steigern und die bedarfsgerechte Versorgung der gesamten Bevölkerung mit Nahrungsmitteln zu sichern. Im Weltmaßstab ist jedoch das Problem der ausreichenden Ernährung der Menschen noch nicht gelöst. Gegenwärtig kann sich etwa ein Drittel der Menschheit nur unzureichend ernähren, etwa eine halbe Million Menschen leidet chronischen Hunger. Zur Zeit werden 10 Prozent des Festlandes der Erde landwirtschaftlich genutzt. Nach Schätzungen der Wissenschaftler kann diese Fläche noch auf 16 Prozent erweitert werden. Dabei wäre es heute bereits möglich, auf einer Fläche von 2,2 Prozent (310 Mill. ha Kulturboden) des Festlandes der Erde die Menschheit ausreichend zu ernähren, wenn die vorliegenden Erkenntnisse und fortgeschrittensten Methoden der landwirtschaftlichen Produktion überall angewendet würden.

Dieser Widerspruch zwischen gegenwärtig möglicher Erzeugung von Nahrungsgütern und tatsächlicher Versorgung der Weltbevölkerung hat gesellschaftliche Ursachen. In den kapitalistischen Ländern wird die Entwicklung der Landwirtschaft vom Profitstreben der herrschenden Klasse diktiert. Wissenschaftliche Erkenntnisse werden auch in der Landwirtschaft nicht zur Befriedigung der Bedürfnisse der Menschen eingesetzt, sondern nur zur Erhöhung des Profits. Die Produktion von landwirtschaftlichen Erzeugnissen wird sogar bewußt eingeschränkt, wenn damit ein höherer Profit erreicht werden kann.

Pflanzen sind auch ein wichtiger Faktor im Stoffkreislauf der Natur. Sie nehmen Kohlendioxid auf und geben Sauerstoff ab; dadurch bleibt die Zusammensetzung der Luft insgesamt konstant, obwohl im Stoffwechsel und bei zahlreichen Produktionsverfahren große Mengen Sauerstoff verbraucht und Kohlendioxid erzeugt werden. Pflanzen haben großen Einfluß auf den Wasserhaushalt der Natur, vor allem die Wälder sind für die Wasserspeicherung bedeutend. Darüber hinaus dienen sie der Erholung des Menschen. Der Pflanzenwuchs stellt auch einen guten Erosions- und Windschutz dar.

Die Nutzung der in der Natur vorhandenen Möglichkeiten und der vom Menschen gewonnenen Erkenntnisse zum Nutzen aller Menschen ist nur in einer sozialistischen Gesellschaft möglich, in der die Befriedigung der Bedürfnisse des Menschen im Mittelpunkt steht. Nur dort können auch die materiellen Grundlagen des Lebens – selbst bei einer Zunahme der Erdbevölkerung um weitere Milliarden Menschen – gesichert werden.





Übersicht über das Pflanzenreich

Mit Ausnahme der größten Meeresstiefen, der Krater tätiger Vulkane, der Polkapen und der höchsten Gipfel ist die Erde von Lebewesen besiedelt. Selbst in völliger Dunkelheit können noch Organismen leben (z. B. Bakterien, Schimmelpilze).

Für die lebende Natur ist eine außerordentliche Formenfülle und Formenmannigfaltigkeit kennzeichnend. Bisher wurden etwa 1,2 Millionen Tierarten und 380 000 Pflanzenarten beschrieben. Die Gesamtanzahl der zur Zeit lebenden Arten ist noch nicht genau bekannt. Es werden immer wieder neue Arten entdeckt.

Um einen Überblick über die Vielfalt der Formen zu erhalten, wird seit Jahrhunderten daran gearbeitet, sowohl die derzeit existierenden (rezenten) als auch

Formenreichtum der lebenden Natur		
Anzahl lebender Arten	Pflanzensippe	Anzahl lebender Arten
	Spaltpflanzen	10 000
	Lagerpflanzen	80 000
	Moospflanzen	25 000
	Farnpflanzen	10 000
	Nacktsamer	600
	Einkimblättrige	50 000
	Zweikeimblättrige	200 000

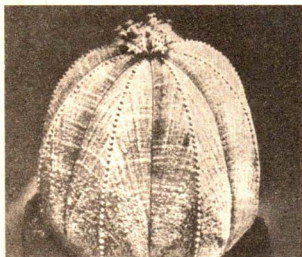
die bereits ausgestorbenen (fossilen) Organismen exakt zu beschreiben, zu benennen und nach bestimmten Gesichtspunkten zu ordnen. Solche Ordnungen werden *Systeme* genannt. Die Beschreibung, Benennung und Ordnung der Lebewesen ist Aufgabe einer Disziplin der Biologie, der *Systematik*.

Beim Ordnen kann man von sehr verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen (z. B. Inhaltsstoffe, äußere Merkmale, Verwendungszweck). Heute sind für die Einordnung einer Art in das System deren *verwandtschaftliche Beziehungen* zu anderen Arten entscheidend. Das heißt, daß jeweils die Lebewesen zu Gruppen (z. B. Arten, Gattungen, Familien) zusammengefaßt werden, die miteinander verwandt sind. Solche Systeme spiegeln demzufolge weitgehend die verwandtschaftlichen Beziehungen unter den Lebewesen wider; sie werden *natürliche Systeme* genannt.

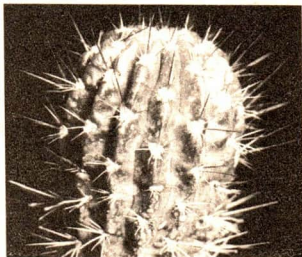
Ob Lebewesen miteinander verwandt sind, ist an der Übereinstimmung in wesentlichen Merkmalen und Eigenschaften zu erkennen. Aber nicht jede äußere



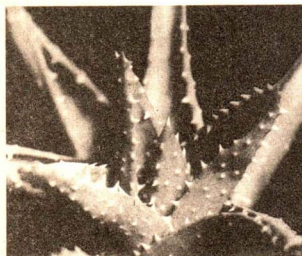
Ähnlichkeit bei nichtverwandten Pflanzen



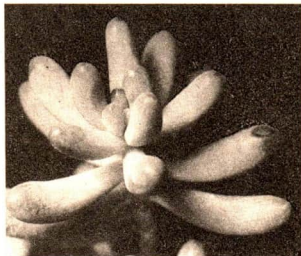
Euphorbie (Familie Wolfsmilchgewächse)



Kugelkaktus (Familie Kakteengewächse)



Aloe (Familie Liliengewächse)

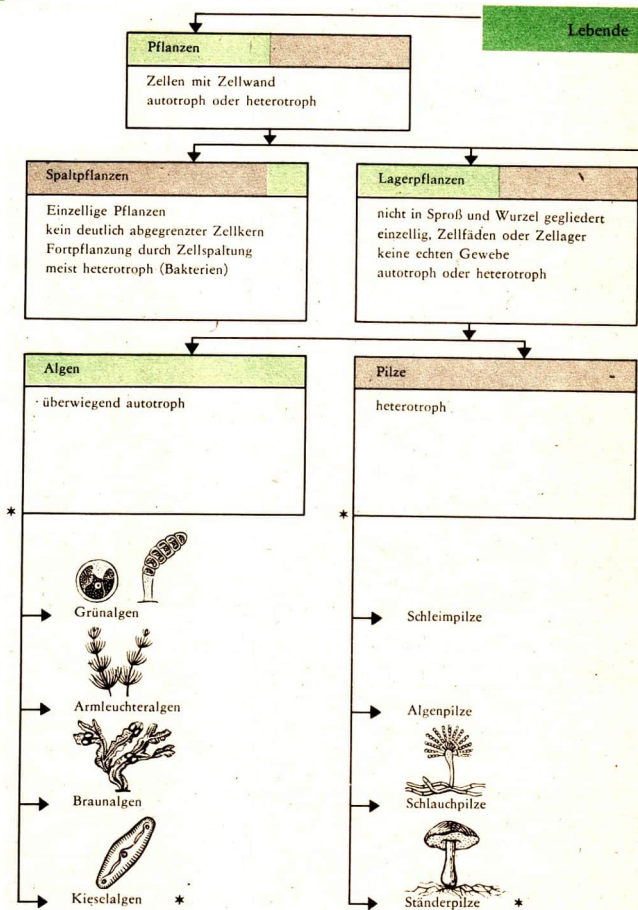


Dickstamm (Familie Dickblattgewächse)

Übereinstimmung beruht auf Verwandtschaft. So kann beispielsweise die Ähnlichkeit verschiedener Arten Ausdruck der Angepaßtheit an gleiche Lebensbedingungen sein (s. Abb.). Es sind deshalb gründliche und umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen erforderlich, bevor Aussagen über verwandtschaftliche Beziehungen von Lebewesen gemacht werden können.

Bei höheren Pflanzen lassen sich verwandtschaftliche Beziehungen relativ sicher durch die Untersuchung des Baues der Fortpflanzungsorgane und der Vorgänge bei der Fortpflanzung (s. S. 77) feststellen. Berücksichtigt werden außerdem der Bau der Sproßachse und der Blätter.

Neuerdings werden auch noch andere Merkmale wie das Vorhandensein bestimmter Stoffe (z. B. artspezifische Eiweiße) herangezogen. Soweit das möglich ist, erfolgen Vergleiche mit fossilen (ausgestorbenen) Organismen.





Natur

Tiere

Zellen ohne Zellwand
heterotroph

Moospflanzen



Pflanzen ohne Wurzeln,
in Stämmchen und Blättchen
gegliedert oder lappenförmig
Gewebe vorhanden
autotroph

Sproßpflanzen



Pflanzen in Wurzeln,
Stengel und Blätter
gegliedert
echte Gewebe vorhanden
meist autotroph

Farnpflanzen



Pflanzen ohne Samen

Samenpflanzen



Pflanzen mit Samen

Nacktsamer



Samen nicht von einem
Fruchtblatt eingeschlossen
(nackt)
Blätter meist nadel-
oder schuppenförmig
nur Bäume oder Sträucher

Bedecktsamer



Samen von einem Frucht-
blatt eingeschlossen
(bedeckt)
Blätter meist laubartig
Kräuter, Bäume, Sträucher

Einkeimblättrige



Keimpflanze mit
einem Keimblatt
Blätter meist längsnervig

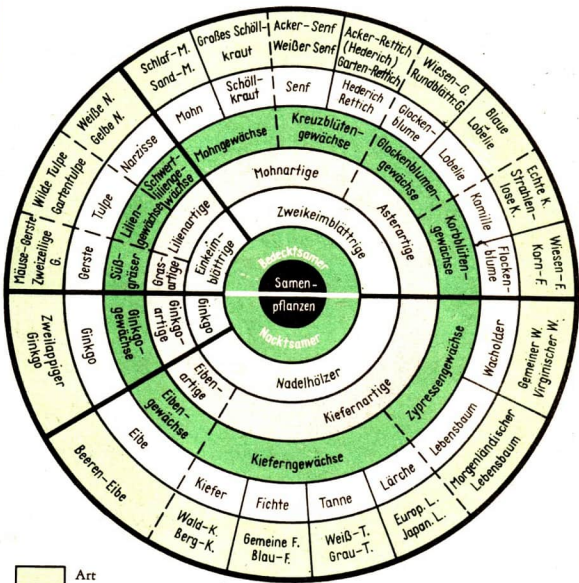
Zweikeimblättrige



Keimpflanze mit
zwei Keimblättern
Blätter meist netznervig



Zuordnung einiger Samenpflanzen als Beispiel für die Gliederung des natürlichen Systems



- Art
- Gattung
- Familie
- Ordnung
- Klasse
- Unterstamm
- Stamm



Im Ergebnis intensiver Forschungsarbeit ist es gelungen, die Grundzüge der verwandtschaftlichen Beziehungen der Lebewesen weitgehend aufzuklären. Es gibt aber noch Fälle, wo das bisher nicht voll erreicht wurde (z. B. Bakterien).

Die Pflanzenzelle im Vergleich mit der tierischen Zelle

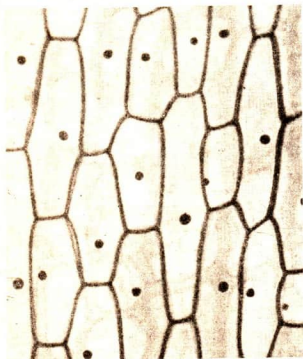
Die lebende Natur ist durch einen großen Reichtum und eine erstaunliche Vielfalt an Formen gekennzeichnet. Im Grundaufbau und den grundlegenden Funktionen stimmen jedoch alle Organismen im wesentlichen überein.

So sind zum Beispiel Zellen die Grundbausteine aller Lebewesen – gleich, ob es Lagerpflanzen, Sproßpflanzen oder Tiere sind. In den Zellen vollziehen sich die für das Leben typischen Prozesse (Stoffwechsel, Wachstum, Fortpflanzung).

★ Die wichtigsten Entdeckungen über den Bau der Pflanzenzellen sind in den letzten 100 Jahren gemacht worden.

Robert HOOKE entdeckte 1665 mit einem primitiven Lichtmikroskop zellige Strukturen im Kork, Holundermark und Holz. 1831 beschrieb Robert BROWN Kerne in Pflanzenzellen. Matthias SCHLEIDEN erkannte, daß in allen lebenden Pflanzenzellen Kerne enthalten sind. Theodor SCHWANN entdeckte 1839, daß auch die tierischen Gewebe aus kernhaltigen Zellen bestehen, damit war eine grundlegende biologische Erkenntnis gewonnen.

In den letzten Jahren konnten die bis dahin erarbeiteten Vorstellungen über den Bau der Pflanzenzellen durch elektronenmikroskopische Untersuchungen, insbesondere der Zellorganellen, stark erweitert werden. ★



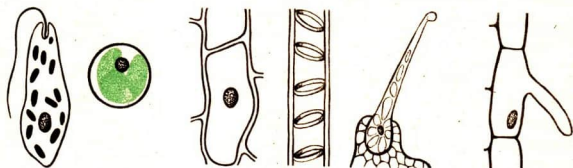
Pflanzenzellen
(Zwiebelhaut, 50fach vergrößert)



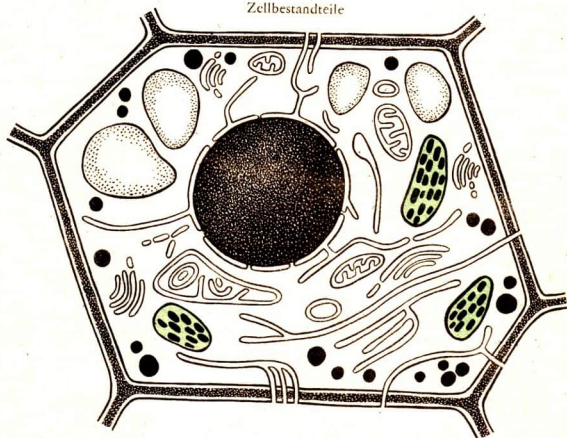
Tierische Zellen
(Froschblut, 150fach vergrößert)



Struktur der Pflanzenzelle



Zellbestandteile



- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| lebend (Protoplasma) | nichtlebend |
| — Membran (Plasmagrenzschicht) | Wand |
| Zytoplasma | Vakuolen |
| Kern | Einschlüsse |
| Chloroplasten | z. B. Fetttropfen |
| Mitochondrien | Stärke |
| Membransystem | |



Im Grundaufbau stimmen alle lebenden Zellen weitgehend überein.

In Abhängigkeit von ihrer Funktion und Lage im Zellverband weisen sie jedoch eine unterschiedliche äußere Gestalt auf und variieren in ihrer Größe. Unterschiede gibt es auch im Hinblick auf die Zellbestandteile. So besitzen beispielsweise nur bestimmte Zellen Chloroplasten.

Das Zytoplasma, der Zellkern, die Chloroplasten, die Mitochondrien und das Membransystem (endoplasmatisches Retikulum) sowie die Membran sind *lebende Teile der Zelle (Protoplasma)*.

Bis auf die Chloroplasten findet man diese Bestandteile sowohl in pflanzlichen als auch in tierischen Zellen. Chloroplasten kommen nur in zahlreichen Algenzellen sowie in bestimmten Zellen von Moos- und Sproßpflanzen vor.

Die Zellorganellen (z. B. Zellkern, Mitochondrien, Chloroplasten) sind im Zytoplasma eingelagert. Sie stellen voneinander abgegrenzte Räume dar, in denen jeweils ganz bestimmte Reaktionen erfolgen. Dadurch ist es möglich, daß verschiedene Reaktionen innerhalb der Zelle auf engstem Raum geordnet nebeneinander ablaufen können. So erfolgt beispielsweise die Photosynthese in den Chloroplasten.

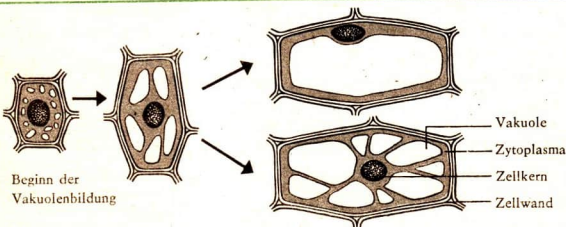
In den Mitochondrien vollziehen sich die Atmungsvorgänge. Zwischen den einzelnen Räumen bestehen Verbindungen (Membransystem – endoplasmatisches Retikulum), die dem Stoffaustausch dienen können.

Die Vakuolen und die vollständig ausgebildete Zellwand nehmen nicht direkt am Stoffwechsel teil. Es sind *nichtlebende Bestandteile*.

In tierischen Zellen kommen Vakuolen selten vor. Für Pflanzenzellen sind sie charakteristisch. Von ihrer Umgebung sind die Vakuolen durch eine halbdurchlässige Membran abgegrenzt.

Alle tierischen und pflanzlichen Zellen sind durch eine *Membran* (Plasmagrenzschicht) abgegrenzt, durch die der Stoffaustausch mit der Umwelt erfolgt. Pflanzenzellen besitzen außerdem eine Zellwand.

Bildung der Vakuolen



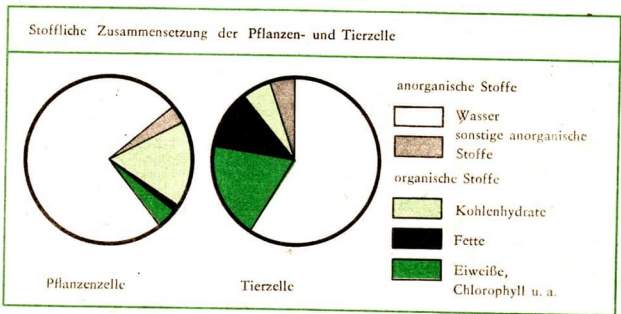


★ Sehr junge, noch teilungsfähige Zellen sowie Geschlechtszellen besitzen keine Zellwand. Die Zellwand bildet die Grundlage für das pflanzliche Stützsystem. Sie ermöglicht beispielsweise die Standfestigkeit der Sproßpflanzen und die Ausbildung einer großen äußeren Oberfläche. ★

Wie die Membran ist auch die Zellwand eine Bildung des Zytoplasmas. Kohlenhydrate, insbesondere Zellulose, sind die wichtigsten Baustoffe für die Zellwand. In den Zellwänden verholzter Zellen, besonders bei Bäumen und Sträuchern, ist außerdem Lignin (Holzstoff) eingelagert. Auch Korkeinlagerungen (Korkeichen, Korkulmen) und Kieselsäureeinlagerungen (Schachtelhalme) kommen vor. Gegenüber angrenzenden Zellen ist die Wand von kleinen Öffnungen durchbrochen, durch die das Zytoplasma benachbarter Zellen miteinander verbunden ist. Dadurch wird der Stoffaustausch von Zelle zu Zelle ermöglicht.

Stoffliche Zusammensetzung der pflanzlichen Zellen

Die stoffliche Zusammensetzung pflanzlicher und tierischer Zellen ist grundsätzlich gleich. Unterschiede bestehen nur hinsichtlich der enthaltenen Mengen.



Wassergehalt verschiedener Pflanzen und Pflanzenteile (in %)			
Algen	bis 98	Blätter	50 bis 97
normale höhere Pflanze	70 bis 80	Saftfrüchte	bis 95
Kartoffelknolle	75	Getreidekörner	12 bis 14
holzige Pflanzenteile	40 bis 50	trockene Samen	7 bis 8



4
5
6
7

Mengenmäßiger Hauptbestandteil ist das *Wasser*. Der Gehalt an Wasser ist jedoch bei verschiedenen Pflanzen und Pflanzenteilen unterschiedlich. Die Stoffwechselleistungen der Zellen sind vom Wassergehalt abhängig. Sinkt der Wassergehalt unter einen bestimmten Wert, kommt es zur Verlangsamung oder gar zum Stillstand des Stoffwechsels. Wasser ist daher für den Ablauf der Lebensvorgänge aller Organismen unentbehrlich.

Trocknet man Pflanzenteile aus, dann bleibt ein Rückstand, die *Trockensubstanz*. Sie besteht aus *anorganischen* und *organischen* Stoffen. Die organischen Stoffe bilden den größten Teil der Trockensubstanz. Zu den wichtigsten zählen Eiweiße, Kohlenhydrate, Fette. Ihr Anteil an der Zusammensetzung verschiedener Pflanzen und Pflanzenteile ist unterschiedlich. Einige Arten, die einen hohen Anteil an diesen Verbindungen aufweisen, werden wirtschaftlich genutzt. Bei den Kulturpflanzen unterscheidet man Eiweiß-, Fett- und Kohlenhydratlieferanten.

Neben Eiweißen, Fetten und Kohlenhydraten kommen in den Zellen auch organische Säuren (z. B. Zitronensäure) vor. Außerdem können verschiedene Farbstoffe (z. B. Chlorophyll) enthalten sein. Chlorophyll kommt nur in autotrophen Pflanzenzellen, niemals in tierischen Zellen vor. Lebende Zellen enthalten auch *Enzyme* und

Verbindungen	Strukturmodelle	Elemente	Beispiele
Kohlenhydrate - Mono-saccharide - Di-saccharide - Poly-saccharide		C, H, O C, H, O C, H, O	Traubenzucker Fruchtzucker Rohrzucker Malzzucker Stärke Zellulose
Eiweiße	Aminosäuren 	C, H, O, N, S	
Fette	Glycerin Karbonsäuren	C, H, O	



Anteil organischer Stoffe an der Zusammensetzung verschiedener Pflanzen
und Pflanzenteile in Prozent

Pflanzenart	verwendete Teile	Kohlen- hydrate	Eiweiße	Fette
Baumwolle	Samen		29 bis 34	30 bis 40
Kokospalme	Samen	12,0	8,0	60 bis 67
Ölpalme	Fruchtfleisch			65 bis 72
	Samen			45 bis 55
Winter-Raps	Samen	15,9	20,4	44,0
Saat-Mohn	Samen	8,6	20,7	42,0
Weizen	Körner	69,0	12,3	1,8
Roggen	Körner	73,1	8,7	1,6
Reis	Körner (geschält)	78,4	6,9	0,5
Kartoffeln	Knolle	17 bis 26	1 bis 23	0,1
Erbse	Samen (getrocknet)	52,7	17,7	1,0
Zuckerrübe	Rübe (reif)	16 bis 20	1,6	0,1
Erbse	Samen (frisch)	5,0	2,6	0,2
Möhre	Rübe (unreif)	7,0	0,3 bis 0,8	0,3
Tomate	Frucht	3,5	0,4	0,5
Apfel	Frucht	13,0	0,4	0,5
Rot-Klee	ganze Pflanze	7,4	3,2	0,6
Mais	ganze Pflanze	8,3	1,5	0,4
Haferstroh			2,7	1,2
Vergleich:	Geflügelfleisch		15,3	13,1
	Hasenfleisch	0,2	47,5	1,4
	Vollmilch	4,8	3,5	2,7



Pflanzenhormone (z. B. Wuchsstoffe) und *Vitamine*. Als Wirkstoffe sind sie für den Ablauf der Lebensvorgänge unentbehrlich.

★ Manche Pflanzen bilden auch Stoffe (z. B. Alkaloide), die das Nervensystem der Tiere und des Menschen stark beeinflussen und in hohen Dosierungen tödlich wirken können (Giftstoffe). In Pflanzen kommen weiterhin *Duftstoffe*, *Geschmacksstoffe*, *Harze* und *Kautschuk* vor, von denen viele eine große wirtschaftliche und medizinische Bedeutung besitzen. ★

Außer dem Wasser sind auch andere anorganische Stoffe regelmäßig im Pflanzenkörper zu finden. Gegenüber den organischen Stoffen ist ihr Anteil allerdings sehr gering. Es sind meist Salze, deren Ionen den Quellungszustand des Zytoplasmas beeinflussen und bei Stoffwechselvorgängen mitwirken. Ein Vergleich der stofflichen Zusammensetzung der Tier- und Pflanzenzelle zeigt weitgehende Übereinstimmung bei den für die lebende Natur typischen Stoffen (Eiweiße, Fette, Kohlenhydrate).

Sehr hoch ist auch der Anteil des Wassers am stofflichen Aufbau der pflanzlichen und tierischen Zellen. Manche Stoffe, wie beispielsweise Chlorophyll und verschiedene Vitamine, kommen nur in Pflanzen vor. Insgesamt ist bei Pflanzen die Anzahl verschiedener Stoffe größer als bei Tieren.

Analysiert man die elementare Zusammensetzung aller am Aufbau des Pflanzen- und Tierkörpers beteiligten Stoffe, so finden sich die gleichen Elemente wieder, die auch in anorganischen Verbindungen vorkommen.

★ Kohlenhydrate und Fette bestehen aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. In den Eiweißen ist außerdem Stickstoff und Schwefel enthalten. Ein wichtiger Bestandteil des Chlorophylls ist Magnesium. Der Anteil an Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff zusammen beträgt im Durchschnitt etwa 95 Prozent der Substanz der Lebewesen. Besonders wichtig ist der Kohlenstoff, er ist in allen organischen Stoffen enthalten. Sein Anteil an der Trockensubstanz beträgt etwa 45 Prozent. ★

In dieser Übereinstimmung äußert sich der enge Zusammenhang, der zwischen der lebenden und der nichtlebenden Natur besteht. Beide besitzen die gleiche stoffliche Grundlage.

8

Pflanzliche und tierische Zellen stimmen in ihrer stofflichen Zusammensetzung weitgehend überein.

Mengenmäßiger Hauptbestandteil ist das Wasser. Außerdem kommen noch andere anorganische Verbindungen (z. B. Salze) vor.

Wichtige organische Stoffe sind zum Beispiel Eiweiße, Fette, Kohlenhydrate. In lebenden Zellen sind stets Enzyme und Hormone enthalten, in autotrophen Pflanzenzellen kommt außerdem Chlorophyll vor.

Lebewesen sind aus den gleichen Elementen zusammengesetzt, die auch in anorganischen Verbindungen vorkommen.



Einführung in den Stoff- und Energiewechsel pflanzlicher Zellen

Die Zellen der Pflanzen haben wie die Zellen aller übrigen Lebewesen einen Stoff- und Energiewechsel. Sie nehmen ständig Stoffe und Energie aus ihrer Umwelt auf. Innerhalb der Zellen erfolgen dauernd vielfältige Stoffveränderungen, die mit Energieumwandlungen verknüpft sind. Neben für die Pflanzen verwertbaren Stoffen entstehen dabei auch Stoffe, die für den pflanzlichen Organismus unbrauchbar sind und manchmal ausgeschieden werden.

Aufnahme und Assimilation körperfremder Stoffe. Die von den Lebewesen als Nahrung aus der Umwelt aufgenommenen Stoffe sind körperfremde Stoffe. Sie werden von den Zellen in körpereigene Stoffe umgewandelt. Dieser Teil des Stoff- und Energiewechsels heißt *Assimilation*.

Der Mensch, die Tiere, die Pilze und die meisten Bakterien leben heterotroph.

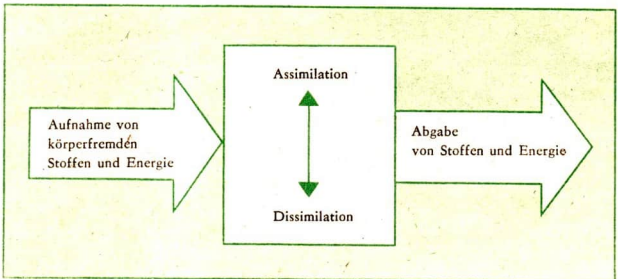
Im Gegensatz dazu leben die grünen Pflanzen autotroph. Sie bauen aus wenigen energiearmen anorganischen Stoffen eine Vielzahl körpereigener energiereicher organischer Stoffe auf. Mit Hilfe des Chlorophylls und der Lichtenergie bilden sie aus Kohlendioxid und Wasser Traubenzucker (Glukose).

Weitere Stoffe entstehen unter Verwertung von Nährsalzen, die von der Pflanze ebenfalls aus ihrer Umwelt aufgenommen werden.

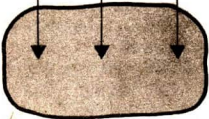
Energiefreisetzung in den Zellen (Dissimilation). Für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge (Aufbau körpereigener Stoffe, Ausführung von Bewegungen) benötigen die Zellen ständig Energie.

In allen lebenden Zellen wird die lebensnotwendige Energie durch Abbau energiereicher organischer körpereigener Stoffe gewonnen. Dieser Teil des Stoff- und Energiewechsels heißt *Dissimilation*.

Bei Anwesenheit von Sauerstoff werden die Ausgangsstoffe meist vollständig abgebaut. Es entstehen Kohlendioxid und Wasser. Diese Form der Dissimilation wird *Atmung* genannt.





Heterotrophe und autotrophe Ernährung		
beteiligte Stoffe	heterotroph	autotroph
körperfremde Stoffe	Eiweiße Kohlenhydrate Fette	Kohlendioxid Wasser Lichtenergie Nährsalze
Assimilation in den Zellen		
gebildete körpereigene Stoffe	Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße	Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße

In Muskelzellen beispielsweise kann Energie auch ohne Beteiligung von Sauerstoff freigesetzt werden. Körpereigene Stoffe werden dabei nicht bis zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut, es entstehen zunächst energieärmere organische Stoffe (z. B. Milchsäure). Der Energiegewinn ist dabei geringer als bei der Atmung (Gärung, s. S. 60 ff.).

Experimentell kann nachgewiesen werden, daß lebende Pflanzenzellen ebenfalls Kohlendioxid ausscheiden und Wärme entwickeln. Sie atmen ebenso wie die Zellen der Tiere und des Menschen.

Abgabe von Stoffen. Kohlendioxid und Wasser werden von den Pflanzen gasförmig an die Umwelt abgegeben. Darin stimmen die Pflanzen mit den Tieren und dem Menschen überein. Außerdem werden auch flüssige Stoffe (z. B. Nektar) abgesondert. Besondere Ausscheidungsorgane, wie sie bei Tieren und dem Menschen vorkommen, sind im allgemeinen nicht vorhanden.



Bau und Stoffwechsel der Sproßpflanzen

Die Nährstoffe autotropher Pflanzen

Im Unterschied zu den heterotroph lebenden Organismen nehmen die grünen Pflanzen energiearme anorganische Stoffe auf.

① Es gibt verschiedene Methoden, durch die ermittelt werden kann, welche Elemente in den Pflanzen vorkommen.

★ Durch *Trocknen* der Pflanze wird der Wassergehalt festgestellt.

Durch *Verkohlen* der Pflanzen wird der Kohlenstoffgehalt ermittelt.

Beim *Verbrennen* der getrockneten Pflanzen bleibt ein Ascherückstand. Dieser Ascheanteil kann auf die in ihm enthaltenen Mineralstoffe untersucht werden. ★

Um festzustellen, welche Elemente die Pflanzen benötigen, werden Pflanzen in Voll- und Teilnährlösungen (Mangellösungen) aufgezogen.

Wasser. Das Wasser ist lebensnotwendig für die Pflanze. Es dient als Lösungsmittel für viele Stoffe, als Transportmittel, als Quellungsmittel und zur Aufrechterhaltung des Zelldruckes (Turgor). Bei grünen Pflanzen ist es auch als Nährstoff notwendig.

Pflanzen können nur gelöste Salze aufnehmen. Durch das Wasser dissoziieren im Boden enthaltene Salze und liegen dann als Ionen vor. Nach der Aufnahme durch die Pflanze werden die Ionen der Salze mit Hilfe des Wassers transportiert.

Untersuchungen der stofflichen Zusammensetzung der Pflanzen zeigen, daß die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff für sie unentbehrlich sind. Die Pflanze entnimmt sie vorwiegend dem aufgenommenen Wasser.

Wasser dient auch als Quellungsmittel. Es dringt in die Zellen der Pflanze ein. Die Wassermoleküle dringen zwischen die Moleküle der festen Stoffe und drängen sie dabei auseinander; das Protoplasma quillt und nimmt an Volumen zu. Vom Quel-

Aschegehalt und Aschebestandteile bei verschiedenen Pflanzen

Pflanze (Pflanzenanteil)	Asche in % der Trocken- substanz	100 Teile Asche enthalten neben anderen Verbindungen									
		K ₂ O	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₂	Na ₂ O	SiO ₂	Cl	
Roggenkörner	2,1	32,1	11,2	2,9	1,2	47,7	1,5	1,5	1,4	0,5	
Roggenstroh	4,5	22,6	3,1	8,2	1,9	6,5	4,2	1,7	49,3	2,2	
Kartoffelknollen	3,8	60,1	4,9	2,6	1,1	16,2	6,3	2,9	2,0	3,5	
Erbsensamen	2,7	43,1	8,0	4,8	0,8	35,9	3,4	1,1	0,9	1,6	
Tabakblätter	17,6	29,1	7,4	36,0	1,9	4,7	5,1	3,2	5,8	6,7	



in Vollnährlösung



in Teilnährlösung



in destilliertem Wasser

lungszustand des Protoplasmas sind die Stoffwechselvorgänge abhängig. Sie laufen im stärker gequollenen Protoplasma schneller ab als im wenig gequollenen.

Das Wasser hält den inneren Druck der Zelle aufrecht (Turgor). Pflanzen ohne festigende Gewebe erhalten dadurch ihre Festigkeit (s. S. 37).

Bei unzureichender Wasserversorgung sinkt der Druck in den Zellen, die Pflanzen welken.

Alle Lebewesen müssen Wasser aufnehmen. Bei einigen Pflanzen, besonders bei den niederen (Bakterien, Algen, Moose), erfolgt die Wasseraufnahme durch die Oberfläche des gesamten Organismus. Bei den höheren Pflanzen erfolgt sie vorwiegend durch die Oberfläche der Wurzel (z. B. fast alle Samenpflanzen).

Nährsalze. Durch Analysen von Pflanzenasche läßt sich feststellen, welche Elemente in den Pflanzen vorhanden sind. Es kann jedoch nicht ermittelt werden, welche Elemente die Pflanze benötigt. Durch Anzucht von Pflanzen auf Voll- und Teilnährlösungen kann deren Nährsalzbedarf und damit der Bedarf an bestimmten Elementen festgestellt werden.

Nährlösungsversuche beweisen, daß die Pflanze bestimmte Elemente in größeren Mengen benötigt. Diese werden als *Hauptelemente* bezeichnet.

Zur Aufrechterhaltung von Lebensfunktionen und zum Aufbau von körpereigenen Stoffen sind jedoch noch andere Elemente – zum Teil nur in geringen Spuren – notwendig. Sie werden als *Spurenelemente* bezeichnet.



Haupt- und Spurenelemente können in ihrer Funktion von keinem anderen Element ersetzt werden. Sie sind *unentbehrlich*. Einige andere Elemente dagegen sind entbehrlich.

Die Nährsalze werden als Ionen aufgenommen. Für die Pflanzen wichtige Ionen sind beispielsweise Kalium-, Kalzium-, Magnesium-, Eisen-, Phosphat-, Sulfat-, Nitrat- und Ammonium-Ionen.

Auch schwerlösliche Salze (z. B. Kalziumkarbonat) dissoziieren in geringen Mengen im Wasser und sind der Pflanze dadurch zugänglich.

Die Bestandteile der Salze werden in der Pflanze zum Aufbau von organischen Stoffen und zur Aufrechterhaltung von Lebensprozessen verwendet. Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel werden zum Aufbau der Eiweiße

Hauptelemente	Kohlenstoff C Wasserstoff H Sauerstoff O Stickstoff N	Schwefel S Phosphor P Kalium K	Kalzium Ca Magnesium Mg Eisen Fe
Einige Spurenelemente	Bor B Mangan Mn	Jod J Kupfer Cu	Molybdän Mo

gebraucht. Eiweiße sind der Hauptbestandteil des Zytoplasmas. Kalium und Kalzium regeln den Quellungszustand des Zytoplasmas. Kalium fördert die Wasseraufnahme und senkt die Verdunstung des Wassers durch die Pflanze.

Kalzium ist für Längenwachstum und Zellvermehrung notwendig. Magnesium hat als Baustein des Chlorophylls wesentliche Bedeutung.

★ Fehlen bestimmte Elemente, treten Pflanzenkrankheiten auf, die als *Mangelerscheinungen* bezeichnet werden. Mangelnde Stickstoffversorgung hemmt die Eiweißbildung und wirkt sich dadurch auf das gesamte Stoffwechselgeschehen negativ aus. Pflanzen mit Stickstoffmangel sind klein, kümmerlich und haben eine hellgelbe Blattfarbe.

Bei Magnesiummangel entstehen Blattaufhellungen. Die Pflanze macht bei Sonnenschein einen welken, schlaffen Eindruck. Bei Kalziummangel bleiben die Pflanzen in ihrem Wachstum zurück.

Für eine optimale Entwicklung der Pflanze müssen die erforderlichen Ionen in der richtigen Menge zu Verfügung stehen.

Landpflanzen entnehmen die Nährsalze dem Boden, Wasserpflanzen dem Wasser. Befindet sich der Boden in einem guten Zustand, besteht er zu 50 Prozent aus festen Bestandteilen, 25 Prozent aus Wasser und 25 Prozent aus mit Luft gefüllten Zwischenräumen. Im Wasser des Bodens sind Salze gelöst und liegen als Ionen vor.

Maßnahmen, die den Nährsalzgehalt des Bodens und den Wasseranteil im Boden verbessern, sind von entscheidender Bedeutung für die Ertragssteigerung. Große Meliorationsvorhaben in der DDR (z. B. Lewitz in Mecklenburg, in der Wische, im



Phosphormangel
Mangelerscheinungen bei Pflanzen

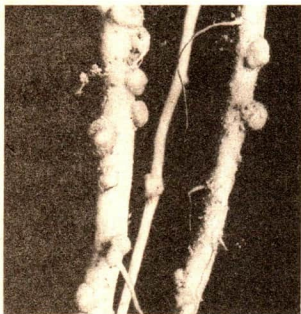


Kalziummangel

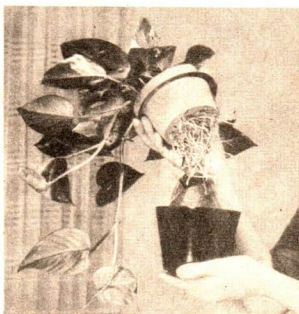
Friedländer Moor) haben den Wassergehalt des Bodens zugunsten einer wertvollen und ertragreichen Grünfüttergewinnung verändert.

Durch die Berieselung wird trockenen Böden planmäßig Wasser zugeführt. Düngung und Bodenbearbeitung nach wissenschaftlichen Erkenntnissen und mit modernsten technischen Mitteln tragen wesentlich zur Bodenverbesserung und damit zur Ertragssteigerung bei.

Der Stickstoff kommt nur in geringen Mengen im Boden vor und reicht meist nicht aus, um die Pflanzendecke der Erde genügend zu versorgen. Die Luft enthält dagegen etwa 80 Prozent molekularen Stickstoff. Der Stickstoff der Luft kann von den höheren Pflanzen jedoch nicht aufgenommen werden.



Wurzelknöllchen an einer Lupinenwurzel
(3fach vergrößert)



Pflanzen auf Hydrokultur

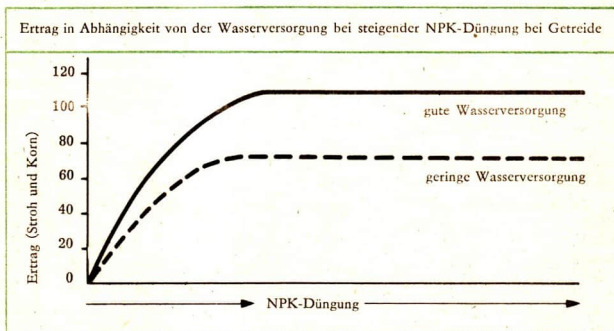


Einige Mikroorganismen (z. B. Bodenbakterien) sind in der Lage, den Stickstoff der Luft aufzunehmen. Außerdem dringen bestimmte Bakterien (Knöllchenbakterien) in die Wurzeln von Schmetterlingsblütengewächsen (z. B. Klee, Luzerne, Lupine) ein. Auch sie sind in der Lage, den Stickstoff der Luft aufzunehmen und in ihre körpereigenen Stoffe einzubauen. Die Eiweiße der im Boden verbleibenden abgestorbenen Mikroorganismen werden zu anorganischen Stoffen abgebaut (Ammoniak, Nitrat). In dieser Form steht der Stickstoff dann den Pflanzen zur Verfügung.

Auf guten Klee- und Luzernefeldern werden durch die Tätigkeit der Mikroorganismen jährlich 200 kg bis 400 kg Stickstoff je Hektar gebunden.

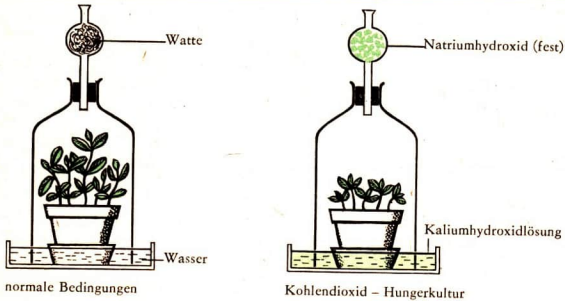
Die Kenntnisse über das Nährstoffbedürfnis der Pflanzen finden Anwendung bei der richtigen Düngung.

Im Gartenbau werden die Erkenntnisse aus den Nährlösungsversuchen im erde-lo sen Pflanzenbau angewendet. Die Pflanzen werden in Nährlösungen gezogen, die alle notwendigen Nährsalze in der richtigen Menge enthalten (Hydrokultur, Hydroponik). Bei *Hydrokulturen* wachsen die Pflanzen auf Kies oder Kunststoffen als Träger; die Ernährung erfolgt durch die Nährlösung. Bei der *Hydroponik* wachsen die Pflanzen ohne Träger nur in der Nährlösung. Zunehmende Bedeutung finden diese Kulturen vor allem beim Frühgemüseanbau. ★



Kohlendioxid. Der Kohlenstoff ist der Hauptbestandteil aller organischen Stoffe. Die wichtigste Kohlenstoffquelle für die Landpflanzen ist die Luft. Sie enthält 0,03 Prozent Kohlendioxid (in 10 000 l Luft etwa 3 l Kohlendioxid). Fast der gesamte Kohlenstoffbedarf der grünen Landpflanzen wird aus der Luft gedeckt. Wasserpflanzen entnehmen das im Wasser gelöste Kohlendioxid. Kohlendioxid wird bei Land- und Wasserpflanzen durch die Oberfläche aufgenommen, bei den höheren Pflanzen vor allem durch die Blätter.

Nachweis des Kohlendioxidbedarfs der Pflanze



★ Bis zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts wurde angenommen, daß organische Stoffe in Form von Humus von der Pflanze direkt aufgenommen und zur Neubildung körpereigener Stoffe verwendet werden. Im 19. Jahrhundert wurde durch Untersuchungen von Justus von LIEBIG nachgewiesen, daß von den autotrophen Pflanzen nur anorganische Stoffe aufgenommen werden, die in den pflanzlichen Zellen zu organischen Stoffen umgebaut werden können.

Auf der Grundlage wissenschaftlicher Untersuchungen über das Kohlendioxidbedürfnis der Pflanzen ist es außerdem möglich, die Erträge zu erhöhen.

In Gewächshäusern kann beispielsweise durch eine Erhöhung des Kohlendioxidanteils der Luft auf maximal 0,1 Prozent eine Ertragssteigerung erreicht werden. ★

Die Pflanzen nehmen Wasser, Nährsalze und Kohlendioxid auf.

Wasser wird vom Pflanzenkörper als Lösungsmittel, Transportmittel und Quellungsmittel benötigt. Es dient auch der Aufrechterhaltung des Zelldruckes und ist wichtiger Nährstoff für die grüne Pflanze.

Kohlenstoff wird dem Kohlendioxid der Luft entnommen. Er ist wichtig für den Aufbau von organischen Stoffen in der Pflanze.

Nährsalze werden in Form von Ionen aus dem Boden aufgenommen. Stehen sie nicht in genügenden Mengen zur Verfügung, treten Mangelerscheinungen auf. Die Nährstoffe werden bei den Pflanzen durch die Oberfläche des Organismus aufgenommen, bei höherentwickelten Pflanzen hauptsächlich durch die Oberfläche der Wurzeln und Blätter.

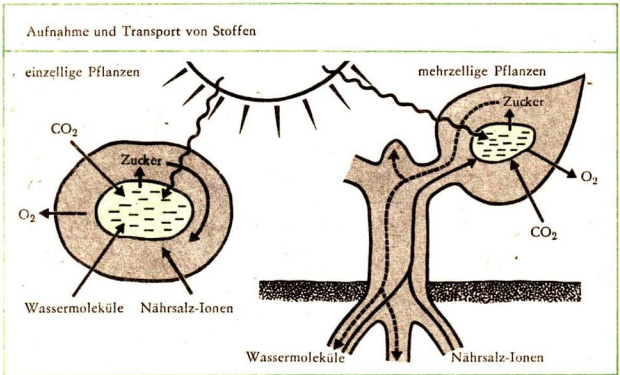


Bau und Funktionen der Organe der Sproßpflanzen

Bei einzelligen Organismen ist nach der Aufnahme der Nährstoffe nur eine Verteilung innerhalb der Zelle beispielsweise zu den Chloroplasten oder anderen Orten des Stoffwechsels notwendig.

Im vielzelligen Organismus finden wir differenzierte Zellen oder Zellgruppen mit unterschiedlichen Aufgaben. Ihr Zusammenwirken gewährleistet die Funktionsfähigkeit des Organismus.

Die Organe der höheren Pflanzen (Wurzel, Sproßachse, Blätter) führen bestimmte Funktionen aus. So werden beispielsweise Wasser und Nährsalze hauptsächlich von den Wurzeln aufgenommen. Die Stoffe müssen in alle Pflanzenteile gelangen. Für die Aufnahme und den Transport der Stoffe sind bei diesen Organismen spezielle Einrichtungen ausgebildet.



Bau und Funktionen der Wurzel

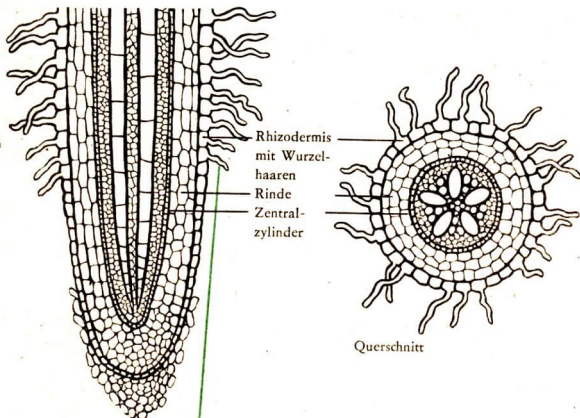
- 3 Die Wurzeln dienen der Verankerung der Pflanze im Boden und der Aufnahme von Wasser und Nährsalzen.

- 4 Bau. Wurzeln sind bei den Pflanzengruppen unterschiedlich ausgebildet und reichen verschieden tief in den Boden. Die Ausbreitung im Erdreich wird auch von der Bodenbeschaffenheit beeinflusst.

Trotz unterschiedlicher äußerer Gestalt der Wurzel stimmt die innere Struktur weitgehend überein. Die Zellen der Wurzel sind im allgemeinen chlorophyllfrei. Sie ernähren sich heterotroph.

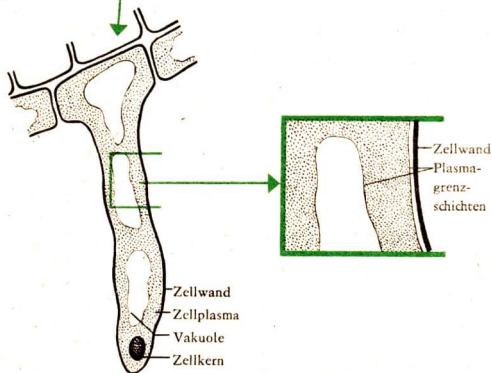


Bau einer jungen Wurzel

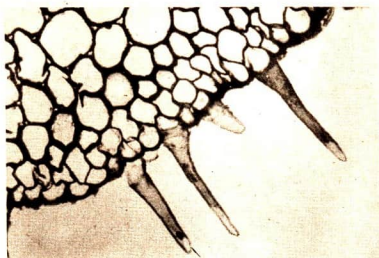


Längsschnitt

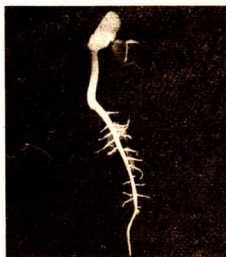
Querschnitt



Wurzelhaar



Wurzel (Querschnitt, 100fach vergrößert)



Keimpflanze mit Wurzelhaaren

Bau und Funktion der Schichten einer Wurzel		
Gewebe / Zellen	Bau	Funktion
Wurzelhaare	langgestreckte Zellen der Rhizodermis, 0,15 bis 8,00 mm lang, dünne Zellmembran	Aufnahme von Wasser und Nährsalz-Ionen
Rindenschicht	viele Zellagen	Speicherung von Stoffen
Zentralzylinder	Gefäße und Siebröhren	Leitung der Stoffe

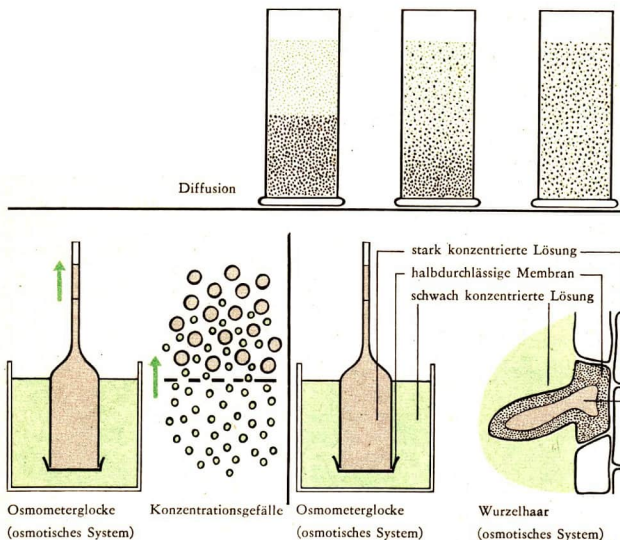
Durch die Wurzelhaare wird die aufnehmende Oberfläche etwa um das Zwölfte vergrößert. Sie bestehen aus einer Zelle (Wurzelhaarzelle). Die Wurzelhaare sind nur kurze Zeit funktionsfähig, sie sterben bald ab. Sie werden hinter der Wurzelspitze ständig neu gebildet. Beim Weiterwachsen der Wurzeln im Boden werden dadurch immer neue Nährstoffquellen erreicht.

Wasseraufnahme. Bei höher entwickelten Pflanzen erfolgt die Wasseraufnahme hauptsächlich durch die Wurzelhaarzellen.

Es gibt aber auch Arten, die mit ihren Blättern Wasser aufnehmen können. Niedere Pflanzen (z. B. Bakterien, Algen, Pilze) nehmen Wasser durch die gesamte Oberfläche des Körpers auf.

Auf dem Wege in das Innere der Zellen müssen die Wassermoleküle die Zellmembran passieren (Diffusion).

Unterschichtet man in einem Gefäß Wasser mit Fruchtsirup (hoch konzentrierte Lösung), so vermischen sich beide Flüssigkeiten allmählich, bis sie völlig gleichmäßig in dem zur Verfügung stehenden Raum verteilt sind.



Es erfolgt ein Konzentrationsausgleich zwischen beiden Flüssigkeiten. Dieser Vorgang heißt *Diffusion*. Er beruht auf der Eigenbewegung der Moleküle (Molekularbewegung), die auch Ursache der Brownschen Bewegung ist.

Anders verhalten sich dagegen zwei Lösungen verschiedener Konzentration (z. B. Wasser und eine Zuckerlösung), die durch eine halbdurchlässige Membran getrennt sind.

Halbdurchlässige Membranen lassen das Lösungsmittel (Wasser) leicht, den gelösten Stoff aber nur schwer hindurchtreten. Das wird durch die Größe ihrer Poren und die unterschiedliche Größe der Moleküle des Wassers und des gelösten Stoffes (z. B. Zucker) bedingt. Auch unter diesen Bedingungen erfolgt auf der Grundlage der Molekularbewegung ein Konzentrationsausgleich, bis die Konzentration nahezu ausgeglichen ist. Das Volumen der konzentrierten Lösung vergrößert sich dabei allmählich.

Die Diffusion durch eine halbdurchlässige Membran heißt *Osmose*. Die darauf beruhende Wasserbewegung wird osmotischer Wassertransport genannt.



5

Die Bodenlösung und die in sie hineinragenden Wurzelhaarzellen entsprechen einem osmotischen System. Im Zellsaft sind mehr gelöste Stoffe enthalten als in der Bodenlösung, er ist normalerweise höher konzentriert. Das Zytoplasma, insbesondere seine Grenzschichten, stellen die halbdurchlässige Membran dar.

6

7

Die Wasseraufnahme erfolgt osmotisch als physikalischer Vorgang in lebenden Zellen. Innerhalb der Zelle bewirkt die Diffusion die Verteilung des Wassers. Der Weiterleitung von den Wurzelhaarzellen der Rhizodermis bis zu den Leitgefäßen im Zentralzylinder liegen wiederum hauptsächlich osmotische Vorgänge zugrunde.

8

9

Nährsalzaufnahme. Die gelösten Nährsalze gelangen ebenfalls vorwiegend durch die Wurzel in den pflanzlichen Organismus. Es kann dabei auch wie bei der Wasseraufnahme die gesamte Oberfläche der Pflanze an der Aufnahme der Nährsalz-Ionen beteiligt sein (z. B. Moose).

Die Aufnahme der Nährsalze erfolgt unabhängig von der Wasseraufnahme, ist also ein gesonderter Vorgang. Nachdem die Nährsalz-Ionen in die Gefäße gelangt sind, werden sie durch das Wasser in der Pflanze verteilt.

Die Zellen der Wurzeln sind meist chlorophyllfrei und ernähren sich heterotroph.

Wurzeln nehmen Wasser und Nährsalze auf.

Die Wasseraufnahme erfolgt hauptsächlich durch die Oberfläche der Wurzelhaarzellen.

Die Wasseraufnahme erfolgt durch Osmose.

Die Nährsalze werden in Form von Ionen durch die Oberfläche der Wurzeln aufgenommen.

Bau und Funktionen des Laubblattes

Die Laubblätter sind außerordentlich wichtige Pflanzenorgane. Sie erfüllen im Stoffwechselgeschehen mehrere Funktionen: Aufnahme und Abgabe des Kohlendioxids, Abgabe und Aufnahme des Sauerstoffs sowie Abgabe des Wassers in Form von Dampf. In den grünen Blättern verlaufen die biochemischen Reaktionen, durch die aus anorganischen Verbindungen mit Hilfe des Chlorophylls und der Lichtenergie organische Verbindungen aufgebaut werden. Diese Stoffwechselprozesse vollziehen sich in jedem grünen Blatt, ganz gleich, welche äußere Gestalt es aufweist.

Bau. Trotz der äußeren Formenvielfalt der Laubblätter ist der anatomische Bau bei allen Laubblättern im wesentlichen gleich.

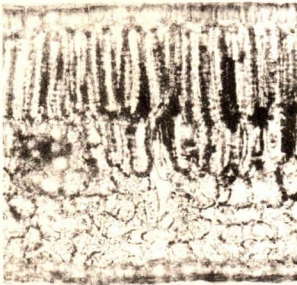
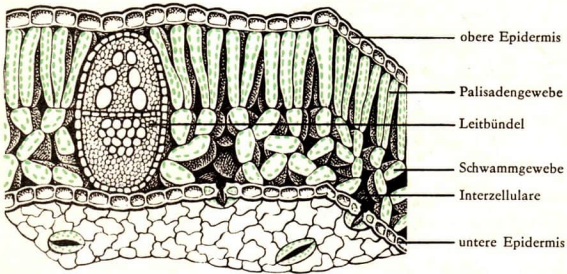
Funktionen und anatomischer Bau der Gewebe des Blattes stehen in enger Beziehung. Die Zellen der Epidermis stellen die äußere Begrenzung der Laubblätter dar. Der Schutz vor mechanischen Einwirkungen wird durch die nach außen verstärkten Zellwände erreicht. Die Verdunstung wird durch die stärkeren Zellwände und häufig noch durch besondere Ausbildungen (z. B. tote Haare, Wachsschichten) einge-

10

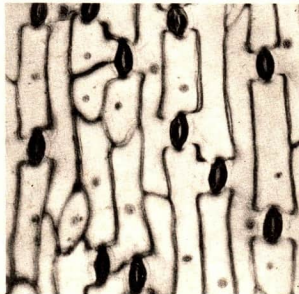
11



Blattquerschnitt



Blattquerschnitt
(Liguster, 85fach vergrößert)



Epidermis mit Spaltöffnungen
(Tulpe, 60fach vergrößert)



schränkt. Licht kann durch die chlorophyllfreien Epidermiszellen gut zu den inneren assimilierenden Blattgeweben gelangen.

Die Pflanze wird ständig vom Wasser durchströmt. Es erfolgt ein Flüssigkeitsdurchlauf durch Wurzel, Sprossachse und Blätter, der immer gewährleistet sein muß.

Die Wasserabgabe erfolgt bei höheren Pflanzen hauptsächlich durch Spaltöffnungen in der Epidermis der Blätter. Die Spaltöffnungen stellen die Verbindung zwischen Außenluft und dem Interzellularsystem im Blatt her. Niedere Pflanzen und Unterwasserpflanzen besitzen keine Spaltöffnungen.

Die Aufrechterhaltung eines bestimmten Verhältnisses zwischen Zufuhr und Abgabe von Wasser ist eine der wichtigsten Bedingungen für den normalen Funktionsablauf bei höheren Pflanzen. Bei starkem Wasserverlust sind die Stoffwechselvorgänge gestört und eingeschränkt.

Wasserabgabe. In den Blättern wird durch die Gefäße immer Wasser an die inneren Gewebe und an das Interzellularsystem abgegeben. Die Laubblätter der Landpflanzen haben ständig enge Berührung mit der sie umgebenden Luft. Diese enthält meist weniger Dampf als sich in den Interzellularen der Blätter befindet.

Gewebe	Bau	Funktion
obere Epidermis	lückenloses, festes Gewebe, nach außen verstärkte Zellwände, einschichtig, meist chlorophyllfrei	Abschluß, Schutz vor mechanischen Einwirkungen, Einschränkung der Verdunstung
Palisadengewebe	langgestreckte Zellen, oft mehrschichtig, große innere Oberfläche bildend, chlorophyllreich mit kleinen Interzellularen	Photosynthese
Leitbündel (Blattrippen)	Gefäße und Siebröhren	Leitung der Stoffe
Schwammgewebe	lockeres, mehrschichtiges Zellgewebe, große Interzellularen bilden ein zusammenhängendes System, chlorophyllarm	Photosynthese, Transport von Kohlendioxid, Wasserdampf, Sauerstoff
untere Epidermis	wie obere Epidermis, jedoch meist mit Spaltöffnungen	Aufnahme und Abgabe von Sauerstoff und Kohlendioxid, Abgabe von Wasserdampf



Zwischen Blätinnerem und Blattoüßerem besteht ein Unterschied im Gehalt an Wasserdampf. Nach den Gesetzen der Diffusion diffundieren die Wassermoleküle in die wasserdampfarme Luft, die die Pflanze umgibt (Verdunstung). Die Verdunstung wird durch die unterschiedliche Öffnung der Spaltöffnungen reguliert. Die regulierte Verdunstung ist die *Transpiration* der Pflanze.

Von der die Blätter umgebenden Luft wird durch den unterschiedlichen Wasserdampfgehalt ein so starker Sog ausgeübt, daß das Wasser in den Gefäßen der Sprossachse ständig nachströmt und durch die Spaltöffnungen ins Freie gelangt. Dieser Sog heißt *Transpirationssog*. Seine Stärke wird vom Unterschied im Wasserdampfgehalt zwischen Interzellularen und Außenluft bestimmt. Dieser Unterschied ist von äußeren Faktoren (z. B. Temperatur und Wassergehalt der Luft) abhängig. Bei erhöhter Temperatur der Luft ist die relative Luftfeuchtigkeit geringer und deshalb der Unterschied besonders hoch.

Der Transpirationssog kann so groß sein, daß das von den Blättern abgegebene Wasser nicht rasch genug ersetzt werden kann. Die Gewebespannung (Turgor) läßt nach, das Blatt erschlafft. Diese Erscheinung ist an Sommertagen häufig zur Mittagszeit zu beobachten. Die Verdunstungsverluste können zu anderen Tageszeiten, an denen der Unterschied des Wasserdampfgehaltes nicht mehr so groß ist, ausgeglichen werden. Starker Wasserverlust in den Blättern kann jedoch auch zur Schädigung des Protoplasmas führen. Davon betroffene Blätter verwelken und sterben ab.

Die Regelung der Verdunstung durch die Spaltöffnungen. Die Verdunstung kann durch die Schließbewegungen der Spaltöffnungen reguliert werden. Im Unterschied zu anderen Epidermiszellen des Blattes befinden sich in den Schließzellen Chloroplasten.

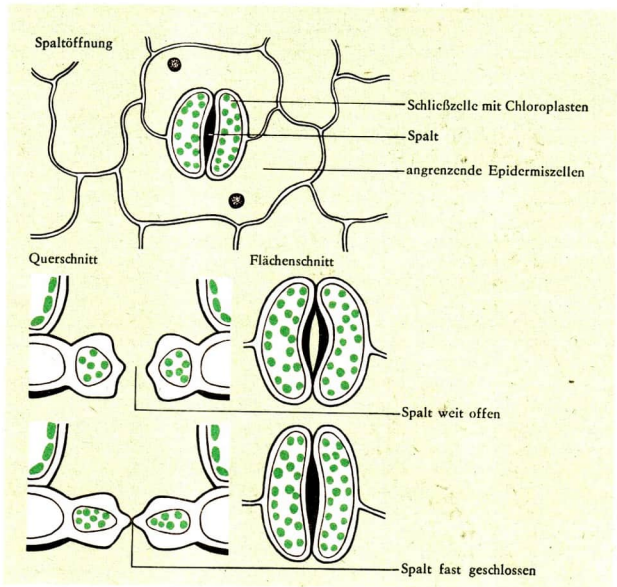
Bei der Photosynthese in grünen Zellen erhöht sich die Saugkraft und der Turgor nimmt zu (s. S. 38). Dann sind die Schließzellen prall gefüllt.

Viele Schließzellen sind bohnenförmig. Die Zellwand ist unterschiedlich stark ausgebildet. Durch die bohnenförmige Gestalt und die unterschiedliche Zellwandausbildung der Schließzellen wirkt sich der Innendruck auf die Zellwände unterschiedlich aus. Bei hohem Turgor erfolgt eine Krümmungsbewegung. Dabei öffnet sich der Spalt.

12

13

Transpiration bei verschiedenen Pflanzen	
Pflanze	abgegebene Menge in Liter je Tag
gut entwickelte Sonnenblume	1
Obstbaum, 25 Jahre alt	100
Birke mit etwa 200 000 Blättern	60 bis 70
Birke bei heißem, trockenem Wetter	300 bis 400
1 ha Buchenwald	20 000
1 ha großes Kohlfeld	267 000



14

Bei einer Turgorabnahme läßt die Krümmung nach, der Spalt schließt sich. Der Turgor in den Zellen sinkt bei starkem Wasserverlust infolge der Transpiration und der Spalt schließt sich. Das Öffnen der Schließzellen durch die Erhöhung der Saugkraft bei der Photosynthese und das Schließen des Spaltes bei starkem Wasserverlust sind zwei einander entgegenwirkende physiologische Vorgänge. Die Transpiration wird durch äußere Faktoren beeinflusst (s. S. 37).

15

Die Gasaufnahme wird ebenfalls durch die Spaltöffnungen beeinflusst. Bei geschlossenem Spalt kann nur eine geringe Aufnahme von Kohlendioxid erfolgen. Das schränkt die Stoffproduktion ein.

★ Der Mensch nutzt seine Kenntnisse über die physiologischen Vorgänge in der Pflanze und trifft Maßnahmen, die diese beeinflussen. So wirkt eine richtige Kaliumdüngung wasserbindend in der Pflanze. Es treten keine so hohen Transpirationsverluste auf, die Spaltöffnungen sind offen, und es kann Kohlendioxid aufgenommen



werden. Die günstige Beeinflussung der Wasserversorgung der Pflanzen durch Melioration der Wiesen und Kulturflächen führt zu höheren Erträgen. In Treibhäusern wird durch Anreicherung der Luft mit Wasserdampf eine Einschränkung der Transpiration erreicht. *

Gestalt der Blätter. Zwischen der Gestalt der Laubblätter und dem Wasserfaktor bestehen enge Beziehungen. Bei Pflanzen an feuchten Standorten haben sich Formen mit besonders starker Transpirationsmöglichkeit herausgebildet:

dünne, weiche Blätter (z. B. Anemone); dünnwandige Epidermiszellen (z. B. Springkraut); großflächige Blätter mit vielen Spaltöffnungen (z. B. Pestwurz); Blätter, bei denen die Spaltöffnungen an der Blattoberseite liegen (z. B. Weiße Teichrose).

Bei verschiedenen Pflanzen können außer durch die Spaltöffnungen (Wasserdampf) durch besondere Wasserspalten auch Wassertropfen ausgepreßt werden. So geben beispielsweise Haferkeimlinge an den Blattspitzen Wassertropfen ab, wenn durch hohe Luftfeuchtigkeit eine ausreichende Transpiration nicht gewährleistet ist.

Auf trockenen Böden und in Gebieten, in denen durch die Außenfaktoren der Transpirationssog besonders groß ist, können die Pflanzen dadurch geschädigt werden. Dort gedeihen überwiegend Pflanzen mit Einrichtungen zum Transpirationsschutz:

dichte, wachshähnliche Schichten auf der Epidermis (z. B. Kohl); tote Blatthaare (z. B. Königskerze); Nadelblätter mit vertieft liegenden Spaltöffnungen (z. B. Kiefer); Rollblätter (z. B. Heidekraut)..

Die allen Pflanzen gemeinsamen physiologischen Grundvorgänge unterliegen gleichen Gesetzmäßigkeiten. Im Zusammenhang mit den Umweltbedingungen haben sich im Verlaufe langer Zeiträume vielfältige Formen des Körperbaues herausgebildet. Sie ermöglichen den Ablauf der gesetzmäßigen physiologischen Vorgänge unter unterschiedlichen Lebensbedingungen.

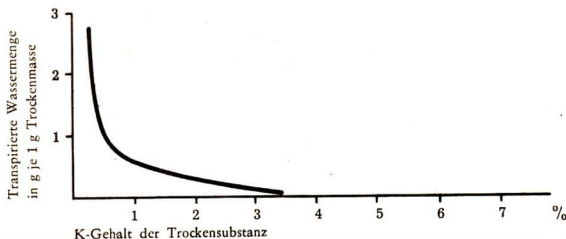
16

17

18

19

Transpirierte Wassermenge in Abhängigkeit vom Kaliumgehalt der Pflanze





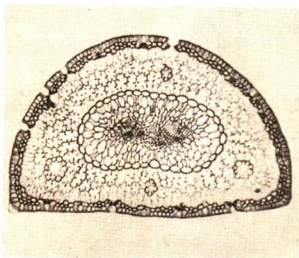
Beziehungen zwischen Bau des Blattes und Umwelt



Schwimblätter (Teichrose)



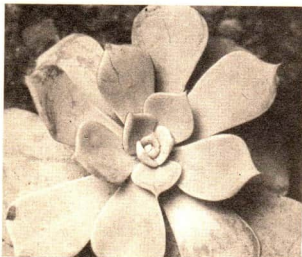
Zarte Blätter (Busch-Windröschen)



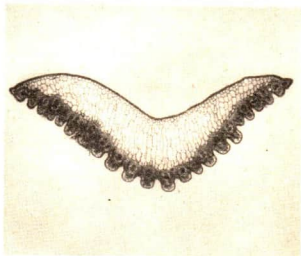
Nadelförmiges Blatt (Kiefer, 25fach vergr.)



Verdunstungsschutz (Königskerze, 15fach vergr.)



Speicherblätter (Fetthecke)



Speicherblatt (Aloe, Querschnitt, 15fach vergr.)



Gasaustausch. Die grüne Pflanze benötigt Kohlendioxid zum Aufbau organischer Stoffe und Sauerstoff zur Atmung. Die Landpflanzen entnehmen beide Gase der Luft, untergetauchte Wasserpflanzen hauptsächlich dem Wasser, in dem die Gase physikalisch gelöst sind. Die Aufnahme erfolgt durch Diffusion durch die Spaltöffnungen. Sauerstoff und Kohlendioxid diffundieren auch durch dünnwandige Gewebe (z. B. bei der Wurzel). Wie die Abgabe von Wasserdampf erfolgt auch die Abgabe von Kohlendioxid und Sauerstoff durch Diffusion. Sie kommt dadurch zustande, daß der Druck der verschiedenen Gase im Inneren der Pflanze anders ist als der Druck der Außenluft. Es erfolgt jeweils eine Bewegung der Moleküle zu den Orten mit geringerem Gasdruck.

Der bei der Assimilation freiwerdende Sauerstoff und das bei der Atmung freiwerdende Kohlendioxid diffundieren durch die Spaltöffnungen. Aufnahme und Abgabe von Sauerstoff und Kohlendioxid stehen in enger Beziehung zur Wasserdampf-abgabe (s. S. 38).

★ Bei fast allen Holzgewächsen haben die Blätter eine viel kürzere Lebensdauer als die Sprossachse. Laubblätter und Nadelblätter altern und fallen ab (Laubfall). Dem Laubfall gehen im Blatt Stoffwechseländerungen voraus (z. B. Abnahme des Chlorophyllgehaltes). Vor dem Abfallen bildet sich zwischen Blattstiel und Zweig eine Zellschicht (Trennschicht) heraus. Das Blattaltern wird durch Umweltfaktoren (z. B. Temperatur, Wasser- und Nährsalzversorgung) beeinflußt.

Bei den meisten Bäumen und Sträuchern unserer heimischen Flora tritt im Herbst Laubfall ein. Bei Holzgewächsen mit widerstandsfähigen Laubblättern (z. B. Efeu) oder Nadeln (z. B. Kiefer) findet kein periodischer Laubfall statt (immergrüne Pflanzen). ★

Der Bau der Laubblätter, seiner Gewebe und Zellen sowie die spezifischen Funktionen stehen in enger Beziehung zueinander.

Funktionen: Gasaustausch, Wasserdampf-abgabe, Photosynthese.

Bau: obere und untere Epidermis, Palisadenschicht, Schwammschicht. Spaltöffnungen ermöglichen den Stoffaustausch. Das Öffnen oder Schließen hängt vom unterschiedlichen Turgor der Schließzellen ab.

Der Gasaustausch und die Wasserdampf-abgabe werden durch physikalische Vorgänge bewirkt (Brownsche Molekularbewegung).

Zur Herabsetzung der Transpiration können spezielle Einrichtungen ausgebildet sein.



Bau und Funktionen der Sproßachse

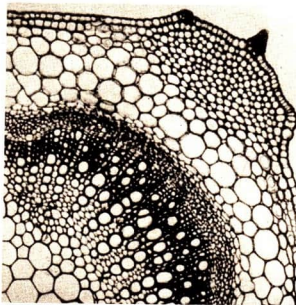
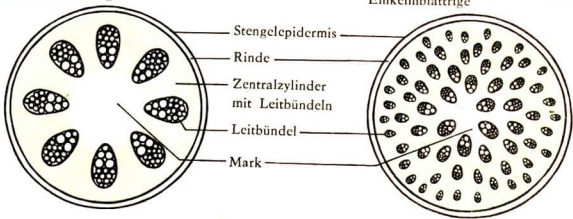
Die Sproßachse trägt die Blätter und Blüten. Das von der Wurzel aufgenommene Wasser wird in ihr zu allen Pflanzenteilen geleitet. Im Strom des Wassers werden die von der Wurzel aufgenommenen Nährsalz-Ionen mitgerissen. Die in den Blättern gebildeten Assimilate werden durch die Sproßachse in alle Teile der Pflanze geleitet.

Die *Sproßachse* kann sehr unterschiedlich gestaltet sein (z. B. verholzt, krautig, liegende Stengel, windende Stengel). Junge Sproßachsen stimmen im inneren Aufbau weitgehend überein.

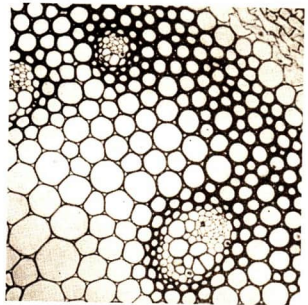
Querschnitt durch krautige Sproßachsen (schematisch)

Zweikeimblättrige

Einkeimblättrige



Sproßachse der Taubnessel
(Querschnitt, 50fach vergrößert)



Sproßachse der Lilie
(Querschnitt, 65fach vergrößert)



20

21

22

Wurzel und Sprossachse zeigen einen ähnlichen inneren Aufbau. Die Sprossachse enthält oft auch chlorophyllhaltige Zellen, die in der Wurzel im Gegensatz dazu meist fehlen. Bei älteren Wurzeln und bei älteren Sprossachsen werden Teile der Rindenschicht umgebildet. Es entstehen Korkzellen. Diese sterben ab und werden mit Luft gefüllt. Borke ist ein vielschichtiges Korkgewebe. Kork und Borke sind Abschlussgewebe, die vor mechanischen Einwirkungen und Wasserverlust schützen.

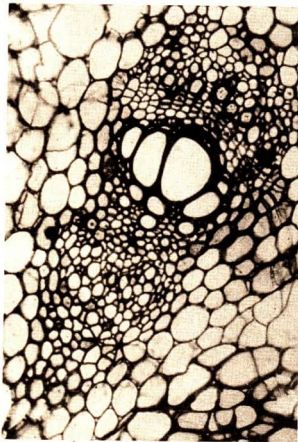
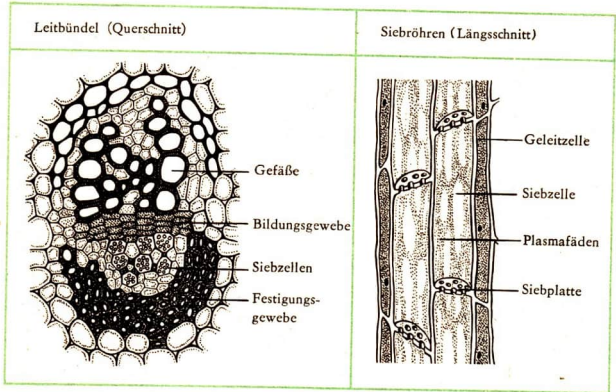
Leitbündel ziehen von der Wurzel bis in die Blätter. Sie bestehen aus dem Siebteil und dem Gefäßteil und bilden ein Röhrensystem, das sich in den Blättern netzartig verzweigt oder parallel verläuft. In den Leitbündeln werden die Stoffe transportiert.

Beziehung zwischen Bau und Funktion der Gewebe		
Gewebe	Bau	Funktion
Stengel-Epidermis	einschichtige Zelllage mit verstärkten Außenwänden	Abschluß, Schutz
Grundgewebe	vieleckige bis kugelige Zellen, oft mit Chlorophyll	Speicherung, Photosynthese
Leitgewebe	langgestreckte Zellen, Gefäße im Gefäßteil, Siebröhren im Siebteil	Leitung der Stoffe (Wasser, Nährsalz-Ionen, Assimilate)
Festigungsgewebe	lebende oder tote, langgestreckte Zellen mit Zellwandverstärkungen	Festigung
Mark	aus Grundgewebe; vieleckige bis kugelige Zellen, ohne Chlorophyll	meist Speicherung

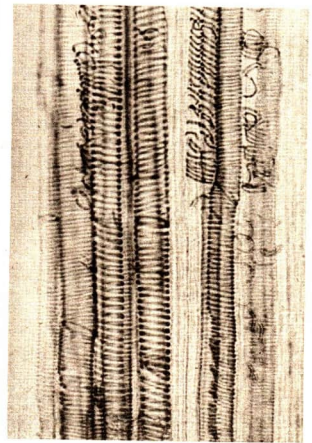
Gefäßteil. Die Gefäße sind röhrenartige, langgestreckte tote Zellen mit großem Zellinnenraum. Die Zellwände sind verschiedenartig verstärkt. Dadurch können die Gefäße dem inneren und äußeren Druck widerstehen.

In den Gefäßen gelangt das Wasser nach der osmotischen Aufnahme durch die Wurzelhaare durch Diffusion (innerhalb der Zelle) und Osmose (von Zelle zu Zelle) von der Wurzel zu den anderen Pflanzenteilen.

Der Transport in den Gefäßen wird vor allem durch den Transpirationssog bewirkt. Außerdem wirken Kohäsion und Adhäsion. Das Steigen des Wassers ist ein Ergebnis der Wirkung dieser Kräfte in einem Kapillarsystem. Die Strömungsgeschwindigkeit ist bei verschiedenen Pflanzen unterschiedlich (z. B. im Holz der Birke 1,6 m/h, im Weizenblatt bei offenen Spaltöffnungen 54 m/h).



Leitbündel im Querschnitt
(Zaunrübe, 80fach vergrößert)

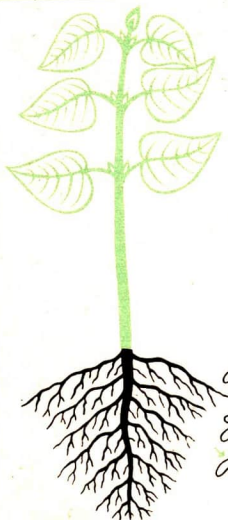


Leitbündel im Längsschnitt
(Mais, 85fach vergrößert)

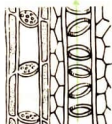


Wasseraufnahme, Wasserleitung und Wasserabgabe

physikalische Vorgänge



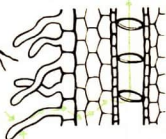
Transpiration



Transpirationssog

Kohäsion

Adhäsion



Diffusion

hauptsächlich

Osmose

Sieberteil. Die Querwände der aneinandergrenzenden Zellen sind siebartig durchbrochen. Durch diese Öffnungen stehen die Protoplasten der Zellen untereinander in Verbindung. In den Siebröhren werden vorwiegend Assimilate geleitet, die in den Blättern gebildet wurden und zu den Orten der Speicherung oder des Verbrauchs transportiert werden. Der Transport der Assimilate erfolgt im Gegensatz zur raschen Wasserströmung langsam. Gefäß- und Sieberteil sind im Leitbündel von Zellen des Festigungsgewebes umgeben und werden dadurch besonders verstärkt.

Vergleich zwischen Pflanzen und Tieren

Chlorophyllhaltige Zellen ernähren sich autotroph, chlorophyllfreie Zellen ernähren sich heterotroph. Alle Organismen nutzen Energiequellen, die außerhalb ihres Körpers liegen: autotrophe die Lichtenergie, heterotrophe energiereiche Nahrung.



Zur Aufnahme der Energie benötigen alle Organismen eine große Oberfläche. Die Vergrößerung der Oberfläche erfolgt durch Auffaltung nach außen (z. B. Blatt) oder nach innen (z. B. Palisadengewebe). Pflanzen entfalten die Oberfläche in die ihnen zugänglichen Nährstoffquellen Luft und Boden (bei Wasserpflanzen in das Wasser). Die Pflanzenorgane sind nach außen verlagert (Wurzel, Blatt). Tiere schließen die ihnen zugängliche Nahrung in ihren Verdauungsorganen biochemisch auf. Es haben sich im Inneren des Körpers Organe mit großer innerer Oberfläche entwickelt (z. B. Vergrößerung durch Darmzotten, Lungenbläschen, rote Blutkörperchen). Nährsalzionen und Wasser werden bei den Pflanzen zu den Orten der Assimilationstätigkeit, den grünen Blättern, geleitet. Wasser durchläuft also den Pflanzenkörper (Flüssigkeitsdurchlauf).

Im tierischen Körper werden die am Stoffwechsel beteiligten Stoffe durch das Blut in die verschiedenen Gewebe geleitet. Das Blut fließt in einem ständigen Kreislauf (Flüssigkeitsumlauf).

In den Leitbündeln der Sprossachse erfolgt die Leitung der Stoffe.

In den langgestreckten Gefäßen (tote Zellen) strömen Wasser und Nährsalzionen von den Wurzeln zu den Blättern.

In den länglichen, röhrenförmigen Siebzellen mit durchbrochenen Querwänden erfolgt vorwiegend die Leitung der Assimilate.

Das Steigen und Strömen des Wassers entsteht durch das Zusammenwirken von Transpirationssog, Kohäsion und Adhäsion in einem Kapillarsystem.

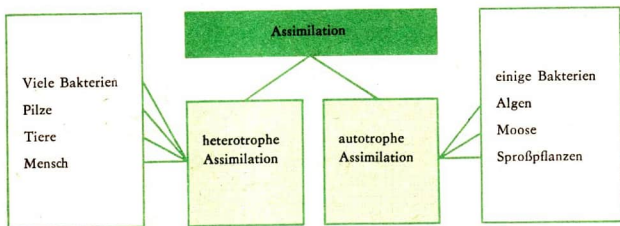
Stoff- und Energiewechsel pflanzlicher Zellen

In den Zellen der Pflanzen werden ständig neue Moleküle aufgebaut, andere werden abgebaut. Diese Reaktionen sind eng mit Energieumwandlungen verknüpft (Stoff- und Energiewechsel). Wie bei den Tieren und dem Menschen bilden auch bei Pflanzen Assimilation und Dissimilation zusammen den Stoff- und Energiewechsel. Manche Pflanzen assimilieren organische Stoffe (heterotrophe Pflanzen), andere anorganische Stoffe (autotrophe Pflanzen).

Assimilationsvorgänge bei autotrophen Pflanzen

Die Assimilation von Kohlenstoff und die Synthese von Kohlenhydraten, Eiweißen und Fetten erfolgt durch verschiedene Vorgänge.

Synthese der Kohlenhydrate. In den letzten Jahrzehnten wurden die Bedingungen für die Synthese von Kohlenhydraten und die dabei ablaufenden Reaktionen in grünen Pflanzen erkannt. Kohlendioxid als hauptsächliche Kohlenstoffquelle und Wasser



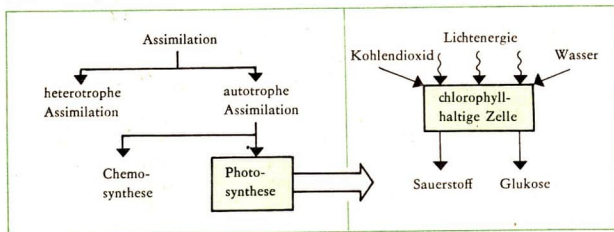
(s. S. 29) sind die Ausgangsstoffe für die Synthese von Glukose, sie erfolgt nur in chlorophyllhaltigen Zellen.

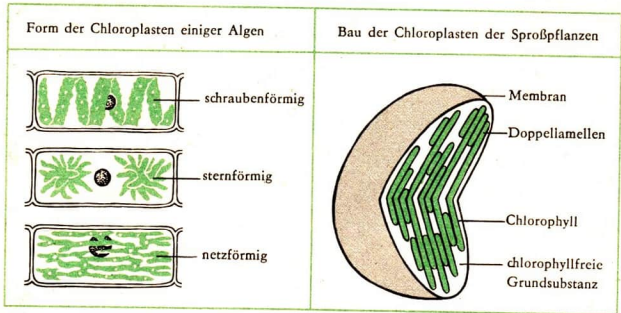
★ Chlorophyll und Wasser stehen in den Zellen meist ausreichend zur Verfügung. Kohlendioxid ist nur in begrenzter Menge (0,03 Prozent) in der Luft enthalten. Die Zellen könnten mehr Kohlendioxid verarbeiten als in der Luft enthalten ist. Durch eine künstliche Erhöhung des Kohlendioxidanteils der Luft auf 0,1 Prozent kann die Glukosebildung gefördert werden (wird in Gewächshäusern zur Ertragssteigerung angewendet). Wassermangel kann bei Landpflanzen indirekt die Kohlendioxidaufnahme herabsetzen (Schließen der Spaltöffnungen). ★

Bei der Synthese der Kohlenhydrate sind die Reaktionsprodukte energiereicher als die Ausgangsstoffe. Demnach ist Energiezufuhr erforderlich. Nach dem Gesetz der Erhaltung und Umwandlung der Energie kann die Pflanze diese Energie nicht aus der Atmung gewinnen. Sie könnte sonst nur soviel organische Stoffe aufbauen wie gleichzeitig zur Energiegewinnung abgebaut werden. Wachstum und Entwicklung wären also nicht möglich. Die Energie muß also von außen zugeführt werden.

Die meisten autotrophen Organismen nutzen die Lichtenergie und werden deshalb viel stärker vom Licht beeinflusst als die Tiere und der Mensch.

Die Kohlenstoffassimilation, bei der Lichtenergie als Energiequelle genutzt wird, heißt *Photosynthese*.





★ Einige Bakterienarten gewinnen die für die Synthese von Kohlenhydraten notwendige Energie durch Oxydation anorganischer Stoffe. Diese Form der autotrophen Assimilation heißt *Chemosynthese*. ★

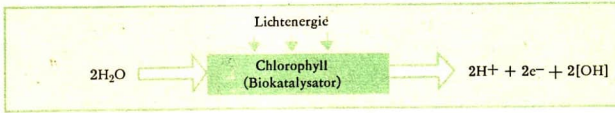
Licht ist energiereiche Strahlung. Im Stoff- und Energiewechsel kann nur chemische Energie genutzt werden. Die Lichtenergie muß demnach erst in chemische Energie umgewandelt werden, um im Stoff- und Energiewechsel wirksam werden zu können. Diese Energieumwandlung erfolgt mit Hilfe von Chlorophyll. Deshalb sind nur chlorophyllhaltige Zellen (grüne Pflanzenteile) zur Photosynthese in der Lage.

Chlorophyll ist eine organische Verbindung, deren Moleküle ähnlich wie die des Hämoglobins aufgebaut sind. Bei den meisten Pflanzen befindet sich dieser grüne Farbstoff in den Chloroplasten. Die Chloroplasten sind die Zellorganellen, in denen die Photosynthese abläuft.

Die Gestalt der Chloroplasten ist sehr unterschiedlich. Bei einigen Algen, den meisten Moosen und bei allen Sproßpflanzen sind sie jedoch linsenförmig und haben einen Durchmesser von 5 μm bis 10 μm .

Durch die innere Struktur, die große Anzahl von Chloroplasten in einer Zelle (bis zu 50) und durch die flächige Gestalt der Blätter wird eine große Oberfläche erreicht. ★ Es wurde beispielsweise geschätzt, daß eine 110 Jahre alte Buche mit ihrer Krone 150 m^2 Boden bedeckt, eine Blattoberfläche von 1200 m^2 besitzt und eine Chloroplastenoberfläche von 1800 m^2 entwickelt. ★

Energieumwandlung. Der Vorgang der Energieumwandlung verläuft schrittweise. Licht wird zunächst vom Chlorophyll absorbiert. Die Lichtenergie geht dabei auf das Chlorophyll über. Mit der aufgenommenen Energie spaltet das Chlorophyll Wasser, das in den Chloroplasten enthalten ist. Bei diesem Vorgang wird das Chlorophyll nicht bleibend verändert. Es kehrt wieder in den Ausgangszustand zurück (Biokatalysator).



Bei der Spaltung des Wassers entstehen Wasserstoff-Ionen (H^+), Hydroxylgruppen ($[\text{OH}]$) und energiereiche Elektronen.

Die vom Licht stammende Energie liegt nunmehr in Form dieser energiereichen Elektronen vor.

★ Die Hydroxylgruppen werden zu Wasser und Sauerstoff umgesetzt. Während das gebildete Wasser erneut am Reaktionsverlauf teilnehmen kann, wird der Sauerstoff an die Atmosphäre abgegeben. Demnach stammt der bei der Photosynthese freiwerdende Sauerstoff nicht aus dem Kohlendioxid, sondern aus dem Wasser.



Da diese Reaktion direkt vom Licht abhängig ist, hat die Lichtintensität Einfluß auf die Menge des gebildeten Sauerstoffs.

Im weiteren Verlauf der Reaktion nehmen die Wasserstoff-Ionen die ebenfalls bei der Wasserspaltung gebildeten Elektronen auf. Der gebildete Wasserstoff wird sofort an ein Enzym gebunden (RH_2). In dieser Form steht er für weitere Reaktionen zur Verfügung (s. S. 55 ff.). ★

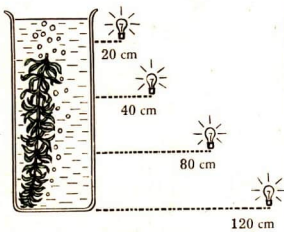
Die Elektronen werden unter Beteiligung von Enzymen zu den Wasserstoff-Ionen transportiert. Dabei wird Energie freigesetzt. Diese Energie wird sofort an eine

5

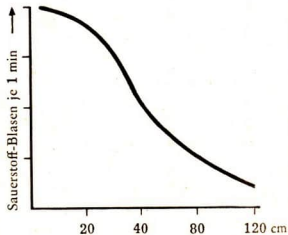
Beziehung zwischen Sauerstoff-Abgabe und Lichtintensität

6

Versuchsanordnung

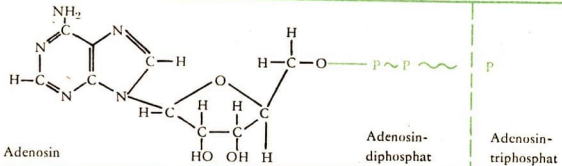


Ergebnisse

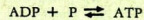




Struktur des ADP/ATP-Moleküls



ADP/ATP-Reaktion:



organische Verbindung, das ADP (ein Diphosphat), gebunden. Dabei wird an das ADP ein Phosphatrest angelagert. Aus dem ADP entsteht dadurch ATP, ein Triphosphat. Die Anlagerung des Phosphatrestes erfordert sehr viel Energie. Diese Energie liefern die energiereichen Elektronen.

Auf diese Weise wird die ursprünglich aus dem Licht stammende Energie der Elektronen in chemische Energie umgewandelt. Da das ATP sehr viel Energie enthält, wird es als energiereiche Verbindung bezeichnet. Durch Abspaltung des Phosphatrestes kann die im ATP gespeicherte chemische Energie leicht wieder freigesetzt werden.



Diese Vorgänge laufen in der 1. Phase der Photosynthese ab.

Als Energiequelle für die Synthese energiereicher organischer Stoffe (Glukose) aus energiearmen anorganischen Stoffen (Kohlendioxid und Wasser) dient Lichtenergie. Für die Lebensvorgänge in der Pflanze kann nur chemische Energie genutzt werden. Die energiereiche Strahlung des Lichtes muß deshalb in chemische Energie umgewandelt werden.

Licht wird vom Chlorophyll absorbiert, das dadurch imstande ist, Wasser zu spalten. Dabei werden Hydroxylgruppen, Wasserstoff-Ionen und energiereiche Elektronen gebildet.

Durch verschiedene Reaktionen entstehen daraus Sauerstoff und an ein Enzym gebundener Wasserstoff (RH_2). Außerdem wird eine energiereiche Verbindung (ATP) gebildet, in der die chemische Energie gespeichert vorliegt.



Kohlenstoffassimilation. In der zweiten Phase der Photosynthese wird das Kohlendioxid assimiliert und Glukose gebildet. Dieser Prozeß verläuft ebenfalls schrittweise. Er ist nicht direkt vom Licht abhängig und kann demzufolge im Licht und im Dunkeln ablaufen.

★ Das Kohlendioxid gelangt durch Diffusion in die Chloroplasten. Hier wird es zunächst an Moleküle eines Kohlenhydrats mit fünf Kohlenstoffatomen angelagert. Daraus entsteht eine Verbindung, die wie Glukose sechs Kohlenstoffatome besitzt. Der Sauerstoffanteil ist jedoch bedeutend höher. Als weiterer Schritt zur Glukosebildung muß deshalb eine Reduktion erfolgen. Für die Reduktion als stark endotherme Reaktion sind ein Reduktionsmittel und Energie erforderlich. Als Reduktionsmittel dient der an ein Enzym gebundene Wasserstoff (RH_2). Das Enzym wird dabei wieder frei.

Die notwendige Energie wird aus dem ATP durch Abspaltung eines Phosphatrestes freigesetzt und auf das Kohlenhydratmolekül übertragen. Aus ATP entsteht dabei ADP. Über weitere Zwischenreaktionen, die durch Enzyme gesteuert werden, entsteht schließlich Glukose. Außerdem wird das Kohlenhydrat mit fünf Kohlenstoffatomen zurückgebildet, das erforderlich ist, um erneut Kohlendioxid zu binden. ★

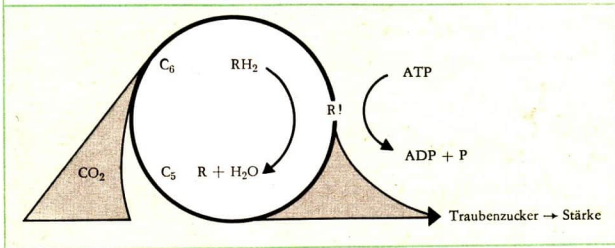
Die Assimilation des Kohlendioxids ist also ein Kreisprozeß, in den ständig Kohlendioxid (anorganisch, energiearm) einfließt und aus dem gleichzeitig Glukose (organisch, energiereich) abströmt.

Glukose ist leicht in Wasser löslich. Eine zu hohe Konzentration würde zur Folge haben, daß übermäßig viel Wasser aus den umliegenden Geweben in die assimilierenden Zellen eindringt (Osmose) und Schädigungen eintreten. Glukose wird deshalb in Stärke (Assimilationsstärke, ein in Wasser schwer lösliches Kohlenhydrat) umgewandelt. Dadurch wird die Glukose vorübergehend aus dem Stoffwechsel ausgeschieden.

Der Aufbau der Assimilationsstärke erfolgt unter Mitwirkung von Enzymen. Die notwendige Energie liefert das ATP. Die Assimilationsstärke wird vor allem nachts

2

Kohlendioxid-Assimilation (schematisch)





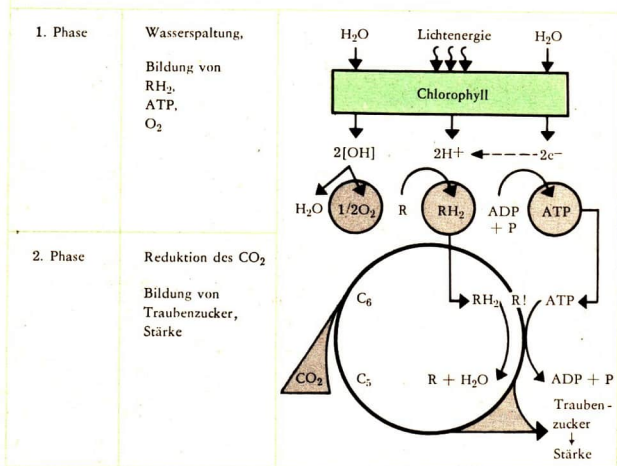
enzymatisch wieder zu Glukose abgebaut und in dieser leicht löslichen Form zu den Orten des Verbrauchs und der Speicherung (Speicherstärke) transportiert. Daher ist in Blättern, die längere Zeit unbelichtet waren, keine Stärke nachweisbar.

Bei der Assimilation des Kohlendioxids und der Bildung von Glukose erfolgen Reduktionen. Als Reduktionsmittel dient der an ein Enzym gebundene Wasserstoff (RH_2). Die notwendige Energie stammt aus dem ATP. Glukose wird in Assimilationsstärke umgewandelt, die in Wasser schwer löslich ist.

Alle diese Reaktionen verlaufen unter Mitwirkung von Enzymen.

Beide Phasen der Photosynthese sind eng miteinander verknüpft. In der ersten erfolgt die Bildung von ATP, Sauerstoff und Wasserstoff, der an ein Enzym gebunden wird (RH_2). ATP und RH_2 werden für die zweite Phase benötigt, in der durch die Assimilation des Kohlendioxids Glukose und danach Stärke entstehen.

Ablauf der Photosynthese





Stoffproduktion einiger Pflanzen (organische Substanz je Hektar und Jahr)	
Algen (Kultur)	40 bis 400 t
Zuckerrohr	90 t
Buchenwald (30jährig)	14 t
Zuckerrübe	10 t
Futtermais	5,6 t
Kartoffeln (Knollen)	5,0 t
Espenwald	4,5 t
Algen (Meer)	4,5 t
Weizen	2,2 t

Bedeutung der Photosynthese. Die Photosynthese ist ein bedeutender Naturvorgang, von dem der Fortbestand des Lebens auf der Erde unmittelbar abhängt.

Da die Mehrzahl der Organismen heterotroph lebt, wäre der Vorrat an organischen Stoffen bald aufgebraucht, wenn nicht durch die Photosynthese ständig neue gebildet würden. Jährlich werden der Luft etwa 200 Milliarden Tonnen Kohlenstoff entnommen und in organische Stoffe eingebaut. Das ist das Hundertfache all der Güter, die von den Menschen im Verlaufe eines Jahres produziert werden.

Durch die Photosynthese wird für die meisten Bakterien, die Pilze und alle Tiere die Ernährungsgrundlage fortwährend erneuert. Auf diesem Naturvorgang beruht letztlich auch die gesamte planmäßige Nahrungsmittelproduktion in der Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau. Für die Steigerung der Produktion ist es daher höchst bedeutsam, das Photosynthesegeschehen bis in alle Einzelheiten weiter aufzuklären und die Erkenntnisse im Pflanzenbau anzuwenden.

Die Photosynthese hat aber noch weiterreichende Bedeutung. Bei der Bildung organischer Stoffe wird die Lichtenergie ausgenutzt und in chemische Energie umgewandelt. Die Energie ist dann in den von der Pflanze erzeugten Stoffen enthalten. Mit der Aufnahme dieser Verbindungen als Nahrung decken die Tiere, die Pilze und die meisten Bakterien ihren Energiebedarf. Demnach werden fast alle Lebewesen über die Photosynthese mit Energie versorgt.

Schließlich wird durch die Photosynthese Sauerstoff gebildet, den die meisten Lebewesen zum Atmen brauchen. Auch hier erweist sich die Photosynthese als entscheidende Grundlage des Lebens.

Synthese anderer organischer Stoffe. Außer Kohlenhydraten werden in pflanzlichen Zellen noch andere organische Stoffe, vor allem Fette und Eiweiße, gebildet.



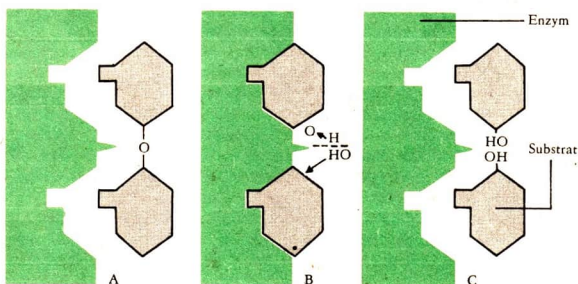
Einige wichtige Arzneistoffe		
Pflanzen	Verbindung	Anwendung
Schimmelpilze	Penizillin	Antibiotikum
Tollkirsche	Atropin	Pupillenerweiterung, Beschleunigung der Herztätigkeit
Fingerhut	Digitoxin	herzanregend
Kaffeestrauch	Koffein	anregend

Die Existenz des Lebens ist besonders eng mit dem Eiweiß verbunden. Es bildet den Grundbestandteil des Zytoplasmas, des Zellkerns und der übrigen Zellorganellen (Chloroplasten und Mitochondrien). Außerdem ist Eiweiß auch ein wichtiger Bestandteil der Enzyme.

Fett ist besonders energiereich. Neben Kohlenhydraten ist es für die Atmung bedeutsam.

Außerdem synthetisiert die Pflanze noch zahlreiche andere Verbindungen (z. B. verschiedene Farbstoffe, Harze, Duftstoffe, Kautschuk). Viele dieser Stoffe bilden die Grundlage für die Herstellung von Medikamenten. Andere, wie Kautschuk, sind wichtige Rohstoffe für die Industrie.

Beispiel für die Wirkung eines Enzyms (schematisch)





Die aus der Photosynthese stammenden Kohlenhydrate sind die Grundlage für die Synthese der anderen organischen Stoffe. Für die Synthese von Eiweißen sind außerdem noch Stickstoff und Schwefel erforderlich. Für die Synthese von Chlorophyll ist Magnesium, für die Bildung weiterer Stoffe sind noch andere Elemente nötig (z. B. Phosphor). Stickstoff, Schwefel und Magnesium stammen aus den Nährsalzen.

Die an diesen Reaktionen beteiligten organischen Stoffe sind meist reaktionsträge. Außerhalb des Körpers sind bestimmte Reaktionsbedingungen (z. B. hoher Druck, Katalysatoren und ein großer Energieaufwand) erforderlich, um eine bestimmte Reaktion überhaupt ablaufen zu lassen. In den Zellen verlaufen die gleichen Reaktionen unter Einwirkung von Enzymen bei Körpertemperatur und normalen Druckverhältnissen. In der Zelle sind viele Enzyme vorhanden. Jedes Enzym steuert nur bestimmte Reaktionen.

Die Reaktionen zur Bildung der verschiedenen organischen Verbindungen verlaufen meist endotherm. Die Lichtenergie kann dafür nicht direkt ausgenutzt werden (s. S. 48 ff.). Als Energiequelle dient meist bei der Dissimilation gebildetes ATP, dem Energie entnommen wird.

Außer Kohlenhydraten werden in pflanzlichen Zellen Fette, Eiweiße und zahlreiche weitere organische Verbindungen gebildet.

Ausgangsstoffe sind die in der Photosynthese gebildeten Kohlenhydrate und verschiedene Elemente aus den aufgenommenen Nährsalz-Ionen.

Die Reaktionen verlaufen meist endotherm unter Mitwirkung von Enzymen.

Die Energie stammt aus energiereichen Verbindungen (ATP).

Dissimilationsvorgänge bei Pflanzen

Für die Aufrechterhaltung der Lebensprozesse in den Zellen (z. B. Aufbau körpereigener Stoffe, Wachstum, Regeneration, Bewegung) wird Energie benötigt. Das Leben der Pflanzen ist ebenso von der ständigen Energiebereitstellung abhängig wie das aller übrigen Organismen. Lichtenergie wird nur in der Photosynthese genutzt.

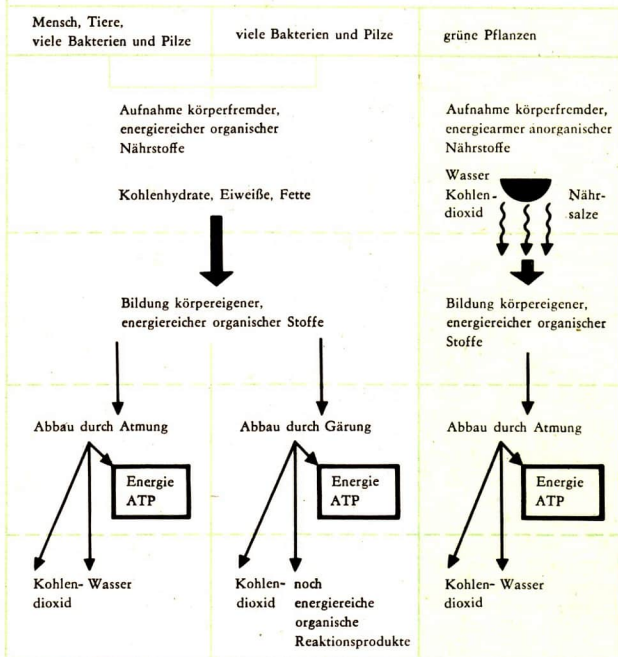
Wie bei Tieren und dem Menschen dienen auch bei Pflanzen energiereiche organische körpereigene Stoffe als Energiequelle. Die darin enthaltene Energie wird ebenfalls durch Dissimilationsvorgänge freigesetzt. Pflanzliche Zellen gelangen also auf die gleiche Weise zur benötigten Energie wie alle anderen Lebewesen. Unterschiedlich werden lediglich die verbrauchten energiereichen körpereigenen organischen Stoffe ersetzt (autotrophe und heterotrophe Assimilation).

Die Dissimilation kann als Atmung oder Gärung erfolgen.

Merkmale der Atmung und der Gärung. Die *Atmung* ist die häufigere Form der Dissimilation. Sie kommt bei allen Tieren, beim Menschen und bei allen grünen Pflanzen vor, aber auch bei vielen Pilzen und Bakterien. Seltener erfolgt die Energiefreisetzung durch *Gärung*, sie ist vor allem bei Bakterien und Pilzen verbreitet.



Deckung des Energiebedarfs bei verschiedenen Organismengruppen



In tierischen und pflanzlichen Zellen, die unter normalen Bedingungen atmen, können bei Sauerstoffmangel auch Gärungen stattfinden (Muskeltätigkeit).

Bei der Atmung werden die organischen Stoffe restlos zu energiearmen anorganischen Stoffen (Kohlendioxid, Wasser) abgebaut. Dazu ist Sauerstoff erforderlich. Bei der Gärung ist der Abbau der organischen Stoffe unvollständig. Es bleiben verhältnismäßig energiereiche organische Reaktionsprodukte übrig (z. B. Äthanol, Milchsäure, Äthansäure). Sie werden meist ausgeschieden. Die freiwerdende Energie ist bei der Gärung wesentlich geringer als bei der Atmung. Die in den Ausgangsstoffen enthaltene Energie wird nur teilweise genutzt.



Vergleich von Atmung und Gärung

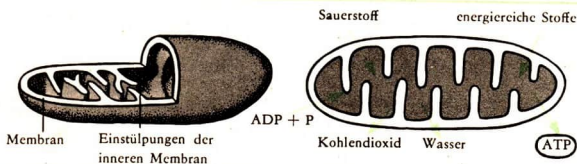
	Atmung	Gärung
Ausgangsstoffe	organische Körperstoffe (Kohlenhydr., Fette, Eiweiße)	organische Körperstoffe (Kohlenhydr., Fette, Eiweiße)
Endprodukte	energiearme anorganische Stoffe (Kohlendioxid, Wasser)	energiehaltige organische Stoffe (Alkohol, Milchsäure)
freiwerdende Energiemenge je mol Glukose	675 kcal	21kcal (alkoholische Gärung) 22 kcal (Milchsäuregärung)

Sowohl die Atmung als auch die Gärung werden durch äußere Faktoren beeinflusst. Niedrige Temperaturen verlangsamen sie, Temperaturerhöhungen bis $+40^{\circ}\text{C}$ beschleunigen sie. Deshalb ist es möglich, Stoffverluste bei der Lagerung von Pflanzenteilen (z. B. Kartoffeln, Samen, Obst, Rüben) durch niedrige Temperaturen in den Lagerräumen zu verringern.

Die Atmung wird durch den Wassergehalt der Zellen sowie durch die Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentration der Luft beeinflusst. Bei geringem Wassergehalt ist die Atmung stark eingeschränkt (z. B. ruhende Samen, Sporen). Kohlendioxid wirkt ebenfalls hemmend; erhöhte Sauerstoffkonzentration fördert die Atmung. *Energiefreisetzung durch Atmung.* Grüne Pflanzen atmen wie die Tiere und der Mensch sowohl bei Tage als auch in der Nacht. Am Tage wird die Atmung aber meist durch die Photosynthese überlagert und ist nur schwer nachweisbar. Wie bei anderen Organismen atmen auch bei Pflanzen alle lebenden Zellen.

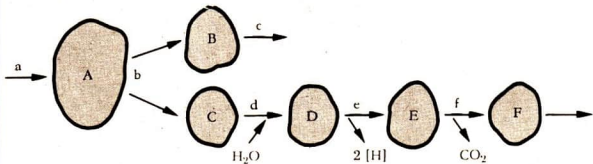
Innerhalb der Zellen erfolgt der Abbau der organischen Stoffe überwiegend in den Mitochondrien. Sie stellen die „Energieversorgungszentren“ für die Zellen dar. Eine normale Zelle enthält Hunderte von Mitochondrien. Mitochondrien sind kleiner als Chloroplasten. Sie sind ebenfalls von einer Doppelmembran umgeben. Durch Ein-

Bau und Funktion der Mitochondrien





Steuerung der Abbaureaktion durch Enzyme (a, b, c... Enzyme;
A, B, C... Stoffwechselprodukte)

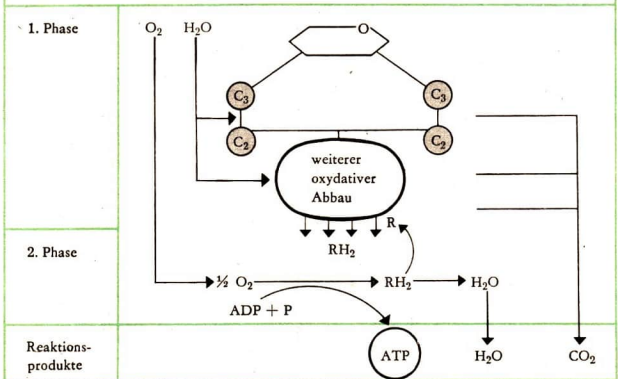


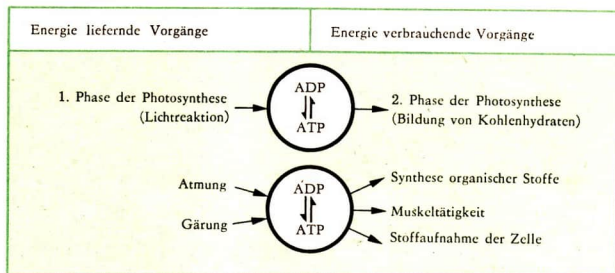
stülpungen der inneren Membran entsteht eine große innere Oberfläche für den Ablauf der Reaktionen.

Die Energiefreisetzung aus organischen Stoffen geschieht durch Oxydation (exotherme Reaktion). Aus 1 mol Glukose werden dabei 675 kcal Energie freigesetzt. Während bei einer Oxydation außerhalb des Organismus diese Kalorien plötzlich in Form von Wärme frei werden, erfolgt die Energiefreisetzung bei der Atmung in der

Schrittweiser Abbau eines Glukosemoleküls (Atmung)

– a, b, c... Enzyme





Zelle allmählich durch stufenweisen Abbau körpereigener Stoffe. Wie bei der Synthese dieser Stoffe sind auch hier Enzyme beteiligt.

Der Atmungsprozess erfolgt in zwei Phasen. Zuerst werden die organischen Stoffe unter Einwirkung von Enzymen schrittweise zerlegt. Sauerstoff ist daran nicht beteiligt. Es entstehen Kohlendioxid und Wasserstoff. Wasserstoff wird sofort an ein Enzym gebunden (RH_2). Das Kohlendioxid wird ausgeschieden. In dieser ersten Phase der Atmung ist die freiwerdende Energiemenge relativ gering. Die Hauptmenge an verwertbarer Energie liefert die Oxydation des Wasserstoffs (zweite Phase der Atmung). Der Wasserstoff wird über eine „Enzymkette“ zum Sauerstoff transportiert, die Energie wird dabei schrittweise abgegeben. Sie wird (ähnlich wie bei der Photosynthese) sofort gebunden. Dabei wird aus ADP durch Anlagerung eines Phosphatrestes ATP gebildet. Es wird sehr viel Energie aufgenommen (endotherme Reaktion), die für energieverbrauchende Reaktionen verfügbar ist.

Auch bei Pflanzen atmen alle lebenden Zellen bei Tage und in der Nacht.

Die Atmung ist ein Oxydationsvorgang, der schrittweise in den Mitochondrien verläuft. Organische körpereigene Stoffe werden unter Sauerstoffverbrauch stufenweise vollständig zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut.

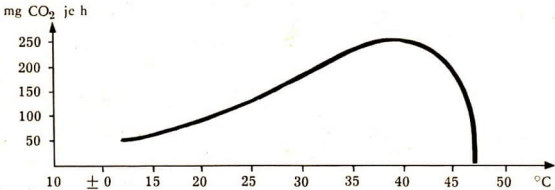
Der Abbau wird durch Enzyme ermöglicht. Er verläuft in zwei Phasen.

Durch enzymatische Abspaltung entstehen Kohlendioxid und Wasserstoff. Dabei wird nur relativ wenig Energie frei. Die Hauptmenge der Energie wird bei der Oxydation des Wasserstoffs zu Wasser freigesetzt. Die freiwerdende Energie wird sofort gebunden (ADP/ATP-Reaktion).

In lebenden Zellen sind alle energieumsetzenden Vorgänge mit der ADP/ATP-Reaktion verknüpft. Sie spielt im Stoffwechselgeschehen eine entscheidende Rolle und ist ein charakteristisches Merkmal aller Lebewesen.



Abhängigkeit der alkoholischen Gärung von der Temperatur (Bierhefe)



Energiefreisetzung durch Gärung. Vorgänge bei der Gärung führen wie Atmungsvorgänge zur Freisetzung von Energie aus organischen Stoffen und schließlich zur Bildung von ATP. Sie dienen ebenfalls der Energieversorgung der Zellen.

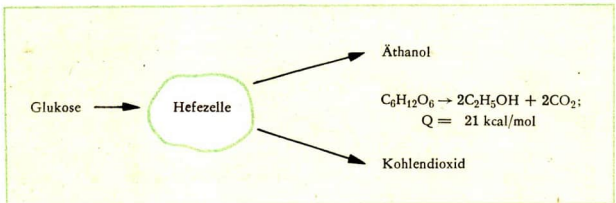
Da die freiwerdende Energiemenge relativ gering ist, müssen Organismen, die auf diesem Wege ihren Energiebedarf decken, wesentlich größere Stoffmengen umsetzen als atmende Lebewesen.

Die benötigten Ausgangsstoffe werden als Nahrung aus der Umgebung aufgenommen. Für einige Gärungen ist Sauerstoff erforderlich (z. B. Äthansäuregärung). Bei anderen wird kein Sauerstoff benötigt (z. B. Milchsäuregärung, alkoholische Gärung).

In der Natur kommen verschiedene Gärungen vor, sie werden nach dem jeweiligen Reaktionsprodukt benannt.

Alkoholische Gärung: Sie ist vor allem bei Hefepilzen verbreitet. Als Ausgangsstoff dient Zucker (z. B. Glukose), der über Zwischenstufen zu Äthanol (Alkohol) und Kohlendioxid vergoren wird. Aus 1 mol Zucker werden dabei 21 kcal Energie freigesetzt. Der Vorgang verläuft ohne Sauerstoffverbrauch.

Der Abbau des Zuckers in den Hefezellen wird durch verschiedene Enzyme bewirkt. Äthanol entsteht dabei als Abfallprodukt und hemmt in höheren Konzentrationen (über 15 Prozent) die Entwicklung der Hefepilze und damit die alkoholische





Gärung. Von Bedeutung für die Hefezellen ist nur die freigesetzte Energie. Wirtschaftlich genutzt wird die alkoholische Gärung bei der Wein- und Bierherstellung.

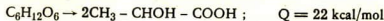
Bei der *Weinherstellung* ist der Zucker der Weinbeeren oder anderer Früchte der Ausgangsstoff. Er wird entweder durch Wildhefen, die die Beeren besiedeln, oder durch Kulturhefen vergoren.

Die Speicherstärke der Gerstenkörner bildet den Ausgangsstoff für die *Bierbrauerei*. Stärke kann aber nicht direkt vergoren werden. Es muß zunächst eine Spaltung in Zuckermoleküle erfolgen. Das geschieht durch Enzyme beim Ankeimen der Körner. Der dabei gebildete Malzzucker wird dann durch zugefügte Hefepilze enzymatisch in Glukose gespalten und diese über Zwischenstufen zu Äthanol und Kohlendioxid abgebaut.

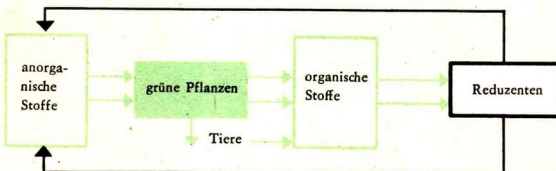
In der *Bäckerei* dienen Gärungsvorgänge (Bäckerhefe) zum Lockern von Teig. Die Lockerung erfolgt durch das bei der Gärung gebildete Kohlendioxid.

Milchsäuregärung: Milchsäuregärung kommt bei verschiedenen Bakterien vor; sie findet aber auch in tierischen Zellen (z. B. Muskelzellen) statt und verläuft ohne Sauerstoffverbrauch. Hier ist ebenfalls Zucker (z. B. Glukose) Ausgangsstoff, der durch Enzyme zu Milchsäure abgebaut wird. Die Milchsäuregärung wird vom Menschen von alters her vielfältig genutzt. So dient beispielsweise die keimtötende Wirkung der Milchsäure dazu, um Milch, Gemüse und Grünfutter zu konservieren. Auf Gärungen basiert auch die Käsebereitung sowie die Produktion von Joghurt.

Glukose $\longrightarrow$ Bakterienzelle $\longrightarrow$ Milchsäure



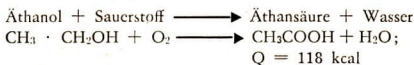
Rolle der Reduzenten in der Natur





15

Äthansäuregärung: Eine weitere wirtschaftlich bedeutsame Gärung ist die Äthansäuregärung (Essigherstellung). Sie kommt durch Essigsäurebakterien zustande und verläuft nur unter Mitwirkung von Sauerstoff. Vergoren wird Äthanol. Es entsteht Äthansäure (Essigsäure), die zur Herstellung von Speiseessig genutzt wird.



Fäulnis und Verwesung: Bei Sauerstoffmangel werden Eiweiße zu übelriechenden und teilweise giftigen anorganischen Stoffen wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak abgebaut (Fäulnis). Bei Sauerstoffanwesenheit dagegen tritt Verwesung ein. Dabei werden Kohlendioxid, Wasser und andere anorganische Stoffe gebildet. Die Erreger

Übersicht über wichtige Gärungsvorgänge

Art der Gärung	Vorkommen	Verhalten gegenüber Sauerstoff	Ausgangsstoff	Gärprodukt	Bedeutung und wirtschaftliche Nutzung
alkoholische Gärung	Hefepilze	verläuft ohne Sauerstoff	Traubenzucker, Malzzucker	Äthanol (Alkohol), Kohlendioxid	Wein- und Bierbereitung
Milchsäuregärung	Bakterien, Muskelzellen	verläuft ohne Sauerstoff	Traubenzucker, Fruchtzucker, Malzzucker, Milchzucker	Milchsäure	Konservierung von Milch, Gemüse, Grünfutter, Herstellung von Milchprodukten
Essigsäuregärung	Bakterien	verläuft nur bei Sauerstoffanwesenheit	Äthanol	Äthansäure (Essigsäure)	Herstellung von Speiseessig
Fäulnis	Bakterien	verläuft bei Sauerstoffabwesenheit	Eiweiß	Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Kohlendioxid u. a.	Zersetzung von Tier- und Pflanzenresten, Humusbildung
Verwesung	Bakterien, Pilze	verläuft nur bei Sauerstoffanwesenheit	Eiweiß	Kohlendioxid, Wasser u. a.	Reduzenten



dieser Vorgänge sind Bakterien und Pilze. Sie verwerten vor allem organische Stoffe, die als Abfallprodukte entstehen oder nach dem Absterben der Lebewesen übrigbleiben. Schrittweise entstehen wieder anorganische Stoffe, die den grünen Pflanzen als Grundlage der Ernährung dienen.

Da diese Bakterien und Pilze die von grünen Pflanzen produzierten organischen Stoffe wieder abbauen, werden sie Reduzenten genannt. Sie besitzen große Bedeutung beim Stoffkreislauf in der Natur.

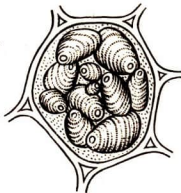
Transport und Speicherung von Assimilaten

Transport. Bei höheren Pflanzen erfolgt der Aufbau wichtiger körpereigener Stoffe in bestimmten Teilen der Pflanze. Glukose beispielsweise wird hauptsächlich in den

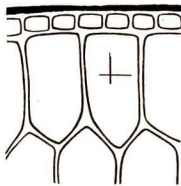
Speicherzellen



Speicherzelle
der Bohne



Speicherzelle
der Kartoffelknolle



Wasserspeicherzellen
bei Aloe

Umwandlung hochmolekularer Assimilate in niedermolekulare Stoffe

Stärke	Enzyme	Maltose, Glukose
Fette	Enzyme	Karbonsäuren und Glycerin
Eiweiße	Enzyme	Aminosäuren
hochmolekular		niedermolekular



Blättern gebildet. Mit den gebildeten Stoffen müssen auch alle übrigen Teile (z. B. die Wurzel) der Pflanzen versorgt werden. Stofftransporte sind auch zu den Speicherorten wie Samen, Zwiebeln und Knollen erforderlich.

Innerhalb der Zellen sind ebenfalls dauernd Transportvorgänge notwendig. Beispielsweise müssen die Mitochondrien ständig mit organischen Stoffen versorgt werden.

Demzufolge ist die Aufrechterhaltung der normalen Lebensfunktionen im einzelligen und auch im mehrzelligen Organismus mit einer fortwährenden Stoffbewegung verbunden.

Es können nur solche Stoffe transportiert werden, die wasserlöslich sind. Stärke, Fette und Eiweiße sind entweder schwer oder nicht in Wasser löslich. Sie müssen deshalb erst in leichter wasserlösliche (niedermolekulare) Verbindungen umgewandelt werden. Diese Umwandlung in niedermolekulare Verbindungen wird durch Enzyme bewirkt.

Produktion wichtiger Pflanzenstoffe Stand: 1968 (* = 1960)			
Pflanzenart	verwendete Teile	Produktion in Millionen t	
		Welt	DDR
Baumwolle	Samenhaare (Wolle)	10,4	
Lein	Stengel		0,039175
Kautschukbaum	Milchsaft	1,9	
Winter-Raps	Samen		0,263457
Sojabohne	Samen	25,0*	0,002867
Erdnuß	Samen	14,0*	
Kokospalme	Samen	3,3*	
Ölpalme	Frucht, Samen	0,99*	
Weizen	Körner	297,3	2,1
Roggen	Körner	31,4	1,9
Reis	Körner	278,5	
Kartoffel	Knollen	293,0	21,8
Zuckerrübe	Rübe	211,6	6,9
Zuckerrohr	Stengel	514,7	



Innerhalb der Zellen erfolgt der Transport vor allem durch Diffusion. Die Diffusionsgeschwindigkeit ist jedoch sehr gering. Für die Überwindung weiter Strecken reicht sie daher nicht aus. Bei höheren Pflanzen sind für den Ferntransport Leitgewebe herausgebildet (s. S. 44).

Speicherung. Die Assimilate werden nicht immer sofort verbraucht, teilweise werden sie gespeichert.

Grundsätzlich kann die Speicherung in allen Zellen erfolgen. Bei höheren Pflanzen erfolgt sie aber vorwiegend in besonderen Speichergeweben oder Speicherorganen.

Speichergewebe für gelöste Stoffe besteht meist aus relativ großen, zartwandigen Zellen. Ist der Reservestoff Fett oder Stärke, so sind die Zellen in der Regel kleiner. Pflanzen, die ungünstige Jahreszeiten überdauern, bilden besondere Speicherorgane aus.

Der Anteil an Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen sowie anderen organischen Stoffen in den Speicherorganen ist sehr unterschiedlich.

1

2

Für die Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen ist in der Pflanze ein ständiger Stofftransport erforderlich.

Es können nur leicht wasserlösliche Stoffe transportiert werden. Hochmolekulare Stoffe werden deshalb in niedermolekulare umgewandelt.

Innerhalb der Zellen wird der Transport durch Diffusion bewirkt. Der Ferntransport erfolgt hauptsächlich in den Siebröhren der Leitbündel.

Stoffspeicherung ist in allen lebenden Zellen möglich. Bei höheren Pflanzen sind meist spezielle Speichergewebe vorhanden. Bei manchen Pflanzen haben sich außerdem besondere Speicherorgane herausgebildet (z. B. Knollen, Zwiebeln, Rhizome).

Übersicht über den Stoff- und Energiewechsel

Stoff- und Energiewechsel bei autotrophen und bei heterotrophen Zellen. Alle lebenden Zellen sind durch einen fortwährenden *Stoff- und Energiewechsel* gekennzeichnet. Merkmale des Stoffwechsels sind die Aufnahme von körperfremden Stoffen und Energie aus der Umwelt, ständige Stoff- und Energieumwandlungen in den Zellen sowie der Transport und die Ausscheidung von Stoffen.

Sowohl bei heterotrophen als auch bei autotrophen Zellen und Organismen lassen sich zwei entgegengesetzt wirkende Grundprozesse unterscheiden: der Aufbau zell-eigener Stoffe durch Assimilation unter Energieverbrauch und der Abbau körpereigener organischer Stoffe durch Dissimilation unter Energiefreisetzung.

Assimilation und Dissimilation bilden zusammen den Stoff- und Energiewechsel. Sie sind entgegengesetzt wirkende, einander bedingende Prozesse.

1

2

3



Atmungsintensität verschiedener Teile von Winterrüben –
Sauerstoffverbrauch je 1 min berechnet auf 1 g Trockensubstanz

Samen trocken	2 bis 4 mm ³ Sauerstoff
Samen gequollen	35,1 mm ³ Sauerstoff
Keimblätter	40,2 mm ³ Sauerstoff
Keimwurzel	77,3 mm ³ Sauerstoff

4 Trotz der Mannigfaltigkeit der lebenden Natur stimmen die grundlegenden Stoff- und Energiewechselvorgänge aller Organismen weitgehend überein. Sowohl in autotrophen als auch in heterotrophen Zellen und Organismen beruhen diese Prozesse auf einer ununterbrochenen Folge chemischer Reaktionen und physikalischer Vorgänge.

5 Typisch für den Ablauf der Lebensvorgänge in den Zellen ist, daß sie aus einer Kette von Reaktionen bestehen und schrittweise ablaufen. Die Abfolge wird durch räumliche Trennung unterschiedlicher Reaktionen und durch Enzyme erreicht.

6 Alle Stoffwechselvorgänge in den Zellen sind mit Energieumwandlungen verbunden. Das Gesetz von der Erhaltung und Umwandlung der Energie gilt dabei ebenso wie für das Geschehen in der nichtlebenden Natur. Für die Aufrechterhaltung des Lebens muß in den Zellen ständig Energie zur Verfügung stehen. Die Energiewechselprozesse in den lebenden Zellen sind mit der ADP/ATP-Reaktion verknüpft. Bei energieliefernden Vorgängen wird die freigesetzte Energie sofort gebunden, indem aus ADP durch Anlagerung eines Phosphatrestes ATP gebildet wird. Bei energieverbrauchenden Vorgängen wird dem ATP Energie entnommen, wobei wieder ADP entsteht. Die ADP/ATP-Reaktion hat demnach für den Stoff- und Energiewechsel zentrale Bedeutung.

7 Prinzipiell gleich sind bei allen Organismen die Reaktionen, die zur Energieversorgung der Zellen führen (Dissimilation). Sowohl bei Pflanzen als auch bei Tieren und dem Menschen wird die für den Ablauf der Lebensvorgänge benötigte Energie aus energiereichen körpereigenen Stoffen freigesetzt (Atmung, Gärung).

Unterschiede bestehen nur bei der Aufnahme der Energie. Grüne Pflanzen nehmen energiearme anorganische Stoffe auf und verwerten die Lichtenergie, die sie in chemische Energie umwandeln (Photosynthese). Heterotroph lebende Organismen nehmen die Energie mit der energiereichen organischen Nahrung auf.

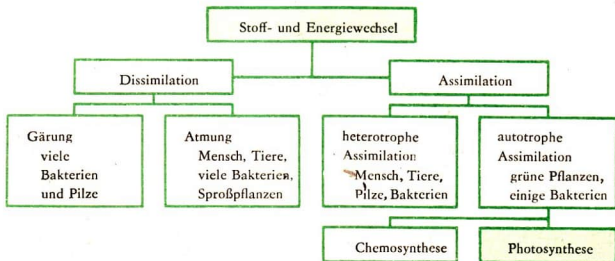
Zusammenwirken der Stoff- und Energiewechselvorgänge. Die einzelnen Stoff- und Energiewechselvorgänge sind vielseitig miteinander verknüpft und voneinander abhängig. Störungen eines Vorganges können demzufolge weitreichende Wirkungen auf andere Prozesse haben.

Besonders eng sind Assimilation und Dissimilation verbunden. Beide entgegengesetzt wirkende Vorgänge sind direkt voneinander abhängig. Nur wenn beide normal verlaufen, kann das Leben aufrechterhalten werden.



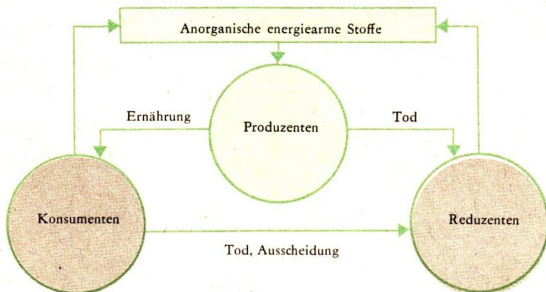
Übersicht über die Stoff- und Energieaufnahme sowie -abgabe bei autotrophen und heterotrophen Organismen

	Grüne Pflanzen	Viele Bakterien, Pilze	Mensch, Tiere
Aus der Umwelt aufgenommene körperfremde Stoffe	energiearme, anorganische Nährstoffe (Kohlendioxid, Wasser, Nährsalze) Sauerstoff	energiereiche, organische Nährstoffe (Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße u. a.) Sauerstoff	energiereiche, organische Nährstoffe (Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße u. a.) Sauerstoff
durch Assimilation gebildete Stoffe	energiereiche, körpereigene organische Stoffe	energiereiche, körpereigene organische Stoffe	energiereiche, körpereigene organische Stoffe
an die Umwelt abgegebene Stoffe	Sauerstoff Kohlendioxid Wasser	Kohlendioxid Gärungsprodukte bei Bakterien und Hefepilzen Wasser	Kohlendioxid nicht abgebaute organische Verbindungen (Kot) Wasser (Schweiß und Harn)
aus der Umwelt aufgenommene Energie	Energie des Lichtes	In Nährstoffen enthaltene chemische Energie	In Nährstoffen enthaltene chemische Energie
an die Umwelt abgegebene Energie	Wärmeenergie	Wärmeenergie chemische Energie	Wärmeenergie chemische Energie

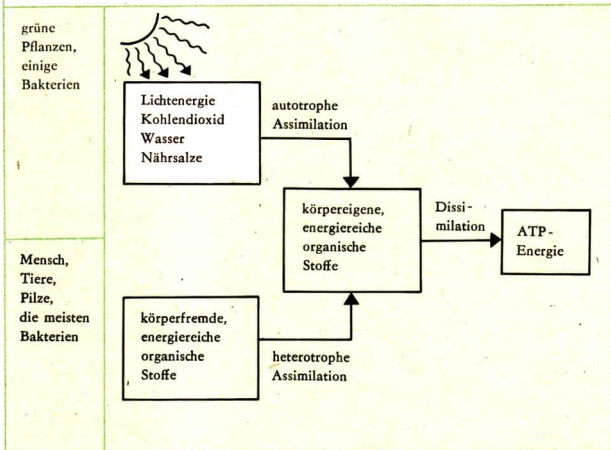




Beziehungen zwischen Produzenten, Konsumenten und Reduzenten



Deckung des Energiebedarfs bei Mensch, Tier und Pflanze





Beziehungen zwischen Organismengruppen sowie zwischen der lebenden und nicht-lebenden Natur. Die Photosynthese der grünen Pflanzen erweist sich als der Lebensprozeß, von dem sie selbst und alle übrigen Organismen direkt oder indirekt abhängig sind. Sie sichert die Erhaltung des Lebens auf der Erde.

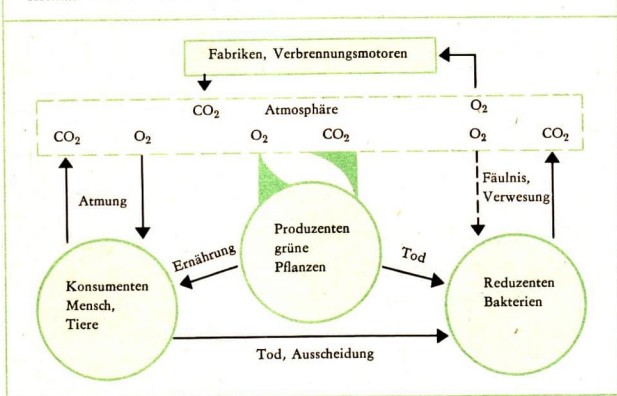
Die Lebewesen ernähren sich auf unterschiedliche Weise. Daraus ergeben sich verschiedene Beziehungen zwischen den Organismengruppen. So vermitteln verschiedene Organismengruppen eine fortwährende Umwandlung der Stoffe. Gegensätzlich wirken hierbei die Produzenten und Reduzenten. Dadurch wird als Voraussetzung für die Erhaltung des Lebens ein Gleichgewicht der Stoffe erreicht.

Lebewesen können nur existieren, wenn sie Stoffe und Energie aus der nichtlebenden Natur aufnehmen. Physikalische Vorgänge und chemische Reaktionen bilden die Grundlage der Lebensvorgänge. Lebende und nichtlebende Natur bestehen aus den gleichen Elementen. Sie haben eine einheitliche materielle Grundlage.

Leben ist durch Besonderheiten deutlich von der nichtlebenden Natur abgegrenzt (z. B. die durch Enzyme vermittelte geordnete Abfolge der Reaktionen beim Stoff- und Energiewechsel, Reizbarkeit und Fortpflanzung).

Der Mensch ist Teil der lebenden Natur. Er gewinnt fast seine gesamte Nahrung von Pflanzen und Tieren. Lebewesen bilden einen Teil seiner natürlichen Umwelt. Es ist deshalb für den Menschen von großer Bedeutung, die biologischen Gesetzmäßigkeiten voll zu erkennen, um sie bei der Nahrungsproduktion, der Erhaltung der natürlichen Bedingungen und der planmäßigen Gestaltung der Umwelt zu seinem Wohle auszunutzen.

Kreislauf des Sauerstoffes und Kohlenstoffes





Reizbarkeit und Bewegungen der Pflanzen

Reizbarkeit als Kennzeichen des Lebens

Pflanzen können wie Tiere und Menschen Reize aus ihrer Umwelt aufnehmen und darauf reagieren. Reizbarkeit ist ein Merkmal aller Lebewesen. Sie ist an das Zellplasma gebunden und deshalb allen lebenden Zellen, Geweben, Organen und Organismen eigen. Reizbarkeit ist eine Voraussetzung für die Orientierung, die Nahrungsaufnahme und die Fortpflanzung und damit für die Erhaltung des Lebens.

Reize aus der Umwelt wirken auf alle Lebewesen ein. Als Reaktionen können beispielsweise unterschiedliche Bewegungen erfolgen.

①

Augentierchen bewegen sich zum Licht, Pantoffeltierchen weichen vor bestimmten Stoffen zurück. Pflanzliche und tierische Einzeller zeigen prinzipiell gleiche Reaktionen; sie bewegen sich entweder zur Reizquelle hin oder von ihr weg. Viele Einzeller können sich mit Hilfe von Geißeln frei im Wasser bewegen. Auch Geschlechtszellen von Pflanzen (z. B. Farnpflanzen) und Tieren führen mit Geißeln freie Ortsbewegungen aus. Sie reagieren auf chemische Reize der weiblichen Geschlechtsorgane.

Bei mehrzelligen Tieren sind zur Reizaufnahme und Reizbeantwortung spezielle Organe oder Organsysteme (Sinnesorgane, Nervensysteme) ausgebildet. Durch das Zusammenwirken der Sinnesorgane, der Nerven- und Bewegungssysteme können Tiere auf Reize aus der Umwelt mit schnellen Bewegungen reagieren, sie führen meist freie Ortsbewegungen aus.

Die höheren Pflanzen sind standortgebunden. Sie reagieren auf Reize aus der Umwelt mit Bewegungen einzelner Organe oder Organteile. Ihre Bewegungen kommen durch Wachstum oder Turgoränderungen zustande, sie besitzen kein Nervengewebe und kein Bewegungsgewebe. Bewegungen höherer Pflanzen sind nicht so auffällig, weil sie langsamer als bei Tieren erfolgen und oft nur geringe Veränderungen gegenüber der Ausgangsstellung zeigen.

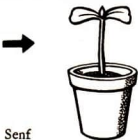
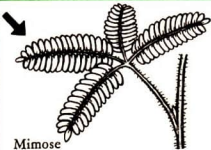
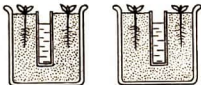
Reaktionen der Pflanzen auf Reize

②

Lichtreize. Werden Sproßpflanzen gleichmäßig belichtet, so wächst ihre Sproßachse senkrecht. Bei einseitiger Belichtung entsteht eine Krümmung zum Licht. Dieser Vorgang heißt *Lichtwendigkeit* (*Phototropismus*). Er ist besonders bei Keimpflanzen (z. B. Hafer) untersucht worden.

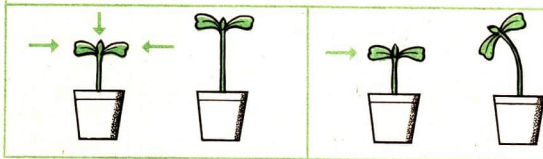
Die äußerste Sproßspitze enthält ein Pigment, das in der Lage ist, Lichtreize aufzunehmen. Die Zone der größten Krümmung liegt unterhalb der Zone der Reizaufnahme. Es muß also eine Leitung des Reizes zu tiefer liegenden Sproßteilen erfolgen.



Reaktionen von Pflanzen auf verschiedene Reize		
Reizarten	Pflanze vor Reizeinwirkung	Reaktionen
Lichtreiz	 Senf	
mechanischer Reiz	 Mimose	
chemischer Reiz		Chlorid- lösung  Phosphat- lösung 
Schwerereiz der Erde		
Wärmereiz	 Krokus	



Reaktionen von Senfkeimlingen auf Lichtreize



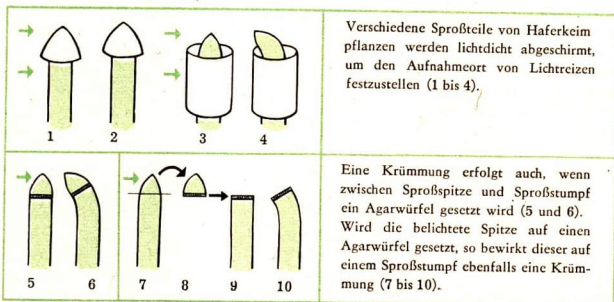
Wird beispielsweise von Keimpflanzen des Hafers die lichtempfindliche Spitze abgeschnitten und mit einem Agarwürfel wieder aufgesetzt, so erfolgt ebenfalls eine Krümmung der Pflanze.

Die Krümmung erfolgt auch dann, wenn auf den Sproßstumpf ein Agarwürfel aufgesetzt wird, der Wuchsstoff enthält (s. Abb. S. 72 unten).

Die Reizleitung muß demnach durch chemische Reaktionen bedingt sein. Durch Versuche wurde nachgewiesen, daß einseitig auf die Sproßspitze wirkende Lichtreize die Wuchsstoffverteilung beeinflussen. Wuchsstoffe werden in der Sproßspitze gebildet und von da im Sproß abwärts geleitet.

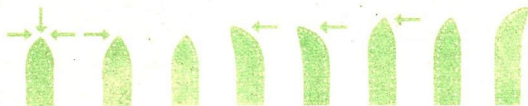
Auf der unbelichteten Seite der Sproßachse wird mehr Wuchsstoff geleitet. Sie wächst dadurch schneller als die belichtete Seite. Es entsteht eine Krümmung der Sproßachse zum Licht. Durch die Lichtwendigkeit ist eine intensive Nutzung der Lichtquelle möglich.

③ **Schwerereiz und mechanische Reize.** Die Schwerkraft der Erde wirkt auch auf die Pflanzen ein. Die Hauptwurzeln wachsen in Richtung auf den Erdmittelpunkt (*Erdwendigkeit*), die Sproßachse wächst entgegengesetzt. Auffällig wird diese Erscheinung jedoch erst, wenn die Lage der Pflanzen verändert wird. In der veränderten Lage

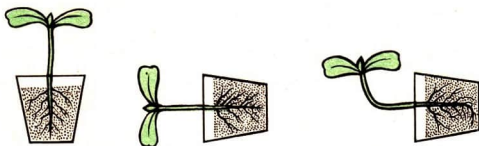




Einseitige Belichtung beeinflusst die Wuchsstoffverteilung in der Sproßachse (z. B. Hafer)



Wirkung der Schwerkraft auf Senfkeimlinge



wirkt der Druck von Zellinhaltsbestandteilen auf andere Teile des Zellplasmas als in der üblichen Lage. Diese Veränderung der Druckwirkung beeinflusst die Wachstumsverteilung in der Pflanze. Durch ungleiches Wachstum entsteht eine Krümmung. Diese Wachstumsbewegung führt aus der Reizlage in die Normallage (die Hauptwurzel wächst wieder in Richtung auf den Erdmittelpunkt und die Sproßachse entgegengesetzt).

Pflanzen reagieren außer auf Licht- und Schwerereize auch auf Berührungsreize (mechanische Reize). Berühren beispielsweise die Ranken der Garten-Erbse einen festen Körper, so krümmt sich die Rankenspitze. Diese Krümmung entsteht durch das verstärkte Wachstum an der der Berührungsstelle gegenüberliegenden Seite. Da sich dieser Vorgang ständig wiederholt, rollt sich die Ranke schraubenfederartig auf.

Neben den langsam verlaufenden Wachstumsbewegungen gibt es auch schneller verlaufende Bewegungen. Sie kommen durch plötzliche Turgorveränderungen in bestimmten Pflanzenteilen zustande. Die Öffnungs- und Schließbewegungen der Spaltöffnungen (s. S. 38) sind beispielsweise relativ schnell ablaufende Turgorbewegungen.

★ Die *Quellungs- und Entquellungsbewegungen* bei Pflanzen laufen unabhängig von Reizvorgängen ab. Werden beispielsweise trockene Kiefernzapfen feucht, so schließen sie sich. In trockener Luft dagegen öffnen sie sich weit. Diese Bewegung entsteht durch unterschiedliche Quellbarkeit verschiedener Zellschichten und beruht auf physikalischen Vorgängen, die nicht an das Plasma gebunden sind. ★



Fortpflanzung, Wachstum und Individualentwicklung

Die Fortpflanzung

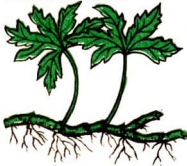
Die Fortpflanzung ist ein Merkmal aller Lebewesen. Sie bildet eine Voraussetzung für die Erhaltung der einzelnen Tier- und Pflanzenarten. Bei der Fortpflanzung werden die Merkmale der Art (Stoffwechsel, Gestalt) auf die Nachkommen übertragen.

Lebewesen können sich *geschlechtlich* und *ungeschlechtlich* fortpflanzen.

Bei der *ungeschlechtlichen Fortpflanzung* entstehen die Nachkommen aus Teilen eines elterlichen Organismus (z. B. Wurzelteile). Eltern und Nachkommen besitzen gleiche Merkmale.

Bei der *geschlechtlichen Fortpflanzung* verschmelzen männliche und weibliche Geschlechtszellen zu einer befruchteten Eizelle. Die Nachkommen können Merkmale beider Eltern zeigen.

Busch-Windröschen



Wurzelstock

Kartoffel



Sproßknollen

Küchenzwiebel



Zwiebel

Erdbeere



Ausläufer

Stachelbeere



Absenker

Wurzelsprosse



Ungeschlechtliche Fortpflanzung

Im Unterschied zu den Tieren ist bei den Pflanzen die ungeschlechtliche Fortpflanzung weit verbreitet. Samenpflanzen besitzen während des ganzen Lebens teilungsfähige Zellen. Dadurch können sie ständig wachsen und neue Pflanzenteile bilden.

In der Land- und Forstwirtschaft und im Gartenbau wird in vielen Fällen die Fähigkeit zur ungeschlechtlichen Fortpflanzung der Samenpflanzen zu ihrer Vermehrung genutzt. Dadurch werden Pflanzen mit gleichen Merkmalen gewonnen. Vielfach werden von den Pflanzen zur ungeschlechtlichen Fortpflanzung besondere Bildungen der Wurzeln, der Sproßachse oder der Blätter hervorgebracht, die zugleich als Nährstoffspeicher dienen können.

1

2

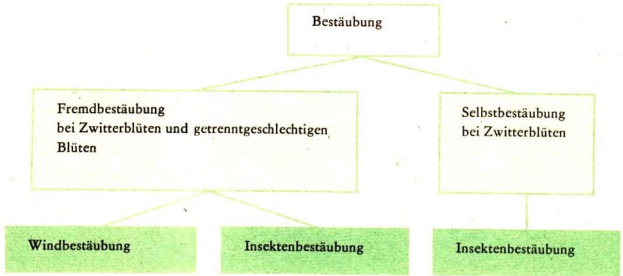
Pflanzenteil	Herkunft	Besondere Merkmale
Ausläufer	Sproßachse	Seitensprosse haben in Abständen Knospen. Die Knospen wachsen zu neuen Pflanzen aus
Sproßknolle	Sproßachse	Sprosse verdicken sich, speichern Nährstoffe, nur begrenztes Wachstum
Wurzelstock	Sproßachse	Verdickte Erdsprosse mit kurzen Zwischenknotenstücken, unbegrenztes Wachstum
Zwiebel	Blätter	Sproßachse stark verkürzt (Zwiebelkuchen), verdickte fleischige Schuppenblätter mit Speicherfunktion

Geschlechtliche Fortpflanzung

Wie bei den Tieren verschmelzen auch bei den Pflanzen männliche und weibliche Geschlechtszellen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung. Die befruchtete Eizelle entwickelt sich zum neuen Organismus. Bei den einzelnen Pflanzensippen gibt es viele Unterschiede im Bau der Fortpflanzungsorgane und in den Möglichkeiten der Übertragung der Geschlechtszellen.

★ Bei vielen im Wasser lebenden Algen schwimmen die männlichen Geschlechtszellen zu den Eizellen und befruchten sie. Eine solche unmittelbar vom Wasser abhängige Form der Übertragung ist bei landlebenden Pflanzen nur bei den Moosen und Farnen zu finden.

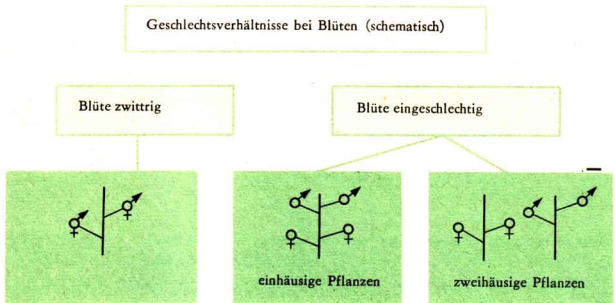
Das Polster der Moose speichert sehr viel Wasser. Die männlichen Geschlechtszellen schwimmen in Wassertropfen, die sich zwischen den Moosblättchen befinden, zu den Eizellen und befruchten sie. Aus der befruchteten Eizelle wächst eine Sporenkapsel. Die zahlreichen Sporen der Kapsel werden durch den Wind verbreitet und wachsen zu Moospflanzen aus.

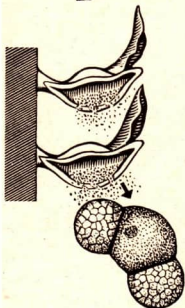
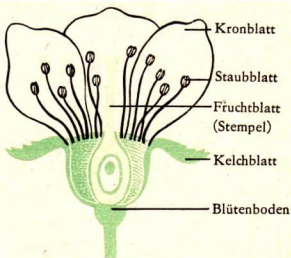


Aus den Sporen der Farne entwickeln sich auf feuchter Erde kleine Vorkeime. Auf der Unterseite eines Vorkeimes werden männliche und weibliche Geschlechtszellen gebildet. In Wassertropfen, die am Vorkeim haften, schwimmen die männlichen Geschlechtszellen zu den Eizellen und befruchten sie. Aus der befruchteten Eizelle wächst eine neue Farnpflanze, die an ihren Wedeln Sporen ausbildet. *

Samenpflanzen bilden als Fortpflanzungsorgane *Blüten* aus. Gestalt und Geschlechtsverhältnisse der Blüten können sehr vielfältig sein. In den Blüten werden *Staubblätter* und *Fruchtblätter mit Samenanlagen* gebildet. Samenanlagen mit den Eizellen liegen bei den Nacktsamern frei auf dem Fruchtblatt. Bei den Bedecktsamern sind die Samenanlagen mit den Eizellen vom Fruchtblatt eingeschlossen. Die Pollenkörner der Staubblätter bilden die männlichen Geschlechtszellen aus.

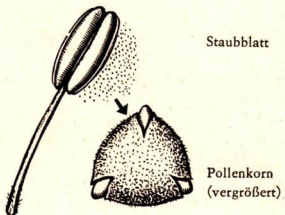
Die *Pollenkörner* werden durch Tiere oder durch den Wind auf die Narbe übertragen, dort keimen sie aus. Der Pollenschlauch dringt durch den Griffel zur Eizelle





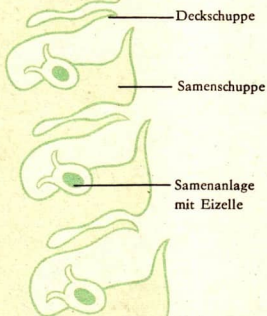
Staubblatt

Pollenkorn
(vergrößert)

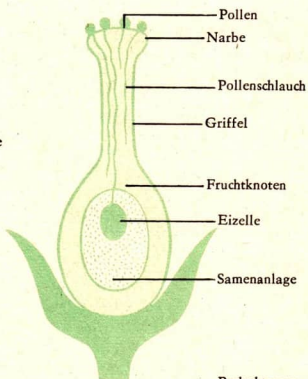


Staubblatt

Pollenkorn
(vergrößert)



Nacktsamer



Bedecktsamer

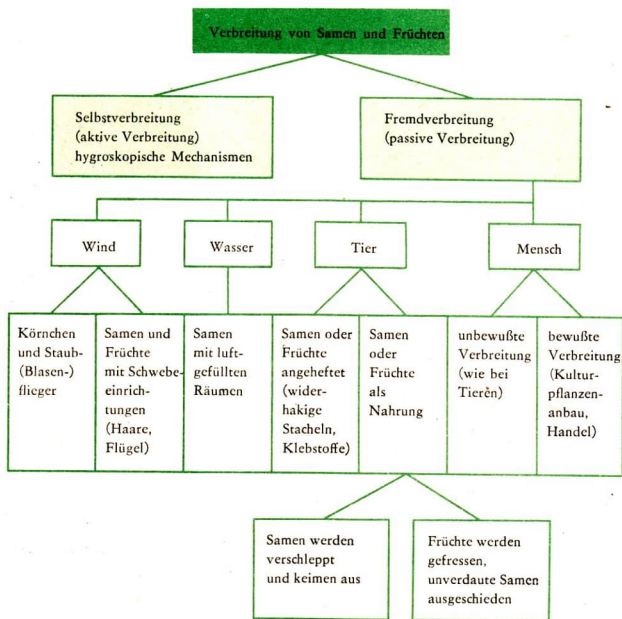


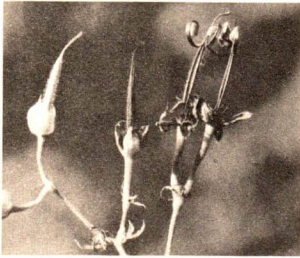
vor. Im wachsenden Pollenschlauch entstehen durch Zellteilung die männlichen Geschlechtszellen mit dem Zellkern. Der Zellkern einer männlichen Geschlechtszelle verschmilzt mit dem Zellkern der Eizelle (Befruchtung).

Aus der *Samenanlage* mit der befruchteten Eizelle entwickelt sich der *Samen*. Die befruchtete Eizelle entwickelt sich zum Keimling. Der Keimling besteht aus Keimwurzel, Keimspieß und Keimblättern. Innere Teile der Samenanlage speichern Reservestoffe für die Entwicklung des Keimlings. Äußere Teile der Samenanlage entwickeln sich zur festen Samenschale.

5

Bei bedecktsamigen Pflanzen erfolgt neben der Samenbildung die *Fruchtbildung*. Die Frucht kann fleischig oder trocken und fest sein. Sie kann Verbreitungseinrichtungen besitzen (z. B. Flugeinrichtungen). Die Fruchtwand kann sich öffnen und die Samen freigeben (Streufrucht) oder mit den Samen verbreitet werden (Schließfrucht). Samen und Früchte sind durch ihren Bau der Verbreitungsart angepasst.

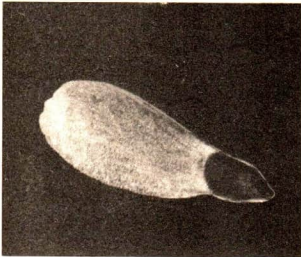




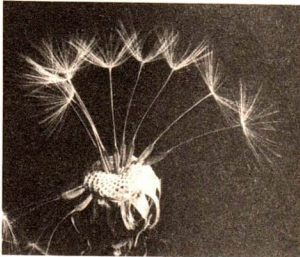
Schleudermechanismus (Reiherschnabel)



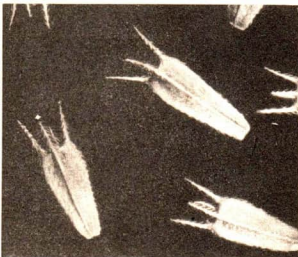
Streufrüchte (Goldregen)



Flugsamen (Fichte, 3fach vergrößert)



Flugfrüchte (Kuhblume, 1,5fach vergrößert)



Klettfrüchte (Zweizahn, 3fach vergrößert)
Samenverbreitung bei Pflanzen



Tierverbreitung unverdaulicher Samen (Eibe)

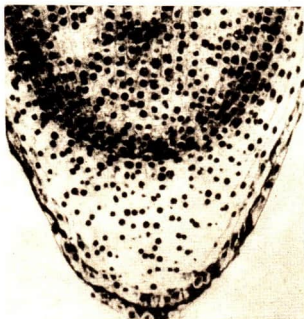


Wachstum und Individualentwicklung

Wachstum und Entwicklung sind ebenfalls Merkmale des Lebens. Das Wachstum führt zu einer bleibenden Zunahme an Substanz und Volumen. Dieser Prozeß ist an lebendes Protoplasma gebunden. Wachstumsvorgänge sind Voraussetzung für den Ablauf der Individualentwicklung. Wachstums- und Entwicklungsvorgänge sind nicht umkehrbar und lassen sich zeitlich schwer gegeneinander abgrenzen.

Wachstum

In den Pflanzenzellen findet wie in den Tierzellen die Synthese von Eiweißen statt, die den wesentlichsten Bestandteil des lebenden Protoplasmas bilden. Ausgangsstoffe sind die bei der Photosynthese gebildeten Kohlenhydrate und andere Stoffe (z. B. Stickstoff). Für den Ablauf der Synthese ist die Zufuhr von Energie notwendig, die von den bei der Atmung gebildeten energiereichen Verbindungen geliefert wird. Außerdem sind Enzyme an allen Synthesen beteiligt. Die Eiweißsynthese in den Zellen führt zum *Plasmawachstum*. Im Unterschied zu den Tieren sind bei Pflanzen die



Wurzelspitze mit Wachstumszone
(Küchenzwiebel, 60fach vergrößert)

Tafel 1 Vertreter wichtiger Sippen des Pflanzenreiches

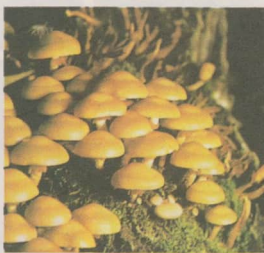
Von oben nach unten: links Streptokokken (Mikroaufnahme), Fliegenpilz, Adlerfarn, Clivia (Riesenblatt); rechts Blasentang, Waldbürstenmoos, Gemeine Fichte, Sauer-Kirsche

Tafel 2 Beispiele für verschiedene Ernährungsweisen

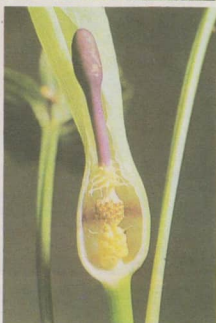
Von oben nach unten: links Mistel (Querschnitt), Gewöhnlicher Fichtenspargel, Rundblättriger Sonnentau ▼; rechts Laubholz-Mistel, Braunstieliges Stockschwämmchen, Becherflechte



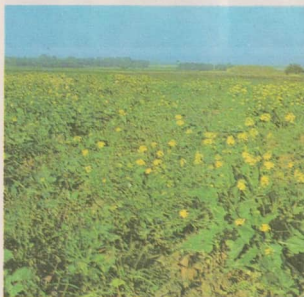
TAFEL 1



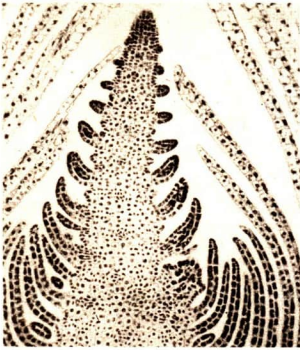
TAFEL 2



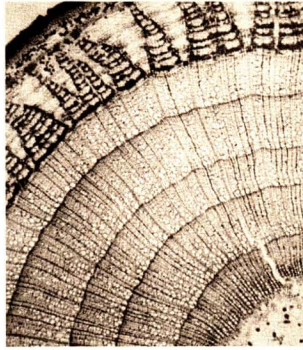
TAFEL 3



TAFEL 4



Wachstumszone an der Sproßspitze
(Wasserpest, 60fach vergrößert)



Periodisches Wachstum
(Jahresringe, Linde, 38fach vergrößert)

Wachstumsvorgänge auf die Bildungsgewebe beschränkt. Bildungsgewebe befinden sich vor allem an den Sproß- und Wurzelspitzen. Die ständige Synthese von neuer Plasmasubstanz in den Zellen der Bildungsgewebe ist die Voraussetzung für alle weiteren Wachstumsvorgänge.

Wachstum kann auch durch *Zellteilung* erfolgen. Im Bildungsgewebe läuft die Plasmasynthese häufig parallel mit Zellteilungen ab. Der eigentlichen Zellteilung geht eine Teilung des Zellkernes voraus. Die teilungsfähigen Zellen der Bildungsgewebe besitzen sehr zarte Zellwände. Das Protoplasma füllt den ganzen Zellraum aus. Der Zellkern ist verhältnismäßig groß. Plasmasynthese und Zellteilung führen zur Substanz- und Volumenzunahme der Pflanze und sind Voraussetzungen für die Bildung von Geweben und Organen der Pflanzen. Im Bildungsgewebe finden während des ganzen Lebens der Pflanze Zellteilungen statt. In den Zellen, die aus dem Bereich der Bildungsgewebe herausgerückt sind, laufen nur noch wenige Zellteilungen ab.

Tafel 3 Blütenbau und Bestäubungsverhältnisse

Von oben nach unten: links Frühlings-Knotenblume ▼, Saat-Roggen (blühend), Schwalbenschwanz ▼ auf Apfelblüten; rechts Mais, Gefleckter Aronstab ▼ (aufgeschnitten), Honigbiene auf Gemeiner Kuhlblume

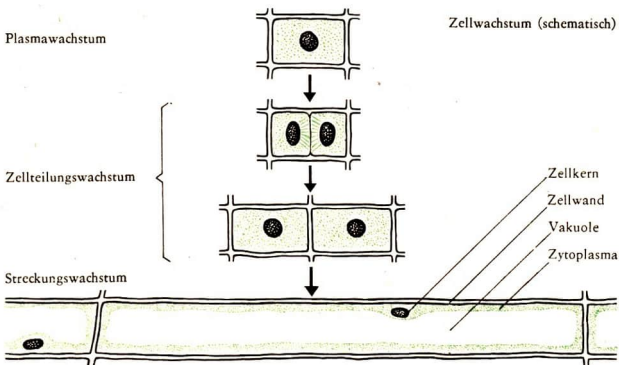
Tafel 4 Pflanzen mit bestimmten Ansprüchen an die Bodenreaktion

Von oben nach unten: links Gemeines Heidekraut, Grünliche Waldhyazinthe ▼, Acker-Senf; rechts Draht-Schmiele, Dreilappiges Leberblümchen ▼, Acker-Kratzdistel



Plasmawachstum

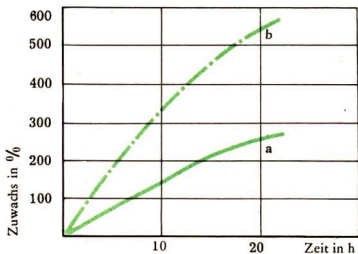
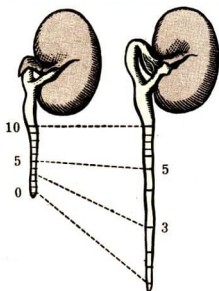
Zellwachstum (schematisch)



Werden Gewebezellen verletzt, die sich außerhalb des Bildungsgewebes befinden, so gewinnen sie ihre Teilungsfähigkeit wieder. Sie erzeugen Wundhormone, welche die Bildung neuer Zellen anregen. Experimentell wurde nachgewiesen, daß die Zellteilung durch Pflanzenhormone gesteuert wird. Dieses Erkenntnis wird im Gartenbau angewendet; Stecklinge von Zierpflanzen werden an der Schnittstelle mit einem Hormonpräparat behandelt. Die Zellen werden dadurch zur Teilung angeregt, die Bewurzelung wird gefördert.

Wachstumsverlauf bei einer Keimwurzel der Saubohne

- Wachstum des markierten Wurzelabschnittes (mm 0 bis 10)
- Wachstum der Streckungszone (mm 3 bis 5)





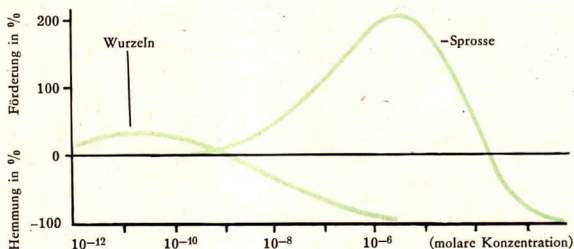
An das Plasma- und Zellteilungswachstum schließt sich eine Streckung der Zellen um das 20fache bis 50fache an. Das *Streckungswachstum*, das nur mit einer Volumenzunahme verbunden ist, läuft innerhalb weniger Stunden ab. Die Zelle nimmt dabei viel Wasser auf, und im Zellinneren bilden sich eine oder mehrere große Vakuolen. Die dehnbaren Zellwände strecken sich um ein vielfaches. Das Streckungswachstum erfolgt in der Streckungszone, die sich an das Bildungsgewebe anschließt. Diese Form des Zellwachstums kommt nur bei Pflanzen vor.

Das Streckungswachstum wird ebenfalls durch Pflanzenhormone gesteuert. Diese Hormone werden in den Pflanzen gebildet. Sie steuern verschiedene Vorgänge im pflanzlichen Organismus.

Auf das Streckungswachstum wirkt eine bestimmte Gruppe der Pflanzenhormone, die Wuchsstoffe.

Wachstum und Entwicklung der Pflanzen haben eine stoffliche Grundlage. Frühere Vorstellungen von einer „Lebenskraft“, die den Pflanzen innewohnt und diese Prozesse auslöst und steuert, sind widerlegt. Die Aufklärung der chemischen Struktur von Hormonen ermöglichte die synthetische Erzeugung solcher oder ähnlicher Stoffe. Es stehen synthetische Wuchsstoffe zur Verfügung, die eine genaue Untersuchung der Wirkungsweise dieser Verbindungen ermöglichen.

Wachstumsreaktion bei verschiedenen Wuchsstoffkonzentrationen



Unterschiedliche Wuchsstoffkonzentrationen wirken auf die einzelnen Pflanzenteile unterschiedlich, sie können das Wachstum fördern oder hemmen. Verschiedene Pflanzensippen reagieren auf Wuchsstoffe unterschiedlich. Einkeimblättrige Pflanzen beispielsweise sind relativ unempfindlich gegen bestimmte Wuchsstoffe. Deshalb ist es möglich, zweikeimblättrige Unkräuter in Getreidebeständen durch Wuchsstoffe zu vernichten. Synthetische Wuchsstoffe werden als Unkrautbekämpfungsmittel (Herbizide) eingesetzt.



Unkrautbekämpfung durch Herbizide
(Getreidefeld links vor, rechts nach Herbizidbehandlung)

Gegenwärtig sind Hunderte synthetische Wuchsstoffe bekannt, die als Herbizide angewendet werden können. Da immer noch die Ernteerträge durch Unkräuter stark gemindert werden, bringt die Anwendung von Herbiziden großen Nutzen.

★ Wuchsstoffherbizide vernichten nicht den gesamten Pflanzenbestand auf der behandelten Fläche. Sie können so eingesetzt werden, daß in einem Kulturpflanzenbestand nur die Unkräuter vernichtet werden, während sich die Kulturpflanzen normal weiterentwickeln. Wuchsstoffherbizide wirken also selektiv. Sie werden vorwiegend zur Bekämpfung zweikeimblättriger Unkräuter in Getreidekulturen verwendet und haben große Bedeutung für die Ertragssteigerung. Für die Anwendung von Wuchsstoffherbiziden sind Sorgfalt und ein hohes Maß an Sachkenntnis erforderlich. Wuchsstoffherbizide werden in der DDR vom Chemiekombinat Bitterfeld und vom VEB Synthesewerk Schwarzheide hergestellt. ★

Wuchsstoffherbizide können auch so eingesetzt werden, daß sie dem Menschen Schaden zufügen. So haben die USA im Vietnamkrieg durch Herbizideinsatz große Teile des Dschungels entblättert und in großen Gebieten landwirtschaftliche Kulturen vernichtet. Dieser Mißbrauch hat weltweite Proteste ausgelöst.

Wuchsstoffe bewirken nicht nur das Zellwachstum. Sie sind auch an der Blütenbildung, der Bildung von Früchten und am Laubfall beteiligt. Durch Besprühen der Narbe mit Wuchsstofflösungen können beispielsweise bei Tomate, Kürbis, Apfelsine und Banane samenlose Früchte erzeugt werden.

Das Wachstum ist auch von äußeren Faktoren abhängig. So kann zum Beispiel das Licht Wachstumsänderungen auslösen. Lichtmangel fördert das Streckungswachstum. Darüber hinaus wirken die Bodenfeuchtigkeit, die Temperatur und der Nährstoffgehalt des Bodens auf das Wachstum ein.



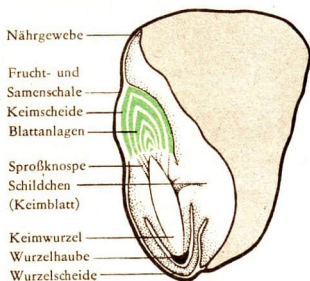
Individualentwicklung

Die Individualentwicklung einer Pflanze umfaßt den Zeitraum von der Befruchtung der Eizelle über die aus dem Samen hervorgehende neue Pflanze bis zu deren Tode. Diese Entwicklung läßt sich in verschiedene Phasen einteilen (Keimung, vegetative Phase, Fortpflanzungsphase, Tod).

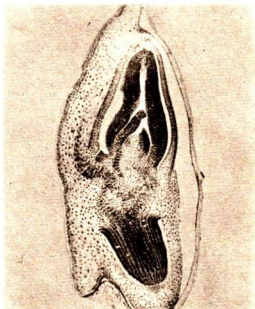
Keimung des Samens. Wenn die Befruchtung der Eizelle in der Mutterpflanze abgeschlossen ist, entwickelt sich die Samenanlage weiter zum Samen. Die befruchtete Eizelle teilt sich wiederholt und wächst zum Keimling (Embryo) aus. Aus den übrigen Teilen der Samenanlage entsteht das Nährgewebe, das dem Keimling für die erste Zeit seiner Entwicklung Nährstoffe zur Verfügung stellt. Bei manchen Pflanzen (z. B. Bohnen) sind die Nährstoffe in die Keimblätter eingelagert. Der Keimling ernährt sich zunächst heterotroph. Die Samenschale hüllt Keimling und Nährgewebe ein und schützt sie vor Witterungseinflüssen.

Wenn die Samen der Mutterpflanze geerntet werden oder abfallen, so keimen sie zunächst auch unter günstigen Bedingungen nicht aus. Sie durchlaufen eine Ruheperiode, die bei den verschiedenen Pflanzenarten unterschiedlich lang ist. Wenn nach Ablauf dieser Periode günstige Umweltbedingungen herrschen, beginnt die Samenkeimung. Um den ruhenden Samen zu aktivieren, ist die Aufnahme von Wasser nötig. Vom Keimling werden Pflanzenhormone erzeugt, die ihm die heterotrophe Ernährung durch die im Samen gespeicherten Nährstoffe ermöglichen. Im Keimling laufen Plasma- und Zellteilungswachstum ab. Die Keimwurzel durchbricht die Samenschale. Die Keimung ist abgeschlossen, wenn der Keimling unabhängig von den Nährstoffen des Samens leben kann. Die Keimwurzel nimmt Wasser und Nährsalze aus dem Boden auf. In den jungen Blättern der Keimpflanze haben sich Chloroplasten gebil-

Maiskorn (Schnitt, schematisch)



Weizenkeimling (15fach vergrößert)





Keimtemperaturen, Keimdauer und Dauer der Keimfähigkeit einiger Kulturpflanzen

Kultur- pflanze	Keimtemperaturen in °C			Keimdauer (in Tagen)	Keim- fähigkeit (in Jahren)
	Minimum	Optimum	Maximum		
Roggen	1 bis 2	25	30	1 bis 3	1 bis 2
Weizen	3 bis 4,5	25	30 bis 32	2 bis 3	3 bis 4
Gerste	3 bis 4,5	20	28 bis 30	2 bis 3	3 bis 4
Hafer	4 bis 5	25	30	2 bis 4	2 bis 3
Mais	8 bis 10	32 bis 35	40 bis 44	3 bis 11	3
Zuckerrübe	4 bis 5	25	28 bis 30	4 bis 9	4 bis 5
Erbse	1 bis 2	30	35	2 bis 3	3 bis 4
Buschbohne	10	32	37	2 bis 6	3 bis 4
Lein	2 bis 3	25	30	2 bis 5	3 bis 4
Tabak	13 bis 14	28	35	6 bis 9	5 bis 6

det, die den Vorgang der Photosynthese ermöglichen. Die Keimpflanze ist zur autotrophen Ernährungsweise übergegangen.

Außer Wasser wird für die Keimung Sauerstoff benötigt. Beim Wachstum des Keimlings wird sehr viel Energie verbraucht, die durch die Atmung freigesetzt wird.





Darum muß das Keimbett außer Wasser auch Luft enthalten (Lockerung des Bodens). Die Keimung ist außerdem von einer bestimmten Temperatur abhängig.

Vegetative Phase. Diese Entwicklungsphase ist durch das Wachstum der Keimpflanze gekennzeichnet, bei dem Sprosse, Blätter und Wurzeln ausgebildet werden. Aus einem Bohnensamen kann immer nur eine Bohnenpflanze mit den für sie typischen Formen werden. Die Ausbildung von Geweben und Organen wird durch innere Faktoren (z. B. Stoffwechsel, Pflanzenhormone) und Umwelteinflüsse (Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, Nährstoffversorgung) bestimmt. Durch Differenzierung erhalten die Zellen ihre endgültige Gestalt. Sie werden auf bestimmte Aufgaben spezialisiert. Es bilden sich verschiedene Zelltypen, Gewebe und Organe. Meist sind spezialisierte Zellen nicht mehr teilungsfähig. Differenzierungsvorgänge schließen sich an das Streckungswachstum an.

Langtagpflanzen, Kurztagpflanzen und tagneutrale Pflanzen		
Gruppe	Kennzeichen	Beispiele
Langtagpflanzen	Zur Bildung von Blüten ist eine Mindestbelichtungszeit notwendig z. B. von 13 Stunden	Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Zuckerrübe, Erbse, Tomate, Kohlrabi, Rettich, Spinat, Küchenzwiebel, Lein
Kurztagpflanzen	Zur Bildung von Blüten und für den normalen Ablauf der Lebensvorgänge ist eine Mindestnachtlänge erforderlich z. B. von 12 Stunden	Mais, Sojabohne, Topinambur, Hirse, Weißkohl, Rotkohl
tagneutrale Pflanzen	Belichtungszeit ist ohne Einfluß auf die Bildung von Blüten und Früchten	Sonnenblume, Bohne, Winter-Raps

Fortpflanzungsphase (generative Phase). In dieser Entwicklungsphase wird die Blütenbildung ausgelöst. Es erfolgt die Befruchtung und Samenbildung mit anschließender Samenreife. Die Blütenbildung unterliegt vor allem dem Einfluß äußerer Faktoren. Am besten erforscht ist der Einfluß der Tageslänge auf die Blütenbildung.

Die Blütenbildung wird durch das Zusammenwirken von Licht, Temperatur und Pflanzenhormonen ausgelöst. Das Kältebedürfnis mancher Pflanzen kann durch Wirkung von Hormonen ersetzt werden. Der Blühvorgang kann auch durch Zugabe von Hormonen beeinflusst werden.



Wachstum ist ein an das lebende Protoplasma gebundener, nicht umkehrbarer Vorgang, der mit Substanz- und Volumenzunahme verbunden ist.

Das Plasmawachstum erfolgt durch die Neubildung von Protoplasma unter Verwendung von Assimilaten.

Vermehrung der Plasmamenge ist Voraussetzung für das Wachstum durch Zellteilung. Plasmawachstum und Zellteilung erfolgen vor allem in den Bildungsgeweben der Pflanze.

Das Streckungswachstum ist durch Wachstum der Zellwand und starke Wasseraufnahme gekennzeichnet.

Alle Wachstumsvorgänge werden durch Pflanzenhormone gesteuert.

Die Individualentwicklung der Pflanzen umfaßt Keimung, vegetative Phase, Fortpflanzungsphase und Tod.

An der Auslösung und dem Ablauf von Entwicklungsvorgängen sind innere (z. B. Stoffwechselablauf, Pflanzenhormone) und äußere Faktoren (z. B. Temperatur, Licht, Wassergehalt des Bodens, Nährstoffgehalt des Bodens) beteiligt, die sich gegenseitig beeinflussen.

Die Lebewesen in ihrer Umwelt





Lebensraum und Umwelt bei Pflanzen und Tieren

Der Wasserfrosch und der Grasfrosch sind zwei Arten einer Gattung Frösche. Im Bau unterscheiden sich beide beispielsweise dadurch, daß beim Wasserfrosch die Schwimmhaut bis zur Spitze der längsten Zehe reicht und beim Grasfrosch nicht. Auch ihr Verhalten ist in vieler Hinsicht unterschiedlich. Der Wasserfrosch hält sich ständig in der Nähe von Gewässern auf und ernährt sich von größeren Beutetieren; der Grasfrosch lebt im Sommer oft weit entfernt vom Wasser und ernährt sich hauptsächlich von kleinen Insekten.

Alle Einzelwesen (Individuen), die in wesentlichen Merkmalen und Verhaltensweisen übereinstimmen, werden zu einer Art zusammengefaßt. Demzufolge unterscheiden sich in der Regel verschiedene Arten voneinander im Bau und im Verhalten in ihrer Umgebung.

Die Individuen einer Art bringen fruchtbare Nachkommen hervor. Dadurch ist die Erhaltung der Art gesichert. Individuen verschiedener Arten können untereinander in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet gewöhnlich keine fruchtbaren Nachkommen erzeugen. Obwohl Grasfrösche und Wasserfrösche besonders im Frühjahr oft in großer Anzahl auf kleinstem Raum zusammenleben, bleiben daher die Merkmale beider Arten getrennt erhalten.

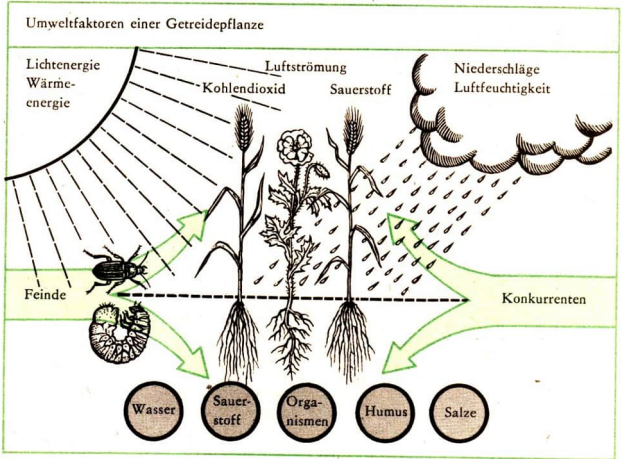
Ein Individuum ist ein Teil der Natur und lebt in einer bestimmten Umgebung. Alle anderen Teile der Natur, die auf das Einzelwesen einwirken, bilden die Umwelt. Die Umwelt besteht aus Umweltfaktoren (z. B. Lichtstrahlung, Bodensalze, Individuen der gleichen Art oder anderer Arten). Es werden biotische und abiotische Umweltfaktoren unterschieden. Alle anderen Lebewesen, die ein Individuum beeinflussen, stellen dessen biotische Umwelt dar. Die abiotischen Umweltfaktoren sind teils organisch (z. B. Humusbestandteile), teils anorganisch (z. B. Bodenwasser). Aus der Wirkungsweise der Umweltfaktoren ergeben sich die Lebensbedingungen der Organismen. Je nach dem Wirkungsgrad kann ein Umweltfaktor die Lebewesen fördern oder hemmen. Feuchtlufttiere finden beispielsweise an schattigen, feuchten Orten günstige Lebensbedingungen, an trockenen Orten ungünstige. Die Lebensbedingungen sind auf der Erde gebietsweise unterschiedlich. Im natürlichen Verbreitungsgebiet einer Art herrschen für sie oft besonders günstige Lebensbedingungen, zumindest aber erträgliche.



Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere

Einige Umweltfaktoren bilden für die Organismen die Voraussetzung zur Bildung energiereicher körpereigener Stoffe (s. S. 50). Manche Umweltfaktoren beeinflussen durch ihre Gegenwart Stoffwechsel- und Entwicklungsvorgänge der Organismen. Eine Temperaturerhöhung beispielsweise beschleunigt bei Lebewesen meist die chemischen Reaktionen des Stoffwechsels. Der Stoffwechsel nimmt zu und die Aktivität der Lebewesen wird größer. Umweltfaktoren können auch Verhaltensreaktionen auslösen, wobei der Organismus dem Wirkungsbereich des Umweltfaktors zustrebt oder sich von ihm abwendet (s. S. 70).

Verbreitungsgebiet	Art	Färbung	Masse	Gesamt- länge	Rücken- höhe
	Rotfuchs	rotbraun	4,5 kg bis 8 kg	120 cm	40 cm
	Polarfuchs	Sommer braun Winter weiß	6 kg bis 10 kg	95 cm	30 cm
	Wüstenfuchs	gelb	3 kg bis 5 kg	65 cm	20 cm



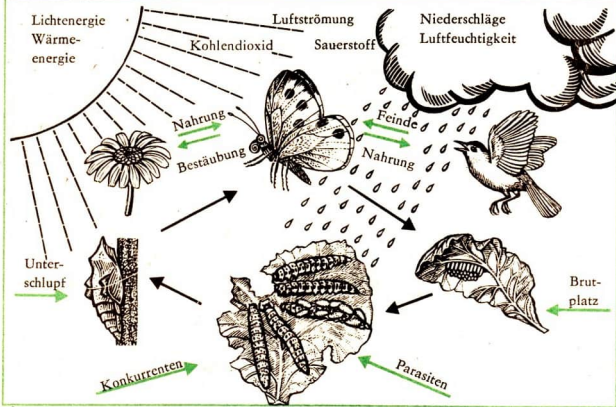
Die *autotrophen Landpflanzen* benötigen zum Aufbau körpereigener Stoffe anorganische Stoffe und Lichtenergie. Im dichten Pflanzenbestand (z. B. Getreidefeld) behindern sich die Pflanzen bei der Versorgung mit Nährstoffen und in der räumlichen Ausbreitung gegenseitig. Eine Konkurrenz um Nährstoffe und Raum besteht sowohl unter den Individuen derselben Art (z. B. benachbarte Getreidepflanzen) als auch unter Individuen unterschiedlicher Arten (z. B. zwischen einer Getreideart und verschiedenen Arten der Unkräuter).

Für *landbewohnende Tiere* ergeben sich viele Lebensbedingungen aus der Gegenwart anderer Organismen. Die Tiere benötigen zum Aufbau körpereigener Stoffe organische Nahrung. Die organische Nahrung ist energiereich. Sie enthält hauptsächlich Nährstoffe, Vitamine und Wasser. Weitere Lebensbedingungen sind durch abiotische Umweltfaktoren gegeben. Sauerstoff dient zur Freisetzung von Energie. Wasser wird als Lösungs-, Transport- und Quellungsmittel benötigt. Das Licht ermöglicht Tieren eine Orientierung im Raum. Ausnahmen bilden Höhlen- und Bodentiere. Hohe Luftfeuchtigkeit verhindert ein Austrocknen schleimiger Außenhäute (z. B. Landschnecken, Regenwürmer, Lurche). Durch eine stärkere Luftströmung wird einigen Vögeln das Fliegen erleichtert.

Die *beterotrophen Bakterien*, z. B. die Erreger einiger Gärungen, benötigen ebenfalls organische Nahrung (s. S. 62 ff.). Günstige Lebensbedingungen finden viele



Umweltfaktoren des Kohlweißlings



Bakterien im Wasser oder bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit und bei Temperaturen von 10 °C bis 40 °C. Ein Teil kann in Form von Dauersporen längere Trockenperioden überstehen. Einige Bakterienarten besiedeln sogar heiße Quellen oder Gletscher.

6

Lebensraum der Pflanzen und Tiere

In der oberen Erdschicht, auf der Erdoberfläche, in Gewässern und in der unteren Atmosphäre leben fast überall Organismen. Im ewigen Schneegebiet der Hochgebirge gedeihen noch Moose, Flechten und einige Sproßpflanzen. In Meerestiefen von 11 000 m leben noch Bakterien und einige vielzellige Organismen. Termiten können im Erdboden noch Gänge in einer Tiefe von 50 m anlegen. Bakterien finden auch dort noch Lebensmöglichkeiten, wo andere Organismen nicht leben können. Unbesiedelt oder wenig besiedelt sind die Gipfel einiger Hochgebirge, die Krater tätiger Vulkane und kleinere Gebiete im Zentrum großer Wüsten.

Die von Organismen besiedelten Teile der Erde stellen einen großen Lebensraum dar. Dieser große Lebensraum setzt sich aus vielen kleineren zusammen. In verschiedenen Lebensräumen herrschen unterschiedliche Lebensbedingungen. Daher leben in einem natürlich abgegrenzten Gebiet Arten, die ähnliche Ansprüche an die Umwelt

1

2



Standorte

Schlammboden, sauerstoff- reiches Wasser	sehr nasser, sauerstoffarmer Boden, hohe Luft- feuchtigkeit	nasser, sauerstoffarmer Boden, hohe Luftfeuchtigkeit	trockener, besser durchlüfteter Boden, sonniger, windausgesetzter Abhang	feuchter, humus- haltiger, gut durchlüfteter Boden, teilweise schattig
				
				
←		←	→	
See	Röhricht	Sumpfwiese	Grashang	Laubgehölz
Wasser- biotop	Feuchtluftbiotope		Trockenluftbiotope	
	Landbiotope			

stellen. Die Arten sind den vorhandenen Lebensbedingungen in der Regel gut angepaßt. Lebensräume mit ähnlichen Lebensbedingungen weisen oft eine ähnliche Artenzusammensetzung auf. Ein natürlich begrenzter Lebensraum wird bei Pflanzen als Standort, bei Tieren als Biotop bezeichnet.

Die Eigenschaften eines Standortes ergeben sich aus der Beschaffenheit von Klima und Boden und aus der Zusammensetzung der Luft. Als besondere Merkmale gelten die Eigenschaften, die von den durchschnittlichen Ansprüchen der Pflanzen stärker abweichen (z. B. große Armut an Nährsalzen im Boden, sehr hoher Bodenwasser-



gehalt, herabgesetzte Lichteinstrahlung). Die Standorte werden nach ihren besonderen Merkmalen benannt. Die Pflanzen eines Standortes bilden eine Standortgemeinschaft. Beispielsweise gehören die krautartigen Pflanzen eines Rot-Buchenwaldes, die im Bereich gleicher Bodeneigenschaften wachsen, einer Standortgemeinschaft an (s. Abb. S. 94).

7

Der Standort vieler krautartiger Waldpflanzen ist schattig, kühl, feucht und windgeschützt. Die Pflanzen sind diesen Standortbedingungen angepasst. Bei der herabgesetzten Lichteinstrahlung können sie noch genügend Kohlenstoff assimilieren. Einrichtungen, die bei hoher Wärmestrahlung die Wasserabgabe einschränken, sind bei diesen Organismen nicht ausgebildet (s. S. 39).

Außerdem ist nur wenig Festigungsgewebe vorhanden, die hohe Luftfeuchtigkeit ermöglicht ständig einen hohen Zellsaftdruck.

Die Merkmale eines Biotops werden ebenfalls von der Beschaffenheit des Klimas und des Bodens, von der Zusammensetzung der Luft und vom Pflanzenbestand bestimmt. Nach diesem Pflanzenbestand werden die Landbiotope benannt. Während Landpflanzen an ihren Standort gebunden sind, können Tiere verschiedene Biotope aufsuchen. Tiere, die sich ständig oder vorwiegend in einem bestimmten Biotop aufhalten, gehören einer Biotopgemeinschaft an. Beispielsweise bilden die Tiere, die sich vorwiegend in einer Weißdornhecke aufhalten, eine Biotopgemeinschaft (z. B. viele Insekten, Spinnen, Schnecken, Singvögel und kleine Säuger). Im Bereich einer Hecke ist das Klima uneinheitlich. Am Heckenrand ähnelt es dem der angrenzenden Fläche (z. B. einer Wiese), im Inneren der Hecke dem eines Waldes. Deshalb finden in der Hecke viele Tierarten günstige Lebensbedingungen.

9

10

Ein Lebensraum bietet den Organismen Lebensbedingungen.

Die Lebensbedingungen sind gebietsweise unterschiedlich. Sie ergeben sich aus der Wirkungsweise der abiotischen und biotischen Umweltfaktoren.

Abiotische Umweltfaktoren sind Klimafaktoren, Bodeneigenschaften und die Elemente des Bodens. Biotische Umweltfaktoren sind alle anderen Lebewesen, die auf ein Individuum wirken.

Jede Art hat ein bestimmtes Verbreitungsgebiet, in dem sie sich geschlechtlich bzw. ungeschlechtlich fortpflanzt.

Die Pflanzen sind den Umweltbedingungen ihrer Standorte, die Tiere denen ihrer Biotope angepasst.

Die ökologische Potenz der Organismen

Ein Umweltfaktor wirkt nicht immer gleichmäßig stark auf die Lebewesen ein. Die Höchsttemperatur kann an einem Sommertag 30 °C, am nächsten Tag 18 °C betragen. Es gibt kalte und milde Winter, nasse und trockene Sommer.

Alle Lebewesen müssen sich ständig mit Veränderungen ihrer Umwelt auseinandersetzen. Jeder Organismus ist bestimmten Umweltbedingungen angepasst, er kann Umweltschwankungen in bestimmten Grenzen ertragen.

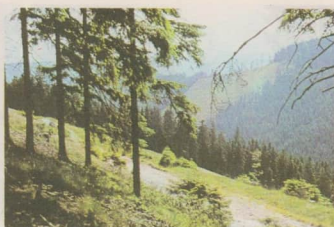
Klimamessungen der Wetterstation Potsdam				
	durchschnittliche Niederschlagsmenge in mm		durchschnittliche Temperatur in °C	
	1963	1967	1963	1967
April	70	24	8,5	6,9
Mai	49	88	13,5	14,0
Juni	46	103	17,6	15,6
Juli	34	54	19,5	19,6
August	71	77	17,4	17,3
September	33	48	14,5	15,1
Jahresmittel	469	704	7,7	9,5
50jähriges Mittel	585		8,5	

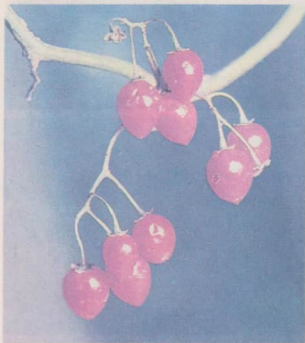
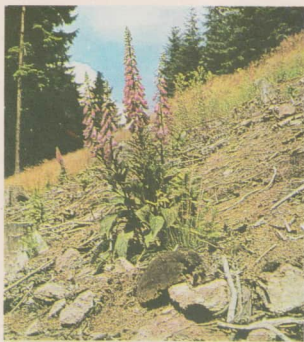
Tafel 5 Standorte verschiedener Pflanzengemeinschaften

Von oben nach unten: links Fichtenstangenwald, Hochmoor, Waldwiese mit Europäischer Trollblume ▼, Steilküste auf Hiddensee; rechts Hangwald im Mittelgebirge, Laubmischwald im Frühling, Trockenrasen mit Silberdistel ▼, Verlandungszone eines Teiches

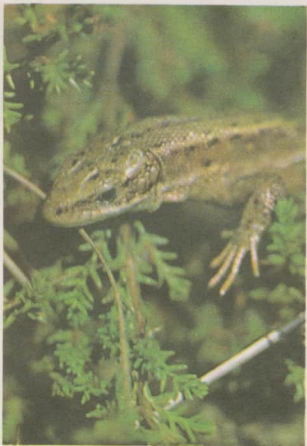
Tafel 6 Beispiele für Pflanzen mit besonderen Inhaltsstoffen

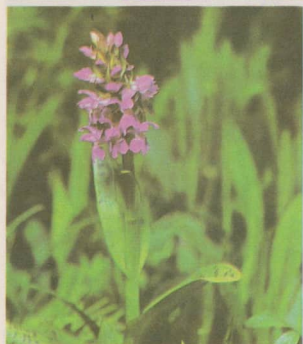
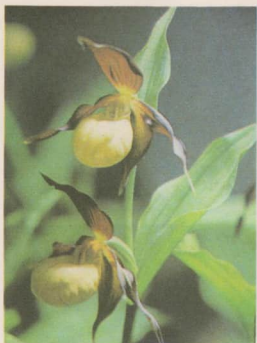
Von oben nach unten: links Roter Fingerhut, Bittersüßer Nachtschatten, Schwarze Tollkirsche; rechts Wiesen-Schachtelhalm, Herbst-Zeitlose, Gemeiner Seidelbast ▼





TAFEL 6



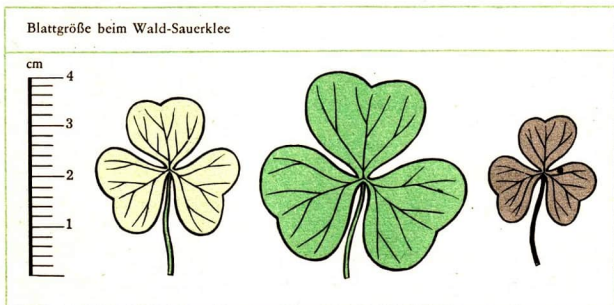


TAFEL 8



Toleranzbereiche gegenüber Umweltfaktoren

Die Individuen einer Pflanzenart gleichen sich nicht völlig, selbst dann nicht, wenn sie am gleichen Standort wachsen. Einige weichen in Größe, Form und Färbung sogar erheblich voneinander ab. Die Blattspreiten des Wald-Sauerklees sind gewöhnlich kräftig grün gefärbt, sie können aber auch schwarzgrün oder gelbgrün sein. Der Durchmesser einiger Blattspreiten kann mitunter dreimal so groß sein wie der der Mehrzahl der Blätter.



Bei anderen Arten sind die Unterschiede oft noch auffälliger und vielfältiger. An lichter Stellen in Laubwäldern wächst häufig der Wald-Ziest. Es kommt vor, daß bei einigen Pflanzen nur wenige oder gar keine Blüten ausgebildet sind. Auch die Wuchshöhe ist unterschiedlich. Außerdem sind die Blattspreiten unterschiedlich gefärbt und unterschiedlich dick.

In diesem Falle sind die Abweichungen auf eine unterschiedliche Lichteinstrahlung zurückzuführen, wenn die Wirkung aller anderen Umweltfaktoren im Beobachtungsbereich etwa gleich ist. An solchen Stellen beschatten die belaubten Baumkronen einige Individuen stärker als andere.

Bei einigen Individuen des Wald-Ziest sind Wurzeln, Sprossachse, Laubblätter und

4

8

Tafel 7 Tiere, die unter Naturschutz stehen

Von oben nach unten: links Haufen der Roten Waldameise, Feuersalamander, Weißer Storch; rechts Erdkröte, Waldeidechse, Braunbrust-Igel

Tafel 8 Pflanzen, die unter Naturschutz stehen

Von oben nach unten: links Rotbrauner Frauenschuh, Breitblättrige Kuckucksblume, Weißer Meerkohl; rechts Frühlings-Adonisröschen, Berg-Wohlverleih, Schlangen-Bärlapp



Wald-Ziest bei unterschiedlicher Lichtstrahlung

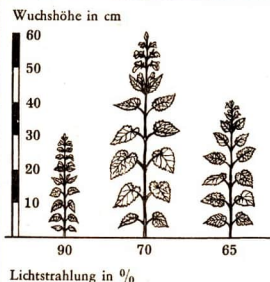
Pflanzenhöhe in cm	Blütenbildung	Laubblattfärbung	Lichtstärke
0			55 %
22	keine	dunkelgrün	60 %
40	spärlich	dunkelgrün	65 %
60	sehr reich	grün	70 %
30	reich	gelbgrün	90 %
0			100 %

Blütenstand gleichermaßen gut ausgebildet. Die an ihren Wuchsorten ermittelte Lichteinstrahlung von etwa 70 Prozent ist für die Gesamtentwicklung des Wald-Ziest das *Lichtoptimum*.

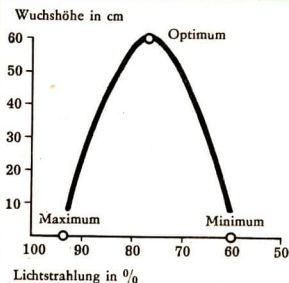
Sinkt die Lichteinstrahlung unter den Optimumwert, verringert sich die Kohlenstoffassimilation. Die dadurch eingeschränkte Stoffproduktion setzt das Wachstum herab. Die geringste Lichteinstrahlung, bei der noch alle lebensnotwendigen Vorgänge ablaufen können, wird als *Lichtminimum* bezeichnet. Ist das Minimum unterschritten, so bleibt beispielsweise die Bildung von Blüten und Früchten aus.

Steigt die Lichteinstrahlung über den Optimumwert, erhöht sich die Wärmeeinstrahlung. Durch die höheren Temperaturen geben die Pflanzen verstärkt Wasser ab,

Ausbildungsformen beim Wald-Ziest

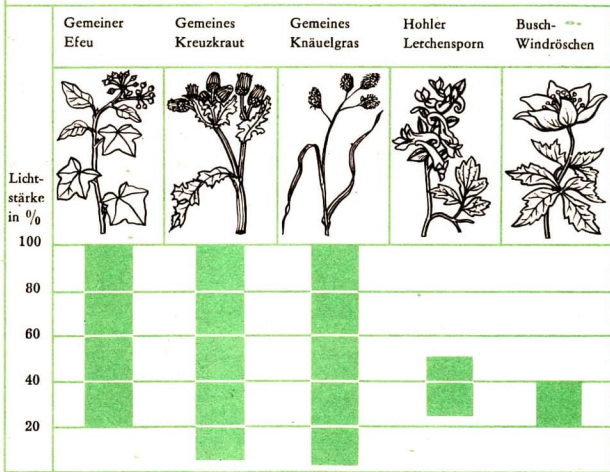


Licht-Optimumkurve einer Schattenpflanze





Toleranzbereiche gegenüber dem Lichtfaktor (Flachland)



Schattenpflanzen bilden unter diesen Bedingungen viel kleinere Laubblätter aus. Trotz dieser Anpassung wird meist der Stoffwechsel gestört.

Die höchste Lichteinstrahlung, bei der trotz Störungen noch alle lebensnotwendigen Vorgänge ablaufen können, wird als *Lichtmaximum* bezeichnet.

Die Spanne zwischen dem Maximum und dem Minimum stellt den Toleranzbereich einer Pflanzenart gegenüber dem Lichtfaktor dar. Die Toleranzbereiche und die Optimumwerte sind für die verschiedenen Arten unterschiedlich groß. Schattenpflanzen können nicht längere Zeit die volle Lichteinstrahlung vertragen. Einige Sonnenpflanzen dagegen benötigen für eine optimale Entwicklung fast dauernd volle Lichteinstrahlung. Andere Arten sind vom Lichtfaktor unabhängiger. Sie entwickeln sich sowohl im vollen Sonnenlicht als auch bei stärkerer Beschattung optimal. Die Mäusegerste beispielsweise gedeiht auf sonnigen Schuttplätzen ebenso gut wie auf schattigen Waldwegen. Individuen einer Art mit großem Toleranzbereich gegenüber dem Lichtfaktor oder auch gegenüber anderen Umweltfaktoren bilden oft Formen aus, die im Bau und im Stoffwechsel voneinander abweichen.

Die Toleranzbereiche und Optimumwerte der abiotischen Umweltfaktoren können sich verschieben, wenn sich andere Umweltfaktoren ändern. Zum Beispiel bestehen

11



5

Zusammenhänge zwischen dem Bodenwasser, den Nährsalzen und der Lichteinstrahlung. Einige Pflanzen ertragen um so mehr Schatten, je günstiger die Versorgung mit Bodenwasser und Nährsalzen ist. Andere brauchen mehr Licht, wenn die Durchschnittstemperaturen sinken. In der Ebene gedeiht beispielsweise der Hohle Lerchensporn noch bei starker Beschattung, im Gebirge fast ausschließlich bei voller Lichteinstrahlung.

Toleranzbereiche während der Individualentwicklung

Viele Tiere bewohnen während ihrer Individualentwicklung unterschiedliche Biotope. Die Embryonalentwicklung des Grasfrosches erfolgt im Süßwasser. Die Jugendentwicklung vollzieht sich teils im Süßwasser, teils auf dem Lande. Die erwachsenen Tiere halten sich vorwiegend in feuchten Landbiotopen auf. Die Larven einiger landbewohnender Insekten entwickeln sich ebenfalls im Wasser. Bei Tieren, die im Verlaufe ihres Lebens an unterschiedliche Biotope gebunden sind, ändern sich die Toleranzbereiche gegenüber einigen Umweltfaktoren erheblich.

Besondere Beachtung verdienen die unterschiedlichen Ansprüche, die Haustiere und Kulturpflanzen während einzelner Entwicklungsabschnitte an die Umwelt stellen. Der Mensch bemüht sich, durch Pflegemaßnahmen die Umweltfaktoren für jeden Entwicklungsabschnitt möglichst optimal zu gestalten. Die Futterzusammenstellung und das Stallklima müssen für Jungtiere anders beschaffen sein als für Leistungstiere. Tragende Tiere bedürfen besonderer Obhut, um die Entwicklung des Embryos optimal zu fördern. Auch bei Pflanzen, die an einen Standort gebunden sind, verändern sich die Toleranzbereiche und Optimumwerte während einzelner Entwicklungs-

Optimale Lebensbedingungen während der Individualentwicklung des Haushuhns				
Entwicklungsstufe	Alter in Wochen	Temperatur-optimum in °C	Eiweiß-Stärke-Verhältnis	Tägliche Nährstoffmenge in g
Embryo		37,8 bis 38	1:0	etwa 1
Küken	2 4 bis 8	28 bis 30 25	1:3,7 1:3,7	20 35 bis 65
Junghenne	12 bis 20	5 bis 15	1:4	90 bis 115
Legehenne	ab 24	12 bis 15		
hohe Leistung			1:3,7	120
mittlere Leistung			1:5	100
ohne Leistung			1:10	50



abschnitte. Die Gemeine Esche benötigt beispielsweise im Jugendalter eine stärkere Beschattung, später gedeiht sie nur bei höherer Lichteinstrahlung optimal. Sehr unterschiedlich sind die Umweltbedingungen, unter denen Keimlinge und später die grünen Pflanzen gedeihen. Ihre Toleranzbereiche gegenüber der Lichteinstrahlung, der Bodeluft und der Bodentemperatur sind sehr unterschiedlich.

Ein Lebewesen erträgt die Wirkung eines Umweltfaktors innerhalb bestimmter Grenzen, die durch einen Minimum- und einen Maximumwert festgelegt sind. Das Vermögen eines Organismus, innerhalb seines Toleranzbereiches Schwankungen eines Umweltfaktors zu ertragen, wird als seine ökologische Potenz bezeichnet. Die ökologische Potenz ändert sich im Verlaufe der Individualentwicklung.

Arten mit großer ökologischer Potenz sind meist formenreich (z. B. unterschiedliche Größe und Gestalt der Blätter bei Individuen einer Art).

Ökologische Potenz und Lebensraum

Die räumliche Verteilung der Organismen ist abhängig von den herrschenden Lebensbedingungen und den ökologischen Potenzen der jeweiligen Arten. So kann zum Beispiel die Verteilung der Landpflanzen besonders durch die Bodeneigenschaften bestimmt werden (Bodenart, Bodenwasser, Bodenreaktion).

Bodenreaktion			
saure Reaktion	pH-Wert	basische Reaktion	pH-Wert
schwach sauer	6,9 bis 6	schwach basisch	7,1 bis 8
sauer	5,9 bis 5	basisch	8,1 bis 9
stark sauer	4,5	stark basisch	9
neutral pH-Wert 7			

Die Bodenreaktion kann neutral, sauer oder basisch sein. Sie ergibt sich aus der Konzentration der Wasserstoff-Ionen, die im Bodenwasser vorhanden ist (pH-Wert).

In neutralen Böden ist das Verhältnis von Wasserstoff- und Kalzium-Ionen ausgeglichen. Das Verhältnis verschiebt sich besonders in landwirtschaftlich genutzten Böden zugunsten der Wasserstoff-Ionen. Mit dem Niederschlagswasser fließen



Optimale Bodenreaktion															
Saat-Roggen															
Mehrzeilige Gerste															
Saat-Hafer															
Gemeine Kiefer															
Berg-Ahorn															
Wald-Sauerklee															
Schlängel-Schmiele															
pH-Wert	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5		

sowohl Metall-Ionen als auch Wasserstoff-Ionen in das Grundwasser ab. Die durch Verwitterung des Mineralbodens wieder zugeführte Kalziummenge ist häufig geringer als die Menge freiwerdender Wasserstoff-Ionen. Außerdem wird dem Boden mit dem Erntegut Kalzium entzogen. Getreide entzieht einem Hektar Bodenfläche beispielsweise 15 kg bis 24 kg Kalzium, Weißkohl bis zu 300 kg. Die Anreicherung des Bodens mit freien Wasserstoff-Ionen erfolgt hauptsächlich durch die Pflanzen. Ihre Wurzeln geben Kohlendioxid ab, das mit dem Bodenwasser reagiert.



Außerdem entstehen bei der Zersetzung von Pflanzenresten Kohlendioxid und verschiedene organische Säuren, die im Bodenwasser dissoziieren.

Je mehr ein Boden mit Säurerest-Ionen angereichert wird, um so mehr Metall-Ionen werden gebunden. Die Verbindungen sickern mit dem Niederschlagswasser in tiefere Bodenschichten. Die oberen Bodenschichten verarmen an Nährsalzen, sie erhalten eine helle Farbe (Bleicherde). Bleicherde ist typisch für Heidelandschaften, in denen nur wenige Pflanzenarten gedeihen. Es leben darin wenige Bodenorganismen, dadurch wird die Zersetzung der organischen Stoffe und die Rückführung von Nährstoffen gehemmt. Das Pflanzenwachstum wird auch direkt von der Bodenreaktion beeinträchtigt, weil vielen Pflanzen sowohl in schwach basisch als auch in sauer reagierenden Böden die Aufnahme von Metall-Ionen erschwert ist.

Manche Arten gedeihen auf neutralen, auf basisch oder sauer reagierenden Böden gleich gut. Andere können sich nur innerhalb eines kleinen pH-Wertbereiches optimal entwickeln.

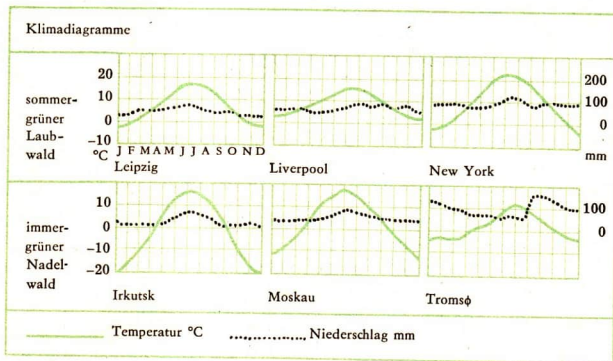
Arten, die gegenüber der Bodenreaktion eine kleine ökologische Potenz aufweisen, sind Zeigerarten für die Bodenreaktion. Wo beispielsweise die Schlängel-Schmiele und das Gemeine Heidekraut in großer Menge wachsen, reagiert der Boden stark



sauer. Zeigerarten gibt es beispielsweise auch für die durchschnittliche Bodenfeuchtigkeit oder für den Nitrat- oder Chloridgehalt des Bodens. In der Land- und Forstwirtschaft werden häufig Standorte nach Gruppen von Zeigerarten eingeschätzt. Das Verfahren ist im Vergleich zu chemischen Untersuchungen und physikalischen Messungen billiger und zeitsparender, erfordert jedoch eine umfangreiche Artenkenntnis.

Während Zeigerarten an bestimmte Standorte gebunden sind, können andere Pflanzenarten an sehr unterschiedlichen Standorten gedeihen. Solche Arten besitzen gegenüber mehreren Umweltfaktoren eine große ökologische Potenz. Das Einjährige Rispengras gedeiht auf unterschiedlichsten Böden. Der Boden kann beispielsweise

Standort und ökologische Potenz				
Bodenwasser				
Bodennährsalze				
Bodenreaktion				
Lichtstärke				
Arten	Einjähriges Rispengras	Gemeine Kuhblume	Gemeines Schilf	Gold-Taubnessel
				
Ufer – Moore				
Wiesen – Weiden				
Schuttplätze				
Wegränder				
Laubwälder				
Nadelwälder				
 große ökologische Potenz  bevorzugter Standort				



sauer oder basisch reagieren, naß oder mäßig feucht, reich oder arm an Nährsalzen sein. Die einjährige Pflanze keimt und fruchtet sowohl unter dem Schnee als auch bei hohen Temperaturen im Sommer. Sie bringt im Jahr drei Generationen hervor.

Nicht nur die Besiedelung kleinerer Lebensräume (Standorte, Biotope), auch die großräumige Verteilung der Organismen ist von den ökologischen Potenzen der Arten abhängig. Die Verteilung sehr großer Vegetationseinheiten (sommergrüner Laubwald, immergrüner Nadelwald) stimmt mit der Verteilung der Klimazonen im wesentlichen überein. Die jährliche Durchschnittstemperatur, die Niederschlagsmenge und die jahreszeitlichen Schwankungen beider Umweltfaktoren sind besonders entscheidend. In den Gebieten der Erde mit ähnlichen Temperatur- und Niederschlagsbedingungen ist die Flora und Fauna oft ähnlich zusammengesetzt.

Schaffung optimaler Umweltbedingungen durch den Menschen

Der Mensch benötigt zahlreiche pflanzliche und tierische Rohstoffe, um sich ernähren, kleiden und gesund erhalten zu können. Seitdem Ackerbau und Viehzucht betrieben werden, verbesserte der Mensch durch zielgerichtete Eingriffe in die Natur seine Lebenshaltung. Die meisten Eingriffe in die Natur beruhen auf einer Veränderung von Umweltfaktoren. Die Bemühungen dienen dem Ziel, die Lebensbedingungen für Kulturpflanzen und Haustiere möglichst optimal zu gestalten.

In der sozialistischen Gesellschaft dienen alle Eingriffe in die Natur dem Ziel, das Leben aller Bürger zu bereichern und zu verschönern. Auch der Kapitalismus strebt nach höheren Produktionsergebnissen, die jedoch vorrangig dem Kapitalisten, dem



Volk aber wenig nützen. Im Kapitalismus werden Nahrungsmittel vernichtet, um die Profite zu sichern, während Teile des Volkes Hunger leiden.

Für eine weitere Verbesserung der Lebenshaltung ist eine Steigerung der pflanzlichen und tierischen Produktion von großer Bedeutung. Eine Produktionssteigerung wird in dem Maße möglich sein, in dem auf vielen Gebieten neue wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen und in der Land- und Forstwirtschaft angewandt werden. Beispielsweise wird in den auf forstwissenschaftlicher Grundlage bewirtschafteten sommergrünen Laubwäldern viel mehr Holz je Hektar erzeugt als in tropischen Regenwäldern, obwohl dort die klimatischen Bedingungen für das Pflanzenwachstum besonders günstig sind. Infolge oft jahrhundertelanger kolonialer Unterdrückung und durch den rücksichtslosen Raubbau der Kolonialherren sind diese Wälder teilweise in schlechtem Zustand. In den inzwischen unabhängigen Staaten dieser Gebiete bedarf es großer Anstrengungen und längerer Zeiträume, um dort ebenfalls hohe Holz-erträge erzielen zu können.

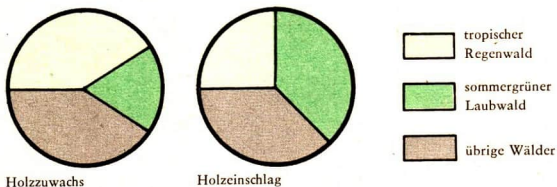
15

Beim Anbau von Kulturpflanzen werden deren ökologische Potenzen und die Eigenschaften des Standortes besonders beachtet. Je besser die Standorteigenschaften den Ansprüchen der Kulturpflanzen entsprechen, desto höhere Erträge werden erreicht. Bei einem standortgerechten Anbau und einer standortgerechten Pflege kann der Arbeitsaufwand in der pflanzlichen Kultur erheblich herabgesetzt werden.

16

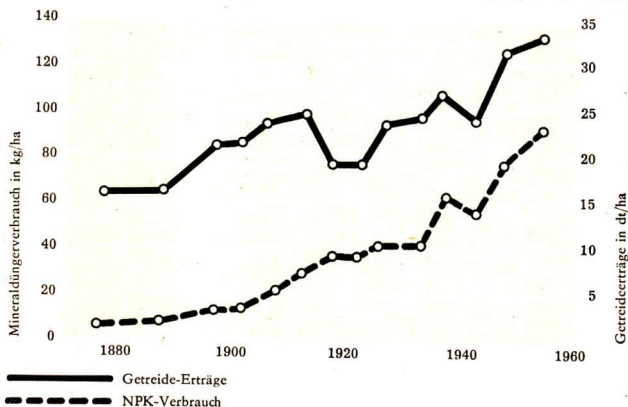
Durch geeignete Pflegearbeiten ist es möglich, im Pflanzenbau die Stoffproduktion der Pflanzen zu erhöhen und die Produktivität des Standortes auch künftig zu sichern (z. B. Pflügen, Düngen, Be- und Entwässerung). Während die normale Pflugtiefe etwa 20 cm beträgt, werden neuerdings besonders leichte Sandböden mit Spezialpflügen 30 oder 40 cm tief gepflügt. Durch das Tiefpflügen werden die Voraussetzungen für eine bessere Wasser- und Sauerstoffversorgung tiefer gelegener Wurzeln geschaffen. Die Wurzelmasse vergrößert sich um mehr als 20 Prozent. Durch zusätzliche Tiefendüngung mit Stalldung kann die Qualität von Sandböden bedeutend verbessert werden. Durch die Düngung werden den Böden die mit dem Erntegut entzogenen Salze wieder zugeführt und die Bodeneigenschaften verbessert. Kalkdüngemittel er-

Anteil an der Welt-Holzproduktion





Beziehungen zwischen Getreide-Erträgen und dem Verbrauch von Stickstoff, Phosphor und Kalium



setzen zunächst die von den Pflanzen aufgenommenen und die vom Niederschlagswasser ausgewaschenen Kalzium-Ionen (Erhaltungskalkung). Außerdem kann der pH-Wert des Bodens erhöht werden (Gesundungskalkung bei zu sauren Böden). Häufig verwendete Kalkdüngemittel sind Kalziumkarbonat CaCO_3 , Branntkalk CaO , Löschkalk Ca(OH)_2 und Hüttenkalk CaSiO_3 .

Die Bodenwassermenge übt einen entscheidenden Einfluß auf das Pflanzenwachstum aus. Grünlandpflanzen verbrauchen meist mehr Wasser als Feldfrüchte. Auf vie-

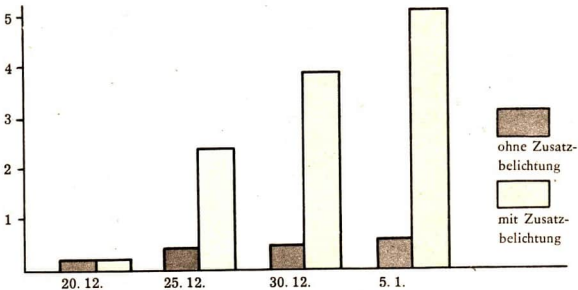
Ertragssteigerung nach Entwässerung zu nasser Flächen	
Hafer	71 %
Winterroggen	57 %
Kartoffeln	50 %
Klee	20 %

Ertragssteigerung durch Abwasserberegung		
	Ertrag in dt/ha	
	unberegnet	beregnet
Winterroggen (Korn)	19,9	24,8
Kartoffeln	248	288
Klee-gras-gemenge (Heu)	15,2	96,5



Zusatzbelichtung bei jungen Gurkenpflanzen

Trockensubstanz in mg



len landwirtschaftlich genutzten Flächen weicht die Wasserversorgung der Kulturpflanzen erheblich von deren Optimum ab. Deshalb werden in der DDR gegenwärtig umfangreiche Ent- bzw. Bewässerungen durchgeführt (Abflußgräben, Dränagen, Beregnungsanlagen). Eine Beregnung mit nährstoffhaltigen, entgifteten und desinfizierten Abwässern aus Industriebetrieben kann beispielsweise den Eiweißgehalt bei Futterpflanzen fast um das Vierfache erhöhen.

17

Während bei Freilandkulturen hauptsächlich die Bodenfaktoren günstiger gestaltet werden, können in Gewächshäusern außerdem einige Klimafaktoren den optimalen Bereichen angenähert werden. Viele Kulturpflanzen finden im Gewächshaus Bedingungen, die ihrem Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsoptimum besonders entsprechen (s. S. 98 f.). Bei einigen Pflanzen erhöht sich die Stoffproduktion bei einer Zusatzbelichtung; bei einigen Kulturpflanzen auch bei einer Anreicherung der Luft mit Kohlendioxid auf 0,1 Prozent. Die Anwendung dieser Erkenntnisse ermöglicht es, die Bevölkerung auch im Winter mit hochwertigem Frischgemüse zu versorgen.

12

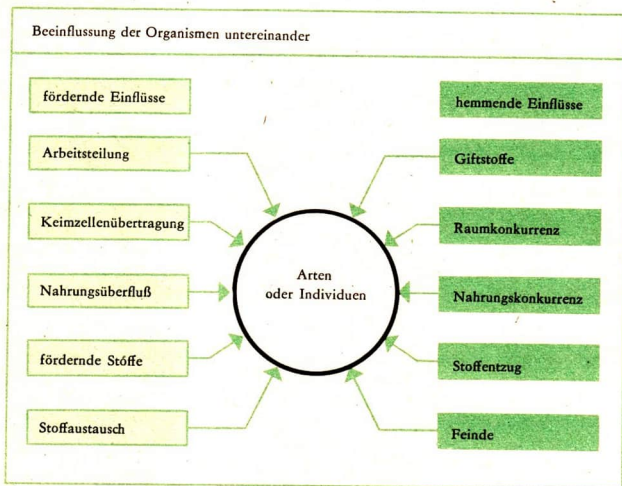
Die räumliche Verteilung der Organismen ist maßgeblich von ihrer ökologischen Potenz abhängig. Arten mit kleinen ökologischen Potenzen haben einen Zeigerwert für bestimmte Standorteigenschaften. Zeigerarten werden zur Standortbeurteilung herangezogen. In der land- und forstwirtschaftlichen Produktion werden die Standorteigenschaften und die ökologischen Potenzen der Organismen besonders berücksichtigt.



Die Vergesellschaftung von Organismen

5

In einem natürlichen Lebensraum lebt eine Pflanze oder ein Tier niemals allein. Die lebende Natur besteht aus Gemeinschaften, die sich aus Individuen verschiedener Arten oder aus Individuen einer Art zusammensetzen. Die Organismen einer Lebensgemeinschaft sind durch vielfältige Beziehungen (z. B. Ernährungsbeziehungen) miteinander und mit ihrem Lebensraum verbunden. Sie sind durch ihre Umweltansprüche von der nichtlebenden und lebenden Umwelt abhängig. Die Abhängigkeit der Organismen voneinander kann sehr eng oder weitläufig sein, sie kann sich über kurze oder längere Zeiträume erstrecken und sie kann sich auf die Beteiligten fördernd oder hemmend auswirken. Länger anhaltende enge Beziehungen können sowohl zwischen zwei oder vielen Individuen als auch zwischen zwei oder vielen Arten bestehen.





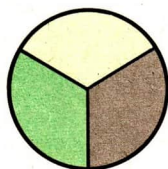
Der Tierstaat als Vergesellschaftungsform

In einem Tierstaat leben viele Individuen einer Art zusammen. Bienen, Ameisen oder Termiten bilden zum Beispiel Tierstaaten, in denen die Individuen keine selbständig lebenden Einzelwesen, sondern Teile eines größeren biologischen Gefüges darstellen. Bei der Honigbiene üben die Königin, die Drohnen und die Arbeitsbienen verschiedene Funktionen aus. Bei den Arbeitsbienen verändert sich die Funktion sogar einige Male im Verlaufe ihrer Individualentwicklung. Die Spezialisierung führte zu beson-

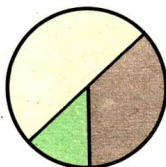
18

Zusammensetzung des Bienenstaates bei Umweltschwankungen

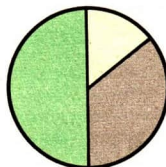
normale Witterung



Schlechtwetterperiode



Schönwetterperiode



Sammelnbienen



Pflegebienen



Baubienen

deren Anpassungen, die am unterschiedlichen äußeren Bau von Königin, Drohne und Arbeitsbiene und an einer unterschiedlichen Funktionstüchtigkeit innerer Organe erkennbar sind.

Der Zusammenschluß vieler Individuen und die damit verbundene Arbeitsteilung führt zu einer größeren Unabhängigkeit gegenüber Umwelteinflüssen. Ernährungs- und Fortpflanzungsvorgänge sind ungünstigen Umwelteinflüssen in geringerem Maße unterworfen.

Eier, Larven und Puppen sind im Bienenstock nur geringen Klimaschwankungen ausgesetzt. Andere Arten können nur selten die Entwicklung der Brut hemmen oder unterbrechen. Königin und Drohnen sind nur einmal für kurze Zeit, nämlich während des Begattungsfluges, den hemmenden Umwelteinflüssen außerhalb des Bienenstockes voll ausgesetzt.

Zwischen der Witterung und den Funktionen der Arbeitsbienen besteht ein Zusammenhang. Eine längere Schönwetterperiode ist mit einem vorzeitigen Funktionswechsel bei vielen Arbeitsbienen verbunden. Der Anteil der Sammelnbienen im



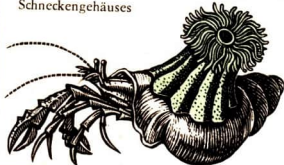
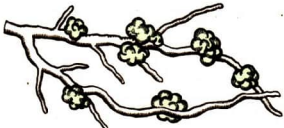
Stock wird größer. Dadurch kann der reiche Anfall von Pollen und Nektar in größerem Maße genutzt werden. Bei kalter und nasser Witterung fliegen die Bienen nicht aus; sie ernähren sich dann von vorhandenen Nahrungsreserven. Einzeln lebende Individuen würden bald verhungern oder nach Verlassen des Unterschlupfes der Kälte erliegen.

Die Symbiose als Vergesellschaftungsform

Zwischen Individuen zweier Arten können sehr enge Beziehungen bestehen. In einigen Fällen sind beide Arten allein nicht lebensfähig. Bei der Symbiose bringt das Zusammenleben beiden beteiligten Arten Nutzen. Eine Symbiose kann entweder von zwei Tierarten oder zwei Pflanzenarten oder von einer Tierart und einer Pflanzenart gebildet werden. Auch viele Bakterien leben mit Pflanzen oder Tieren in Symbiose.

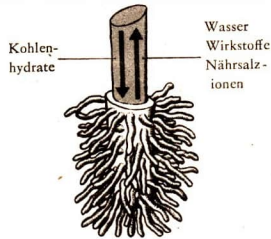
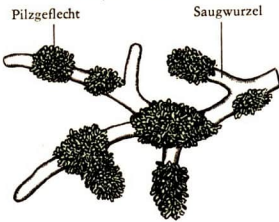
Mykorrhiza ist eine Symbiose zwischen einem Pilz und einer Pflanzenwurzel. Viele Holzgewächse und krautige Pflanzen bilden mit dem unterirdischen Pilzgeflecht Symbiosen. Dabei umspinnen die Pilzfäden die Saugwurzeln und dringen in die Wurzelzellen ein. Das Pilzgeflecht vergrößert die aufnehmende Oberfläche der Baumwurzeln. Dadurch können die Bäume dem Boden mehr Wasser und Nährsalze entnehmen. Andererseits verfügt der Pilz jederzeit, besonders auch bei für ihn ungünstiger Witterung, über beliebige Mengen von Kohlenhydraten, die in den Wurzelzellen des Baumes reichlich vorhanden sind.

Durch das Zusammenleben verfügen beide Arten auch bei ungünstigen Bedingungen über Nährstoffreserven. Der Stoffwechsel wird durch zeitweilig ungünstige Witterung weniger gestört. Beide Arten sind von der abiotischen Umwelt unabhängiger geworden.

Gegenseitige Förderung bei Symbiosen			
Einsiedlerkrebs – Seerose (Hohltier)		Lupine – Knöllchenbakterien	
Schutz vor Feinden	Nahrung	Stickstoff	Kohlenhydrate
Vergrößerung des Schneckengehäuses	sauerstoffreiches Wasser		Wirkstoffe
			



Mykorrhiza eines Waldbaumes



Von einigen Pilzen ist bekannt, daß sie bestimmte Baumarten bevorzugen. Der Goldröhrling ist fast ausschließlich unter Lärchen anzutreffen. Gute Mykorrhizabildung fördert bei Bäumen den Holzzuwachs.

Die Biozönose als Vergesellschaftungsform

In einer Biozönose leben Individuen vieler Arten zusammen, die ähnliche Ansprüche an den Lebensraum stellen. Sie bilden eine Lebensgemeinschaft, in der vielfältige Beziehungen zwischen den Organismen bestehen. Zum Teil beeinflussen sich die Organismen direkt gegenseitig (Symbiose, Parasitismus). Oft wirken von Organismen abgegebene Stoffe auf andere Lebewesen. Beispielsweise begünstigen Linden durch Ausscheidung bestimmter Stoffe die Kohlenstoffassimilation von benachbarten Stieleichen. Dagegen hemmen benachbarte Birken die Kohlenstoffassimilation der Stieleichen. Vielfach vollzieht sich die Einflußnahme über Umweltfaktoren. Unter beleubten Baumkronen wachsende Kräuter werden beispielsweise beeinflußt, indem die Bäume Lichtstrahlen und Niederschläge zum Teil abhalten.

19

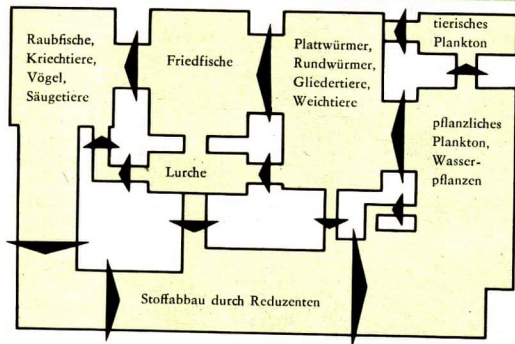
Sind die hemmenden und fördernden Einflüsse zwischen den Arten annähernd ausgeglichen, bleibt die Artenzusammensetzung in der Biozönose für längere Zeit erhalten. Die Erhaltung des Artenbestandes wird maßgeblich von der erzeugten Nahrungsmenge und deren Verbrauch, also dem Verhältnis von Produzenten, Konsumenten und Reduzenten, bestimmt (s. S. 63 ff.).

Je ausgeglichener das Verhältnis zwischen Produzenten, Konsumenten und Reduzenten ist, desto ungestörter verläuft der Stoffumsatz in einer Biozönose.

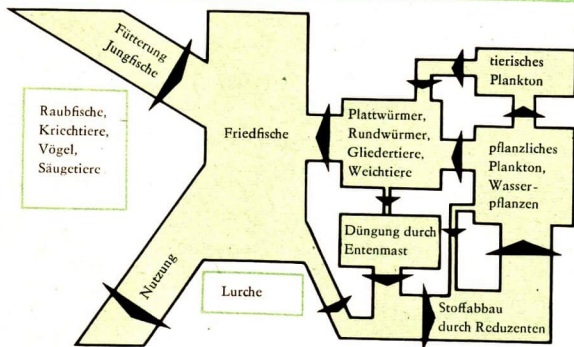
Der Mensch entnimmt der Natur im gesellschaftlichen Produktions- und Reproduktionsprozeß große Mengen pflanzlicher und tierischer Stoffe. Dadurch wird der natürliche Stoffumsatz gestört. Soll die biologische Stoffproduktion für den Menschen auf



Stoffumsatz in einem unbewirtschafteten Teich



Stoffumsatz bei intensiver Karpfenhaltung





20

21

lange Sicht zweckmäßig verlaufen, muß das Verhältnis zwischen biologischen Produzenten, Konsumenten und Reduzenten beachtet und durch entsprechende Maßnahmen aufrechterhalten werden. Um den Bedarf der Menschen besser befriedigen zu können, lenkt der Mensch die natürliche Stoffproduktion. Seit langem werden einige biologische Produzenten und Konsumenten gefördert und dadurch begünstigt, andere bekämpft (z. B. Nutztiere, Kulturpflanzen bzw. Schädlinge und Unkräuter).

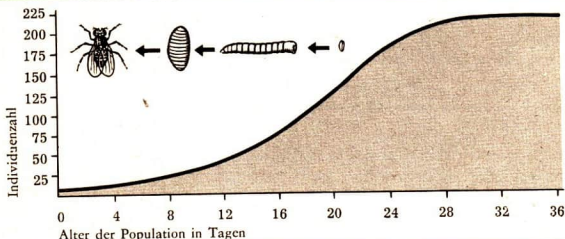
Populationsschwankungen in Biozöosen

Alle Individuen einer Art in einem natürlichen Lebensraum, beispielsweise die Kiefernspanner eines Waldes oder alle Grasfrösche eines Teiches, bilden eine Population. Da die Organismen viel mehr Keimzellen ausbilden als zur Erhaltung ihrer Population notwendig sind, müßte die Population ständig wachsen. Es wirken aber einige Faktoren, die den Zuwachs hemmen oder ganz unterbinden. Bei gleichbleibender Raumgröße und Nahrungsmenge nimmt die Individuenzahl nur solange zu, wie Raum und Nahrung ausreichen. Mit der Zeit nähert sich die Zuwachsrate in der Population dem Nullwert.

Eine gleichbleibende Populationsgröße kann nur in einer Reinkultur bei gleichmäßiger Fütterung beobachtet werden. In der Natur ist eine Population einmal größer und einmal kleiner. In manchen Jahren werden riesige Kohlweißlingsschwärme beobachtet, während in anderen Jahren nur vereinzelt Individuen dieser Art zu finden sind. Zeitweilig werden in einem Gebiet besonders viele Hasen erlegt, oder in einem See wird eine Fischart besonders häufig gefangen. Die Größe einer Population ist von vielen Faktoren abhängig und unterliegt dauernden Schwankungen.

Von vielen Arten ist bekannt, daß ihre Populationsgröße regelmäßig schwankt. Die Populationsschwankungen schädlicher Insekten wurden mehrere Jahrzehnte lang beobachtet und registriert. Der Kiefernspanner neigt beispielsweise alle sieben Jahre zu

Wachstum einer Fliegenpopulation im Zuchtglas bei gleichbleibender Futtermenge





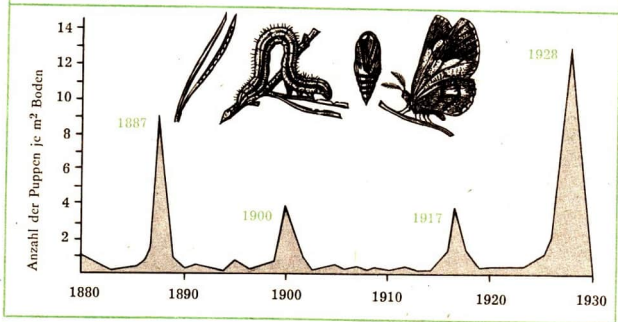
Fischfänge in einer unbewirtschafteten Talsperre (in kg)

Jahr	Friedfisch	Raubfisch
		
1945	1100	430
1947	790	2440
1950	2210	3370
1952	3310	1820
1955	1170	370
1958	500	2200

Abhängigkeit der Populationsgröße von äußeren Faktoren



Populationsschwankungen beim Kiefernspanner



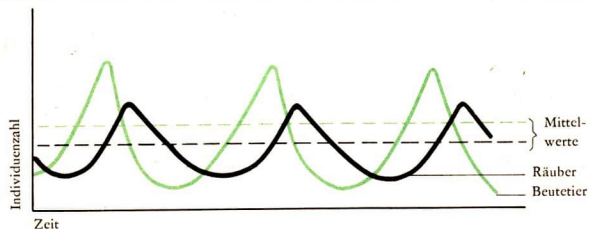
einer übermäßigen Vermehrung. Die Populationen können so groß werden, daß ganze Kiefernbestände gefährdet sind.

Als Ursache für diese Regelmäßigkeit werden gesetzmäßige Beziehungen zwischen verzehrenden Arten (Räubern und Parasiten) und der hauptsächlich verzehrten Art (Beutetier) angesehen. Es besteht eine Beziehung zwischen Nahrungsangebot und

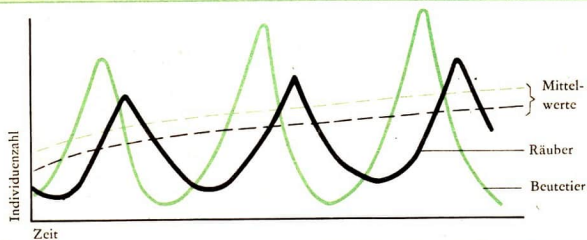


Gesetzmäßige Populationsschwankungen

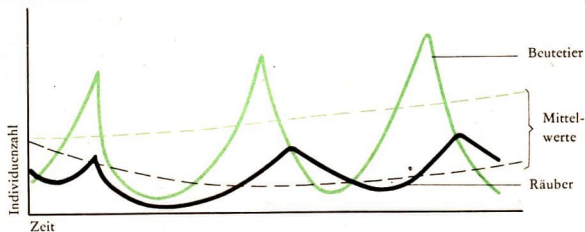
Ohne Eingriffe in das biologische Gleichgewicht



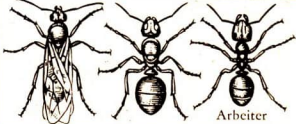
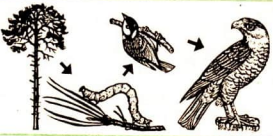
Nach Begünstigung des Beutetieres



Nach Verringerung von Beutetier und Räuber





Formen des Zusammenlebens	
Tierstaat	Ameisen
viele Individuen	
Förderung des Individuums und der Gesamtheit durch Arbeitsteilung	
Symbiose	Flechte (Alge – Pilz)
zwei Arten	
gegenseitige Förderung, Begünstigung des Stoffwechsels oder der Fortpflanzung	
Parasitismus	Raupe – Schlupfwespe
zwei Arten	
einseitige Hemmung des Stoffwechsels oder der Fortpflanzung. Die Hemmung kann zum Tode führen.	
Biozönose	Fichten
viele Arten	
Vielfältige Begünstigung und Hemmung (Konkurrenz), die gegeneinander abgewogen sind!	
	Pflanzenfresser – Fleischfresser
	



Populationsgröße. Für gewöhnlich folgt einer Vermehrung des Beutetieres eine Vermehrung des Räubers. Diese führt zur Verminderung der Beutetiere. Darauf folgt ein Rückgang der Räuber. Da sich dieser Vorgang ständig wiederholt, bewegen sich die Populationschwankungen in bestimmten Grenzen. Die Populationsgröße schwankt um einen Mittelwert, weil Zunahme und Abnahme jedesmal annähernd gleich sind. Die Mittelwerte bleiben demzufolge für jede Art trotz der Schwankungen gleich, vorausgesetzt, daß andere Umweltfaktoren die Verhältnisse nicht stören.

Diese Ausgeglichenheit wird als biologisches Gleichgewicht bezeichnet. Das biologische Gleichgewicht ist kein feststehender Zustand und wird deshalb als Fließgleichgewicht bezeichnet. Biozönosen mit relativ stabilem Gleichgewicht sind beispielsweise Urwälder oder noch naturnahe Wälder. In solchen langlebigen Biozönosen ändert sich die Artenzusammensetzung nur langsam. In kurzlebigen Biozönosen ist das biologische Gleichgewicht dagegen sehr labil. Bei einer Neubesiedelung unbewachsener Flächen, wie sie beispielsweise nach einem Waldbrand erfolgt, verändert sich die Artenzusammensetzung innerhalb weniger Vegetationsperioden auffallend.

Bei Eingriffen in die Biozönose wird das biologische Gleichgewicht gestört. Das Größenverhältnis der Populationen ändert sich. Begünstigt der Mensch eine Art, beispielsweise bestimmte Pflanzenfresser durch das Anlegen großer Monokulturen, vermehrt sich auch die von den Pflanzenfressern lebende räuberische Art. Die Mittelwerte der Häufigkeit beider Arten verändern sich. Werden beide Arten etwa gleichermaßen verringert, wie es bei einer Schädlingsbekämpfung der Fall sein kann, erhöht sich zunächst der Mittelwert der Häufigkeit der verzehrten (pflanzenfressenden) Art. Die Population des Räubers nimmt erst später wieder zu.

Die Regelmäßigkeit von Populationschwankungen kann gestört werden, wenn andere Umweltfaktoren von ihrer durchschnittlichen Wirkung abweichen. Vom langjährigen Durchschnitt abweichende Klimawirkungen fördern oder hemmen oft nur eine der Arten. In kalten, regnerischen Frühjahren und Sommern werden beispielsweise Hasenpopulationen durch Infektionskrankheiten oft sehr verringert. Nach stürmischen Frühjahren finden in heißen und niederschlagsarmen Sommern Borkenkäfer in dem abgestorbenen Bruchholz besonders günstige Lebensbedingungen. Kleinpilze, die die Puppen der Käfer vernichten, werden durch diese Witterung nicht begünstigt, so daß keine ausreichende natürliche Bekämpfung der Borkenkäfer erfolgt.

Die Vergesellschaftung von Pflanzen und Tieren ist ein Merkmal der lebenden Natur. Formen der Vergesellschaftung sind beispielsweise Tierstaaten, Symbiosen, Biozönosen.

Durch ein enges Zusammenleben der Organismen in Form von Tierstaaten, Symbiosen oder Biozönosen werden sowohl die Einzelwesen als auch die Gemeinschaft von der Umwelt unabhängiger.

Hemmende Umwelteinflüsse, die besonders auf Schwankungen von Umweltfaktoren zurückzuführen sind, werden in der Gemeinschaft weniger wirksam.



22

Verhütung und Bekämpfung von Massenvermehrungen der Schädlinge

Der Mensch verwandelt die natürlichen Organismengesellschaften in Kulturbiozosen. Dadurch werden oft Pflanzenfresser begünstigt, die sich von den Kulturpflanzen ernähren und als Schädlinge bezeichnet werden. Das Gleichgewicht zwischen den Populationen wird gestört. Zeitweilig vermehren sich die Schädlinge so stark, daß der Bestand der Kulturen gefährdet wird.

Um die von den Schädlingen verursachten Ernteverluste möglichst gering zu halten, müssen die Schädlinge bekämpft werden. Es wird entweder versucht, durch vorbeugende Maßnahmen ein übermäßiges Anwachsen der Schädlingspopulation zu verhüten, oder es werden nach erfolgter Massenvermehrung möglichst viele Schädlinge (z. B. mit Giften) vernichtet. Bei allen vorbeugenden Maßnahmen zur Erhaltung des biologischen Gleichgewichts handelt es sich um Methoden der biologischen Schädlingsbekämpfung.

Wichtige tierische Schädlingsgruppen			
Rundwürmer	Insekten	Spinnmilben	Nagetiere
Weizenälchen	Kohlweißling	Stachelbeermilbe	Große Wühlmaus
			

Für Kulturpflanzen werden beispielsweise möglichst solche Standorte gewählt, in denen deren Hauptschädlinge keine optimalen Lebensbedingungen finden. Der Kartoffelkäfer tritt bevorzugt in wärmeren und niederschlagsärmeren Gebieten auf. Hier findet er sein Temperaturoptimum. An kühleren und feuchteren Standorten, in denen für die Entwicklung der Kartoffel günstige Klimabedingungen herrschen, ist der Schädlingsbefall gewöhnlich geringer.

Die unmittelbare Nachbarschaft ähnlicher Kulturen kann eine Schädlingsausbreitung begünstigen. In nassen Frühjahrten werden Frühkartoffeln häufig von einem Kleinpilz befallen, der die Kraut- und Knollenfäule verursacht. Wachsen auf angrenzenden Feldern Spätkartoffeln, werden auch diese in kurzer Zeit von dem Pilz geschädigt.



Schädlingsbekämpfung

chemisch	physikalisch	biologisch
Fraßgifte, Atemgifte, Berührungsgifte	Fallen, Absammeln, Bodendämpfung, Warntöne	Begünstigung von Nützlingen, resistente Sorten, Standortwahl, Fruchtfolge

Ein jährlicher Fruchtwechsel wirkt besonders vorbeugend, weil dadurch die Vermehrung vieler Schädlinge dauernd unterbrochen wird. Für einjährige Kulturpflanzen werden die Standorte jährlich gewechselt. Hackfrüchte und Getreidearten werden kaum von denselben Schädlingen befallen.

Es kommt vor, daß einige Pflanzen einer Kultur von Schädlingen gemieden werden. Aus solchen Individuen können Rassen gezüchtet werden, die von bestimmten Schädlingen nicht befallen werden. Allerdings können sich manche Schädlinge der neuen Kulturrasse in kurzer Zeit anpassen.

Durch Begünstigung der natürlichen Feinde kann eine Schädlingspopulation oft in erträglichen Grenzen gehalten werden. Nützliche Insekten werden beispielsweise begünstigt, indem ihnen ihre wildwachsenden Nährpflanzen erhalten werden. In Landwirtschaftsgebieten, in denen Schlupfwespen noch an Feldrainen, Waldrändern, in Gebüsch und Hecken genügend nektarreiche Blüten finden, gelangen schädliche Schmetterlingspopulationen kaum zur Massenvermehrung. Durch Schaffung von genügend Brutstätten können mehr Vögel angesiedelt werden. In Vogelschutzgebieten kommen Massenvermehrungen von Insekten seltener vor. Es können auch Nützlinge ausgesetzt werden, wenn sie sich schnell in großer Menge züchten lassen. Es gelang beispielsweise, Schmetterlingsraupen mit Bakterien und Kartoffelkäfer mit Kleinpilzen erfolgreich zu bekämpfen, da diese Mikroorganismen in den Schädlingen parasitieren. Seit einigen Jahren gelingt es, manche Insektenpopulationen zu verringern oder auszurotten, indem die Schädlinge unfruchtbar gemacht werden. Dazu werden die Schädlinge in großer Menge gezüchtet, durch radioaktive Strahlen unfruchtbar gemacht und ausgesetzt.

★ Mit dieser Methode konnte in den USA die Schraubenwurmflye, deren Larven parasitisch an Haustieren leben, erfolgreich bekämpft werden. Diese Fliege kann leicht in großer Anzahl gezüchtet und durch Bestrahlen sterilisiert werden. Die Weibchen dieser Fliegenart paaren sich nur einmal. Deshalb bleiben auch nichtsterilisierte Weibchen, die von sterilisierten Männchen begattet werden, ohne Nachkommen. Durch wiederholtes Aussetzen von sterilisierten Fliegen wird der Schädling allmählich vernichtet. ★

Biologische Bekämpfungsmaßnahmen haben oft noch nicht den gewünschten Erfolg,

23



Ansiedlung von Vögeln durch Anbringen von Nistkästen (80 ha Waldfläche)

Jahr	1959	1960	1961	1962
Anzahl der Nistkästen	100	130	200	320
Anzahl der Brutpaare	80	100	140	250

Futterzusammensetzung bei jungen Kohlmeisen

Nachweis der Tiergruppen im Futter junger Kohlmeisen mit der Halsringmethode		Kiefernwald	Eichen-Mischwald	Nachweis der Tiergruppen im Futter junger Kohlmeisen mit der Halsringmethode		Kiefernwald	Eichen-Mischwald
		ausgeglichene Populationen	große Eichenwicklerpopulationen			ausgeglichene Populationen	große Eichenwicklerpopulationen
Schädlinge		45 %	78 %	teils Schädlinge teils Nützlinge		10 %	2 %
		4 %	1 %			22 %	3 %
		5 %	1 %		sonstige Tiere	14 %	15 %

da die Kenntnisse über die vielfältigen Beziehungen in Biozönosen noch zu lückenhaft sind. Eine physikalische Schädlingsbekämpfung bleibt meist auf Kleingärten, Gärtnereien oder Haushalte beschränkt. Deshalb werden meist sehr wirksame chemische Bekämpfungsmittel angewendet.

Die Schädlingsbekämpfungsmittel können von Flugzeugen in wenigen Stunden auf großen Flächen ausgebracht werden. Mit der Anwendung dieser Bekämpfungsmethode erhöhten sich die Ernteerträge bedeutend.

Am häufigsten werden Insekten mit chemischen Mitteln (Insektiziden) bekämpft. Insektizide wirken unterschiedlich (z. B. als Kontakt-, Fraß- und Atemgift). Der Einsatz von Insektiziden und anderen Schädlingsbekämpfungsmitteln kann auch unerwünschte Nebenwirkungen hervorrufen. Mit den Schädlingen werden oft auch deren natürliche Feinde vernichtet. Gelegentlich kommt es auch zu Schäden an den behandelten Kulturen oder zur Beeinträchtigung warmblütiger Lebewesen. Diese Nebenwirkungen können durch die Entwicklung neuer Schädlingsbekämpfungsmittel und ihre verantwortungsbewusste Anwendung weitgehend vermieden werden. Die Anwendung chemischer Bekämpfungsmittel ist zur Sicherung der menschlichen Ernährung unentbehrlich geworden.



Veränderung abiotischer Faktoren durch Organismengesellschaften

Einerseits sind alle Organismen von den abiotischen Umweltfaktoren in hohem Maße abhängig, andererseits beeinflussen die Organismen auch einige abiotische Faktoren. So entsteht beispielsweise innerhalb einer Organismengesellschaft ein besonderes Klima, das vom Großklima erheblich abweichen kann und Bestandsklima genannt wird. Pflanzen können zum Beispiel die Windgeschwindigkeit und die Wärmestrahlung auf den Boden herabsetzen und die Luftfeuchtigkeit durch die Transpiration erhöhen. Das Bestandsklima der Wälder unterscheidet sich vom Großklima besonders auffallend. Größere Pflanzengesellschaften beeinflussen den Wasserhaushalt in der Natur. Gebirgswälder speichern große Mengen von Niederschlagswasser, das sonst vorwiegend oberirdisch abfließen würde. Andererseits verdunsten Wälder gegenüber unbewachsenen Flächen viel Grundwasser.

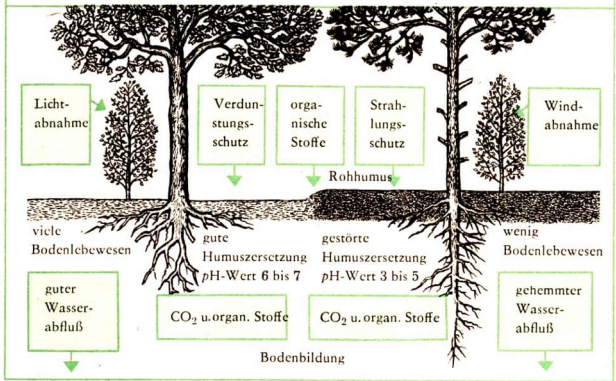
Das Bestandsklima und die veränderte Wasserführung bleiben nur solange erhalten, wie die betreffenden Organismengesellschaften bestehen. Einige der durch die Organismen veränderten Bodeneigenschaften können dagegen lange Zeit nach Auflösung der Organismengesellschaft wirksam bleiben. Das Bestandsklima ermöglicht das Gedeihen solcher Arten, die außerhalb des Bestandes im Großklima nicht gedeihen können (z. B. krautige Waldpflanzen im Schatten der Bäume). Die Artenzusammensetzung ist also vom Großklima und vom Bestandsklima abhängig.

25

Klimawerte an einem Sommertag			
Faktoren	Freiland (unbewachsen)	Kiefernbestand (Kronenschluß 70 %)	Buchenbestand (Kronenschluß 95 %)
Maximaltemperatur	23 °C	20,5 °C	17,5 °C
Minimaltemperatur	6,5 °C	8,5 °C	9 °C
Temperatur der Bodenoberfläche	23 °C	19 °C	17,5 °C
Lichtintensität	100 %	74 %	49 %
Windgeschwindigkeit	5,2 m/s	1,1 m/s	1,1 m/s
Niederschlag	22 mm	14 mm	12,5 mm
Absolute Luftfeuchtigkeit	15,6 g/m ³	16,3 g/m ³	19,6 g/m ³
Verdunstung einer freien Wasserfläche	100 %	78 %	53 %



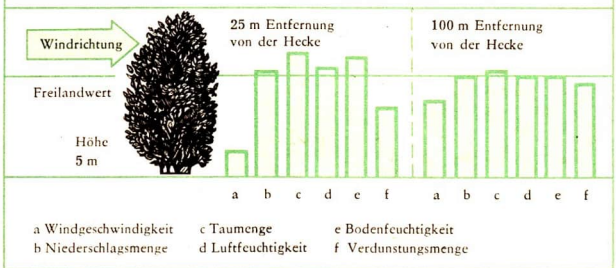
Einfluß des Waldes auf Klima und Boden



24

Eine Organismengesellschaft beeinflusst meist auch das Klima der benachbarten Flächen. In Gebieten mit extremen Klimabedingungen können durch Schutzwaldstreifen die landwirtschaftlichen Erträge bedeutend gesteigert werden. In der Forstwirtschaft werden Anstrengungen unternommen, das Bestandsklima der Wälder durch entsprechende Bewirtschaftung soweit wie möglich zu erhalten, um den Zuwachs von Nutzholz und dessen Qualität nicht zu verringern.

Einfluß einer Hecke auf benachbarte Standorte





Entwicklung von Organismengesellschaften

Die Besiedlung von Neuland durch Organismen ist eine gesetzmäßige Erscheinung. Neuland entsteht zum Beispiel durch Anspülung an den Anlandungsküsten der Ostsee, durch die Verwitterung von Gesteinen oder auch künstlich durch die Aufschüttung von Abraum aus Bergwerken.

Haben die ersten Organismen (z. B. Bakterien, Pilze, Algen) von einem Lebensraum Besitz ergriffen, ändert sich die Artenzusammensetzung in den folgenden Jahren

Entwicklungsfolgen von Biozönosen

Entwicklungsfolge bei der Wiederbewaldung



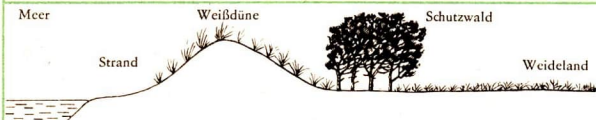
Entwicklungsfolge bei der Verlandung eines Binnengewässers



Entwicklungsfolge bei der Besiedlung von Stranddünen



Entwicklungsfolge bei der Bepflanzung von Stranddünen





26

auffallend. Zunächst stellen sich solche Pflanzen- und Tierarten ein, die sich bei den ungünstigen Bodeneigenschaften und den großen Klimaschwankungen durchsetzen können. Ihre Individuenzahl nimmt schnell zu. Die Erstbewohner schaffen in Bodennähe ein Bestandsklima und liefern die ersten organischen Stoffe zur Humusbildung. Dadurch werden für weitere Arten günstige Lebensbedingungen geschaffen. Der Boden ist bald von krautigen Pflanzen vollständig bedeckt. Im Schutze dieser Kräuter und in dem mit Humus angereicherten Boden entwickeln sich Holzgewächse. In wenigen Jahren bilden frostharte Baum- und Straucharten einen Vorwald mit einem ausgeglicheneren Bestandsklima. Jetzt können empfindlichere Holzgewächse ihre Jugendentwicklung erfolgreich überstehen. Mit zunehmender Beschattung ändert sich die Zusammensetzung der Krautschicht. Ohne Eingriffe des Menschen würde sich ein natürlicher Mischwald mit einem relativ stabilen biologischen Gleichgewicht entwickeln. In unserem Klimagebiet stellt der Mischwald häufig die Schlußgesellschaft einer natürlichen Entwicklungsfolge dar.

Die gesetzmäßige Entwicklungsfolge von Biozönosen muß in einigen Wirtschaftsbereichen berücksichtigt werden, beispielsweise im Küstenschutz bei der Bepflanzung von Dünen, in der Landwirtschaft bei der Bodenwasserregulierung oder in der Forstwirtschaft bei der Aufforstung von Kahlschlägen und Ödland.

Wie bei jedem Einzelwesen erfolgt auch bei Biozönosen eine ständige Entwicklung.

Die Entwicklung von Biozönosen wird eingeleitet durch die Erstbesiedlung von Neuland durch Organismen. Die Weiterentwicklung vollzieht sich im wesentlichen durch Veränderung des Lebensraumes durch die Organismen.

Durch sinnvolle Eingriffe in die Natur kann die Entwicklung von Biozönosen gelenkt werden.



Naturnutzung und Naturerhaltung

Die Landschaft weiter Teile der Erde ist vom jahrtausende langen Einfluß des Menschen geprägt. Zu Beginn der Geschichte der Menschheit war deren Einfluß auf die Natur gering. Mit zunehmender Entwicklung von Wissenschaft und Technik verstärkte sich dieser Einfluß. Im Kapitalismus versuchen die Besitzer von Produktionsmitteln größten Profit aus den Naturreichtümern zu gewinnen, ohne an die Erhaltung der Natur zu denken. Die ständig wachsende Weltbevölkerung, die zunehmende Industrialisierung auch in der Landwirtschaft, die veränderten Lebensgewohnheiten der Menschen führen zu immer stärkeren Eingriffen in die Natur.

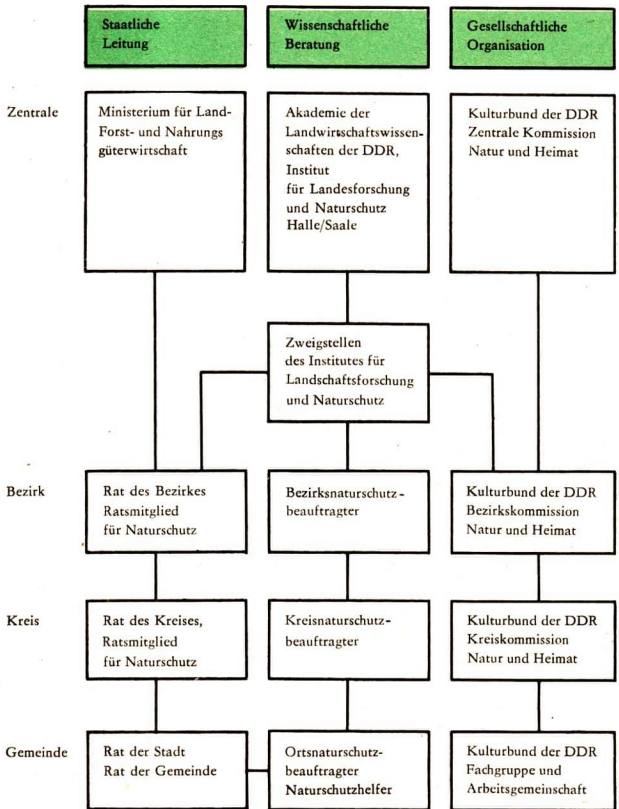
Industriebauten, neue Siedlungen und neue Verkehrswege verändern immer mehr das Landschaftsbild. Die Kulturböden, die Bodenschätze und die Wasservorräte werden entweder als Rohstoffe oder als Produktionsmittel immer intensiver genutzt. Dabei wurde in der Vergangenheit – und zum Teil auch in der Gegenwart – nicht immer mit der erforderlichen Sorgfalt und wissenschaftlichen Überlegung vorgegangen, so daß es zu Schäden in der Natur kam, die nur schwer zu reparieren sind. Teilweise sind die Naturreichtümer bereits ausgeschöpft oder bis an die Grenze des Möglichen genutzt.

In einigen Industriegebieten ist eine Produktionserweiterung schon heute nicht mehr möglich, weil die verfügbare Wassermenge bereits gänzlich genutzt wird. Die zunehmende Industrialisierung führte zu einer Verunreinigung der Böden, der Gewässer und der Luft mit chemischen und radioaktiven Stoffen. In einigen Gebieten der Erde sind Kulturböden und Gewässer schon bis zur Unbrauchbarkeit verunreinigt. Das Rheinwasser beispielsweise ist so sehr verschmutzt, daß die Wasserversorgung in den Niederlanden große Sorgen bereitet. Diese Tatsachen zwingen zu Maßnahmen, die auch die künftige Brauchbarkeit der Naturvorräte gewährleisten.

Eine vorratspflegliche Naturnutzung ist in allen sozialistischen Ländern gesetzlich gesichert. Eingriffe in die Natur werden vorher gewissenhaft auf mögliche nachteilige Folgen überprüft. In der sozialistischen Gesellschaftsordnung liegt es im Interesse der gesamten Gesellschaft und eines jeden Bürgers, die Gesetze zum Schutz der Natur genauestens einzuhalten. Bei kapitalistischer Wirtschaftsweise steht eine vorratspflegliche Naturnutzung im Widerspruch zu den Profitinteressen der Großunternehmer. Der für den Kapitalismus charakteristische unerbittliche Konkurrenzkampf hat nicht selten zur Folge, daß die Natur ausgeplündert und für künftige Generationen unbrauchbar gemacht wird. In der DDR ist der Schutz der Naturreichtümer, ihre sinnvolle und vorratspflegliche Nutzung zum Wohle der Menschen sowohl ein Anliegen



Schema der Organisation des Naturschutzes in der DDR





des Staates als auch jedes einzelnen Bürgers. Auf der Grundlage der Verfassung wurde in der DDR in enger Zusammenarbeit zwischen Regierung, wissenschaftlichen Institutionen und zuständigen gesellschaftlichen Organisationen ein umfassendes Landeskulturgesetz erarbeitet und am 14. Mai 1970 von der Volkskammer beschlossen (s. S. 148).

Die sozialistische Landeskultur ist ein Bestandteil des entwickelten gesellschaftlichen Systems des Sozialismus und hat im wesentlichen folgende Aufgaben:

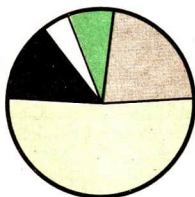
- die rationelle Nutzung und den Schutz des Bodens
- die Reinhaltung der Gewässer und ihre rationelle Nutzung
- die Reinhaltung der Luft
- die rationelle Nutzung und den Schutz der Wälder
- die Erschließung und Pflege der schönen Landschaftsgebiete zur Förderung der Volksgesundheit und für die Erholung der Bevölkerung (27)
- den Schutz vom Aussterben bedrohter Pflanzen- und Tierarten, besonderer Landschaftsteile und bedeutender Naturdenkmale (28)
- die Nutzbarmachung von Abfallprodukten bzw. ihre schadlose Beseitigung (29)
- den Schutz vor Lärm

Die sozialistische Landeskultur dient somit nicht nur dem ständigen Wachstum der Volkswirtschaft und der Mehrung des Wohlstandes, sie stärkt auch die Macht des Sozialismus und das internationale Ansehen der DDR. Sie entspricht der sozialistisch-humanistischen Lebensauffassung, weil sie dem Frieden dient und nur im Frieden wirksam werden kann. Die von der sozialistischen Staatengemeinschaft angestrebte Friedensordnung in Europa wird künftig eine notwendige breitere internationale Zusammenarbeit ermöglichen, um allen Völkern zu größtmöglichem Glück und Wohlstand zu verhelfen.

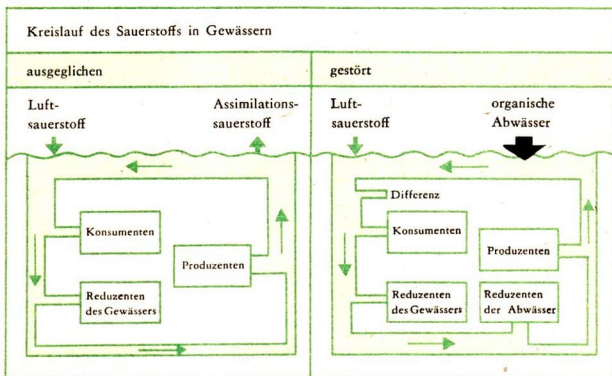
Reinhaltung der Gewässer

Der Wasserbedarf in Industrie und Haushalten nimmt ständig zu. In der DDR wird in einigen Industriezentren bereits das ganze verfügbare Wasser mehrmals genutzt, bevor es ins Meer abfließt. In niederschlagsarmen Jahren erfordert eine ausreichende

Ursachen
der Fischsterben
in Binnengewässern
der DDR
(vor dem
Wassergesetz
1963)



- organische Abwässer
- anorganische Abwässer
- Insektizide-Herbizide
- Vergiftung
- ungeklärt



Wasserversorgung der Industrie große Anstrengungen. Da Grundwasser nicht unbegrenzt entnommen werden darf, muß von der Industrie immer mehr Oberflächenwasser genutzt werden. Die Abwasseraufbereitung und die Reinhaltung der Flüsse, Seen und Teiche sind in der DDR durch das 1963 erlassene „Wassergesetz“ geregelt.

Die Abwässer der Haushalte, der Landwirtschaftsbetriebe, der Zellulose- und Lebensmittelindustrie sind überwiegend mit organischen Stoffen angereichert. Die Abwässer der Textil-, Metall- und Kohleveredlungsindustrie enthalten vorwiegend anorganische Gifte. Bevor die Abwässer in Seen, Flüsse oder in das Meer geleitet werden, müssen sie gereinigt werden. Die Entgiftung erfolgt meist durch Zusatz von Chemikalien. Bei der Reinigung organischer Abwässer wird die Abbautätigkeit von Bakterien genutzt. Die Reinigungskosten sind oft sehr hoch. In den Leunawerken „Walter Ulbricht“ betragen die Kosten für die Wasseraufbereitung jährlich mehrere Millionen Mark.

Ungereinigte Abwässer reichern die Oberflächengewässer mit organischen und giftigen Stoffen an und durchsetzen sie mit krankheitserregenden Organismen. Einige Giftstoffe (z. B. Phenole) vernichten schon in geringen Konzentrationen alle Pflanzen und Tiere des Gewässers. Eine übermäßige Anreicherung mit organischen Stoffen führt zu Verschmutzung und zu Sauerstoffarmut. Der durch die Verschmutzung verursachte Lichtmangel verringert die Sauerstoffabgabe der grünen Pflanzen. Außerdem finden Bakterien in den organischen Stoffen einen geeigneten Nährboden. Sie gelangen zur Massenvermehrung und veratmen große Mengen von Sauerstoff. Die Sauerstoffproduzenten verkümmern langsam, die Konsumenten gehen in kurzer Zeit an Sauerstoffmangel zugrunde (z. B. Fischsterben).



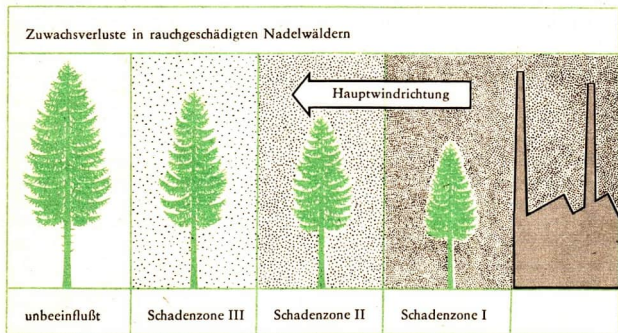
Reinhaltung der Atmosphäre und des Bodens

Reinhaltung der Luft

Die Luft gehört ebenfalls zu den Naturreichtümern. Gegenwärtig müssen Millionen Menschen Luft einatmen, die durch viele feste, flüssige und gasförmige Stoffe verunreinigt ist. Bei der Verbrennung von Kohle, Treibstoffen und Heizölen entstehen neben Rußteilchen Gase, die zum Teil auf Organismen giftig wirken. Auch in der chemischen Industrie entstehen oft giftige Gase.

Hauptanteil an der Luftverunreinigung haben Stäube der verschiedensten Art und Schwefeldioxid. Die Folge davon sind verschmutzte Gebäude, Straßen und Landschaften, kranke und absterbende Pflanzen, geschädigte Tiere und kranke Menschen.

Die Industriezentren im Süden der DDR sind die Gebiete größter Luftverschmutzung. In Großstädten, entlang verkehrsreicher Autostraßen und besonders in der Umgebung großer Industriebetriebe werden Luft und Boden mit giftigen Stoffen angereichert. In diesen Gebieten werden viele Organismen schwer geschädigt. Das Assimilationsgewebe der grünen Pflanzen wird vergiftet. Dadurch verringert sich der jährliche Zuwachs, und die Pflanzen sterben allmählich ab. Besonders gefährdet sind die immergrünen Fichten- und Kiefernbestände, da sie nicht wie die meisten Laubbäume das Assimilationsgewebe jährlich erneuern. Auch die Tiere leiden unter den giftigen Abgasen. Ständige Luftverunreinigung schadet auch dem Menschen. Deshalb werden große Anstrengungen unternommen, Luftverunreinigungen zu vermeiden. Die Industriebetriebe sind verpflichtet, die Abgase zu entgiften und weitgehend vom Staub zu reinigen. Das ist technisch oft schwierig und finanziell aufwendig. Deshalb werden verstärkt gegen Rauch weniger empfindliche Holzarten angebaut (z. B. Lärche, Rot-Buche, Eiche, Ahorn).





Reinhaltung und Erhaltung des Bodens

Der Boden ist wichtigstes Produktionsmittel der Land- und Forstwirtschaft, das durch richtige Nutzung an Wert gewinnt. Der Boden ist aber nicht nur Basis der pflanzlichen Produktion, sondern gleichzeitig auch das Fundament, auf dem Straßen, Wohnungen, Fabriken, Erholungsheime und Schulen errichtet werden. Der Anteil des Bodens, der für diese Zwecke in der DDR in Anspruch genommen werden muß, beträgt eine Million Hektar, das sind 9,2 Prozent des Gesamtterritoriums.

Für die landwirtschaftliche Produktion standen 1964 6 386 397 ha (= 58,9 Prozent) zur Verfügung, also je Einwohner 0,38 ha. In den letzten 15 Jahren verringerte sich die landwirtschaftliche Nutzfläche in der DDR jährlich um rund 10 000 ha oder täglich um 28 ha. Die Einführung bodenschützender und bodenpflegender Maßnahmen würde dringend notwendig. Entsprechende gesetzliche Bestimmungen (Bodennutzungsverordnung vom 17. Dezember 1964) haben hier eine Regelung geschaffen.

Danach muß jede ackerbauliche Nutzung des Bodens so gelenkt werden, daß der fruchtbare Oberboden erhalten bleibt. Beim Abbau von Bodenschätzen im Tagebaubetrieb muß der Oberboden ebenso gesichert werden wie bei der Anlage von Industriebauten oder Siedlungen. Nur auf Flächen, von denen der Mutterboden vorher geräumt wurde, dürfen zum Beispiel Kippen und Halden errichtet werden.

Große Schwierigkeiten bereitet auch die Reinhaltung des Bodens. Die zunehmende Motorisierung erhöht die Gefahr der Verunreinigung durch auslaufendes Motorenöl. Die Vernichtung des in immer größerer Menge anfallenden Mülls (in Berlin allein täglich durchschnittlich etwa 3800 m³ $\triangleq$ etwa 380 Eisenbahnwaggons Hausmüll) ist arbeitsaufwendig und kostspielig, aber notwendig, um Boden und Gewässer vor Verschmutzung und Verseuchung zu schützen. Bei der Beseitigung des Mülls wird deshalb verstärkt auf neuere Verfahren zurückgegriffen (z. B. Verbrennung von Abfällen, Kompostierung organischer Abfälle).

Die Wirkung radioaktiver Strahlen auf Organismen

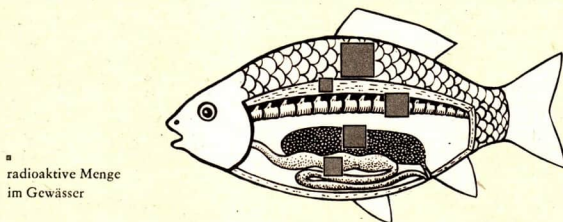
Eine stärkere radioaktive Strahlung zerstört die Gewebe der Organismen und verändert ihren Stoffwechsel. Sie bewirkt beispielsweise den Ausfall von Hormondrüsen, setzt die Blutzellenbildung herab und schädigt die Keimzellen. Der menschliche Organismus ist durch radioaktive Strahlen besonders gefährdet.

Einer geringfügigen natürlichen Strahlung, hervorgerufen durch einige radioaktive Mineralien in der Erdkruste, sind die Organismen ständig ausgesetzt. Durch Kernspaltungsversuche und die Anwendung der Atombombe durch die USA 1945 in Japan wurde diese Strahlung künstlich erhöht. In den betroffenen Landschaftsgebieten wurde alles Leben vernichtet. Die sinnlose Tötung und Verstümmelung vieler Menschen waren das Ergebnis einer verbrecherischen imperialistischen Kriegsführung.

Besonders gefährlich sind radioaktive Teilchen, die von den Organismen aufgenommen werden. Bei explosiven Kernspaltungen werden diese Teilchen freigesetzt und weit verbreitet, wodurch die Radioaktivität der Luft, der Gewässer und des



Speicherung radioaktiver Stoffe im Organismus



Bodens zunimmt. Organismen speichern die radioaktiven Teilchen in den Geweben, wo sie nur sehr langsam abgebaut werden und den Organismus fortwährend schädigen. Die im Organismus gespeicherte Menge radioaktiver Stoffe beträgt oft das Vielfache der Menge der radioaktiven Stoffe der Umgebung.

Alle friedliebenden Menschen der Welt, besonders aber die Sowjetunion und andere sozialistische Länder, kämpfen seit langem für ein Verbot der Atomrüstung. Erste Erfolge wurden durch internationale Verträge über das Verbot oberirdischer Kernwaffentests und über die Weitergabe atomarer Waffen erzielt. Leider haben noch nicht alle Staaten diese Verträge anerkannt. Während die DDR und andere sozialistische Staaten den Atomwaffensperrvertrag bereits vor Jahren unterschrieben haben, gehen einige kapitalistische Staaten derartige internationale Verpflichtungen nur zögernd oder gar nicht ein. Der Kampf gegen die Atomrüstung muß deshalb weitergeführt werden.

Schwierigkeiten bereitet auch die unschädliche Verwertung radioaktiver Rückstände, die bei der Gewinnung von Atomenergie anfallen. Als die Rückstände in tiefere Gewässer versenkt wurden, zeigten die Organismen dieser Gewässer bald eine auffallend hohe Radioaktivität, die in der Reihenfolge Plankton, Fische, Wasservogel zunahm. Gegenwärtig werden die Rückstände am sichersten in größerer Bodentiefe verwahrt, wie beispielsweise in stillgelegten Bergwerken.

Zur Schädlings- und Unkrautbekämpfung und ihrer Kontrolle

Die Wirkung der Insektizide bleibt nicht auf schädliche Insekten beschränkt. Nützliche Insekten oder Vögel, die vergiftete Raupen fressen, können ebenfalls geschädigt werden. Um die Entwicklung nützlicher Populationen möglichst wenig zu stören, wird versucht, Insektizide zu entwickeln, die nur auf bestimmte Arten wirken.



Chemische Unkrautbekämpfung in einem Kulturpflanzenbestand		
Unkräuter	Anzahl der Pflanzen	
	unbehandelte Fläche	behandelte Fläche
Brennnessel	41	1
Vogelmiere	171	3
Rispengras	460	9
weitere Unkräuter	127	8

Ertragssteigerung durch chemische Unkrautbekämpfung bei Süßlupinen	
Art der Bekämpfung	Ertrag in dt je ha
mechanisch	2,4
mechanisch und chemisch	5,0

Bei wiederholter Anwendung der gleichen Insektizide entwickeln sich widerstandsfähige Rassen. Einige Mittel zur Bekämpfung von Stubenfliegen erwiesen sich beispielsweise schon nach zweijähriger Anwendung als unwirksam. Durch Anwendung von Präparaten mit mehreren Wirkstoffen wird versucht, die Entwicklung unempfindlicher Rassen zu verzögern.

Chemische Stoffe zur Unkrautbekämpfung heißen Herbizide.

Mit Herbiziden lassen sich die hauptsächlichsten Nahrungs- und Raumkonkurrenten der Kulturpflanzen entfernen. Eine chemische Unkrautbekämpfung verringert gegenüber einer mechanischen den Arbeitsaufwand und die Kosten erheblich. Die Ernteerträge erhöhen sich wesentlich (s. S. 84).

Unschlagmäßige oder verantwortungslose Anwendung von Herbiziden kann zur Vernichtung des gesamten Pflanzenwuchses eines Gebietes führen. So haben beispielsweise die USA in Südvietnam durch Herbizide schwer zu beseitigende Schäden in ganzen Landschaften hervorgerufen. Diese menschenfeindliche Anwendung an sich nutzbringender Mittel ist verbrecherisch und wird von allen friedliebenden Menschen scharf verurteilt.

Bestimmte Schädlingsbekämpfungsmittel bleiben längere Zeit wirksam. Sie werden in pflanzlichen und tierischen Geweben sowie im Boden zunächst gespeichert und oft nur langsam bis zur Unschädlichkeit abgebaut. Kulturen, die Nahrungsmittel oder Viehfutter liefern, dürfen eine bestimmte Zeit vor der Ernte nicht mit Pflanzenschutzmitteln behandelt werden.



Zum Landeskulturgesetz der DDR

Ziele der Landeskultur

In der DDR wurde der Landeskultur durch die Regierung und die Bevölkerung große Aufmerksamkeit gewidmet.

1954 verabschiedete die Volkskammer das „Gesetz zur Erhaltung und Pflege der heimatlichen Natur (Naturschutzgesetz)“, dem in späteren Jahren entsprechend der industriellen Entwicklung zahlreiche Verordnungen über eine vorratspflegliche Nutzung der Natur folgten. Durch die weitere Industrialisierung und die steigenden Bedürfnisse der Bevölkerung nach sinnvoller Freizeitbeschäftigung in der Natur, nach Erholung und gesunder Lebensweise wurde eine umfassende und komplexe Planung und Leitung der gesamten Landeskultur erforderlich. Nach dem Gesetz ist die Landeskultur ein fester Bestandteil der Volkswirtschaft (s. S. 148). Die Verantwortungsbereiche für eine vorratspflegliche Behandlung der Natur wurden neu festgelegt. Eine sozialistische Landeskultur erfordert hohe materielle und finanzielle Aufwendungen und die Bereitstellung von Arbeitskräften sowie die Mitarbeit jedes einzelnen Bürgers.

Schutz der Gehölze und Hecken

Feldgehölze sind meist Reste ehemaliger Wälder. Diese Restgehölze haben ebenso wie die Hecken eine große Bedeutung für benachbarte landwirtschaftliche Kulturen. In ihrer Umgebung ist das Klima für das Pflanzenwachstum günstiger. Außerdem wird durch die starken Niederschläge der oberirdische Wasserabfluß eingeschränkt, da ein Teil des Wassers gespeichert wird. Restgehölze sind Wasserspeicher in der Kulturlandschaft. Hecken bilden Windschutzanlagen.

Feldgehölze und Hecken fördern die Ansiedlung nützlicher Insekten und Vögel. Außerdem findet jagdbares Wild Unterschlupf und das Weidevieh Schutz vor hohen Temperaturen im Sommer. Obwohl sie auch Schädlinge (z. B. Erreger und Überträger von Pflanzenkrankheiten) beherbergen können, sind sie insgesamt von Vorteil für die Kulturlandschaft.

Eine industriemäßige Pflanzenproduktion setzt voraus, daß große Flächen ungehindert maschinell bearbeitet werden können. Das führt in manchen Fällen zur Entfernung von Feldgehölzen und Hecken. Durch Nutzung aller Möglichkeiten zur Neuanpflanzung (z. B. Wegränder, Ödland) sollte der Verlust ausgeglichen werden.

Erholungsgebiete

Die fortschreitende Technisierung vieler Arbeitsprozesse in Industrie, Landwirtschaft und Haushalt, die zunehmende Motorisierung und die umfangreichere Freizeit (5-Tage-Arbeitswoche) verstärken das Bedürfnis nach sinnvoller Erholung bei den



Bürgern unserer Republik. Die Erhaltung und Schaffung von Erholungsgebieten, vor allem von Naherholungszentren in der Umgebung von Großstädten und Industriegebieten ist deshalb zu einer vorrangigen Aufgabe geworden.

Im Randgebiet der Städte werden Waldgürtel angelegt, und nahegelegene Gewässer werden für die Erholung nutzbar gemacht. Zahlreiche Bürger wirken in freiwilliger Arbeit an dieser Aufgabe mit.

Die Wiedernutzbarmachung von Halden und stillgelegten Gruben konnte vielfach mit der Schaffung von Erholungsgebieten verbunden werden (z. B. Knappensee im Braunkohlengebiet von Hoyerswerda). Die Naturschutzgebiete in der DDR wurden nach wissenschaftlichen Prinzipien ausgewählt. Dadurch ist gewährleistet, daß alle charakteristischen Geländeformen, Gewässertypen, Bodenformen, kennzeichnenden Pflanzen- und Tiergemeinschaften erfaßt sind. Für alle Naturschutzgebiete wurden Pflegemaßnahmen erarbeitet, die einen bestimmten Zustand des Gebietes erhalten und seine Nutzung ermöglichen. Besondere Bedeutung erlangen die Naturschutzgebiete für die Wissenschaft (Freilandlaboratorien). Einige wissenschaftliche Untersuchungen können überhaupt nur noch in naturnahen Gebieten durchgeführt werden, beispielsweise Beobachtungen über Entwicklungsfolgen von Biozöosen, Ermittlungen über die Stoffproduktion in natürlichen Landbiozöosen oder Untersuchungen über das biologische Gleichgewicht.

Die Bedeutung der Landschaftsschutzgebiete beruht in erster Linie auf ihrem Wert für die Erholung und Volksgesundheit. Sie können am besten als „Freilandsanatorien“ bezeichnet werden. Selbstverständlich werden die Landschaftsschutzgebiete intensiv genutzt. Die Nutzung muß allerdings auf die Belange des Erholungswesens Rücksicht nehmen und so ausgerichtet werden, daß der Erholungswert derartiger Gebiete nicht geschmälert wird. Die Landschaftsschutzgebiete sollten Beispiel für eine nach landschaftspflegerischen Gesichtspunkten gestaltete und genutzte Kulturlandschaft sein.

Die größten Landschaftsschutzgebiete der DDR befinden sich im Thüringer Wald, in der Sächsischen Schweiz, im Harz, an der Ostseeküste und im Seengebiet der Bezirke Neubrandenburg, Schwerin und Rostock.

In der Verordnung zum Landeskulturgesetz vom 6. Juli 1970 sind die geschützten Pflanzen- und Tierarten im einzelnen aufgeführt (s. S. 148 ff.).

Unter Schutz gestellt werden Arten, die nur noch selten vorkommen und vom Aussterben bedroht sind. Alle Orchideen, viele Frühblüher, viele Tagfalter, alle Kriechtiere und die meisten Vögel sind geschützt. Auch viele Tiere, die sich vorwiegend von Schädlingen ernähren (z. B. Rote Waldameise), stehen unter Schutz. Einige Arten werden zeitweilig oder in besonderen Gebieten geschützt (z. B. Wild- und Fischarten, Weinbergschnecke), damit ihre Bestände nicht durch übermäßige wirtschaftliche Nutzung zurückgehen.



Aufgaben und Versuche

- 1 | Vergleichen Sie die Blüten folgender Pflanzenarten: Acker-Hellerkraut, Hederrich oder Acker-Senf, Hirtentäschel, Gemeine Wegwarte, Garten-Ringelblume und Gänseblümchen!
Stellen Sie fest, welche Arten wegen ihrer übereinstimmenden Merkmale nahe miteinander verwandt sind! Fertigen Sie eine tabellarische Übersicht an!
- 2 | Ordnen Sie folgende Arten den entsprechenden Pflanzengruppen zu (Übersicht über das Pflanzenreich S. 12 f.): Gemeine Fichte, Rot-Buche, Sonnenblume, Steinpilz, Blasentang, Chlorella, Weiße Taubnessel, Garten-Erbse, Mais, Winterroggen!
- 3 | Führen Sie in einer Tabelle alle wichtigen Organellen pflanzlicher und tierischer Zellen auf und kennzeichnen Sie deren Funktion!
- 4 | Vergleichen Sie die chemischen Bestandteile pflanzlicher und tierischer Zellen miteinander! Stellen Sie die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen tierischen und pflanzlichen Zellen fest!
- 5 | Vergleichen Sie den Wassergehalt der in Abbildung auf Seite 18 aufgeführten Pflanzen und Pflanzenteile! Tragen Sie Ihre Feststellungen und Schlußfolgerungen vor!
- 6 | Weisen Sie in Pflanzen und Pflanzenteilen Eiweiße, Kohlenhydrate, Fette und Kohlenstoff nach!
Kohlenstoffnachweis
Geben Sie in kleine Stücke geschnittene Pflanzenteile in ein Reagenzglas! Erhitzen Sie das Reagenzglas über dem Brenner!
Tauchen Sie nach dem Verfärben der Pflanzenteile einen Glasstab in Bariumhydroxidlösung und halten Sie ihn in das Reagenzglas! Beobachten Sie die Reaktion, protokollieren Sie den Versuchsablauf und begründen Sie das Ergebnis der Reaktion!
Traubenzuckernachweis
Pressen Sie den Saft verschiedener Früchte (z. B. Weinbeeren, Birnen, Pflaumen) aus! Geben Sie einige Milliliter der Säfte jeweils in ein Reagenzglas und versetzen die Säfte mit wenig destilliertem Wasser!
Mischen Sie in einem anderen Reagenzglas gleiche Teile Fehlingscher Lösungen I und II! Setzen Sie den Reagenzgläsern mit Fruchtsaft jeweils einige Tropfen der gemischten Fehlingschen Lösung zu und erwärmen Sie vorsichtig! Beobachten Sie die Reaktion, protokollieren Sie!



Eiweißnachweis

Versetzen Sie im Reagenzglas 1 ml Kartoffelsaft mit 1 ml 10prozentiger Natriumhydroxidlösung und geben Sie 3 Tropfen 10prozentige Kupfersulfatlösung zu und schütteln kräftig (Violettfärbung zeigt Eiweiß an).

Stärkenachweis

Schneiden Sie eine Kartoffelknolle auf und untersuchen Sie mit Jod-Kaliumjodidlösung auf vorhandene Stärke!

Fettnachweis

Weisen Sie im Samen von Raps Fett mit Hilfe der Fettfleckprobe nach!

- 7 Beim Kochen von Schälkartoffeln beobachtet man die Bildung von Schaum. Erklären Sie diese Erscheinung!
- 8 Werten Sie die Tabelle auf Seite 20 nach dem Anteil von Eiweißen, Kohlenhydraten und Fetten in verschiedenen Pflanzen und Pflanzenteilen aus!
 - a) Welche Arten gelten als Eiweiß-, Fett- oder Kohlenhydratlieferanten?
 - b) Welche Arten haben als Nährstofflieferanten in unserer Republik besonders große Bedeutung?
 - c) Vergleichen Sie diese mit den Arten, die im Weltmaßstab hauptsächliche Lieferanten von Eiweißen, Fetten und Kohlenhydraten sind!
- 9 Erläutern Sie in kurzer Form die Begriffe Stoff- und Energiewechsel, Assimilation und Dissimilation!
- 10 Überlegen Sie, ob Pflanzen oder Pflanzenteile atmen! Stellen Sie zunächst eine Vermutung auf! Überlegen Sie, wie Ihre Ansicht zu beweisen ist! Führen Sie das Experiment nach der Abbildung auf Seite 139 durch! Prüfen Sie nach 24 Stunden! Erklären Sie Ihre Feststellungen!

-
- 1 Untersuchen Sie Pflanzen (oder Pflanzenteile) auf ihren Wassergehalt (wägen – trocknen – wägen, Differenz in Prozent umrechnen)! Stellen Sie die Ergebnisse in einer Tabelle zusammen!
 - 2 Untersuchen Sie Bodenfiltrat, Bachwasser und destilliertes Wasser auf Anwesenheit von Salzen! Halten Sie die gewonnenen Ergebnisse in einem Kurzprotokoll fest!
Bringen Sie dazu jeweils einen Tropfen auf je einen Objektträger! Dampfen Sie die Flüssigkeit ein, indem Sie die Objektträger vorsichtig erwärmen!
 - 3 Erläutern Sie, durch welche Besonderheiten des Baues die Funktionen der Wurzel ermöglicht werden!
 - 4 Beobachten Sie das Wachstum von Keimwurzeln (Garten-Kresse oder Senf) in einem verschlossenen Glasgefäß auf feuchtem Filtrierpapier (feuchte Kammer)! Vergleichen Sie mit der Abbildung auf Seite 32!
 - 5 Legen Sie ein Stück Würfelzucker in eine Tasse mit Tee! Rühren Sie nicht um, kosten Sie nach 3 Stunden! Was stellen Sie fest? Erklären Sie diese Erscheinung!



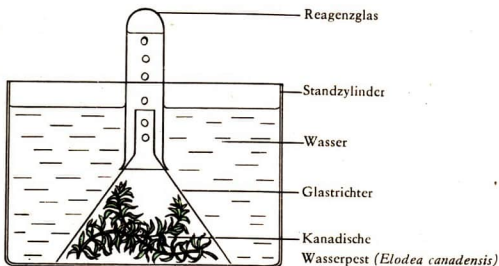
- 6 Salzen Sie Rettichscheiben ein! Was können Sie nach kurzer Zeit beobachten?
Erklären Sie Ihre Feststellung!
- 7 Stellen Sie eine konzentrierte Natriumchloridlösung her! Legen Sie frische
Blätter hinein! Betrachten Sie nach 20 Minuten! Prüfen Sie die Blätter auf
Festigkeit! Spülen Sie die Natriumchloridlösung ab, legen Sie die Blätter in
ein Gefäß mit frischem Wasser und prüfen Sie nach 20 Minuten wiederum
auf Festigkeit der Blätter! Schlußfolgern und erklären Sie!
- 8 Warum platzen Tomaten und andere weiche, fleischige Früchte oft bei nassem
Wetter? Erklären Sie diese Erscheinung!
- 9 Die gebräuchlichsten Düngemittel sind meist wasserlösliche Salze. Erläutern
Sie, weshalb nur bestimmte Mengen davon auf den Acker gebracht werden
dürfen! Welche Folgen könnte eine übermäßige Düngergabe auf die Pflanzen
haben?
- 10 Stellen Sie fest, wie die Epidermis der Laubblätter gebaut ist! Ziehen Sie
dazu ein Stück der unteren Epidermis eines Laubblattes (z. B. Küchenzwiebel,
Tradescantia, Alpenveilchen) ab, fertigen Sie davon ein Frischpräparat an!
Betrachten Sie durch das Mikroskop (Vergrößerung 200fach)! Zeichnen Sie
einen Ausschnitt, der eine Spaltöffnung und einige angrenzende Zellen umfaßt!
- 11 Erkunden Sie mit dem Mikroskop an einem Blattquerschnitt die verschiedenen
Gewebearten und nennen Sie deren Funktionen!
- 12 Eine Pflanze, die tagsüber welk wurde, erholt sich nachts meist wieder, auch
wenn keine Niederschläge gefallen sind. Erklären Sie diese Erscheinung!
- 13 Beobachten Sie, in welchem Zeitraum verschiedene Blätter welken! Pflücken
Sie dazu etwa gleichgroße Blätter folgender Pflanzen ab: Bohne, Robinie,
Linde, Liguster, Flieder! Legen Sie alle Blätter an einen trockenen Standort!
Überprüfen Sie, wann sie zu welken beginnen und wann sie verwelkt sind!
Notieren Sie die Zeiten! Erklären Sie!
- 14 Bringen Sie die in der Tabelle auf Seite 37 angeführten Ergebnisse mit dem
Bau der Blätter in Zusammenhang! Erklären Sie!
- 15 Ziehen Sie anhand der Abbildung auf Seite 39 Schlußfolgerungen, welchen
Einfluß der Kaliumgehalt auf die Transpiration ausübt! Lesen Sie dazu auf
Seite 26 noch einmal über die Bedeutung des Kaliums nach!
- 16 Die dem Wasser aufliegenden Blätter der Teichrose haben die Spaltöffnungen
auf der Blattoberseite! Erklären Sie!
- 17 Erkunden Sie, welche Pflanzen Verdunstungsschutzeinrichtungen besitzen! Be-
achten Sie dabei den Standort und erfassen Sie in einer Tabelle die Form
des Verdunstungsschutzes und die Standortverhältnisse!
- 18 Die heimischen Nadelbäume (außer Lärche) sind immergrün. Erklären Sie,
weshalb die Nadeln auch im Winter nicht abfallen!
- 19 Lassen Sie 10 Gersten- oder Haferkörner in einem Blumentopf unter einer
Glasglocke ankeimen! Gießen Sie die jungen Keimpflanzen reichlich! Beob-
achten Sie die Blattspitzen auf Auftreten von Wassertropfen! Erläutern Sie
diese Erscheinung!



- 20 Betrachten Sie durch das Mikroskop einen Querschnitt durch die Sprossachse einer zweikeimblättrigen Pflanze (z. B. Taubnessel)! Erläutern Sie die Beziehungen zwischen ihrem Bau und ihrer Funktion!
- 21 Zerreißen Sie den Blattstiel eines Wegerichblattes (Breit-Wegerich oder Spitz-Wegerich)! Erkunden Sie den Verlauf und die Beschaffenheit der Leitbündel!
- 22 Die Stengel von Schnittblumen sollen möglichst unter Wasser gekürzt werden! Begründen Sie diese Maßnahme!

- 1 Stellen Sie in einer Tabelle Unterschiede und Übereinstimmungen in der Ernährung zwischen chlorophyllfreien und chlorophyllhaltigen Organismen zusammen!
- 2 Untersuchen Sie belichtete Blätter von Kapuzinerkresse (*Tropaeolum*) oder Flieder (*Syringa vulgaris*) auf das Vorhandensein von Stärke!
Trennen Sie dazu stark belichtete Blätter von der Pflanze ab, legen Sie diese 5 Minuten lang in kochendes Wasser, gießen Sie danach das Wasser ab! Anschließend geben Sie die Blätter in erwärmtes 96prozentiges Äthanol, bis das Äthanol grün gefärbt ist. Waschen Sie danach die Blätter in Wasser, und betropfen Sie sie mit Jod-Kaliumjodidlösung!
Erklären Sie das Ergebnis der Untersuchung!
- 3 Auch in heizbaren Gewächshäusern beginnt man erst im Januar oder Februar mit der Produktion von Frühgemüse. Erklären Sie diesen Sachverhalt!
- 4 Schattige Gärten bringen trotz guter Bodenverhältnisse oft nur geringen Ertrag. Erklären Sie diesen Sachverhalt!
- 5 Weisen Sie nach, daß bei der Photosynthese Sauerstoff gebildet wird!
Arbeiten Sie nach folgender Versuchsanordnung!

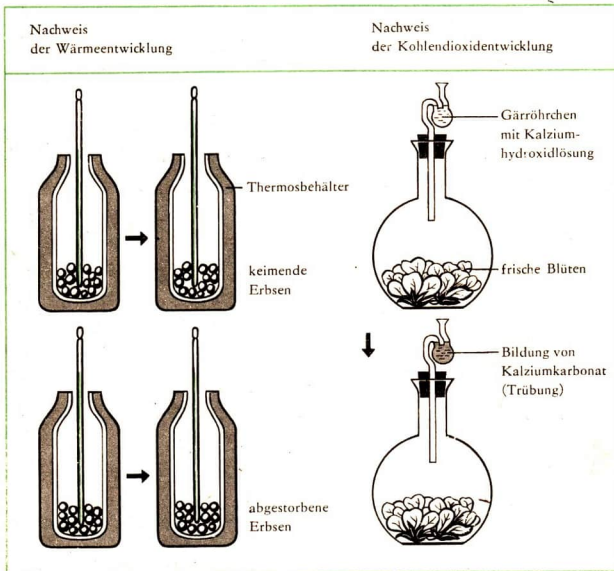
Nach einer bestimmten Zeit sammelt sich im Reagenzglas Gas an.





Prüfen Sie, ob es sich dabei um Kohlendioxid oder Sauerstoff handelt!
Der Versuch ist im direkten Sonnenlicht oder unter einer starken künstlichen Lichtquelle durchzuführen!

- 6 In der Abbildung auf Seite 49 sind die Beziehungen zwischen Lichtintensität und Sauerstoffabgabe bei der Photosynthese dargestellt. Werten Sie die graphische Darstellung aus! Erklären Sie Ihre Feststellungen!
- 7 In belichteten Blättern läßt sich Stärke nachweisen. Dagegen enthalten Blätter, die längere Zeit im Dunkeln waren, keine Stärke. Erklären Sie diese Erscheinung!
- 8 Erfassen Sie in einer Tabelle einige heimische Pflanzen, die als Heilpflanzen große Bedeutung besitzen! Geben Sie die Pflanzenart, die verwendeten Pflanzenteile und die Art der Verwendung an!
- 9 Weisen Sie nach, daß Pflanzen ebenso wie Tiere für den Atmungsprozeß Sauerstoff benötigen und Kohlendioxid abgeben! Führen Sie dazu folgendes Experiment durch: Füllen Sie einen Standzylinder zu einem Viertel mit keimenden





- Erbsen, fügen Sie 50 ml Wasser hinzu! Verschließen Sie den Zylinder mit einem Glasdeckel! In einen Kontrollzylinder füllen Sie nur 50 ml Wasser und verschließen ihn ebenfalls mit einem Glasdeckel! Beide Zylinder lassen Sie 24 Stunden im Dunkeln stehen! Tauchen Sie einen Glasstab in Bariumhydroxidlösung, anschließend in den Kontrollzylinder und danach in den mit Erbsen gefüllten Zylinder! Was stellen Sie fest?
- Prüfen Sie beide Zylinder mit Hilfe einer brennenden Kerze auf Sauerstoff! Was stellen Sie fest? Notieren und deuten Sie die Beobachtungen!
- 10 Obst wird immer häufiger in großen, kühlen Räumen gelagert, in denen die Luft mit Kohlendioxid angereichert ist! Begründen Sie diese Maßnahme!
- 11 Nach der Zuckerrübenenernte ist man bemüht, die Zuckerrüben sofort zu verarbeiten! Begründen Sie diese Tatsache!
- 12 Kartoffelknollen sind im Herbst glatt und fest, dagegen im Frühjahr – auch schon vor dem Keimen – geschrumpft und welk. Sie sind im Frühjahr auch leichter als im Herbst. Erklären Sie diese Erscheinungen!
- 13 Trockene Getreidekörner können beliebig lange bei normaler Temperatur in Silos gelagert werden. Feuchte Körner erwärmen sich dagegen bei einer Lagerung sehr stark. Bringen Sie diese Erscheinung in Beziehung zur Atmung und erklären Sie!
- 14 Führen Sie folgenden Gärungsversuch durch!
- Geben Sie 10 g Bäckerhefe in einen Erlenmeyerkolben, in dem sich eine Zuckerlösung (20 g Zucker in 200 ml Wasser) befindet! Füllen Sie ein handelsübliches Gärglas mit Kalziumhydroxidlösung und setzen es auf den Erlenmeyerkolben! Versehen Sie einen zweiten Erlenmeyerkolben, der nur eine Zuckerlösung gleicher Konzentration enthält, ebenfalls mit einem Gärglas! Stellen Sie beide Erlenmeyerkolben 3 Tage lang an einem warmen Ort auf! Vergleichen Sie den Geruch des Kolbeninhaltes und das Aussehen der Kalziumhydroxidlösung in beiden Gärgefäßen! Erklären Sie Ihre Feststellungen!
- 15 Es kommt vor, daß Wein sauer wird. Erläutern Sie, welche Vorgänge das Sauerwerden des Weines bewirken!
- 16 Bei der Silierung von Mais wird die zerkleinerte Masse besonders fest zusammengepreßt und der Silo luftdicht abgeschlossen. Erklären Sie diese Maßnahmen!
-
- 1 Vergleichen Sie die Produktionszahlen in der Abbildung auf Seite 64! Beurteilen Sie die Bedeutung der verschiedenen dort genannten Arten für die Versorgung der Menschen mit organischen Stoffen!
- 2 Weisen Sie in verschiedenen Samen und Knollen Enzyme, Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße nach! Benutzen Sie dabei auch die Versuchsanleitungen auf Seite 135 f.!



Enzymnachweis

Zerreiben Sie 150 Gerstenkeimlinge, vermischen Sie den Saft mit 10 ml destilliertem Wasser und filtrieren Sie! Füllen Sie etwa 2 ml Filtrat in ein Reagenzglas, versetzen Sie mit 1prozentiger Stärkelösung und erwärmen Sie auf 50 °C! Versetzen Sie in einem zweiten Reagenzglas destilliertes Wasser mit Stärkelösung und erwärmen Sie ebenfalls! Nach 10 min werden in jedes Reagenzglas 3 Tropfen Jod-Kaliumjodidlösung gegeben. Erklären Sie die Reaktion! Kontrolle:



Kontrolle:
destilliertes Wasser,
Stärke, Jod-Kaliumjodid-
lösung



Filtrat von zerriebenen
Gerstenkeimlingen,
Stärke, Jod-Kaliumjodid-
lösung

- 1 Vergleichen Sie, welche Stoffe von autotrophen und heterotrophen Organismen aufgenommen und an die Umwelt abgegeben werden! Welche Übereinstimmungen und welche Unterschiede sind erkennbar? Welche Schlußfolgerungen können Sie aus den Feststellungen ableiten? Formulieren Sie die Ergebnisse Ihrer Überlegungen!
- 2 Fertigen Sie in tabellarischer Form eine Zusammenstellung chemischer Reaktionen und physikalischer Vorgänge an, die bei biologischen Prozessen eine Rolle spielen! Nennen Sie die entsprechenden biologischen Vorgänge!
- 3 Erläutern Sie, in welchen Zellorganellen die Photosynthese und in welchen die Atmung erfolgt!
- 4 Stellen Sie diejenigen Merkmale des Stoff- und Energiewechsels zusammen, die für alle Organismen, gleich ob sie autotroph oder heterotroph leben, zutreffen! Begründen Sie Ihre Feststellungen!
- 5 Durch welche Merkmale sind folgende Vorgänge gekennzeichnet: autotrophe Assimilation, Photosynthese, Atmung, Gärung! Formulieren Sie eine kurze Erklärung dieser Begriffe!
- 6 Kennzeichnen Sie in einer schematischen Skizze die Bedeutung der grünen Pflanzen im Haushalt der Natur! Begründen Sie Ihre Darstellung!
- 7 Stellen Sie Meldungen aus der Tagespresse zusammen, die zeigen, daß biologische Erkenntnisse in kapitalistischen Ländern oft zum Schaden des Menschen angewendet werden! Nehmen Sie zu solchen Beispielen Stellung!



- 1 Vergleichen Sie das Reaktionsvermögen bei einzelligen Organismen, höheren Pflanzen und Tieren und beim Menschen auf Lichtreize! Fassen Sie das Ergebnis in einer allgemeinen Aussage zusammen!
- 2 Säen Sie 20 vorgequollene Haferkörner in einen vollständig mit Erde gefüllten Blumentopf aus! Decken Sie den Blumentopf mit einem Drahtnetz ab. Setzen Sie ihn umgedreht auf ein mit Filterpapier ausgekleidetes Becherglas, das 200 ml Wasser enthält! Gießen Sie durch das Loch im Topf! Untersuchen Sie nach 10 Tagen an den Keimlingen die Lage von Sproß und Wurzel! Erklären Sie das Versuchsergebnis!
- 3 Bäume stehen in der Ebene und auch an Berghängen in der Richtung des Lotes. Erklären Sie diese Erscheinung!
- 4 Befestigen Sie an drei Stopfen mit Drahthaken je eine Strohblume! Mit den Stopfen werden 100 ml-Weithalsflaschen verschlossen, die a) 50 ml verdünnte Schwefelsäure, b) 50 ml 10prozentige Natriumchloridlösung und c) 50 ml Wasser enthalten! Vergleichen Sie nach einem Tag die Blüten miteinander und erklären Sie Ihre Feststellung!

-
- 1 Beim Vermehrungsanbau von Pflanzkartoffeln werden erkrankte Stauden lange vor der Ernte vernichtet. Erklären Sie diese Maßnahme aus der Sicht der ungeschlechtlichen Fortpflanzung!
 - 2 Nennen Sie Beispiele für die Anwendung der ungeschlechtlichen Vermehrung von Pflanzen in der Land- und Forstwirtschaft und im Gartenbau! Welche Bedeutung hat diese Art der Pflanzenvermehrung?
 - 3 Bestimmen Sie die Geschlechtsverhältnisse der Blüten bei folgenden Pflanzen: Mais, Acker-Senf, Sal-Weide, Sonnenblume, Roggen, Gemeine Haselnuß, Gemeine Kiefer!
 - 4 Erläutern Sie die Angepaßtheit der Blüten der Gemeinen Haselnuß und des Roggens an die Windbestäubung!
 - 5 Bestimmen Sie aus dem Bau verschiedener Samen und Früchte Möglichkeiten ihrer Verbreitung!

-
- 1 Stellen Sie in einer Tabelle die Unterschiede zwischen dem Wachstum pflanzlicher und tierischer Organismen zusammen!
 - 2 Stellen Sie einen Plan für die Durchführung eines Versuches auf, in dem die Wirkung von Temperatur, Wasser und Sauerstoff auf den Verlauf der Keimung von Bohnensamen geprüft werden soll! Führen Sie diesen Versuch durch! Werten Sie ihn aus und geben Sie dabei an, ob Ihr Plan realisierbar war!



- 1 Berichten Sie über Klima und Vegetation in den verschiedenen Klimazonen der Erde! Wiederholen Sie dazu im Geographieunterricht erworbene Kenntnisse!
- 2 Erläutern Sie den Unterschied zwischen einem natürlichen und einem künstlichen Verbreitungsgebiet!
- 3 Nennen Sie Umweltfaktoren, die vorhanden sein müssen, damit bestimmte Pflanzen oder Tiere leben können!
- 4 Berichten Sie über das Verhalten von Zimmerpflanzen und von Bodentieren gegenüber dem Lichtfaktor! Begründen Sie!
- 5 Erläutern Sie die Bedeutung der abiotischen Umweltfaktoren Sauerstoff, Wärmestrahlung, Bodenwasser, Luftfeuchtigkeit und Luftströmung für autotrophe Landpflanzen!
- 6 Nennen Sie Maßnahmen, durch die der Mensch die Lebensbedingungen für bestimmte Bakterien ungünstig gestaltet! Schätzen Sie die Bedeutung solcher Maßnahmen ein!
- 7 Berichten Sie über die Merkmale und über die Pflanzengemeinschaften einiger Standorte der näheren Umgebung Ihres Heimatortes!
- 8 Vergleichen Sie die Laubblätter einer krautigen Waldpflanze (unter dichtem Kronenschluß) mit denen einer Trockenrasenpflanze! Begründen Sie Ihre Feststellungen!
- 9 Nennen Sie Biotope, die von folgenden Tieren während ihres Lebens aufgesucht werden: Maikäfer, Grasfrosch, Ringelnatter, Reh!
- 10 Stellen Sie fest, welche Tierarten in Hecken besonders häufig vorkommen! Begründen Sie Ihre Beobachtungen! Erfassen Sie die Lebensbedingungen in einer Hecke in einer Tabelle! Beachten Sie die Naturschutzbestimmungen!
- 11 Sammeln und herbarisieren Sie Sonnen- und Schattenblätter von Rot-Buche, Wald-Sauerklee, Gemeine Haselnuß, Gemeine Fichte, Europäische Lärche! Messen Sie im Bereich der Blätter die einfallende Lichtstrahlung und vergleichen Sie die ermittelten Werte mit dem Freilandlichtwert!
- 12 Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen dem Wasserhaushalt und der Aufnahme von Kohlendioxid bei Pflanzen!
- 13 Holen Sie in einem Land- oder Forstwirtschaftsbetrieb oder in einer Gärtnerei Erkundigungen über günstige Standorte einiger Kulturpflanzen ein! Ermitteln Sie mit Hilfe eines Indikators den pH-Wert einer Bodenprobe solcher Standorte!
- 14 Nennen Sie einige Pflanzenarten, die eine große Bodenfeuchtigkeit oder einen trockenen Standort anzeigen! Erläutern Sie die Beziehungen zwischen Standort und Bau der Pflanzen!
- 15 Begründen Sie, warum das Klima in tropischen Regenwäldern für das Pflanzenwachstum besonders günstig ist! Nutzen Sie dabei Ihre Kenntnisse aus dem Geographieunterricht!
- 16 Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen standortgerechtem Anbau und landwirtschaftlicher Großraumwirtschaft!



- 17 Verfolgen Sie in der Tagespresse Meldungen über Ent- und Bewässerungsvorhaben in der DDR! Berichten Sie darüber!
- 18 Erläutern Sie die Arbeitsteilung im Bienenstaat! Lesen Sie dazu auch im Lehrbuch Biologie Klasse 6, Seite 92 ff. nach!
- 19 Setzen Sie die Begriffe Pflanzengesellschaft, Tiergesellschaft, Biozönose, Standort und Biotop in Beziehung zueinander!
- 20 Nennen Sie Produzenten und Konsumenten eines Gewässers! Stellen Sie eine Nahrungskette auf!
- 21 Erläutern Sie Vorgänge, bei denen organische Stoffe durch Reduzenten zersetzt werden! Nennen Sie chemische Verbindungen, die dabei entstehen!
- 22 Nennen Sie Arten, die zu den in der Abbildung auf Seite 118 aufgeführten Schädlingsgruppen gehören!
- 23 Begründen Sie die Maßnahmen, die zum Schutze der Vögel getroffen werden!
- 24 Ermitteln Sie unter der Krone eines älteren Baumes und einige Meter vom Kronenrand entfernt die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Lichtstärke! Beurteilen Sie die an beiden Orten gewonnenen Meßwerte!
- 25 Erläutern Sie, wie sich ein Bestandsklima vom Freilandklima unterscheidet (s. Tabelle S. 121)!
- 26 Begründen Sie, warum die Besiedlung von Neuland durch Organismen erfolgen kann und verhältnismäßig schnell vor sich geht!
- 27 Erläutern Sie an einigen ausgewählten Beispielen Notwendigkeit, Aufgaben und Ziele der Landeskultur in der DDR!
- 28 Geben Sie einen Überblick über staatliche Maßnahmen zum Schutz der Natur! Nennen Sie dazu Beispiele aus Ihrem Heimatbezirk!
- 29 Begründen Sie, weshalb übermäßige Entnahme von Grundwasser schwerwiegende Folgen hätte!

Zur Durchführung einer Exkursion

Die Wirkung der Gesamtheit der Umweltfaktoren auf ein Lebewesen kann nur in der Natur ermittelt werden. Um die Beziehungen zwischen den Organismen und ihrer Umwelt aufzudecken, ist deshalb das Arbeiten im Freiland unbedingt erforderlich. Freilandversuche und Exkursionen ermöglichen einen Einblick in die Zusammenhänge in der Natur.

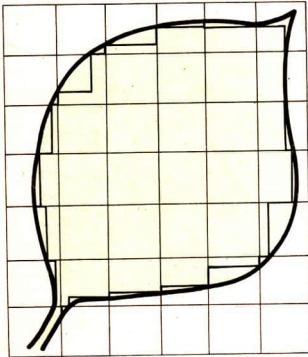
- 1 Untersuchen der Abhängigkeit einer Schattenpflanze von der Lichteinstrahlung. Bei unterschiedlicher Lichteinstrahlung sind die Individuen einer Art unterschiedlich gebaut und entwickelt. Untersucht wird ein dichter Pflanzenbestand (z. B. an Waldrändern, an Waldwegen, auf Lichtungen oder an Heckenrändern). Unterschiedlich ausgebildete Individuen werden durch eingesteckte Holzstäbe gekennzeichnet.



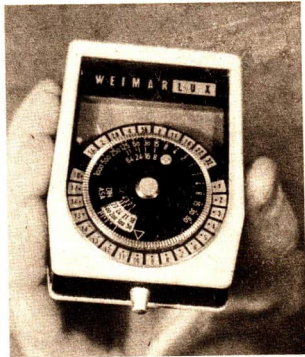
Oberhalb der ausgewählten Pflanzen wird mit einem fotoelektrischen Belichtungsmesser je eine Lichtmessung durchgeführt (dabei Pflanze nicht beschatten!). Zur Ermittlung eines Vergleichswertes wird das Licht auf unbeschatteten Freiland gemessen! Die an der Schattenpflanze gemessenen Werte werden in Prozent des Freilandlichtwertes ausgedrückt:

- Freilandlichtwert — Blendenwert 5,6;
Zeigerausschlag $1/500 \text{ s} = 100 \text{ Prozent}$
1. Meßwert — Blendenwert 5,6;
Zeigerausschlag $1/250 \text{ s} = 50 \text{ Prozent}$
2. Meßwert — Blendenwert 5,6;
Zeigerausschlag $1/5 \text{ s} = 1 \text{ Prozent}$

Von den ausgewählten Pflanzen wird die Wuchshöhe gemessen! Blütenbildung, Laubblattgröße, Laubblattfärbung und Laubblattstärke werden beurteilt (s. S. 145)! Mit Hilfe von Millimeterpapier wird die Größe der Laubblätter bestimmt!



Ermittlung der Blattfläche



Handhabung des Belichtungsmessers

- 2 Die Untersuchungsergebnisse werden in einer Tabelle zusammengefaßt.
- Untersuchen einer Pflanzengemeinschaft als Anzeiger der Bodenreaktion
- Von einer Pflanzengemeinschaft werden häufig vorkommende Arten ermittelt. Einige von ihnen stellen meist an die Bodenreaktion ganz bestimmte Ansprüche, ihre Toleranzbereiche gegenüber der Bodenreaktion sind oft bekannt (s. S. 147). Die Namen der vorkommenden Arten und die zugehörige Bodenreaktion werden notiert! Vom Standort der untersuchten Pflanzengemeinschaft

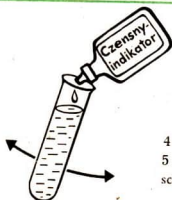


Bestimmen des pH-Wertes nach Czensny

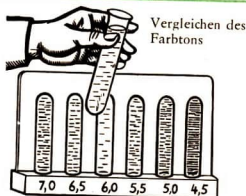
50 ml Wasser
25 g trockener
Boden
kräftig
schütteln



filtrieren
Filtrat



4 Tropfen
5 ml Filtrat
schütteln



Vergleichen des
Farbtons

3

werden kleinere Bodenmengen in Plastbeuteln mitgenommen! Die Bodenreaktion wird im Labor genauer bestimmt (s. Abb. S. 146)!

Erkennen einer Standortgemeinschaft

Die Standortgemeinschaft wird benannt (z. B. Krautschicht eines Kiefernbestandes, Ufergesellschaft, trockene oder nasse Wiese)! Die besonderen Standortmerkmale (s. S. 94) und die natürlichen Standortgrenzen werden ermittelt! Häufige Pflanzenarten und beobachtete Tierarten werden notiert! Die Beobachtungsergebnisse werden in einer Tabelle zusammengestellt!

Standortgemeinschaft

Besondere Natürliche Häufige Arten
Merkmale Begrenzung Pflanzen

Pflanzenfresser Fleischfresser

4

Untersuchen einer natürlichen Aufeinanderfolge von Pflanzengemeinschaften
Manchmal werden auf kleinem Raum unterschiedliche Standortgemeinschaften angetroffen, die nach und nach aus einer ursprünglichen Gemeinschaft hervorgegangen sind. Geeignete Beobachtungsorte sind die Uferzone der Binnengewässer, die Strandzone der Ostsee, Waldränder oder Kahlschläge. Bei aufeinanderfolgenden Gesellschaften werden die besonderen Standortmerkmale



und die hauptsächlich vorkommenden Arten ermittelt! Die Entwicklungsfolge wird in Form eines gedachten Längenschnittes skizziert (s. S. 123)!

Zeigerarten für die Bodenreaktion

(1 – sehr sauer, 2 – sauer, 3 – schwach sauer, 4 – neutral, 5 – basisch)

Vorwiegend in Waldgesellschaften

Blaubeere	1	Einblütiges		Frühlings-	
Gamander-		Perlgras	3	Scharbockskraut	4
Ehrenpreis	1	Hain-Rispengras	3	Zaun-Giersch	4
Schattenblume	2	Echte Sternmiere	3	Echte Nelkenwurz	4
Wald-Ehrenpreis	3	Hain-Veilchen	3	Wald-Sanikel	5
Wald-Flattergras	3	Wald-Veilchen	3	Scharbockskraut	5
Maiglöckchen	3	Busch-Windröschen	3	Gefleckter	
		Wald-Ziest	4	Aronstab	5

Vorwiegend in Wiesen- und Heidegesellschaften

Gemeines		Hunds-Straußgras	2	Kriechender	
Heidekraut	1	Silbergras	2	Hahnenfuß	3
Krähenbeere	1	Wiesen-		Echter Baldrian	4
Sauer-Ampfer	2	Wachtelweizen	2	Pfennig-	
Steifes Borstengras	2	Wiesen-		Gilbweiderich	4
Weiches Honiggras	2	Schaumkraut	3	Rot-Klee	4
Schlängel-Schmiele	2	Gemeines		Weiß-Klee	4
Schaf-Schwingel	2	Knäuelgras	3	Wiesen-Lieschgras	4
				Wiesen-Schwingel	4

Vorwiegend in Ackergesellschaften

Acker-Spark	1	Gemeiner		Acker-Gänsedistel	4
Hederich	2	Windhalm	3	Gemeiner	
Feld-Ehrenpreis	3	Echter Erdrauch	4	Huflattich	5
Echte Kamille	3	Acker-Senf	4	Feld-Rittersporn	5

Gesetze zur sozialistischen Landeskultur

Aus der Verfassung der DDR

Artikel 15

1. Der Boden der Deutschen Demokratischen Republik gehört zu ihren kostbarsten Naturreichtümern. Er muß geschützt und rationell genutzt werden. Land- und forstwirtschaftlich genutzter Boden darf nur mit Zustimmung der verantwortlichen staatlichen Organe seiner Zweckbestimmung entzogen werden.



2. Im Interesse des Wohlergehens der Bürger sorgen Staat und Gesellschaft für den Schutz der Natur. Die Reinhaltung der Gewässer und der Luft sowie der Schutz der Pflanzen- und Tierwelt und der landschaftlichen Schönheiten der Heimat sind durch die zuständigen Organe zu gewährleisten und sind darüber hinaus auch Sache jedes Bürgers.

Aus dem Landeskulturgesetz

§ 1 (1) Gegenstand dieses Gesetzes ist die planmäßige Entwicklung der sozialistischen Landeskultur als System zur sinnvollen Gestaltung der natürlichen Umwelt und zum wirksamen Schutz der Natur mit dem Ziel der Erhaltung, Verbesserung und effektiven Nutzung der natürlichen Lebens- und Produktionsgrundlagen der Gesellschaft – Boden, Wasser, Luft sowie Pflanzen- und Tierwelt in ihrer Gesamtheit – und zur Verschönerung der sozialistischen Heimat.

§ 11 (1) Maßnahmen, die die Landschaft verändern oder beeinflussen, sind so durchzuführen, daß entsprechend den Voraussetzungen der Landschaftshaushalt nicht gestört und eine Mehrfachnutzung der Landschaft erreicht wird ... Dabei sind der Erholungswert und die Schönheit der Landschaft weitgehend zu erhalten und nach den gegebenen Möglichkeiten zu steigern.

§ 13 (1) Zur Erhaltung der Vielfalt und Schönheit der sozialistischen Heimat und zur Gewährleistung der wissenschaftlichen Forschung sind geeignete Landschaften und Landschaftsteile, einzelne Objekte und Gebilde in der Natur sowie seltene Pflanzen- und Tierarten besonders zu schützen.

(2) Als Naturschutzgebiete können von den Bezirkstagen Landschaften oder Landschaftsteile festgelegt werden, die sich durch eine wissenschaftliche oder kulturell wertvolle natürliche Ausstattung auszeichnen oder seltene sowie vom Aussterben bedrohte Pflanzen- und Tierarten aufweisen. Über Naturschutzgebiete von zentraler Bedeutung entscheidet der Ministerrat.

In den Naturschutzgebieten ist es nicht gestattet,

- Pflanzen zu beschädigen, zu entnehmen oder Teile von ihnen abzutrennen
- Tiere zu beunruhigen, zu fangen oder zu töten
- den Zustand des Gebietes zu verändern oder zu beeinträchtigen
- Baumaßnahmen durchzuführen
- Biozide anzuwenden
- die Wege zu verlassen, zu lärmern, Feuer anzumachen, zu zelten oder das Gebiet zu verunreinigen.

(3) Zu Landschaftsschutzgebieten können von den Bezirkstagen Landschaften oder Landschaftsteile erklärt werden, die wegen ihrer Schönheit für die Erholung der Bevölkerung besonders geeignet, wegen ihrer Eigenart erhaltungswürdig oder Beispiele vorbildlicher Landschaftspflege sind. Über Landschaftsschutzgebiete von zentraler Bedeutung entscheidet der Ministerrat.



(5) Zu geschützten Pflanzen und Tieren können durch das zuständige zentrale Staatsorgan wildwachsende Pflanzen sowie wildlebende Tiere erklärt werden, wenn sie in ihrem Fortbestehen bedroht, volkswirtschaftlich bedeutsam oder für die wissenschaftliche Forschung und die Bildung von besonderem Wert sind.

Geschützte, nichtjagdbare wildlebende Tiere

Es ist nicht gestattet,

- geschützte, nichtjagdbare wildlebende Tiere zu beunruhigen, ihnen nachzustellen, sie zu fangen, zu töten oder in Gewahrsam zu nehmen
- Eier, Larven und Puppen dieser Tiere zu beschädigen, zu zerstören oder wegzunehmen
- Brut- und Wohnstätten dieser Tiere zu beschädigen, zu zerstören oder wegzunehmen sowie deren Lebensräume so zu verändern, daß der Fortbestand dieser Tierarten gefährdet wird
- diese Tiere lebend oder tot in den Handel zu bringen oder zu verarbeiten
- Störungen an Brut- und Wohnstätten der vom Aussterben bedrohten Tierarten, insbesondere durch Fotografieren und Filmen, zu verursachen.

Geschützte Pflanzen

Es ist nicht gestattet, wildwachsende geschützte Pflanzen auszugraben oder auszureißen oder Teile davon abzutrennen sowie Standorte geschützter Pflanzen so zu verändern, daß deren Fortbestand gefährdet wird.

Für einen wirksamen Naturschutz ist es wichtig, die geschützten Tier- und Pflanzenarten zu kennen.

Die folgenden Tiere und Pflanzen gehören zu den geschützten Arten:

Tiere

Weichtiere (*Mollusca*)

Weinbergschnecke (*Helix pomatia*) in der Zeit vom 1. März bis 31. Juli eines jeden Jahres, Flußperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*)

Kerbtiere (*Insecta*)

Rote Waldameise (*Formica rufa*), Hirschkäfer (*Lucanus cervus*), Segelfalter (*Iphiclides podalirius*), Schwarzer Apollofalter (*Parnassius mnemosyne*), alle einheimischen Tagfalter (*Rhopalocera*) mit Ausnahme der weißflügeligen Weißlingsarten Baumweißling (*Aporia crataegi*), Kohlweißling (*Pieris brassicae*), Rübenweißling (*P. rapae*) und Rapsweißling (*P. napi*); alle einheimischen Schwärmer (*Sphingidae*), Ordensbänder (*Catocala*) und Bärenspinner (*Arctiidae*), alle Rosen- und Goldkäfer der Gattungen *Cetonia*, *Liocola*, *Potosia*, Mulmbock (*Ergates faber*), Spießbock (*Cerambyx cerdo*), Puppenräuber (*Calosoma sycophanta*)

Lurche (*Amphibia*)



Laubfrosch (*Hyla arborea*), Kröten und Unken (alle Arten der Gattungen *Bufo*, *Pelobates*, *Alytes* und *Bombina*), Feuersalamander (*Salamandra salamandra*), Molche (alle Arten der Gattung *Triturus*)

Kriechtiere (*Reptilia*)

Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*), alle Eidechsen (*Lacertidae*), Blindschleiche (*Anguis fragilis*), alle Arten Schlangen (*Colubridae*, *Viperidae*)

Vögel (*Aves*)

Adler (alle Arten der Gattungen *Haliaeetus*, *Pandion*, *Aquila* und *Circus*), Wanderfalk (*Falco peregrinus*), Kornweihe (*Circus cyaneus*), Wiesenweihe (*C. pygargus*), Schwarzstorch (*Ciconia nigra*), Uhu (*Bubo bubo*), Sperlingskauz (*Glaucidium passerinum*), Blauracke (*Coracias garrulus*), Großtrappe (*Otis tarda*), Kranich (*Grus grus*), sowie alle anderen nichtjagdbaren wildlebenden Vögel mit Ausnahme von Saatkrähe (*Corvus frugilegus*), die jedoch in Brutkolonien geschützt ist; Nebelkrähe (*C. corone cornix*), Rabenkrähe (*C. corone corone*), Eichelhäher (*Garrulus glandarius*), Elster (*Pica pica*), Haussperling (*Passer domesticus*) und Feldsperling (*P. montanus*)

Säugetiere (*Mammalia*)

Biber (*Castor fiber*), Wildkatze (*Felis silvestris*), Seehund (*Phoca vitulina*), Ringelrobbe (*P. hispida*), Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*), Mauswiesel (*Mustela nivalis*), Igel (*Erinaceus europaeus*), Gartenschläfer (*Eliomys quercinus*), Siebenschläfer (*Glis glis*), alle Arten Fledermäuse (*Chiroptera*), Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*), Ziesel (*Citellus citellus*), Gemse (*Rupicapra rupicapra*)

Pflanzen

Bärlappe (*Lycopodiaceae*), Straußfarn (*Matteuccia struthiopteris*), Königs-Rispenfarn (*Osmunda regalis*), Hirschzunge (*Asplenium scolopendrium*), Kuhschelle (*Pulsatilla*), Wald-Windröschen (*Anemone sylvestris*), Frühlings-Adonisröschen (*Adonis vernalis*), Seidelbast (*Daphne mezereum*), Märzbecher (*Leucojum vernalis*), Schlüsselblumen (*Primula*), Leberblümchen (*Hepatica nobilis*), Maiglöckchen (*Convallaria majalis*), Türkenbund (*Lilium martagon*), Diptam (*Dictamnus albus*), Gelber Fingerhut (*Digitalis grandiflora*), Wald-Geißbart (*Aruncus vulgaris*), Eisenhut (*Aconitum*), Europäische Trollblume (*Trollius europaeus*), Akelei (*Aquilegia*), Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*), Große Eberwurz (*Carlina acaulis*), Berg-Wohlverleih (*Arnica montana*), Enzian (*Gentiana*), Weißer Meerkohl (*Crambe maritima*), Stranddistel (*Eryngium maritimum*), Sumpf-Porst (*Ledum palustre*), Birngrün (*Orthilia secunda*), Wintergrün (*Pyrola*), Beeren-Eibe (*Taxus baccata*), Gemeiner Wacholder (*Juniperus communis*), Stechpalme (*Ilex aquifolium*), Sonnentau (*Drosera*), Echtes Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*), Orchideen (*Orchidaceae*), alle Blüten und Knospen tragenden Zweige der wildwachsenden Weiden (*Salix*).



Anhang

Worterkklärungen

abiotisch: nichtlebend, ohne Leben

Absorption: Einsaugung, Aufsaugung; hier Aufnahme von Stoffen durch die Oberfläche (z. B. Wasseraufnahme durch die Wurzel)

Adbäsion: Haften von Molekülen verschiedener Körper aneinander durch zwischenmolekulare Kräfte

Agar-Agar: aus Meeresalgen (Rotalgen) des Indischen und Stillen Ozeans gewonnene Gelatine, wird als Nährboden für Bakterienkulturen verwendet

Assimilation: Angleichung; Aufbau von körpereigenen, organischen aus körperfremden Stoffen; man unterscheidet autotrophe A. (z. B. des Kohlenstoffs) und heterotrophe A. (z. B. organischer Stoffe bei Tieren). Die Produkte der A. heißen Assimilate.

ADP Adenosindiphosphat: Nukleinsäure mit 2 Phosphatresten

ATP Adenosintriphosphat: Nukleinsäure mit 3 Phosphatresten. Wirkt in Zellen aller Lebewesen als Energiespeicher und Energietransformator

Biokatalysator: in allen Lebewesen die Lebensvorgänge steuernder Wirkstoff (Enzym, Hormon, Vitamin)

biotisch: lebenden Ursprungs; auf Lebewesen bezogen

Biotop: natürlicher Lebensraum, der einer bestimmten Pflanzen- und Tiergemeinschaft entsprechende Lebensbedingungen bietet

Biozönose: Lebensgemeinschaft von Organismen in einem → Biotop

Chemosynthese: von der Sonnenenergie unabhängige Form der → autotrophen Assimilation

von Kohlenstoff mit Hilfe der aus anorganischen Oxydationsprozessen gewonnenen chemischen Energie. Die Ch. kommt bei einigen Bakterien vor

Diffusion: wechselseitige Durchdringung gasförmiger, flüssiger oder fester Stoffe, die miteinander in Berührung stehen. D. bewirkt Konzentrationsausgleich der Stoffe

Dissimilation: Abbau von Nähr- und Reservestoffen zur Energiegewinnung in Organismen unter Mitwirkung von → Biokatalysatoren

Enzym: → Biokatalysator

Epidermis: Abschlußgewebe; umgibt Sproß und Wurzel der Pflanzen als einschichtige Hülle. Oft von einer → Kutikula überzogen. Typische Bildungen der E. sind die Spaltöffnungen

Fortpflanzung: Fähigkeit der Lebewesen, den Eltern weitgehend gleichende Nachkommen hervorzubringen. Die Fortpflanzung kann geschlechtlich oder ungeschlechtlich erfolgen

Gewebe: Verbände von gleichartig ausgebildeten Zellen

halbdurchlässig (semipermeabel): einseitig durchlässig; hier Membranen, durch die gelöste Stoffe nicht in gleicher Weise diffundieren können wie das Lösungsmittel

Hormone: körpereigene, bei Tieren in Hormondrüsen gebildete Wirkstoffe; sie sind wirksam, aber nicht artspezifisch. H. steuern die Vorgänge des Stoffwechsels, des Wachstums und der → Fortpflanzung



Humus: organische Substanz aus abgestorbenen Pflanzen, Tieren oder Mikroorganismen in und auf dem Boden. Der Humusgehalt des Bodens beeinflusst wesentlich seine Fruchtbarkeit

Hydrokultur: erdelose Kultur für die Aufzucht von Pflanzen in Nährlösung. Kies oder Kunststoffe dienen als Träger

Hydroponik: erdelose Kultur für die Aufzucht von Pflanzen in Nährlösung ohne Trägersubstanz

Individualentwicklung: Entwicklung eines Individuums von der Befruchtung des Eies bis zum Tod des Lebewesens

Interzellulärsystem: Gesamtheit der Interzellularen (Zellzwischenräume); Durchlüftungssystem der Pflanzen. Steht über Spaltöffnungen mit der Außenluft in Verbindung

Kambium: Gewebe aus teilungsfähigen Zellen (Bildungsgewebe) bei Nacktsamern und zweikeimblättrigen Pflanzen. Bewirkt das sekundäre Dickenwachstum der Pflanzen

Kapillarität: Saugwirkung in den Haargefäßen (Kapillaren) der Pflanzen

Knöllchenbakterien: bestimmte Bakterien, die durch die Wurzelhaare bis in die Rinde der Wurzeln von Schmetterlingsblütengewächsen eindringen. Durch Zellteilungen des Rindengewebes entstehen Wucherungen (Wurzelknöllchen). Die in den Wucherungen lebenden Knöllchenbakterien nehmen molekularen Stickstoff aus der Bodenluft auf und bilden organische Verbindungen. Nach dem Absterben der K. kann der gebundene Stickstoff von der Pflanze aufgenommen werden

Kohäsion: Zusammenhangskraft zwischen gleichen Molekülen. Sie spielt beispielsweise eine große Rolle bei der Leitung des Wassers in den Gefäßen

Konkurrenz: Zusammentreffen, Wettbewerb; hier das Bestreben der Organismen, von Faktoren, die nicht ausreichend zur Verfügung stehen und von vielen Individuen benötigt werden, den lebensnotwendigen Anteil zu erlangen (z. B. Lebensraum, Nahrung)

Kutikula: von → Epidermis abgegrenzte

Schutzschicht. Für Wasser und Gase kaum durchlässig

Laubfall: Abwurf der Laubblätter bei mehrjährigen Pflanzen, um den Wasserhaushalt zu regulieren. Wird durch → Hormone geregelt. An der Abwurfstelle bildet sich eine Trennschicht aus, die die Ansatzstelle des Blattes verschließt (Blattnarben)

Lebensraum (Lebensbezirk): der Raum der von Organismen oder Organismengruppen benötigt wird

Leitbündel: Gewebeverband bei Sproßpflanzen (Farne, Samenpflanzen), dient der Leitung von Wasser, Nährsalzen und Assimilaten. Besteht aus dem Siebteil und dem Gefäßteil

Lignin: Holzstoff, wesentlicher Bestandteil des Holzes

Melioration: Verbesserung; hier Bodenverbesserung (z. B. durch Be- oder Entwässerung)

Membranen: Grenzschichten des Protoplasmas, die die Zelle nach außen und die einzelnen Bestandteile der Zelle gegeneinander abgrenzen

Mikroorganismen: Kleinlebewesen, meist nur mit dem Mikroskop sichtbar (z. B. Viren, Bakterien, niedere Pilze, tierische Einzeller). Im Stoffkreislauf der Natur bauen sie abgestorbene organische Stoffe zu anorganischen Stoffen ab, die den autotrophen Organismen wieder als Nährstoffe dienen können

Molekularbewegung: ungerichtete Ortveränderung der Moleküle. M. ist in jedem Aggregatzustand der Stoffe vorhanden. (Brown'sche Bewegung: R. BROWN, englischer Botaniker, entdeckte 1827 die auf → Molekularbewegung beruhende Bewegung kleiner Teilchen)

Morphologie: Lehre von der äußeren Gestalt der Organismen

Mykorrhiza: Zusammenleben von Pilzen und Pflanzenwurzeln in → Symbiose

Ökologie: Lehre von den Wechselbeziehungen zwischen den Organismen und ihrer Umwelt

ökologische Potenz: Toleranzbereich einer Art gegenüber einem Umweltfaktor im Verlaufe der → Individualentwicklung



Osmose: Eindringen einer Flüssigkeit in eine andere durch eine → halbdurchlässige Scheidewand. Bedeutend für Wasseraufnahme bei Pflanzen und Stoffaustausch zwischen den Zellen

Parasitismus: Schmarotzertum, Deckung des Bedarfs eines Organismus an körperfremden Stoffen ganz oder teilweise auf Kosten eines anderen Organismus

Pflanzenschutzmittel: Produkte der chemischen Industrie mit einem oder mehreren Wirkstoffen zur Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen bei Pflanzen, z. B. Herbizide (gegen Unkräuter), Insektizide (gegen Insekten), Fungizide (gegen Pilze)

Photosynthese: Form der autotrophen Assimilation, Bildung von Kohlenhydraten in grünen Pflanzenteilen aus Kohlendioxid, Wasser und Sonnenenergie unter Abgabe von Sauerstoff (→ Assimilation). Sonnenenergie wird mit Hilfe des Chlorophylls in chemische Energie umgewandelt.

Physiologie: Lehre von den Lebensvorgängen in den Organismen

Plastiden: im Zytoplasma autotroph lebender Pflanzen liegende Zellorganellen (Chloroplasten, Leukoplasten, Chromoplasten)

Population: Gesamtheit der Individuen einer Art, die in einem natürlich oder künstlich abgegrenzten Lebensraum lebt, beispielsweise alle Kiefernspanner eines Kiefernwaldes, alle Guppys in einem Aufzuchtbecken

Protoplasma: Gesamtbegriff für den lebenden Zellinhalt (Zellplasma, Zellkern, Chloroplasten, Mitochondrien, Membran)

Regeneration: die Fähigkeit eines Organismus, verletzte, abgestorbene oder verlorengegangene Körperteile mehr oder weniger vollständig zu ersetzen

Reiz: Einwirkung auf lebende Zellen, Gewebe oder Organe, die Erregungen und als Folge davon Reaktionen des Organismus bewirkt

Reizbarkeit: die Eigenschaft der Organismen, auf Einwirkungen der Umwelt mit bestimmten Reaktionen zu antworten

Reservestoffe: an verschiedenen Orten des Organismus gespeicherte Stoffe, die bei ungenü-

gender oder für längere Zeit ausbleibender Nährstoffzufuhr zur Aufrechterhaltung des Stoffwechsels dienen

Rhizodermis: einschichtiges Abschlußgewebe der Wurzel, besitzt weder Kutikula noch Spaltöffnungen, dient der Stoffaufnahme durch Ausbildung von Wurzelhaaren

Rhizom: unterirdischer Teil des Sprosses (Wurzelstock), bildet in bestimmten Abständen Knospen, die zu neuen Individuen heranwachsen können

Samen: dient der Verbreitung und Arterhaltung der höheren Pflanzen, besteht aus dem Nährgewebe, dem Keimling und der Samenschale

Sprossung: Form der ungeschlechtlichen Vermehrung

Standort: Lebensraum einer bestimmten Pflanzengemeinschaft (Pflanzenarten mit ähnlichen ökologischen Potenzen)

Sukkulente: krautige Pflanzen mit besonderen Speichergeweben zur Wasserspeicherung; besiedeln oft trockene Standorte

Symbiose: zeitweilige oder dauernde Verbindung zwischen artverschiedenen Individuen mit gegenseitiger Abhängigkeit und gegenseitigem Nutzen

Taxonomie: Teilbereich der Biologie, hat die Aufgabe, die Lebewesen zu beschreiben, zu benennen und nach ihren verwandtschaftlichen Beziehungen zu ordnen

Toleranz: zulässige Abweichung vom vorgegebenen Wert

Toleranzbereich: Erträglichkeitsbereich einer Art gegenüber der Wirkung eines Umweltfaktors. Der Toleranzbereich weist ein Optimum auf und wird durch einen Minimum- bzw. Maximumwert begrenzt

Transpiration: Abgabe von Wasser in Gasform bei Organismen, sie ist abhängig von äußeren (z. B. Luftfeuchtigkeit) und inneren Faktoren. T. ist regulierte → Verdunstung

Turgor: osmotisch bedingter Innendruck der Pflanzenzellen

Umwelt: Gesamtheit aller auf einen Organismus einwirkenden äußeren Faktoren



Vegetationszeit: Zeitraum, in dem die Pflanze wächst, blüht, fruchtet und reift

Verbreitungsgebiet: geographisch abgegrenzter Lebensraum einer Art. Jede Art hat ein bestimmtes natürliches Verbreitungsgebiet

Verdunstung: der langsame Übergang einer Flüssigkeit in den gasförmigen Zustand bei Temperaturen unterhalb des Siedepunktes (→ Transpiration)

Verwesung: durch die Einwirkung von Bakterien unter Sauerstoffzutritt stattfindende Zersetzung von Eiweiß abgestorbener Organismen. (→ Mikroorganismen)

Wuchsstoffe: organische Verbindungen; Wirkstoffe, die in geringen Konzentrationen das Pflanzenwachstum beeinflussen (→ Biokatalysator)

Zeigerart: Organismenart mit kleinem Toleranzbereich gegenüber einem Umweltfaktor. Das Vorkommen der Art läßt auf bestimmte Standortmerkmale schließen (z. B. Säuregehalt, Kalziumgehalt des Bodens)

Zellulose: Kohlenhydrat mit der Bruttoformel $(C_6H_{10}O_5)_n$, wichtigste pflanzliche Gerüstsubstanz, Bestandteil der Zellwand

Register

* Abbildungshinweis

- Abraumhalden 134*
Absenker 74*
absorbieren 48, 151
Abwässer 127*
Abwasserberegnung 106*
Adhäsion 43, 45*, 151
ADP/ATP-Reaktion 50*,
52*, 59*, 151
Algen 12*
alkoholische Gärung 60*
Aminosäuren 19*
anorganisch 24, 27, 34
anorganische Stoffe 19, 21
Aschebestandteile 24*
Aschegehalt 24*
Assimilat 42, 45
Assimilation 22, 41, 43*, 46,
48, 65, 67* f., 151
-, autotrophe 47*, 55
-, heterotrophe 47*, 55
Assimilationsstärke 51
Äthansäure 62*
Äthanol 56, 60*, 62*
Äthansäuregärung 62*
Atmung 23, 41, 55, 56* f.,
59*, 67*, 69*
Atmungsintensität 66*
ATP 52, 59
Atropin 54*
Ausbildungsform 98*
Ausläufer 74* f.
autotroph 22, 29, 45

Bakterien 53, 55, 61* ff.
Bedecktsamer 13*, 76
Belichtungsmesser 145*
Bestandsklima 121
Bestandteile, Zelle 17

Bestäubung 93*
Bewegungen 69 f., 73
Bienenstaat 109*
Bierbrauerei 61
Bildungsgewebe 44*, 80*,
152
Biokatalysator 48, 151
biologisches Gleichgewicht
112*, 115*, 117
Biotop 94, 151
Biozönose 111, 116*, 123*,
151
Blatt 30, 34, 36 f., 41 ff.
-anlage 95*
-form 40*
-größe 97*
-querschnitt 35*
Blüte 76*
Blütenbildung 98*
Boden 26 f., 30 f., 46,
122*
-feuchtigkeit 122*
-reaktion 101* f.
Brown, Robert 15
Brownsche Molekular-
bewegung 32
Brutpaare 120*
Brutplatz 93*

Chemosynthese 47*, 48, 67*,
151
Chlorophyll 18*, 19, 22, 26,
34, 47* f., 49
chlorophyllfrei 32, 36, 45
chlorophyllhaltig 43, 45
Chloroplasten 16*, 17, 30,
37, 48*
Czernsy-Indikator 146*

Deckschuppe 77*
Digitoxin 54*
Differenzierungs-
wachstum 86*
Diffusion 32, 33*, 37, 41, 43.,
45*, 65, 151
Disaccharide 19*
Dissimilation 22, 46, 55, 65,
67* f., 151
dissoziieren 24 f.
Duftstoff 9*, 21, 54
Düngung 28*

Einflüsse, Umwelt 108*
einhäusige Pflanzen 76*
Einkeimblättrige 10*, 13*,
42*
Einsiedlerkrebs 110*
Eiweiß 9*, 18*, 19 f., 25,
27, 55
Eizelle 77*
Elektronen, energiereiche 49
endotherm 55
Energie 46* f., 48, 55, 69
energiearm 24
Energie-Bedarf 53, 56*, 68*
-quelle 45
-wechsel 69
Entwässerung 106*
Enzym 19, 51, 54* f., 58*,
59, 63* f., 151
Epidermis 35*, 36*, 39, 151
Erdsproß 75*
Erdwendigkeit 72, 73*
Ernährung, Pflanze 23*
Ertragssteigerung 106* f.,
132*
Essigsäure 62*

Faktoren 121*
 Fäulnis 62*, 64*
 Farbstoff 54
 Farnpflanzen 10*, 13*
 Feinde 93*
 Festigung 43*
 Festigungsgewebe 43* ff.,
 86*
 Fette 9*, 18*, 19 f.
 Feuchtluftbiotop 94*
 Fischfänge 114*
 Fischsterben 127*
 Fliegenpopulation 113*
 Flüssigkeitsdurchlauf 36, 46
 Flüssigkeitsumlauf 46
 Fortpflanzung 69, 74, 151
 Fremdbestäubung 76*
 Fremdverbreitung 78*
 Friedfisch 114*
 Frucht-Bildung 78
 -blatt 77*
 -knoten 77*
 Fruktose 19*
 Funktion 30, 34
 Futterzusammensetzung 120*

Gärung 55, 56* f., 59* f.,
 62*, 67*
 Gasaufnahme 38
 Gasaustausch 41
 Gefäße 34, 36 f., 43, 44*
 Gefäßteil 45
 Geschlechtsverhältnis 76*
 Geschmacksstoff 21
 Getreide-Ertrag 106*
 Gewebe 34, 36, 46, 151
 Gewürze 9*
 Gleichgewicht der Stoffe
 69
 Gleichgewicht, biologisches
 112*, 115*, 117
 Glukose 19*, 51, 63
 Glukose-Abbau
 (Atmung) 58*
 Glycerin 19*
 Griffel 77*

Grundgewebe 43*, 86*
 Grundwasser 94*
 grüne Pflanzen 55
 halbdurchlässige Membran
 33 f., 151
 Harz 9*, 21, 54
 Haupt-Element 26*
 - und Spurenelemente 25
 -windrichtung 129*
 Hautgewebe 86*
 Hecke 122*
 Herbizide 83, 132
 heterotroph 22, 24, 32, 45
 hochmolekular 63*
 Holz 9*
 Holz-Einschlag 105*
 -produktion 105*
 -zuwachs 105*
 Hooke, Robert 10
 Humusbildung 124, 152
 Hydrokultur 27*, 28, 152
 Hydroponik 28, 152
 Hydroxylgruppen 49

immergrüner Nadelwald
 104*
 Individualentwicklung 100*,
 152
 Individuenzahl 113*, 115*
 Insektizid 120
 Interzellularen 35*, 36 f.
 Interzellularsystem 36, 152
 Ionen 24 f., 26, 27
 Kalium 41*
 Kapillarsystem 43, 46, 152
 Karbonsäuren 19*
 Kautschuk 9*, 21, 54
 Keimblatt 95*
 Keimdauer 86*
 Keimfähigkeit 86*
 Keimscheide 95*
 Keimtemperatur 86*
 Keimwurzel 95*
 Kelchblatt 77*

Kern 16*
 Kieselsäureeinlagerung 18
 Klima 122*
 Klimamessung 96*
 Klimawerte 121*
 Knöllchenbakterien 110*,
 152
 Knollen 64
 Koffein 54*
 Kohäsion 43, 45*, 152
 Kohle 134*
 Kohlendioxid 23, 28 f., 34,
 38, 41, 49, 51, 56, 59
 -Assimilation 51*
 -Hungerkultur 29*
 Kohlenhydrate 9*, 18*, 19 f.,
 55
 Kohlenstoff 25, 28
 Konkurrenten 92* f.
 Konkurrenz 92* f., 152
 Konsumenten 68* f., 128*
 Konzentration 51
 Konzentrationsausgleich 32,
 33*
 Korkeinlagerung 18
 Krautschicht 124
 Kronblatt 77*
 Krümmung 72*
 Kulturbiozönose 118
 Kurztagpflanze 87*
 Kutikula 152
 Lagerpflanzen 10*, 12*
 Landbiotop 94*
 Langtagpflanze 87*
 Laubblatt 34, 36, 39, 41
 Laubblattfärbung 98*
 Laubfall 152
 Laubwald, sommergrüner
 104* f.
 Lebensraum 90, 152
 Leitbündel 35* f., 42* f., 152
 Leitgefäß 34
 Leitgewebe 43*, 65, 86*
 Licht-Einstrahlung 98*
 -energie 22, 34, 45, 53
 -faktor 99*

-intensität 49*
 -Optimumkurve 98*
 -reiz 71* f.
 -strahlung 92* f.
 -wendigkeit 70, 72
 Lignin (Holzstoff) 18
 Lösungsmittel 24
 Luft 27 ff., 36 f., 41, 46
 -feuchtigkeit 92* f., 122*
 -strömung 92* f.

 Magnesium 55
 Mangelerscheinung 26, 27*
 Mangellösung 24
 Mark 42* f.
 Maximum 98*
 Melioration 152
 Membran 16* f., 152
 Membransystem 16*
 Milchsäure 23, 56, 61* f.
 Milchsäuregärung 61
 Mikroorganismen 27, 152
 Mineraldüngerverbrauch
 106*
 Mindestbelichtungszeit 87*
 Mindestnachtlänge 87*
 Minimum 98*
 Mischwald 124
 Mitochondrien 16* f., 57*
 Molekül 24, 32, 41
 Molekularbewegung 32, 152
 Monosaccharide 19*
 Moospflanzen 10*, 13*
 Muskeltätigkeit 56
 Mykorrhiza 111*, 152

 Nachtsamer 10*, 13*, 76
 Nadelblatt 41
 Nadelwald, immergrün
 104*
 Nadelwälder, rauch-
 geschädigte 129*
 Nährgewebe 95*
 Nahrung 53, 60, 93*
 Nährlösung 28
 Nährsalz 24 ff., 28, 30, 34,
 55

-aufnahme 34
 -Ionen 42
 Nährstoff 24, 30
 Nährstoffspeicher 75
 Narbe 77*
 Natur, lebende 69
 Natur, nichtlebende 69
 natürliches System 10
 Naturschutz 126*
 niedermolekular 63*
 Niederschlag 92* f.
 Niederschlagsmenge 96*,
 122*
 Nistkästen 120*
 Nützlinge 119* f.

 Oberfläche 24, 29, 32, 34, 46,
 58
 ökologische Potenz 96, 103*,
 152
 Optimum 98*
 Organismus 24, 34
 organisch 29, 41
 organische Säuren 19
 – Stoffe 19
 – Verbindung 34
 Osmometerglocke 33*
 Osmose 33, 43, 45*, 51,
 153
 osmotisch 34, 43
 Oxydation 58

 Palisadengewebe 35* f., 46
 Parasiten 93*
 Parasitismus 116*
 Penizillin 54*
 Pflanzenhöhe 98*
 Pflanzenhormon 21
 Pflanzenschutzmittel 120, 153
 Pflanzenzelle 16*, 17, 18*
 Phosphor 55
 Photosynthese 36*, 37 f., 43*,
 51, 52* f., 59*, 67, 153
 pH-Wert 101* f.
 Pilze 12*, 53, 55
 Pilzgeflecht 111*

Plasmagrenzschicht 16*
 Plasmawachstum 82*
 Pollenkörner 76, 77*
 Pollenschlauch 77*
 Polysaccharide 19*
 Population 113, 153
 Populationsgröße 114*
 Populationschwankungen
 114* f.
 Produzenten 68* f., 128*
 Protoplasma 17, 24, 153
 Protoplasten 45

 Quellungsbewegungen 73
 Quellungsmittel 24

 radioaktive Stoffe 131*
 Raubfisch 114*
 Reduktion des Kohlen-
 dioxids 52*
 Reduzenten 61* ff., 68* f.,
 128*
 Regenwald, tropischer
 105*
 Reizbarkeit 69, 70, 153
 Reiz, chemischer 71*
 Reiz, mechanischer 71*
 Retikulum,
 endoplasmatisches 16*
 Rhizodermis 31*, 34, 153
 Rinde 31*, 32*, 42*
 Rindenschicht 43

 Salze 24 f., 27
 Samen 64, 78, 153
 -anlage 76, 77* f.
 -pflanzen 13*
 -schale 95*
 -schuppe 77*
 Sauerstoff 23 ff., 34, 41, 52,
 59
 -Abscheidung 49*
 -Konzentration 77
 -Kreislauf 128*
 -Verbrauch 66*

- Schädlinge, tierische 118*, 120*
- Schädlingsbekämpfung 119*
- Schädlingsbekämpfungsmittel 120, 153
- Schleiden, Matthias 15
- Schließbewegung 37
- Schließzelle 35*, 37 f., 38*
- Schuppenblätter 75*
- Schwammgewebe 35* f.
- Schwann, Theodor 15
- Schwefel 25, 55
- Schwerereiz 71*, 73*
- Selbstbestäubung 76*
- Selbstverbreitung 78*, 79*
- Siebplatte 44*
- Siebröhre 44*, 45
- Siehteil, 43, 45
- Siebzelle 44*
- sommergrüner Laubwald 104* f.
- Spaltöffnung 35* ff.
- Spaltpflanzen 12*
- Speichergewebe 65
- Speicherorgan 65
- Speicherstärke 61
- Speicherung 43*, 45, 65
- Speicherzellen 63*
- Sprossachse 30, 36 f., 41, 42 f.
- Sprossknolle 74*, 75*
- Sprossknospe 95*
- Spurenelemente 25, 26*
- Standort 94*, 103* 153
- Stärke 19*
- Stärkenachweis 141*
- Staubblatt 76, 77*
- Stickstoff 25, 27, 55
- Stengelepidermis 42*
- Stoffkreislauf 63
- Stoffproduktion, biologische 53*, 112*
- Stoff- und Energiwechsel 46, 65, 67*
- Stoffwechsel 30
- Stoffwechselsvorgang 24, 36
- Streckungswachstum 82*, 86*
- Streckungszone 80*, 82*
- Struktur 32
- Substrat 54*
- Symbiose 110*, 116*, 153
- Systematik 10
- System, natürliches 10
- , Übersicht über das 12*, 13*
- , Zuordnung von Samenpflanzen 14*
- tagneutrale Pflanzen 87*
- Taumenge 122*
- Teilnährlösung 24, 25*
- Temperatur 57
- Temperatur, durchschnittliche 96*
- Tierstaat 116
- Tierzelle, Zusammensetzung der 18*
- Toleranzbereich 97, 99*, 153
- Transpirationsmöglichkeit 39
- Transpirationsschutz 39
- Transpirationssog 37, 39, 43, 45*
- Transport 43, 45, 63
- Transportmittel 24
- Trockenluftbiotop 94*
- Trockensubstanz 19, 107*
- tropischer Regenwald 105*
- Turgor 24, 37 f., 153
- Turgorbewegungen 73
- Umwelt 90, 153
- Umweltfaktor 92* f., 97, 114*
- Umweltfaktoren, abiotische 90
- , biotische 90
- Unkrautbekämpfung 132*
- Unterschlupf 93*
- Vakuole 16* f.
- Verbreitungsgebiet 90, 91*, 154
- Verdunstung 26, 37, 43, 154
- Verdunstungsmenge 122*
- verwandtschaftliche Beziehungen 10
- Verwesung 62*, 64, 154
- Verwitterung 102
- Vitamine 9*, 21
- Vögel 122*
- Vollnährlösung 24, 25*
- Volumen 24
- Wachstums-Bewegung 73
- Reaktion 83*
- verlauf 82*
- zone 80* f.
- Wald 122*
- Wärmerciz 71*
- Wärmestrahlung 92* f.
- Wasser 19, 23 ff., 36 f., 41 ff., 46, 49, 52, 56
- abgabe 36, 45*
- aufnahme 32, 34, 45*
- biotop 94*
- gehalt 24, 27, 57
- leitung 45*
- pest, Kanadische 138*
- spaltung 49, 52*
- stoff 24, 52, 59
- stoffionen 49
- Weinherstellung 61
- Wiedernutzbarmachung 134*
- Wind-Bestäubung 76*
- richtung 122*
- verbreitung 78* f.
- Wuchshöhe 98*
- Wuchsstoff-Herbizide 84*
- konzentration 83*, 154
- verteilung 73*
- Wurzel 24, 27, 30, 31* f., 34, 36, 42 f.
- haar 31* ff., 43
- haarzelle 32, 34
- haube 95*
- knöllchen 27*
- scheide 95*
- sproß 74*
- stock 74* f.

Zeigerarten 102, 154
Zelldruck 24
Zellen, autotrophe 65
-, heterotrophe 65
Zellkern 17
Zellmembran 32
Zellorganellen 46

Zellplasma 25, 37
Zellsaft 34
Zellteilungswachstum 82*
Zellulose 19*, 154
Zellwand 17, 34, 37, 43
Zentralzylinder 31*, 34, 42*
Zusatzbelichtung 107*

Zuwachs 82*
Zuwachsverluste 129*
zweihäusige Pflanzen 76*
Zweikeimblättrige 42*
Zwiebel 64, 74* f.
Zwitterblüte 76*
Zytoplasma 16*, 17 f., 34

Abbildungsnachweis

Fotos: Horst Theuerkauf, Gotha, außer Seite 84 VEB Synthesewerk Schwarzheide (Werkfoto), Seite 27 unten rechts Reinhardt Höhn, Berlin, Farbtafel 8 unten links Erwin Zabel, Güstrow
Reproduktionen: Seite 11 oben links aus Grunert, Zimmerblumen, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1960, und Seite 27 oben aus Mengel, Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze, VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1968

Eilhard Alfred Mitscherlich (1874 bis 1965)

Landwirtschaftswissenschaftler, Nationalpreisträger, Professor in Königsberg und Berlin. Mitscherlich arbeitete besonders auf dem Gebiet der pflanzenphysiologischen Bodenkunde. Er stellte das Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren auf. Seine Arbeiten sind von großer Bedeutung für Forschung und praktische Landwirtschaft; sie enthalten wichtige Hinweise für die Ertragssteigerung. Mitscherlich beschäftigte sich auch mit der Verbesserung landwirtschaftlicher Versuchsmethoden und der Anlage von Feld- und Gefäßversuchen.



Otto Warburg (1883 bis 1970)

Chemiker, Professor, war Direktor des Max-Planck-Institutes für Zellphysiologie. Warburg beschäftigte sich vor allem mit der Aufklärung wichtiger Stoffwechselvorgänge (Atmung, Gärung). Seine biochemischen Forschungen führten 1924 und 1928 zur Entdeckung der Atmungsfermente Zytochromoxydase und Laktoflavin. Er verbesserte die manometrischen Methoden zur Messung des Gasstoffwechsels. Seine Forschungen wurden 1931 mit dem Nobelpreis für Medizin und Physiologie gewürdigt.



Melvin Calvin (geb. 1911)

Amerikanischer Chemiker. Er stellte nach umfangreichen experimentellen Arbeiten eine Theorie über den Vorgang der Kohlendioxidreduktion in einem Reaktionszyklus (Calvin-Zyklus) bei der Photosynthese auf. Calvin erhielt für seine Entdeckungen auf dem Gebiet der Kohlenstoffassimilation der Pflanzen 1961 den Nobelpreis für Chemie. Calvin ist an der Entwicklung neuartiger Untersuchungsmethoden beteiligt, die es ermöglichen, immer tiefer in komplizierte physiologische Prozesse einzudringen (z. B. Verwendung von Isotopen).



