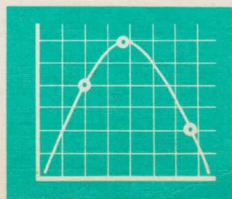
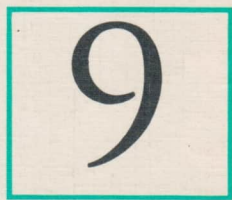
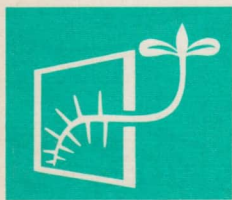
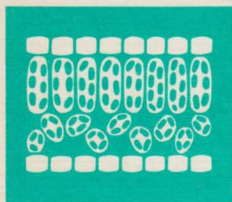
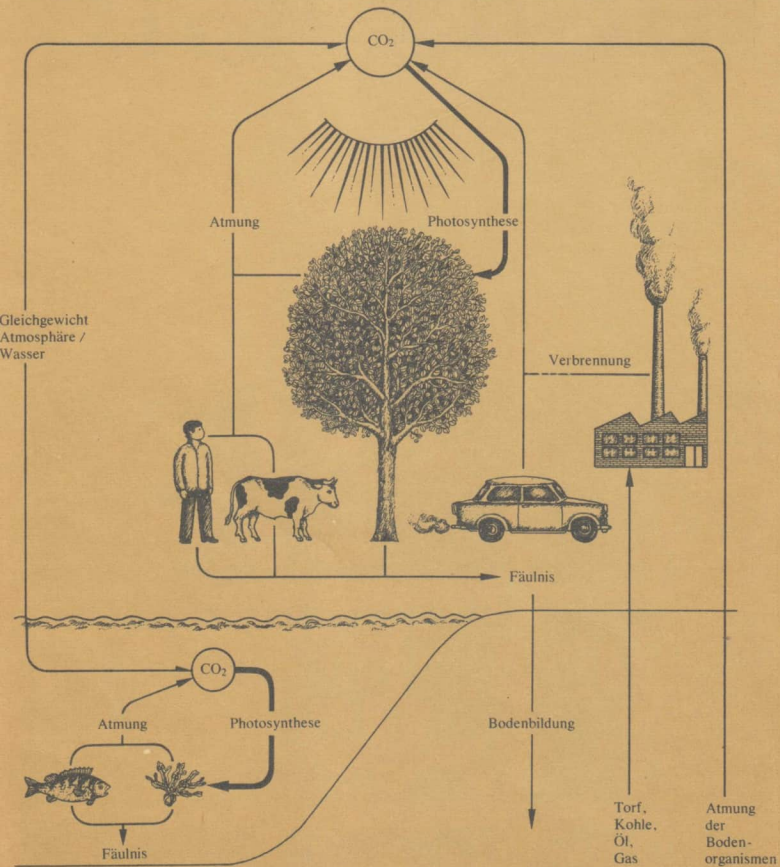


BIOLOGIE





BIOLOGIE

Anatomie und Physiologie der Pflanzen
Die Lebewesen in ihrer Umwelt

Lehrbuch für Klasse 9



Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin · 1986

Leiter des Autorenkollektivs: Prof. Dr. sc. E. Zabel
Autoren: Dr. Rainer Ehlert, Dr. Friedrich Eisenhaber, Dr. Irmtraut Meincke, Elsbeth Oberhardt,
Dr. Horst Pohl, Prof. Dr. sc. Erwin Zabel, Dr. Elke Ziebell
Dr. Horst Pohl, Prof. Dr. sc. Erwin Zabel, Elke Ziebell
Unter Mitarbeit von Gertrud Kummer und Horst Theuerkauf

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

© Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1980

7. Auflage

Ausgabe 1980

Lizenz-Nr. 203 · 1000/86 (DN 010905-7)

LSV 0681

Redaktion: Brigitte Lenz, Gertrud Kummer

Gesamtgestaltung: Günter Wolff/Wolfgang Zieger

Fotos und Reproduktionen: Horst Theuerkauf

Zeichnungen: Tamara Sälzer

Printed in the German Democratic Republic

Gesamtherstellung:

Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft Dresden

Schrift: 10/10/11 Sabon Linotron

Redaktionsschluß: 29. September 1985

Bestell-Nr. 730 827 2

Schulpreis DDR: 2,60

Inhalt



Bau und Stoffwechsel der Pflanze 7

Übereinstimmungen und Unterschiede
bei Tieren und Pflanzen 8

Übersicht über das Pflanzenreich 9



Bau und Funktion von Organen
der Pflanze 15

Nährstoffe autotropher Pflanzen 16

Bau und Funktion der Wurzel 22

Bau und Funktion des Laubblattes 26

Bau und Funktion der Sproßachse 32



Bau und Funktion pflanzlicher Zellen 38

Bau der Pflanzenzelle 39

Stoffliche Zusammensetzung pflanzlicher Zellen 42



Stoff- und Energiewechsel
pflanzlicher Zellen 46

Assimilation bei Pflanzen 47

Bildung von Kohlenhydraten durch Photosynthese 48

Bildung anderer organischer Stoffe.
in Pflanzenzellen 55

Transport und Speicherung von Assimilaten 56

Bedeutung der Photosynthese 58

Dissimilation bei Pflanzen 61

Atmung 62

Gärung 64



Zusammenwirken der Stoff- und
Energiewechselprozesse 68

Reizbarkeit, Fortpflanzung,
Individualentwicklung 71

Reizbarkeit und Bewegungen der Pflanzen 72
Fortpflanzung 77
Ungeschlechtliche Fortpflanzung 78
Geschlechtliche Fortpflanzung 80
Wachstum und Individualentwicklung 83



Organismus und Umwelt 93

Umwelt und Art 94
Umweltfaktoren 95
Lebensraum 98



Ökologische Potenz der Organismen 102

Toleranzbereich und ökologische Potenz 103
Toleranzbereich und Individualentwicklung 105
Ökologische Potenz und Lebensraum 106
Schaffung optimaler Umweltfaktoren
durch den Menschen 109



Vergesellschaftung der Organismen 111

Tierstaat 112
Symbiose 113
Biozönosen 115
Populationen 119
Störungen des ökologischen Gleichgewichts 121
Entwicklung von Biozönosen 126
Biologisch-geografische Exkursion 129



Nutzung und Schutz der Umwelt 133

Umweltschutz in der DDR	135
Rationelle Nutzung und Schutz der Gewässer	136
Reinhaltung der Luft	138
Nutzung und Schutz des Bodens	140
Gestaltung und Schutz der heimatlichen Natur	142



Arbeitsanleitungen 147

Register	159
----------	-----

Zeichenerklärung



Jeder Hauptabschnitt des Lehrbuches ist durch eine Randmarke mit der Darstellung eines Symbols gekennzeichnet.

- ① Aufgaben und Fragen
 - ▶ In diesen Abschnitten werden wichtige Aussagen zusammengefaßt (Zusammenfassungen, Merksätze).
 - ▼ Diese Pflanze oder dieses Tier stehen unter Naturschutz
 - ♂ männlich (Männchen)
 - ♀ weiblich (Weibchen)
 - ♂♀ zwitterig (Zwitter)
 - ↑ Hinweis auf andere Seiten des Buches
 - Beispiel
- Bio i Ü „Biologie in Übersichten“



Bau und Stoffwechsel der Pflanzen



Pflanzen auf einer feuchten Wiese

Pflanzen bilden einen wesentlichen Teil der natürlichen Umwelt des Menschen. Sie prägen entscheidend den Charakter einer Landschaft (■ Wälder).

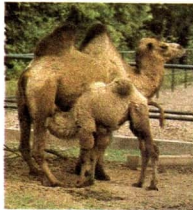
Das Leben der Menschen ist von altersher eng mit der Pflanzenwelt verbunden. Lange Zeit (■ Urgemeinschaft) war fast alles, was der Mensch zum Leben benötigte (■ Kleidung, Nahrung, Baumaterial, Arzneimittel), Produkt der Lebenstätigkeit von Pflanzen. Auch heute sind Pflanzen wichtige Voraussetzung des menschlichen Lebens. Die von Pflanzen synthetisierten organischen Stoffe bilden die Grundlage der Ernährung (■ 75% des gegenwärtig von Menschen verbrauchten Eiweißes stammen direkt von Pflanzen). Pflanzen sind nach wie vor bedeutsamer Rohstofflieferant (■ Zellulose, Harze, Öle, Kohle, Erdöl).

Pflanzen mit chlorophyllhaltigen Zellen geben ständig Sauerstoff ab und ermöglichen die Atmung und andere Oxydationsprozesse. Großen Einfluß haben sie auf das Klima (■ Wälder als „Wasserspeicher“). Pflanzen sind auch eine Quelle der Freude und der Erholung.

Pflanzen werden weiterhin wichtige Voraussetzung für das menschliche Leben bleiben; deshalb ist es notwendig, die Produktivität der Pflanzen planmäßig zu erhöhen und sie vor schädigenden Einflüssen zu schützen.



Übereinstimmungen und Unterschiede bei Pflanzen und Tieren



Ernährung

Fortpflanzung

Reizbarkeit

Pflanzen und Tiere wurden lange Zeit für völlig verschiedene Erscheinungen der lebenden Natur angesehen. Mit zunehmendem Wissen über Bau und Funktion wurden grundlegende Übereinstimmungen in den wesentlichen Lebensmerkmalen erkannt. Pflanzen nehmen ebenso wie Tiere ständig Nahrung auf. Grüne Pflanzen bauen körpereigene organische Stoffe aus anorganischen Stoffen auf und geben Sauerstoff ab. Damit schaffen sie die Voraussetzung für die Existenz von Leben auf der Erde. Pflanzen wachsen und entwickeln sich. Darin stimmen sie ebenfalls mit den Tieren und dem Menschen überein.

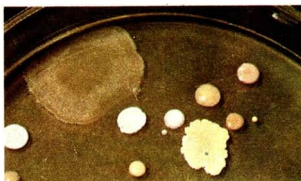
Bei Pflanzen und Tieren entwickeln sich die Nachkommen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung aus befruchteten Eizellen. Während bei Tieren nur relativ einfach gebaute Wirbellose zur ungeschlechtlichen Fortpflanzung fähig sind (■ Polyp), kommt ungeschlechtliche Fortpflanzung auch bei höherentwickelten Pflanzen (■ Samenpflanzen) häufig vor (↑ S. 78).

Pflanzen reagieren wie alle anderen Lebewesen auf Reize aus der Umwelt. Pflanzen können bis auf wenige Ausnahmen (■ einzellige Algen) jedoch keine freie Ortsbewegung ausführen (↑ S. 72).

- ▶ *Obwohl Pflanzen und Tiere in den wesentlichen Lebensmerkmalen übereinstimmen, treten im Bau und im Ablauf der Lebensprozesse deutliche Unterschiede auf.*



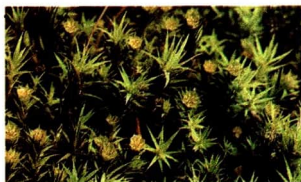
Übersicht über das Pflanzenreich



Bakterienkultur



Pilze



Moospflanzen



Verschiedene Samenpflanzen

Fast die gesamte Erdoberfläche ist von Lebewesen besiedelt. Neben mikroskopisch kleinen Einzellern existieren Tier- und Pflanzenarten, deren Individuen eine Länge von mehreren Metern und eine Masse von mehreren Tonnen (■ Wal, Eiche) erreichen können. Große Unterschiede gibt es auch in der äußeren Form und im inneren Bau der etwa 1,5 Millionen Organismenarten. Die Lebensdauer reicht von wenigen Stunden (■ Bakterien) bis zu 5000 Jahre (■ Mammutbaum).

Diese Mannigfaltigkeit ist für die lebende Natur kennzeichnend.

Um einen Überblick über die Mannigfaltigkeit zu erhalten, werden die Lebewesen klassifiziert und in Gruppen eingeteilt.

- ▶ *Klassifizieren ist ein grundlegendes Verfahren, um Dinge und Erscheinungen überblicken zu können und sie in Beziehung zueinander zu setzen. Organismen werden wie Dinge und Erscheinungen der nichtlebenden Natur aufgrund von Übereinstimmungen in wesentlichen Merkmalen klassifiziert. Das Ergebnis wird Klassifikation (Gliederung, Ordnung) oder System genannt.*

Die Systematik ist das Teilgebiet der Biologie, das die Verwandtschaftsbeziehungen der Lebewesen und ihre Ordnung in Systemen untersucht.



Die Gesichtspunkte für die Klassifizierung können sehr unterschiedlich sein. ①

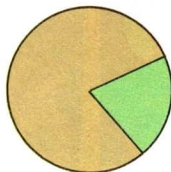
- ① Nennen Sie verschiedene Möglichkeiten für die Einteilung der Pflanzen! Erläutern Sie verschiedene Ordnungsgesichtspunkte durch Beispiele!



Anzahl bekannter Pflanzen- und Tierarten

Bekannte Arten: 1,6 Mill.
davon

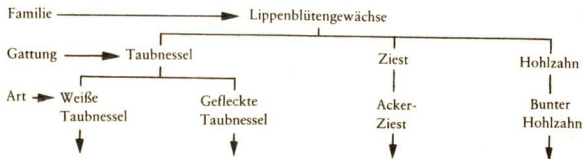
 Pflanzenarten: 0,4 Mill.
 Tierarten: 1,2 Mill.



Spaltpflanzen: 3 600
Lagerpflanzen: 106 600
Sproßpflanzen: 238 800

- Die ersten Einteilungen (Systeme) der Pflanzen waren von praktischen Gesichtspunkten bestimmt (■ Bau und Verwendung der Pflanzen), wobei außer der Gestalt auch der Geruch, der Geschmack und bedeutsame Inhaltsstoffe (■ Öle) herangezogen wurden.

Solche Einteilungen haben auch heute ihre Bedeutung (■ Heilpflanzen, Gewürzpflanzen, Gemüsepflanzen). In der Systematik werden die Organismen nach den verwandtschaftlichen Beziehungen klassifiziert. Es werden jeweils die Organismen zu Gruppen zusammengefaßt, die miteinander verwandt sind. Nach dem Grad der Verwandtschaft werden die Organismen in Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen und Klassen zusammengefaßt.

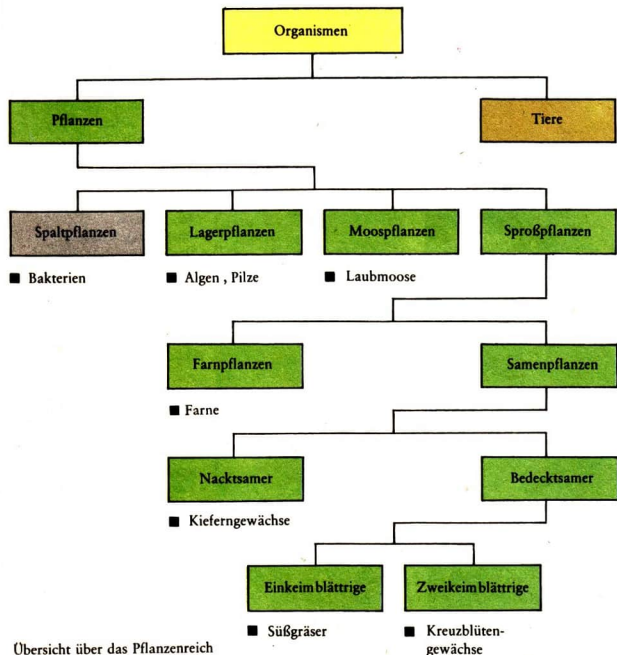




- *Natürliche Systeme spiegeln die verwandtschaftlichen Beziehungen unter den Lebewesen wider.*

Bei Samenpflanzen lassen sich verwandtschaftliche Beziehungen relativ sicher durch die Untersuchung des Baues der Blüten und der Vorgänge bei der Fortpflanzung (↑ S. 81) feststellen. Berücksichtigt wird außerdem der Bau von Sproßachse und Blättern. Zunehmend werden auch noch andere Merkmale (■ artspezifische Eiweiße) herangezogen. Soweit das möglich ist, erfolgen Vergleiche mit fossilen (ausgestorbenen) Organismen.

Im Ergebnis intensiver Forschungsarbeit ist es gelungen, die Grundzüge der verwandtschaftlichen Beziehungen der Lebewesen weitgehend aufzuklären. Es gibt aber noch erhebliche Unklarheiten (■ Abstammung der Bedecktsamer, verwandtschaftliche Beziehungen der Bakterien) in Einzelfragen.



Übersicht über das Pflanzenreich



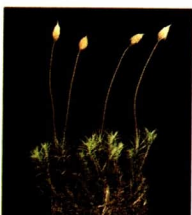
Spaltpflanzen

- einzellige Pflanzen
- ohne deutlich abgegrenzten Zellkern
- Fortpflanzung durch Zellspaltung
- überwiegend heterotroph lebende Arten
- Bakterien



Lagerpflanzen

- einzellige oder mehrzellige Pflanzen (Zellfäden oder Zelllager) mit deutlich abgegrenztem Zellkern
- nicht in Sproß und Wurzel gegliedert
- autotroph und heterotroph lebende Arten
- Grünalgen, Braunalgen, Pilze



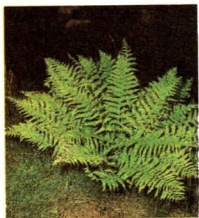
Moospflanzen

- mehrzellige Pflanzen
- in Stämmchen und Blättchen gegliedert oder lappenförmig gestaltet, ohne echte Wurzeln
- autotroph lebend
- Vermehrung durch Sporen
- Laubmoose, Lebermoose



Sproßpflanzen

- mehrzellige Pflanzen mit verschiedenen Geweben
- in Wurzel und Sproß (Sproßachse, Blätter) gegliedert
- überwiegend autotroph lebende Arten
- Farnpflanzen, Samenpflanzen



Farnpflanzen

- Sproßpflanzen
- keine Blüten
- Vermehrung durch einzellige Sporen, die in Sporenkapseln gebildet werden
- Bärlappe, Schachtelhalme, Farne



Samenpflanzen

- Sproßpflanzen
- Ausbildung von Blüten
- Vermehrung durch Samen
- Süßgräser, Kreuzblütengewächse, Kieferngewächse



Nacktsamer

- Samenpflanzen
- Samenanlagen (Samen) nicht von einem Fruchtblatt eingeschlossen (keine echten Früchte)
- nur ausdauernde Pflanzen (Bäume)
- meist nadel- oder schuppenförmige Blätter
- Kieferngewächse



Bedecktsamer

- Samenpflanzen
- Samenanlagen (Samen) von einem Fruchtblatt eingeschlossen (echte Früchte)
- Blätter sehr vielgestaltig
- einjährige, zweijährige, mehrjährige und ausdauernde Pflanzen
- Süßgräser, Kreuzblütengewächse



Kugelförmiges Wolfsmilchgewächs



Kugelförmiges Kaktusgewächs

Nicht jede äußere Übereinstimmung (Ähnlichkeit) beruht auf Verwandtschaft. Die Ähnlichkeit verschiedener Arten kann auf Angepaßtheit an gleiche Lebensbedingungen zurückzuführen sein. Andererseits können verwandte Arten sehr unterschiedlich ausgebildet sein (■ krautige und verholzte Sproßachse, ↑ Abb. S. 14 unten). Es sind deshalb gründliche und umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen erforderlich, bevor Aussagen über verwandtschaftliche Beziehungen gemacht werden können. ①②



Krautiges Schmetterlingsblütengewächs
(■ Lupine)



Verholztes Schmetterlingsblütengewächs
(■ Goldregen)

- ① Begründen Sie, warum die folgenden Arten miteinander verwandt sind: Acker-Senf, Hederich, Winter-Raps, Radieschen, Gemüse-Kohl!
- ② Ordnen Sie die folgenden Arten den entsprechenden Pflanzensippen (↑ S. 12 u. 13) zu und begründen Sie die Zuordnung: Sonnenblume, Steinpilz, Blasentang, Chlorella, Weiße Taubnessel, Garten-Erbse, Mais, Winterroggen (■ Gemeine Fichte — Sproßpflanze, Samenpflanze, Nacktsamer, Kieferngewächse)!



Bau und Funktion von Organen der Pflanze



Getreidefeld



Grundnahrungsmittel aus Getreide

Alle Nahrungsmittel, die der Mensch täglich braucht, sind direkt oder indirekt pflanzlicher Herkunft. In der DDR deckt das Getreide etwa 40% des Kohlenhydratbedarfs sowie einen beträchtlichen Teil des Bedarfs an Eiweißen, Mineralsalzen und Vitaminen. Der tägliche Verbrauch an Brot und Kleingebäck beträgt in der DDR gegenwärtig 2 097,5 Tonnen. ①

Gegenwärtig kann der Nahrungsbedarf der Weltbevölkerung nicht gedeckt werden, Millionen Menschen können sich nicht ausreichend ernähren, täglich verhungern Menschen. Durch Steigerung der Pflanzenproduktion können mehr pflanzliche Nahrungsmittel (■ Brot, Reis, Kartoffeln) zur Verfügung gestellt und eine Steigerung der tierischen Produktion erreicht werden. Eine Möglichkeit zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion ist die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse über Bau, Funktionen und Lebensbedingungen der Pflanze. ②

- ① Täglich werden je Bewohner der DDR etwa 258 g Nahrung aus Getreide verbraucht. Errechnen Sie den Jahresbedarf eines Bürgers! Setzen Sie dazu den Verbrauch in Ihrer Familie für ein Jahr in Beziehung! Errechnen Sie die Größe der zur Produktion der entsprechenden Getreidemenge erforderlichen Fläche, wenn der Durchschnittsertrag mit 34,5 dt/ha angenommen wird!
- ② Erläutern Sie die Ursachen für die unterschiedliche Ernährungssituation im Weltmaßstab! Begründen Sie, weshalb die Probleme der Welternährung nicht allein durch die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse in der Pflanzenproduktion gelöst werden können!



Nährstoffe autotropher Pflanzen



Landwirtschaftliche Kulturlfläche



Gurkenanbau auf Hydrokultur

Alle Pflanzen enthalten anorganische und organische Stoffe. Autotroph lebende Pflanzen nehmen jedoch nur anorganische Stoffe aus der Umwelt auf, aus denen sie die organischen Stoffe bilden. Dabei entstehen Stoffe, die Bestandteil der Pflanze werden (■ Kohlenhydrate, Eiweiße), andere Stoffe werden an die Umwelt abgegeben (■ Wasser, Sauerstoff).

- Die Nährstoffe autotropher Pflanzen sind anorganische Stoffe (Kohlendioxid, Wasser, Mineralsalze).

Aufnahme, Leitung und Umwandlung der Stoffe bei Pflanzen sowie die Bedingungen, unter denen diese Prozesse ablaufen, muß der Mensch gut kennen, denn die gebildeten Pflanzenstoffe haben große Bedeutung für das Leben von Mensch und Tier. Der Mensch muß diese Bedingungen so gestalten, daß hohe Ergebnisse in der Pflanzenproduktion (■ Landwirtschaft, Gartenbau, Forstwirtschaft) erreicht werden.

In der DDR ist die landwirtschaftliche Nutzfläche im Vergleich zur Einwohnerzahl gering. Um eine Erhöhung der Erträge und dadurch eine immer bessere Versorgung der Menschen zu erreichen, müssen alle geeigneten Flächen intensiv genutzt werden. ①

- ① Wenden Sie Ihre Geschichtskennntnisse über Produktionsmethoden der Landwirtschaft im 18. und 19. Jahrhundert an! Vergleichen Sie diese mit heutigen Methoden! Stellen Sie Bezüge zur gesellschaftlichen Entwicklung her!
- ② Ermitteln Sie bei ungequollenen und bei gequollenen Erbsen die Masse und berechnen Sie den Unterschied! Richten Sie sich dabei nach der Anleitung (1) Seite 147!
- ③ Stellen Sie bei einigen Pflanzenarten den Anteil an Wasser fest! Richten Sie sich dabei nach der Arbeitsanleitung (2) Seite 147!



Obwohl schon im 18. Jahrhundert einzelne Aussagen von Wissenschaftlern zur Ernährung der Pflanzen bekannt waren, wurden sie in der landwirtschaftlichen Produktion damals noch nicht berücksichtigt. Die zunehmende Arbeitsteilung in der Bevölkerung (■ Manufakturen, Handwerk) erforderte eine zunehmende Produktionssteigerung in der Landwirtschaft, um den Bedarf an Nahrungsmitteln auch für die Stadtbevölkerung decken zu können. Die damaligen Anbaumethoden und die ungenügende Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse reichten dazu nicht aus. Hungersnöte in Deutschland (■ 1846, 1847) sind dafür Beispiele. Es ist das Verdienst des Chemikers Justus von LIEBIG (1803 bis 1873), erkannt zu haben, daß die Pflanzen dem Boden Mineralsalze (■ Kaliumsalze) entziehen und daß diese Stoffe bei intensiver Bewirtschaftung dem Boden in Form von Düngemitteln wieder zugeführt werden müssen, wenn die Erträge nicht abnehmen sollen. LIEBIG schuf damit die wissenschaftliche Grundlage für die mineralische Düngung.



Justus von Liebig



Liebig's Laboratorium

Wasser. Wasser ist für alle Lebensprozesse der Pflanze notwendig.

Wenn die natürlichen Niederschlagsmengen für die Kulturpflanzen nicht ausreichen, wird in der DDR auf vielen Nutzflächen Wasser in genau berechneten Mengen zugeführt (■ Beregnung), um hohe Erträge zu sichern.

- ▶ *Wasser ist Lösungsmittel für die Mineralsalze im Boden und ist Voraussetzung für den Ablauf der Lebensprozesse in den Zellen (↑ S. 42).*

Wasser führt im Boden zur Dissoziation der Mineralsalze und ermöglicht ihre Aufnahme durch die Pflanze.

- ▶ *Wasser ist Transportmittel für die Stoffe in der Pflanze.*

■ Die aufgenommenen Mineralsalz-Ionen werden mit dem Wasser in alle Pflanzenteile transportiert.

- ▶ *Wasser ist Quellungsmittel.*

■ Bei der Quellung des Samens dringen Wassermoleküle in die Zellen ein und lagern sich zwischen die Moleküle der Pflanzenstoffe. Bei der Quellung entsteht eine Größen- und Massenzunahme des gequollenen Pflanzenteils. Wasser reguliert den Quellungsstatus des Zellplasmas. ②③



Wasser ist an der Assimilation und an zahlreichen anderen Prozessen in der Pflanzenzelle beteiligt. Die Elemente des Wassers sind für den Stoffwechsel wichtig.

- ▶ *Wasser ist direkt an den Stoff- und Energieumwandlungen in der Pflanze beteiligt.*

In Pflanzenzellen ist ein hoher Anteil an Wasser enthalten (↑S. 42). Durch diesen Wasseranteil ist jede pflanzliche Zelle unter normalen Bedingungen straff und prall gefüllt. Dadurch entsteht in der Zelle ein innerer Druck, der Zellinnendruck, der auf die Zellwand wirkt.

- ▶ *Wasser reguliert den Zellinnendruck.*

Bei vielen Pflanzenteilen (■ Früchte, Blätter) wird durch den Zellinnendruck Form und Festigkeit gewährleistet. ①

Mineralsalze. Mineralsalze sind zum Aufbau zahlreicher organischer Stoffe notwendig. Die Pflanzen nehmen Mineralsalze in Form von Ionen auf. Aufschluß über die chemischen Elemente, die in Pflanzen enthalten sind, gibt die Analyse der Pflanzenasche. ②

Die in der Pflanzenasche nachgewiesenen Anteile der einzelnen Elemente geben noch nicht den für eine günstige Entwicklung der Pflanze erforderlichen Anteil der verschiedenen Elemente an.

Durch Experimente wurde bewiesen, daß Pflanzen bestimmte Elemente in größeren Anteilen benötigen (Hauptelemente). Darüber hinaus sind zur Aufrechterhaltung aller Lebensprozesse noch zahlreiche weitere Elemente, meist nur in sehr geringen Anteilen (Spurenelemente), notwendig. ③④

- ▶ *Die in Form von Ionen aufgenommenen Mineralsalze werden in der Pflanze zum Aufbau verschiedener organischer Stoffe verwendet.*

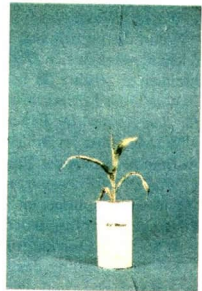
- Zum Aufbau der Eiweiße werden Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel in bestimmten Verbindungen benötigt.



Pflanze in Vollnährlösung



Pflanze in Teilnährlösung
(ohne Stickstoff)



Pflanze in destilliertem
Wasser



Aschegehalt und Aschebestandteile bei verschiedenen Pflanzen									
Pflanze (Pflanzen- teile)	Asche in % der Trocken- substanz	Anteil in % (neben anderen Stoffen)							
		K ₂ O	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₂	Na ₂ O	SiO ₂
Roggenkörner	2,1	32,1	11,2	2,9	1,2	47,7	1,5	1,5	1,4
Roggenstroh	4,5	22,6	3,1	8,0	1,9	6,5	4,2	1,7	49,3
Kartoffel- knollen	3,8	60,1	4,9	2,6	1,1	16,2	6,3	2,9	2,0
Erbsensamen	2,7	43,1	8,0	4,8	0,8	35,9	3,4	1,1	0,9

Auch bei den anderen Lebensprozessen sind Mineralsalz-Ionen unentbehrlich.

- Kalium- und Kalzium-Ionen sind an der Regulation der Quellung des Zellplasmas beteiligt, die nicht allein vom Vorhandensein des Wassers abhängig ist.
- Kalzium-Ionen sind auch für das Längenwachstum und die Zellteilung notwendig. Das Element Magnesium hat als Bestandteil des Chlorophylls wesentliche Bedeutung für die Ernährung der Pflanze.

Elemente in Pflanzen			
Hauptelemente		Spurenelemente	
Kohlenstoff	Schwefel	■ Zink	■ Kupfer
Wasserstoff	Phosphor	■ Bor	■ Molybdän
Sauerstoff	Kalium	■ Mangan	■ Jod
Stickstoff	Kalzium	■ Natrium	■ Silizium
Eisen	Magnesium		

- ① Beweisen Sie mit einem Experiment die Aussage, daß Wasser den Zellinnendruck aufrechterhält! Richten Sie sich nach der Anleitung (9) Seite 150!
- ② Leiten Sie aus der Tabelle Seite 19 ab, aus welchen Elementen die in der Pflanzenasche nachgewiesenen Stoffe bestehen! Ordnen Sie diese nach Haupt- und Spurenelementen!
- ③ Beobachten Sie die Experimente zum Nachweis des Mineralsalzbedürfnisses! Entwickeln Sie dazu eine rationelle Protokollform und tragen Sie täglich Ihre Beobachtungen ein! Ziehen Sie nach 14 Tagen Schlußfolgerungen!
- ④ Bei der mineralischen Düngung werden für die verschiedenen Pflanzenkulturen unterschiedliche Düngemittel benutzt! Begründen Sie diese Maßnahme!



Mangelercheinungen. Zur gesunden Entwicklung der Pflanzen müssen alle erforderlichen Mineralsalze in bestimmten Anteilen vorhanden sein. Fehlen einzelne Elemente, kann das die Bildung der Pflanzenstoffe und den Ablauf anderer Lebensprozesse hemmen. Es kommt zu Erscheinungen, die den Pflanzen auch äußerlich anzusehen sind (■ Blattfärbung). Pflanzenkrankheiten, die auf Mangel von Mineralsalz-Ionen zurückzuführen sind, werden als Mangelkrankheiten bezeichnet.

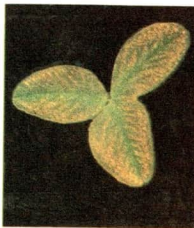
- Durch Stickstoffmangel wird die Eiweißbildung gehemmt. Da Eiweiße wichtige Bestandteile des Protoplasmas sind, können die Lebensprozesse durch Stickstoffmangel empfindlich gestört werden. Die Kenntnisse über die Bedeutung anorganischer Stoffe für die Pflanze (■ Wasser, Mineralsalze) haben für eine effektive Pflanzenproduktion eine große Bedeutung.

In der Pflanzenproduktion werden vor der Aussaat Mineralsalz- und Wasserbedürfnis der geplanten Pflanzenkultur und Mineralsalzanteil der vorgesehenen Anbaufläche ermittelt. Sie bilden die Grundlage für Düngemaßnahmen, durch die ein ausreichendes Nährstoffangebot gesichert werden soll (■ Pflanzen mit hohem Blattertrag benötigen besonders viel Stickstoff).

Kenntnisse über den Mineralsalzbedarf der Pflanzen sind auch die Grundlage für den erdelosen Pflanzenanbau (Hydroponik oder Hydrokultur), der vor allem für die Anzucht von Zierpflanzen immer mehr an Bedeutung gewinnt. Die Pflanzen wurzeln auf Kies oder zwischen Plasteborsten. Ernährt werden sie mit Nährlösungen, die alle wichtigen Mineralsalz-Ionen und das notwendige Wasser enthalten. ①②



Stickstoffmangel bei Mais



Kaliummangel bei Rot-Klee



Magnesiummangel bei Wein

- ① Nutzen Sie Ihre Kenntnisse über den Mineralsalzbedarf der Pflanze bei der Pflege von Zimmerpflanzen! Halten Sie einige Pflanzen auf Hydrokultur! Begründen Sie, warum Pflanzen auf Hydrokultur gedeihen können und was Sie dabei beachten müssen!
- ② Weisen Sie nach, daß besonders Boden- und Teichwasser Mineralsalze enthalten! Arbeiten Sie nach der Anleitung (3) Seite 147!



Organische Düngung



Anorganische Düngung



Entwässerung



Beregnung

Kohlenstoff. Der Hauptbestandteil aller organischen Stoffe ist das Element Kohlenstoff. Früher wurde angenommen, daß die Pflanze das Element Kohlenstoff aus dem Humusanteil des Bodens entnimmt. LIEBIG konnte nachweisen, daß dies nicht der Fall ist. Kohlenstoffquelle für die Landpflanzen ist die Luft. Sie enthält 0,03 % Kohlendioxid. Kohlendioxid kommt auch gelöst im Wasser vor. Es bildet in dieser Form die Kohlenstoffquelle für die Wasserpflanzen.

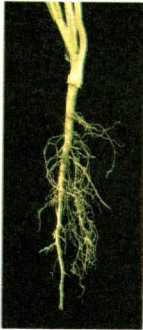
► *Kohlendioxid wird gasförmig oder in gelöster Form durch die Oberfläche des Pflanzenkörpers aufgenommen. Bei Sproßpflanzen nehmen hauptsächlich die Laubblätter das Kohlendioxid auf.*

In natürlichen Vegetationen (■ Urwälder der tropischen Regenzone) herrscht zwischen Pflanzenwuchs und Wachstumsbedingungen (■ Mineralsalze, Wasser) ein Gleichgewichtszustand. Abgestorbene Pflanzenteile vermodern und führen dem Boden wieder Mineralsalze zu. Wird die Vegetation vom Menschen beeinflusst (■ Anlegen von Kulturflächen), wird dieses Gleichgewicht gestört (↗ S. 121).

■ Durch intensive Nutzung und großflächige Kulturen der gleichen Pflanzenart (■ Roggen, Raps, Kartoffeln) werden dem Boden große Mengen bestimmter Mineralsalze entzogen, Wasser wird ebenfalls in größeren Mengen benötigt. Zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und zur Ertragssteigerung müssen landwirtschaftliche Nutzflächen gedüngt und bewässert werden.



Bau und Funktion der Wurzel



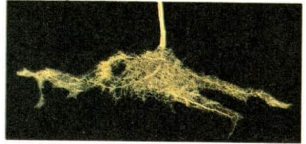
Hauptwurzelsystem



Tiefwurzler



Sproßbürtiges Wurzelsystem



Flachwurzler

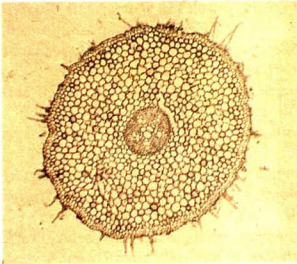
Bau. Wurzeln verschiedener Pflanzenarten unterscheiden sich äußerlich im Bau, in der Länge und im Durchmesser. ①

In ihrem inneren Bau stimmen die Wurzeln aller Sproßpflanzen weitgehend überein. Sie bestehen aus der Rhizodermis mit Wurzelhaarzellen, der Rinde und dem Zentralzylinder mit dem Leitgewebe. Alle Wurzeln haben die gleichen Funktionen.

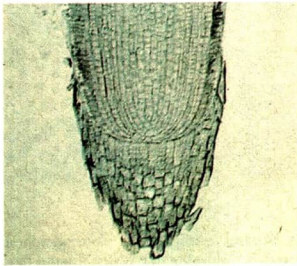
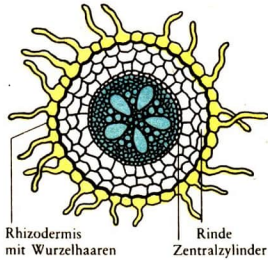
▶ *Wurzeln verankern die Pflanze im Boden, nehmen Wasser und Mineralsalzionen auf und können auch Stoffe speichern (■ Möhren, Zuckerrüben).*

Unmittelbar hinter der Wurzelspitze entstehen aus Rhizodermiszellen Wurzelhaare. Durch die Wurzelhaare wird die aufnehmende Oberfläche stark vergrößert. Die Wurzelhaarzellen sind nur eine begrenzte Zeit lebens- und funktionsfähig. Beim weiteren Wachstum der Wurzeln wird die Wurzelhaarzone jeweils neu gebildet. Dadurch gelangen die aufnehmenden Pflanzenteile in immer neue, relativ nährstoffreiche Bodenschichten und können Wasser und Mineralsalz-Ionen aufnehmen. ②③

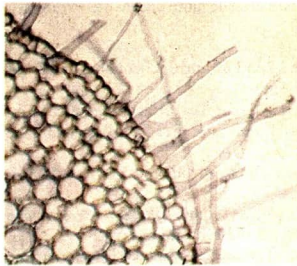
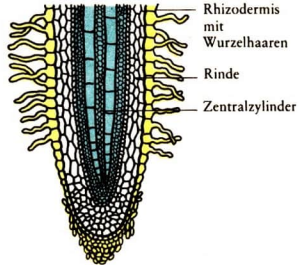
- ① Vergleichen Sie den äußeren Bau der Wurzeln von ein- und zweikeimblättrigen Pflanzen! Verwenden Sie dazu Bio i Ü, Seite 173!
- ② Beobachten Sie mit der Lupe die Wurzelhaarzellen einer Keimpflanze! Ziehen Sie Schlußfolgerungen hinsichtlich der Oberflächenvergrößerung!
- ③ Beobachten Sie unter dem Mikroskop das Dauerpräparat eines Wurzelquerschnittes! Vergleichen Sie mit den Abbildungen auf Seite 23 des Lehrbuches! Benennen Sie die Schichten!



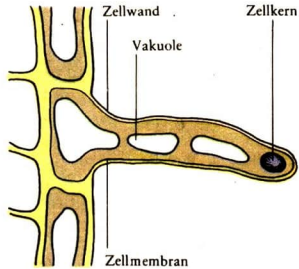
Wurzel (Querschnitt; 20:1)



Wurzel (Längsschnitt; 20:1)



Wurzel mit Wurzelhaaren (Querschnitt; 150:1)





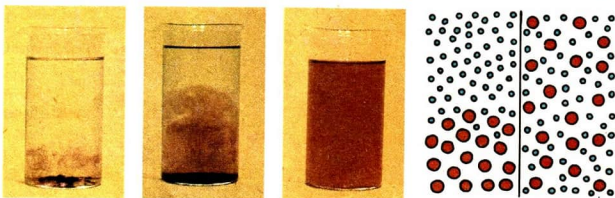
Wasseraufnahme. Die Wasseraufnahme erfolgt durch die Wurzel. Die Wurzelhaarzellen sind die eigentlichen wasseraufnehmenden Zellen der Sproßpflanzen. Durch ihre Form und ihre Anzahl vergrößern sie die aufnehmende Oberfläche der Wurzel etwa um das Zwölfwache (Oberflächenvergrößerung).

Um ins Innere der Wurzelhaarzelle zu gelangen, müssen die im Boden enthaltenen Wassermoleküle die Wand der Wurzelhaarzelle passieren.

Physikalische Grundlagen der Wasseraufnahme. Die Aufnahme des Wassers durch die Wurzelhaarzellen beruht auf der Teilchenbewegung der Stoffe. ①

► **Diffusion ist ein physikalischer Vorgang, bei dem durch Teilchenbewegung zwischen zwei aneinander grenzenden unterschiedlich konzentrierten Stoffen (■ Lösungen) ein Konzentrationsausgleich erfolgt.**

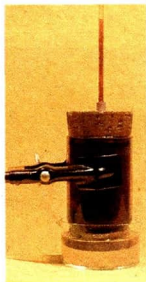
■ Wird Wasser mit Zuckersirup unterschichtet, vermischen sich beide Stoffe allmählich, bis sie gleichmäßig in dem zur Verfügung stehenden Raum verteilt sind. Dann ist ein Konzentrationsausgleich zwischen ihnen erreicht worden. ②③



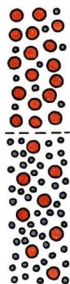
Diffusion eines Farbstoffes in Wasser

Die Aufnahme des Wassers durch die Wurzel erfolgt nach dem gleichen Prinzip. Das Bodenwasser und der Zellsaft in den Vakuolen der Wurzelhaarzellen sind Lösungen mit unterschiedlicher Konzentration. Der Zellsaft ist dabei die stärker konzentrierte Lösung. Die beiden unterschiedlich konzentrierten Lösungen sind aber durch die Wand der Wurzelhaarzelle und durch die Protoplastmembranen voneinander getrennt. ④⑤

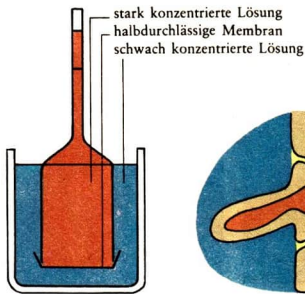
- ① Erläutern Sie anhand der Abbildungen Seite 24 und 25 und des beobachteten Experiments den Vorgang von Diffusion und Osmose!
- ② Legen Sie ein Stück Würfelzucker in eine Tasse mit Tee! Rühren Sie nicht um! Kosten Sie sofort (vorsichtig) mit dem Löffel und nach drei Stunden nochmals! Erklären Sie Ihre Beobachtung! **DIFFUSION**
- ③ Salzen Sie Rettich- oder Radieschenscheiben ein! Kontrollieren Sie nach 10 Minuten! Erklären Sie Ihre Beobachtung!
- ④ Nach längeren Regentagen im Spätsommer platzen Tomaten oder andere weiche Früchte häufig auf (↑ Abb. S. 25). Erklären Sie diese Erscheinung!
- ⑤ Begründen Sie, weshalb Mineraldünger nur in genau berechneten Mengen in den Boden gebracht werden darf!



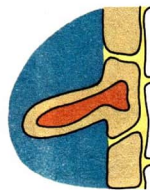
Versuch zur Osmose



Osmose



Osmometerglocke



Wurzelhaar

Im Experiment wird die durchlässige Zellwand durch eine Membran (■ Schweineblase) gebildet. Durch diese Membran können infolge der Porengröße und der unterschiedlich großen Moleküle des Lösungsmittels und des gelösten Stoffes die Teilchen des Lösungsmittels leicht, die des gelösten Stoffes nur schwer hindurchtreten. Eine Membran, die nur Teilchen einer bestimmten Größe durchdringen lässt, ist eine halbdurchlässige Membran.

▶ *Osmose ist ein physikalischer Vorgang, bei dem der Konzentrationsausgleich zwischen zwei unterschiedlich konzentrierten Stoffen durch eine halbdurchlässige Membran erfolgt.*

Der Weiterleitung des Wassers in der Wurzel von Zelle zu Zelle bis in die Leitbündel des Zentralzylinders liegen Osmosevorgänge zugrunde. Diffusion und Osmose sind die physikalischen Grundlagen der Wasseraufnahme und Wasserleitung in Pflanzen.

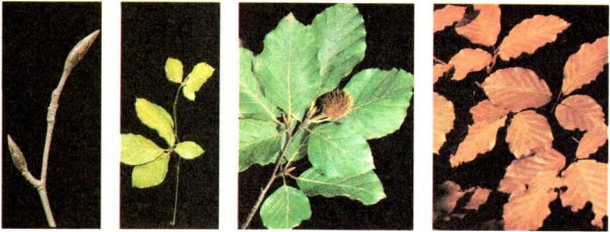
Mineralsalzaufnahme. Die Mineralsalze gelangen ebenfalls vorwiegend durch die Wurzel in die Pflanze. Ihre Aufnahme erfolgt unabhängig von der Wasseraufnahme (ist also ein gesonderter Vorgang). Im Inneren der Pflanze werden Mineralsalz-Ionen mit dem Wasser transportiert.



Infolge zu hoher Wasseraufnahme aufgeplatzte Pflanzenteile



Bau und Funktion des Laubblattes



Entwicklung der Laubblätter bei einer Rot-Buche innerhalb einer Vegetationsperiode

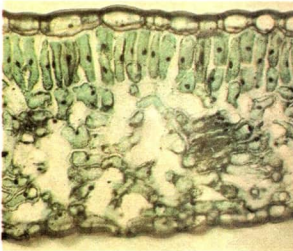
Die Laubblätter der verschiedenen Pflanzenarten sind in ihrer Gestalt und Größe und im Verlauf der Blattadern sehr verschieden (■ Ahorn, Kiefer, Linde). Große Unterschiede bestehen auch in der Lebensdauer der Laubblätter verschiedener Pflanzenarten (■ Fichte, Lärche).

Laubblätter reagieren sehr empfindlich auf Einflüsse der Umwelt.

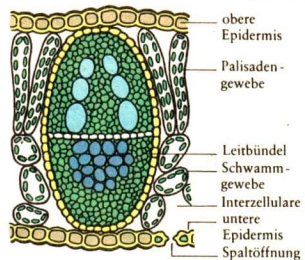
- Durch Abgase der Industrie und des Verkehrs (■ Schwefeldioxid) werden die Laubblätter stark geschädigt. Das kann zum Absterben der Bäume führen (↑ S. 139). ① ②

In den Laubblättern vollzieht sich der Gasaustausch der Pflanze mit der Umwelt. Laubblätter geben Wasser in Form von Wasserdampf ab. Im Laubblatt vollzieht sich der Aufbau körpereigener Stoffe. Trotz ihrer unterschiedlichen Gestalt erfüllen die Laubblätter bei allen Pflanzenarten gleiche Funktionen. Dem entspricht auch ihre innere Struktur.

- ▶ *Laubblätter sind wichtige Pflanzenorgane, die in ihrer Gestalt und Größe sehr*



Laubblatt (Querschnitt; 400:1)





unterschiedlich sein können, in ihren Funktionen und ihrem inneren Bau stimmen sie jedoch weitgehend überein.

Zwischen den verschiedenen Geweben im Inneren eines Laubblattes und deren Funktionen bestehen enge Beziehungen. Die Zellen der oberen und unteren Epidermis stellen die äußere Begrenzung der Laubblätter dar. Durch sie sind die inneren Gewebe vor äußeren Einwirkungen geschützt. Diese Schutzfunktion kann durch besondere Epidermisbildungen verstärkt werden.

- Bei sehr vielen Pflanzenarten wird eine Kutikula von der Epidermis abgeschieden, bei anderen werden Haare ausgebildet.

Durch die Spaltöffnungen, die meist in der unteren Epidermis liegen, erfolgt der Gasaustausch der Pflanze mit der Umwelt. ③

Die Epidermiszellen sind chlorophyllfrei. Sie sind dadurch gut lichtdurchlässig. Das ist für die Assimilation des Kohlendioxids in den darunterliegenden Schichten des Laubblattes sehr wichtig. Die länglichen Zellen des Palisadengewebes sind reich an Chlorophyll. Sie sind die Hauptorte der Assimilation des Kohlendioxids. Das Schwammgewebe besteht aus locker angeordneten großen chlorophyllhaltigen Zellen, in denen ebenfalls Assimilation stattfindet. Das Schwammgewebe enthält zahlreiche gasgefüllte Zwischenzellräume (Interzellulare).

- *Bau und Anordnung der verschiedenen Gewebe (■ Epidermis, Palisadengewebe, Schwammgewebe) des Laubblattes und deren Funktionen (■ Schutz, Stoffaustausch) stehen in engem Zusammenhang.*

Die Interzellularräume (Zwischenzellräume) sind Räume zwischen den Zellen im Palisaden- und Schwammgewebe. Sie bilden im Laubblatt ein verzweigtes Netz, das eine Luftzirkulation ermöglicht und dem Transport von gasförmigen Stoffen dient.

Die Leitbündel (Blattadern) dienen dem Transport der gelösten Stoffe in der Pflanze. Leitbündel bestehen aus Gefäßen und Siebröhren. ④

- ① In abgasbelasteten Gebieten sind Schäden an den Blättern der Nadelbäume größer als an den Blättern der Laubbäume! Erklären Sie diesen Sachverhalt! Bedenken Sie dabei die unterschiedliche Lebensdauer der Laubblätter!
- ② Skizzieren Sie die äußere Gestalt eines Laubblattes von einem Laub- und einem Nadelbaum! Vergleichen Sie beide Skizzen! Benennen Sie die Teile des Laubblattes! Vergleichen Sie Ihre beschrifteten Zeichnungen mit der Abbildung auf Seite 174 in Bio i Ü!
- ③ Fertigen Sie ein Abziehpräparat von der unteren Epidermis eines Laubblattes an (■ Alpenveilchen, Tradescantia)! Informieren Sie sich über den Arbeitsablauf in Bio i Ü Seite 311! Beobachten Sie dieses Präparat mit dem Mikroskop! Achten Sie besonders auf die Spaltöffnungen!
- ④ Beobachten Sie einen Blattquerschnitt (als Dauerpräparat) mit dem Mikroskop! Benennen Sie die verschiedenen Gewebe des Laubblattes! Vergleichen Sie das Gesehene mit den Abbildungen auf Seite 26!



Wasserabgabe. Die Wasserabgabe bei Sproßpflanzen erfolgt in der Regel gasförmig durch die Spaltöffnungen der Laubblätter (■ Transpiration). Die Laubblätter der Landpflanzen haben ständig enge Berührung mit der sie umgebenden Luft. Diese enthält meist weniger Wasserdampf als sich in den Interzellularen der Laubblätter befindet.

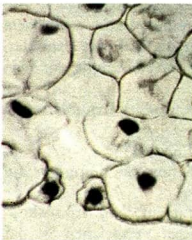
Nach den Gesetzen der Diffusion diffundieren die Wassermoleküle in die wasserdampfärmere Umgebung der Pflanze. Die Wasserdampfabgabe wird mit Hilfe der Spaltöffnungen reguliert.

- ▶ *Transpiration ist die regulierte Verdunstung des Wassers durch die Sproßpflanze.*

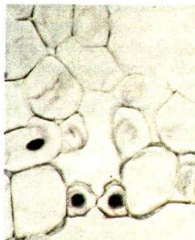
Die Menge des Wassers, das von den Pflanzen aufgenommen oder abgegeben wird, ist vorwiegend von den Umweltbedingungen der Pflanze abhängig.

- Eine gut entwickelte Sonnenblume gibt an einem sonnigen Tag 1 l Wasser ab, eine Birke bei heißem, trockenem Wetter im gleichen Zeitraum bis zu 400 l. Die Kohlpflanzen auf einem 1 ha großen Feld verdunsten bis 267 000 l Wasser an einem Tag.

Von der die Laubblätter umgebenden Luft wird durch den unterschiedlichen Wasserdampfgehalt ein so starker Sog ausgeübt, daß das Wasser in den Gefäßen der Sproßachsen ständig nachströmt und durch die Spaltöffnungen ins Freie gelangt. Dieser Sog ist von äußeren Faktoren (■ Temperatur und Wasserdampfgehalt der Luft) abhängig. Der Transpirationssog kann so groß sein, daß das von den Laubblättern abgegebene Wasser nicht rasch genug ersetzt werden kann. Der Zellinnendruck läßt dadurch nach, das Laubblatt erschlafft (Welken). Diese Erscheinung ist an Sommertagen häufig zur Mittagszeit zu beobachten. Die Transpirationsverluste können zu anderen Tageszeiten, an denen der Unterschied des Wasserdampfgehaltes zwischen Pflanze und Luft nicht mehr so groß ist, ausgeglichen werden. Starker Wasserverlust in den Laubblättern kann jedoch zur Schädigung des Protoplasmas führen. Davon betroffene Laubblätter verwelken und sterben ab.



Spaltöffnung geöffnet
(1000:1)



Spaltöffnung geschlossen
(1000:1)



Guttation (bei Mohn)



Funktion der Spaltöffnungen. Spaltöffnungen bestehen jeweils aus zwei Schließzellen und einem dazwischen liegenden Spalt. Die Regulierung der Wasserdampfabgabe erfolgt durch Formveränderungen der Schließzellen infolge Veränderung des Zellinnendruckes. In ihrer Form unterscheiden sich die Schließzellen von den anderen Epidermiszellen. Sie sind meist bohnenförmig und enthalten Chloroplasten. Die Zellwände der Schließzellen sind an bestimmten Stellen verdickt. Der Zellinnendruck wirkt deshalb unterschiedlich auf die Zellwände. Die zum Spalt zeigende Zellwand ist verstärkt, sie wird nicht so stark gekrümmt wie die übrige Zellwand. Dadurch entsteht eine Formveränderung der Schließzellen, die den zwischen den Schließzellen liegenden Spalt vergrößert. Die Spaltöffnung öffnet sich, Wasserdampf kann entweichen. Läßt der Zellinnendruck nach, erschlaffen die Schließzellen, der Spalt zwischen ihnen wird geringer. Die Wasserdampfabgabe der Pflanze verringert sich. ①

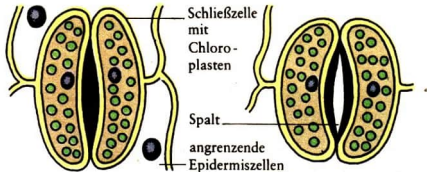
▶ Die Regulierung der Wasserdampfabgabe durch die Spaltöffnungen (Transpiration) erfolgt durch die Veränderung des Innendruckes der Schließzellen. Die Transpiration wird auch durch äußere Bedingungen beeinflusst (■ Luftbewegung, Lufttemperatur).

Durch wechselnde Umweltbedingungen kann der Wasserdampfgehalt der Luft erhöht oder vermindert werden, der Konzentrationsunterschied zwischen dem Wasserdampf in der Luft und im Laubblatt wird dadurch ebenfalls verändert. Entsprechend dem Konzentrationsunterschied erfolgt eine Verstärkung oder Verminderung der Transpiration. Wird mehr Wasser abgegeben als in der Pflanzenzelle ersetzt werden kann, welkt die Pflanze. Zu hoher Wasserverlust kann zum Absterben führen (↑ S. 28).

Die Transpiration wird durch äußere und innere Faktoren beeinflusst, die in einem ständigen Wechselverhältnis stehen. ②③



Spaltöffnung (Draufsicht; 1000:1)



- ① Weisen Sie nach, daß die Spaltöffnungen eines Laubblattes geöffnet sind! Arbeiten Sie nach der Anleitung (7) Seite 149!
- ② Begründen Sie an 3 Beispielen, weshalb verschiedene Pflanzenarten unterschiedliche Wassermengen je Tag abgeben!
- ③ Erläutern Sie, welche Tageszeit für das Gießen von Pflanzen (■ Balkon, Freiland) am besten geeignet ist! Begründen Sie!



► Durch die Spaltöffnungen der Laubblätter werden Wasserdampf, Kohlendioxid und Sauerstoff aufgenommen oder abgegeben.

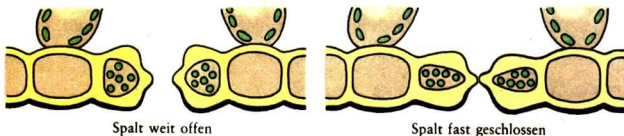
Bei Landpflanzen erfolgt der Gasaustausch mit der Luft. Untergetauchte Wasserpflanzen entnehmen Kohlendioxid und Sauerstoff in gelöster Form dem Wasser.

Die Aufnahme und die Abgabe der Gase erfolgt durch Diffusion.

Die Gase werden im Inneren der Pflanze in den Interzellularen durch Diffusion transportiert. ①

Sind die Spaltöffnungen bei sehr trockener Witterung über einen längeren Zeitraum geschlossen, wird auch die Kohlendioxidaufnahme behindert. Das hemmt die Stoffwechselprozesse und wirkt sich negativ auf die Bildung der Pflanzenstoffe aus. Land-, forst- und gartenbauliche Maßnahmen müssen demnach immer darauf gerichtet sein, den Kulturen optimale Wasserverhältnisse zu schaffen. ②

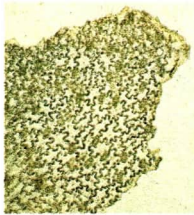
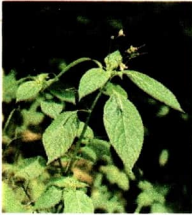
Angepaßtheit an Standortbedingungen. An den verschiedenen Standorten der Pflanzen herrschen unterschiedliche Bedingungen (■ Bodenfeuchtigkeit, Temperatur, Luftfeuchtigkeit). Im Verlaufe der erdgeschichtlichen Entwicklung haben sich bei verschiedenen Pflanzenarten in Anpassung an die Standortbedingungen spezifische Einrichtungen herausgebildet, die die Regulierung der Verdunstung durch die Spaltöffnungen unterstützen (■ Behaarung, Wachsschicht). Bei einigen Pflanzenarten ist diese Angepaßtheit an besondere Standortbedingungen sehr deutlich ausgeprägt (A.S. 31). ③ ④



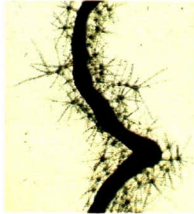
Spalt weit offen

Spalt fast geschlossen

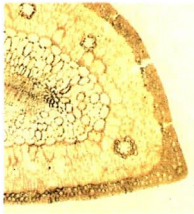
- ① Erklären Sie, welche physikalischen Gesetze dem Gasaustausch der Pflanze zugrunde liegen!
- ② Schildern Sie einige Maßnahmen, durch die günstigere Bedingungen für die Steigerung der Produktion der Pflanzenstoffe geschaffen werden! Benutzen Sie dazu Artikel aus der Tagespresse, aus Zeitschriften und anderen Publikationen!
- ③ Erläutern Sie an je zwei Beispielen von zwei unterschiedlichen Standorten die Angepaßtheit von Pflanzen an ihren Standort! Benutzen Sie dazu die Abbildungen Seite 31 oder beschaffen Sie sich frisches Pflanzenmaterial! Formulieren Sie Ihre Aussagen in einer Tabelle!
- ④ Beobachten Sie Blattquerschnitte von Pflanzen eines feuchten und eines trockenen Standortes unter dem Mikroskop! Beschreiben Sie die Unterschiede, die als Anpassungserscheinungen zu werten sind!



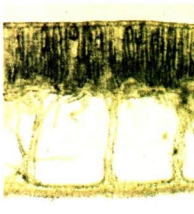
- Springkraut
Angepaßtheit an feuchte
Standorte durch dünne,
weiche Laubblätter
(starke Transpiration)



- Königskerze
Angepaßtheit an trockene
Standorte durch tote
Blatthaare, die die Spaltöff-
nungen bedecken (geringe
Transpiration)



- Kiefer
Angepaßtheit an trockene
Standorte durch nadelför-
mige Blätter mit vertieft
liegenden Spaltöffnungen
(geringe Transpiration)



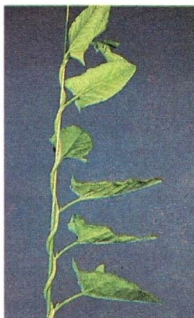
- Seerose
Angepaßtheit an das Leben
auf der Wasseroberfläche
durch Spaltöffnungen in der
oberen Epidermis (ermögli-
chen die Transpiration)



Bau und Funktion der Sproßachse



Krautige Sproßachse,
aufrecht (■ Lampionpflanze)



Krautige Sproßachse,
windend (■ Winde)



Verholzte Sproßachse
(■ Johannisbeere)

Die Sproßachsen sind ebenso wie die Wurzeln und die Laubblätter vielfältig in Gestalt und Form (■ krautig, holzig, aufrecht, liegend, kriechend).

Sproßachsen haben bei allen Pflanzenarten die gleichen Funktionen. Die Sproßachse trägt Laubblätter und Blüten. Diese gelangen dadurch in eine günstige Stellung zum Licht.

In den Leitbündeln der Sproßachse werden Wasser und Mineralsalz-Ionen in alle Pflanzenteile geleitet. Die in den Laubblättern gebildeten organischen Stoffe werden in der Sproßachse in alle anderen Pflanzenteile transportiert. In manchen Sproßachsen werden Stoffe gespeichert.

▶ *In Übereinstimmung mit den Funktionen der Sproßachsen steht auch eine im wesentlichen gleiche innere Struktur.* ①

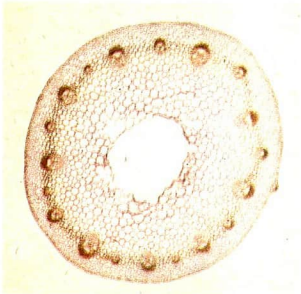
Der Vergleich des anatomischen Baus der Sproßachse mit dem Bau der Wurzel zeigt Übereinstimmungen, aber auch Unterschiede. ②

Sproßachsen haben im allgemeinen folgenden inneren Aufbau: Die Epidermis bildet den äußeren Abschluß der Sproßachse und schützt sie gegen äußere Einwirkungen. Unter der Epidermis ist eine Rinde ausgebildet. Bei älteren mehr-

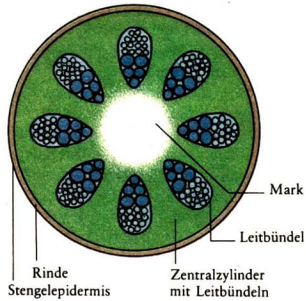
① Vergleichen Sie die Sproßachsen von ein- und zweikeimblättrigen Pflanzen anhand der Abbildungen Seite 33 und am Mikropräparat! Erfassen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede in einer Tabelle!

② Beschreiben Sie den inneren Bau von Wurzel und Sproßachse einer zweikeimblättrigen Pflanze!

Stellen Sie Übereinstimmungen und Unterschiede in einer Tabelle zusammen!

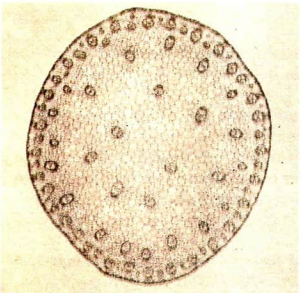


Sproßachse einer zweikeimblättrigen Pflanze (quer; 50:1)

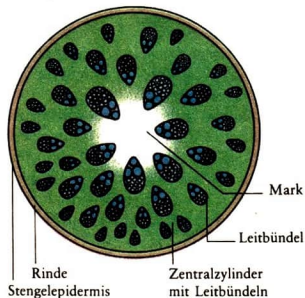


jährigen Pflanzen mit verholzter Sproßachse (■ Bäume) werden Teile der Rinde zu Korkgewebe umgebildet. Mehrere übereinanderliegende Schichten von Korkzellen bilden die Borke.

Der Zentralzylinder besteht aus Grundgewebe und aus Leit- und Festigungsgewebe. Im Grundgewebe können in verschieden geformten (■ vieleckigen bis rundlichen), meist dünnwandigen Zellen Stoffe gespeichert werden. In den chlorophyllhaltigen Zellen der Sproßachse (■ bei den meisten krautigen Pflanzen) findet wie in den Zellen der Laubblätter die Assimilation von Kohlendioxid statt.



Sproßachse einer einkeimblättrigen Pflanze (quer; 50:1)

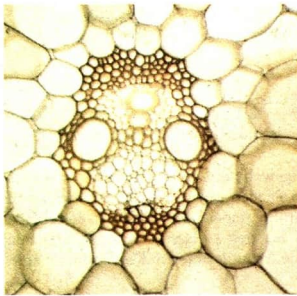




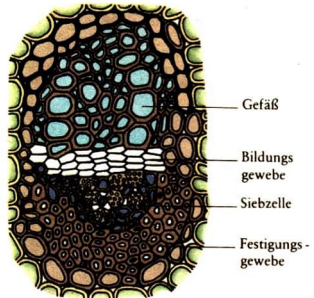
Leitgewebe. Der Zentralzylinder enthält Festigungsgewebe und Leitbündel. Die Leitbündel durchziehen die gesamte Pflanze und bilden ein zusammenhängendes verzweigtes Röhrensystem. In ihnen sind zwei unterschiedliche Leitungsbahnen ausgebildet.

Leitbündel. Leitbündel enthalten Gefäße und Siebröhren.

In den Gefäßen wird das Wasser zusammen mit den Mineralsalz-Ionen von den Wurzeln bis zur Pflanzenspitze geleitet. Der Wasserstrom erfolgt relativ schnell. Die Gefäße sind röhrenartige, langgestreckte tote Zellen mit großem Zellinnenraum. Die Zellwände sind verstärkt (verholzt). Dadurch können die toten Gefäßzellen dem Druck der Wassersäule von innen und dem Druck der sie von außen umgebenden lebenden Gewebe widerstehen. ①②



Leitbündel (Querschnitt; 500:1)

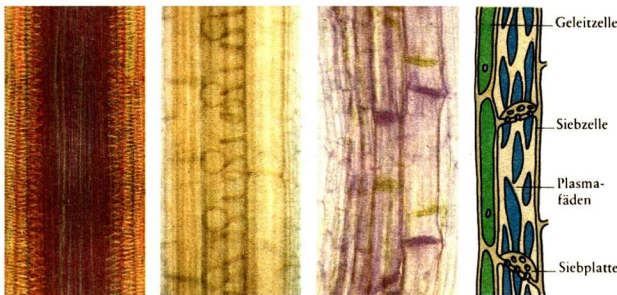


Der Wasserstrom muß häufig über lange Strecken erfolgen (■ hohe Bäume). Durch physikalische Vorgänge verläuft in den Gefäßen der Wasserstrom entgegen der Schwerkraft.

Das Wasser gelangt durch Diffusions- und Osmosevorgänge von den Wurzelhaaren bis in die Gefäße. Durch andere physikalische Vorgänge (■ Transpirationssog, Kohäsion zwischen den Wassermolekülen) wird das Wasser in den Gefäßen geleitet und bis in die Laubblätter transportiert. Der Transpirationssog entsteht durch den unterschiedlichen Wasserdampfgehalt zwischen Blattinnerem und Außenluft (↑ S. 30). Er bewirkt ein ständiges Ansaugen der Wassersäulen in den Gefäßen.

► Die Leitbündel enthalten Gefäße und Siebröhren. In den Gefäßen erfolgt eine relativ schnelle Wasserleitung von den Wurzeln bis zur Sproßspitze.

In den Siebröhren gelangen die in den Laubblättern gebildeten organischen Stoffe relativ langsam in alle anderen Organe der Pflanze.



Leitbündel (Längsschnitt: Spiralgefäße, Ringgefäße, Siebröhren; 500:1)

Durch die Kohäsion zwischen den Wassermolekülen in den engen Gefäßen wird gewährleistet, daß das Haften der Wassermoleküle an den Gefäßwänden (Adhäsion) nicht zum Abbrechen des Wasserstromes führt und ein ununterbrochener Wasserstrom erfolgt. ③④

Der Transport des Wassers und der Mineralsalz-Ionen in den Gefäßen erfolgt durch die Wirkung der Kapillarität (Kohäsion und Adhäsion) und durch den Transpirationssog in Verbindung mit der Kohäsion der Wassermoleküle.

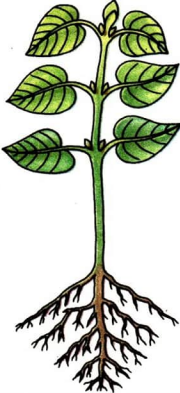


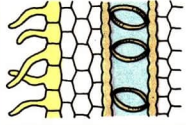
Im Leitbündel sind außer Gefäßen (tote Zellen) Siebröhren (lebende Zellen) ausgebildet, deren aneinandergrenzende Zellwände durch Poren siebartig durchbrochen sind. Dadurch steht das Protoplasma dieser Zellen miteinander in Verbindung, und die großen Moleküle der organischen Stoffe können durch Diffusion und Osmose von Zelle zu Zelle weitergeleitet werden.

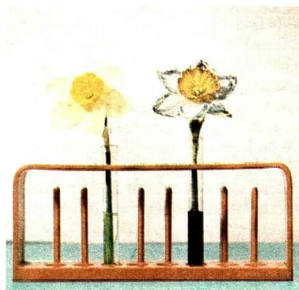
Im Zentrum der Sproßachse verschiedener Pflanzenarten ist Mark ausgebildet (■ Sonnenblume, Mais, Holunder). Das Mark besteht aus Grundgewebe und dient hauptsächlich der Speicherung von organischen Stoffen (Assimilaten).

- 1 Beobachten Sie durch das Mikroskop den Querschnitt einer Sproßachse! Vergleichen Sie das mikroskopische Bild mit den Darstellungen im Lehrbuch! Benennen Sie die Gewebe!
- 2 Reißen Sie den Blattstiel eines Wegerichblattes (■ Breit-Wegerich oder Spitz-Wegerich) auseinander! Beschreiben Sie den Verlauf und die Beschaffenheit der Leitbündel! Beobachten Sie Leitbündel mikroskopisch!
- 3 Die Sproßachsen von Schnittblumen sollen möglichst unter Wasser gekürzt werden. Erklären Sie diese Maßnahme!
- 4 Erläutern Sie, welche Ursachen die unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeit bei den verschiedenen Pflanzenarten hat (■ Holz der Birke 1,6 m/h, Weizen bei offenen Spaltöffnungen 54 m/h)!

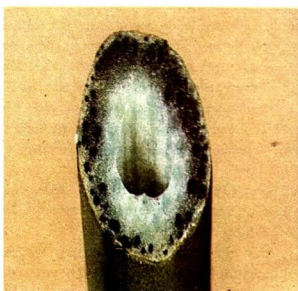


Wasseraufnahme, Wasserleitung und Wasserabgabe bei Sproßpflanzen

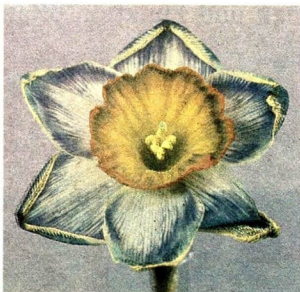
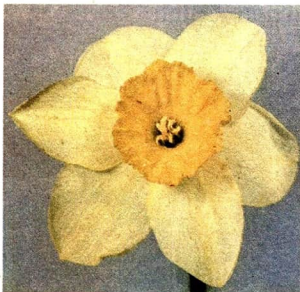
Sproßpflanze	Gewebe	Physikalische Vorgänge
		Transpiration
		Transpirationssog Kohäsion Adhäsion
		Diffusion und Osmose



Wasserleitung in Pflanzen



- ① Beobachten Sie an Sproßachsen das Aufsteigen einer Lösung in den Leitbündeln! Arbeiten Sie nach der Arbeitsanleitung (8) Seite 149!



Blüte (Narzisse) vor und nach dem Experiment zur Wasserleitung

▶ Pflanzen nehmen durch die Oberfläche Wasser, Mineralsalz-Ionen, Kohlendioxid (als Kohlenstoffquelle) und Sauerstoff auf und geben Wasser, Kohlendioxid und Sauerstoff ab.

Wasser ist Lösungs-, Transport- und Quellungsmittel, dient als Nährstoff und erhält den Zellinnendruck. Es wird durch Osmose aus dem Boden aufgenommen und vor allem durch Transpirationssog und Kapillarität weitergeleitet.

Mineralsalze erfüllen wichtige Funktionen bei der Aufrechterhaltung aller Lebensprozesse.

Das Element Kohlenstoff ist Bestandteil aller organischen Verbindungen, die von grünen Pflanzen aufgebaut werden.

Wurzel, Sproßachse und Laubblätter erfüllen verschiedene Funktionen im Stoff- und Energiewechsel der Pflanze. Der anatomische Bau ihrer Gewebe steht im Zusammenhang mit der jeweiligen Funktion.

Wurzeln verankern die Pflanze im Boden, nehmen Wasser und Mineralsalz-Ionen auf und können der Stoffspeicherung dienen. Ihre Zellen enthalten kein Chlorophyll.

Laubblätter dienen dem Gasaustausch der Pflanze mit der Umwelt. In ihren chlorophyllhaltigen Zellen erfolgt die Bildung organischer Stoffe aus Kohlendioxid und Wasser. Die Schließzellen der Spaltöffnungen regeln die Transpiration. An Laubblättern können Einrichtungen zum Verdunstungsschutz ausgebildet sein (■ Haare).

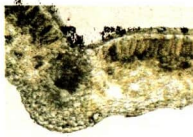
Die Sproßachse trägt Laubblätter und Blüten. In den Leitbündeln erfolgt die Leitung aller Stoffe (■ Wasser; Mineralsalz-Ionen, organische Stoffe).



Bau und Funktion pflanzlicher Zellen



Eichenzweig



Blatt (Querschnitt; 250:1)



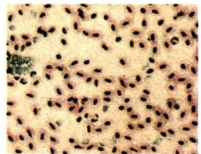
Blattzellen (1000:1)



Wasserfrosch



Froschhaut (Querschnitt; 250:1)



Blutzellen (Frosch; 1000:1)

Trotz großer Mannigfaltigkeit der Arten stimmen die Organismen im Grundaufbau und in den Grundfunktionen überein. Grundbaustein aller Lebewesen sind Zellen, gleich, ob es sich um Lagerpflanzen, Sproßpflanzen oder Tiere handelt. In den Zellen vollziehen sich die Lebensprozesse. Ständig werden Stoffe aufgenommen und an andere Zellen oder an die Umwelt abgegeben. Innerhalb der Zellen erfolgen vielfältige Stoff- und Energiewechselprozesse.

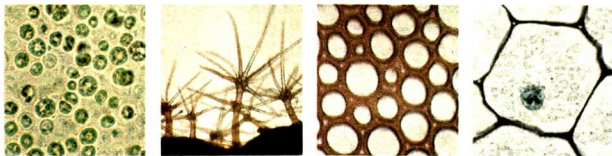
▶ *Zellen sind die Träger der Lebensmerkmale.*

Die wichtigsten Entdeckungen über den Bau der Zellen wurden in den letzten 150 Jahren gemacht. Sie haben große Bedeutung für die weitere Erforschung der lebenden Natur.

- 1831 R. BROWN beschrieb den Zellkern und wies nach, daß er in jeder Zelle vorhanden ist.
- 1839 M. SCHLEIDEN und Th. SCHWANN gelangten zu der Auffassung, daß alle Tiere und Pflanzen aus kernhaltigen Zellen bestehen.
- 1902 BEND beschrieb die Mitochondrien.



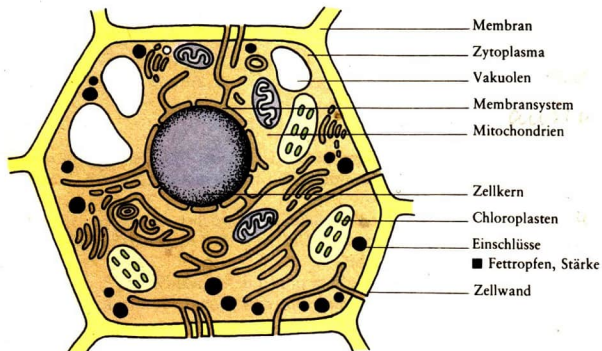
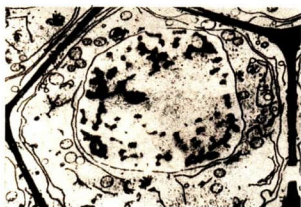
Bau der Pflanzenzelle



Verschiedene Pflanzenzellen (etwa 400:1)

Grundbau der Pflanzenzellen. In Abhängigkeit von ihrer Funktion und Lage im Zellverband sind äußere Gestalt und Größe der Zellen sehr unterschiedlich (■ kleinste Bakterien $0,2 \mu\text{m}$, Zellen mehrzelliger Pflanzen $10 \mu\text{m}$ bis $100 \mu\text{m}$).

Im Grundaufbau stimmen alle lebenden Pflanzenzellen weitgehend überein.





Protoplasma. Bis auf die Chloroplasten sind die gleichen lebenden Bestandteile (Protoplasma) sowohl in pflanzlichen als auch in tierischen Zellen enthalten. Chloroplasten kommen nur in Zellen von Algen sowie in bestimmten Zellen von Moos- und Sproßpflanzen vor.

- ▶ *Das Protoplasma ist die Gesamtheit aller lebenden Zellbestandteile. Es ist der eigentliche Träger aller Lebensfunktionen.*

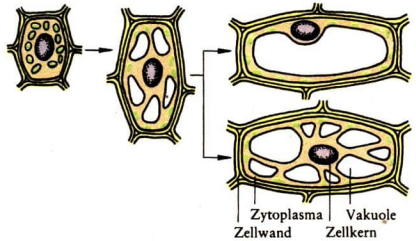
Die Zellorganellen (■ Zellkern, Mitochondrien, Chloroplasten) sind im Zytoplasma eingelagert. Sie stellen voneinander abgegrenzte Räume dar, in denen jeweils ganz bestimmte Prozesse ablaufen. Dadurch ist es möglich, daß verschiedene Reaktionen innerhalb der Zelle auf engstem Raum geordnet gleichzeitig nebeneinander erfolgen können.

- Die Photosynthese erfolgt in den Chloroplasten, die Atmungsvorgänge vollziehen sich in den Mitochondrien. Alle in den Zellen ablaufenden Prozesse des Stoffwechsels werden durch den Zellkern gesteuert. Alle Zellorganellen stehen durch Stoffaustausch untereinander in Verbindung.

Vakuolen. Vakuolen sind von ihrer Umgebung durch eine halbdurchlässige Membran abgegrenzt. Sie sind für voll entwickelte Pflanzenzellen charakteristisch. Vakuolen (Zellsafträume) sind mit unterschiedlich zusammengesetzten Zellsäften gefüllt. In tierischen Zellen kommen Vakuolen nur selten vor. ①②



Zelle mit Vakuolen (800:1)



- ① Vergleichen Sie anhand der Abbildung in Bio i Ü, Seite 138, die Bestandteile pflanzlicher und tierischer Zellen! Ermitteln Sie Übereinstimmungen und Unterschiede!
- ② Fertigen Sie eine Übersicht über die Bestandteile pflanzlicher Zellen an! Berücksichtigen Sie bei der Gestaltung Ihrer Übersicht (■ Tabelle), daß es lebende und nichtlebende Zellbestandteile gibt! Erfassen Sie in der Übersicht auch die Funktionen der Bestandteile! Erläutern Sie die Bedeutung der verschiedenen Zellbestandteile für den Ablauf der Lebensvorgänge der Pflanze.



Zellmembran und Zellwand. Alle tierischen und pflanzlichen Zellen sind durch eine Membran (Plasmagrenzschicht) abgegrenzt, durch die der Stoffaustausch mit der Umwelt erfolgt. Die Membran ist eine Bildung des Zytoplasmas.

Bei Pflanzenzellen ist außerhalb dieser Membran eine Zellwand vorhanden. Auch die Zellwand ist eine Bildung des Zytoplasmas. Kohlenhydrate, insbesondere Zellulose, sind die wichtigsten Baustoffe der Zellwand. Zur Verbindung benachbarter 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.

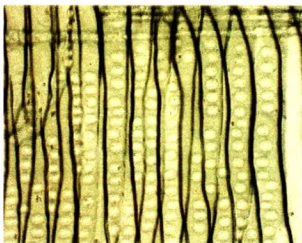
Bei sehr jungen, noch teilungsfähigen Zellen sowie bei Geschlechtszellen der Pflanzen ist keine Zellwand ausgebildet. Die Zellwand ist eine Grundlage für das pflanzliche Stützsystem (■ Festigkeit der Sproßpflanzen bei Ausbildung einer großen äußeren Oberfläche). In den Zellwänden bestimmter Zellen bei mehrjährigen und ausdauernden Pflanzen können Korkstoffe (■ Korkeiche), Holzstoffe (■ Bäume und Sträucher) oder Kieselsäure (■ Schachtelhalme) eingelagert sein.



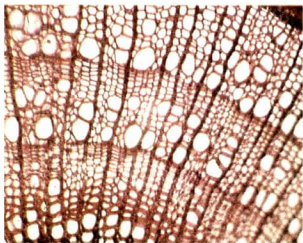
Baumstamm (Querschnitt)



Verholzte Sproßachse (Querschnitt; 50:1)



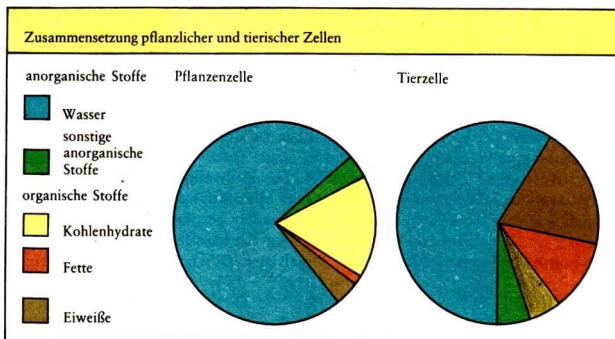
Verholzte Sproßachse (Tüpfelzellen; 400:1)



Verholzte Sproßachse (Jahresringe; 200:1)



Stoffliche Zusammensetzung pflanzlicher Zellen



- Die Zusammensetzung pflanzlicher und tierischer Zellen ist grundsätzlich gleich. Sie bestehen aus organischen und anorganischen Stoffen. Die organischen Stoffe bilden neben dem Wasser den größten Teil der Zellmasse. Ihr Anteil ist bei Tier- und Pflanzenzellen verschieden.

Anorganische Stoffe. Wasser ist Hauptbestandteil der Pflanzenzelle. Der Anteil des Wassers ist jedoch bei verschiedenen Pflanzen und Pflanzenteilen unterschiedlich (■ Samen 7 % bis 15 %, Algen bis 98 %). Die StoffwechsellLeistungen der Zellen sind vom Anteil des Wassers abhängig. Sinkt der Wasseranteil unter einen bestimmten Wert, kommt es zur Verlangsamung oder gar zum Stillstand der Stoff- und Energieumwandlung. Wasser ist für den Ablauf der Lebensvorgänge aller Organismen unentbehrlich. Außer dem Wasser sind auch andere anorganische Stoffe regelmäßig im Pflanzenkörper zu finden (↑ Mineralsalze, S. 18).

Organische Stoffe. Werden Pflanzenteile völlig getrocknet, dann bleibt ein Rückstand, die Trockensubstanz. Sie besteht aus anorganischen und organischen Stoffen. Die organischen Stoffe (■ EiweiÙe, Fette, Kohlenhydrate) bilden den Hauptanteil der Trockensubstanz. Ihr Anteil an der Zusammensetzung verschiedener Pflanzenteile ist unterschiedlich. Einige Arten, die einen hohen Anteil solcher Stoffe in bestimmten Organen aufweisen, werden wirtschaftlich genutzt. Bei den Kulturpflanzen werden EiweiÙ-, Fett- und Kohlenhydratlieferanten unterschieden. ①②③④⑤

In den Zellen können auch organische Säuren (■ Zitronensäure) und verschiedene Farbstoffe (■ Chlorophyll) enthalten sein. Chlorophyll kommt nur in autotrophen Pflanzenzellen, niemals in tierischen Zellen vor.



Anteil organischer Stoffe an der Zusammensetzung verschiedener Organismen
bzw. Teile von Organismen in Prozent

Art	Verwendete Teile	Kohlenhydrate	Eiweiße	Fette
Baumwolle	Samen		29 bis 34	30 bis 40
Kokospalme	Samen	12,0	8,0	60 bis 67
Winter-Raps	Samen	15,9	20,4	44,0
Weizen	Körner	69,0	12,3	1,8
Reis	Körner	78,4	6,9	0,5
	(geschält)			
Kartoffeln	Knolle	17 bis 26	1 bis 23	0,1
Erbse	Samen	52,7	17,7	1,0
	(getrocknet)			
Zuckerrübe	Rübe (reif)	16 bis 20	1,6	0,1
Möhre	Rübe (unreif)	7,0	0,3 bis 0,8	0,3
Tomate	Frucht	3,5	0,4	0,5
Huhn	Muskelfleisch		15,3	13,1
Hase	Muskelfleisch	0,2	47,5	1,4
Rind	Vollmilch	4,8	3,5	1,7

Lebende Zellen enthalten außerdem Wirkstoffe (■ Enzyme, Pflanzenhormone), die für den Ablauf der Lebensprozesse in der Pflanze unentbehrlich sind.

Bei einzelnen Pflanzenarten kommen Stoffe vor, die als Rohstoffe große wirtschaftliche und medizinische Bedeutung haben (■ Giftstoffe, Duftstoffe, Geschmackstoffe, Harze und Kautschuk). Sie sind oft Nebenprodukte des Stoffwechsels und meist ohne Bedeutung für die Pflanze. Für die Herstellung von Arzneimitteln und Kosmetika sind sie unentbehrliche Ausgangs- oder Zusatzstoffe. ⑥

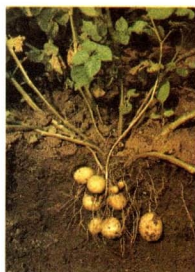
- ① Werten Sie die Tabelle auf Seite 43 oben aus! Ordnen Sie die Pflanzenarten als Eiweiß-, Fett- und Kohlenhydratlieferanten! Kennzeichnen Sie die Arten, die in der DDR besonders große Bedeutung für die Volkswirtschaft haben!
- ② Beim Kochen geschälter Kartoffeln bildet sich Schaum. Erklären Sie diese Erscheinung!
- ③ Weisen Sie in Pflanzen bzw. Pflanzenteilen Eiweiße, Kohlenhydrate und Fette nach! Gehen Sie dabei nach Anleitung (12), (13) und (14) auf Seite 151 vor!
- ④ Weisen Sie in den organischen Verbindungen das Element Kohlenstoff nach! Richten Sie sich dabei nach Anleitung (10) auf Seite 150!
- ⑤ Informieren Sie sich über die Strukturformeln von Fetten, Eiweißen und Kohlenhydraten anhand von Bio i Ü, Seite 192!
- ⑥ Nennen Sie Pflanzen, die Grundstoffe für verschiedene Industriezweige liefern! Geben Sie — soweit möglich — auch die genutzten Inhaltsstoffe und den Verwendungszweck an! Erfassen Sie Ihre Aussagen in einer Tabelle!



Roggen (fruchtend)



Rizinus (blühend)



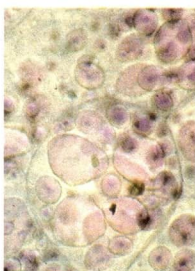
Kartoffel



Eiweißeinlagerung in Roggenkörnern (800 : 1)



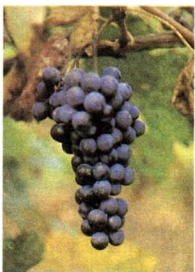
Fettropfen in Rizinussamen (800 : 1)



Stärkeeinlagerung in Kartoffelknollen (800 : 1)



Baumwolle



Weinrebe



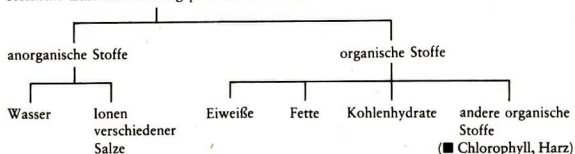
Erdnuß



Zusammensetzung der lebenden und nichtlebenden Natur. Wird die Zusammensetzung aller am Aufbau der Pflanzen und Tiere beteiligten Stoffe analysiert, so finden sich die gleichen Elemente, die auch in Stoffen der nichtlebenden Natur vorkommen. In dieser Übereinstimmung äußert sich der enge Zusammenhang, der zwischen der lebenden und der nichtlebenden Natur besteht. Beide besitzen die gleiche stoffliche Grundlage. Für die Zusammensetzung der Lebewesen ist der hohe Anteil des Elementes Kohlenstoff charakteristisch; sein Anteil an der Trockensubstanz beträgt 45 Prozent. ①②

Zellen sind die Grundbausteine aller Lebewesen. In ihrem Grundaufbau stimmen sie weitgehend überein. Lebende Bestandteile (Protoplasma) sind Zellmembran, Zytoplasma, Zellkern, Chloroplasten, Mitochondrien und Membransysteme, nichtlebende Bestandteile sind Zellsaft und Einschlüsse verschiedener Art. In bestimmten Zellen grüner Pflanzenteile kommen Chloroplasten vor. Bei pflanzlichen Zellen sind eine Zellwand und meist zahlreiche Vakuolen ausgebildet. Pflanzliche und tierische Zellen bestehen aus den gleichen Elementen, die auch in anorganischen Verbindungen vorkommen. Darin zeigt sich der enge Zusammenhang zwischen lebender und nichtlebender Natur.

Stoffliche Zusammensetzung pflanzlicher Zellen



- ① Vergleichen Sie anhand der Abbildung auf Seite 42 die Zusammensetzung pflanzlicher und tierischer Zellen! Ermitteln Sie Übereinstimmungen und Unterschiede!
- ② Ermitteln Sie, welche Elemente in Kohlenhydraten, Eiweißen und Fetten enthalten sind! Vergleichen Sie das Ergebnis mit der Zusammensetzung von Stoffen der nichtlebenden Natur (■ Wasser, Methan). Welche grundsätzliche Schlussfolgerung ergibt sich aus dem Vergleich?



Stoff- und Energiewechsel pflanzlicher Zellen



Wald — liefert Sauerstoff und Rohstoffe, beeinflusst das Klima, dient der Erholung und ist ein wesentliches Element der Landschaftsgestaltung

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 und geben Stoffe und Energie ab. Innerhalb der Zellen erfolgen dauernd vielfältige Stoffumwandlungen, die mit Energieumwandlungen verknüpft sind. Moleküle werden aufgebaut, andere abgebaut. Stoff- und Energieumwandlungen vollziehen sich als geordnete Folge physikalischer Vorgänge und chemischer Reaktionen. Neben verwertbaren Stoffen werden dabei auch Stoffe gebildet, die für den pflanzlichen Organismus unbrauchbar sind und teilweise ausgeschieden werden.

Der Stoff- und Energiewechsel gehört zu den wesentlichen Merkmalen aller Lebewesen. Er umfaßt auch bei den Pflanzen zwei große, eng miteinander verknüpfte Bereiche, die Dissimilation und die Assimilation. ①

- ▶ *Assimilation ist ein Stoff- und Energiewechselprozeß, durch den aus der Umwelt aufgenommene körperfremde Stoffe in körpereigene Stoffe umgewandelt werden. Dabei ist Energiezufuhr notwendig.*
- ▶ *Dissimilation ist ein Stoff- und Energiewechselprozeß, in dessen Verlauf energiereiche organische Stoffe (■ Kohlenhydrate) zu energiearmen organischen und anorganischen Stoffen (■ Kohlendioxid) abgebaut werden. Dabei wird Energie freigesetzt.*



Assimilation bei Pflanzen



Autotrophe Assimilation bei grünen Pflanzen (Anzucht in speziellen Gefäßen als Hydrokultur)



Heterotrophe Assimilation (Schimmelpilzrasen auf feuchtem Brot)

Für den Aufbau körpereigener Stoffe gibt es zwei Möglichkeiten. Beide kommen im Pflanzenreich vor. Viele Bakterien und die Pilze nehmen wie die Tiere und der Mensch körperfremde organische Stoffe (■ Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße) als Nahrung aus der Umwelt auf und bauen daraus die benötigten körpereigenen organischen Stoffe auf (heterotrophe Assimilation).

Die grünen Pflanzen und einige Bakterienarten sind in der Lage, aus wenigen körperfremden anorganischen Stoffen (Kohlendioxid, Mineralsalze, Wasser) körpereigene organische Stoffe zu bilden (autotrophe Assimilation).

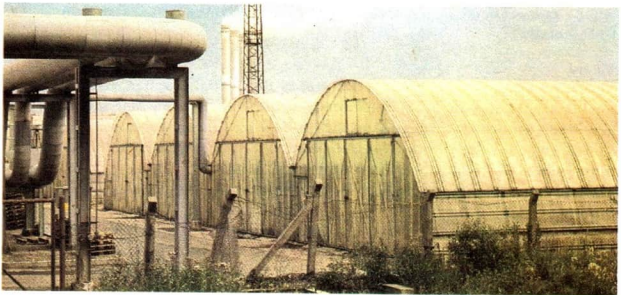
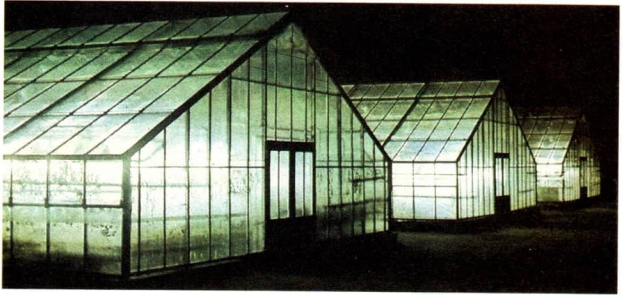
- Die autotrophe Assimilation ist eine Form der Assimilation, bei der körpereigene energiereiche organische Stoffe (■ Kohlenhydrate, Eiweiße, Fette) aus wenigen körperfremden, energiearmen anorganischen Stoffen (Wasser, Kohlendioxid, Mineralsalze) aufgebaut werden. ②

Die Assimilation verläuft über verschiedene komplizierte biophysikalische und biochemische Prozesse, die durch Enzyme gesteuert werden.

- ① Erläutern Sie den Begriff heterotrophe Assimilation! Nennen Sie Beispiele! Wenden Sie Ihre Kenntnisse aus dem Biologieunterricht der Klassen 7 und 8 an!
- ② Wiederholen Sie Ihr Wissen über Mineralsalze und Mineralsalzaufnahme bei Pflanzen (↑ S. 15 ff.)!



Bildung von Kohlenhydraten durch Photosynthese



Pflanzenproduktion in Gewächshäusern (oben: mit Zusatzbeleuchtung; unten in der Nähe eines Großkraftwerkes zur wirtschaftlichen Nutzung der Abwärme)

Aus der Entdeckung der Photosynthese. Wie grüne Pflanzen Kohlenhydrate aufbauen, war lange Zeit unbekannt. Anfang des 17. Jahrhunderts kam der Arzt Baptist von HELMONT aufgrund von Experimenten zu dem Schluß, daß die Pflanzen nur Wasser benötigen, um zu wachsen und sich zu entwickeln. Erst 200 Jahre später konnte nachgewiesen werden, daß das Kohlendioxid den Pflanzen als Nahrung dient und die Quelle für das Element Kohlenstoff bildet, das in allen Körperstoffen enthalten ist.

Ende des 19. Jahrhunderts war bereits bekannt, daß die grünen Pflanzen bei Einwirkung von Licht in chlorophyllhaltigen Zellen aus Wasser und Kohlendioxid Kohlenhydrate (■ Glukose) bilden, wobei Sauerstoff entsteht.



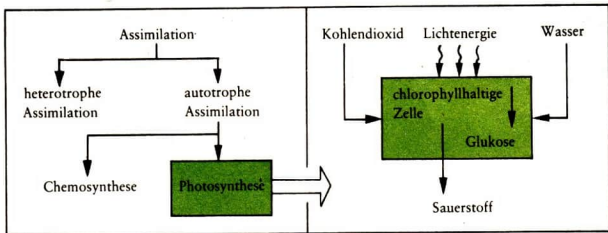
Trotz dieser Fortschritte waren noch viele Fragen ungeklärt. Erst in den letzten Jahrzehnten konnte genauer erforscht werden, wie die Pflanze das Licht nutzt, woher der Sauerstoff stammt, der abgegeben wird und was mit dem Kohlendioxid in der Zelle geschieht. Dadurch war es möglich, die Bedeutung der grünen Pflanzen besser zu verstehen und Einfluß auf die Steigerung von Pflanzenerträgen zu nehmen.

Energie als Voraussetzung für die Bildung von Kohlenhydraten. Bei der Synthese der Kohlenhydrate sind die Reaktionsprodukte energiereicher als die Ausgangsstoffe (Kohlendioxid und Wasser). Demnach erfordert die Bildung von Kohlenhydraten Energiezufuhr (endotherme Reaktion). Nach dem Gesetz der Erhaltung und Umwandlung der Energie kann die Pflanze diese Energie nicht selbst gewinnen. Sie könnte nur soviel organische Stoffe aufbauen, wie gleichzeitig zur Energiegewinnung abgebaut werden. Ein Stoffgewinn für Wachstum und Entwicklung wäre nicht möglich. Die Energie muß also von außen zugeführt werden.

Dient Licht als Energiequelle für die Bildung von Kohlenhydraten, dann wird der Assimilationsprozeß als Photosynthese bezeichnet.

- ▶ *Photosynthese ist die Form der autotrophen Assimilation, bei der die Energie des Lichtes für die Synthese von Kohlenhydraten genutzt wird. Photosynthese kommt bei den meisten autotrophen Organismen vor.*

Für die Bildung von Kohlenhydraten jedoch wird wie bei allen Stoff- und Energieumwandlungen in den Zellen Energie der Stoffe benötigt. Deshalb muß die Energie des Lichtes in Energie der Stoffe umgewandelt werden. Bei dieser Umwandlung hat das Chlorophyll der Chloroplasten eine wichtige Funktion.



Chloroplasten. Die meisten Zellen der Algen und Moospflanzen sowie bestimmte Zellen der Sproßpflanzen (■ Palisaden- und Schwammgewebe der Blätter) enthalten Chloroplasten.

- ▶ *Chloroplasten sind Zellorganellen, in denen die Photosynthese abläuft.*

Die Gestalt der Chloroplasten ist unterschiedlich. Bei einigen Algen, den meisten Moosen und bei allen Sproßpflanzen sind sie linsenförmig und haben einen



Durchmesser von $5\ \mu\text{m}$ bis $10\ \mu\text{m}$. Durch die innere Struktur, die große Anzahl von Chloroplasten in einer Zelle (bis zu 100) und durch die flächige Gestalt der Blätter wird die lichtaufnehmende Oberfläche vergrößert und damit die Photosynthese begünstigt.

In bestimmte Abschnitte der Chloroplasten ist ein grüner Farbstoff, das Chlorophyll, eingelagert.

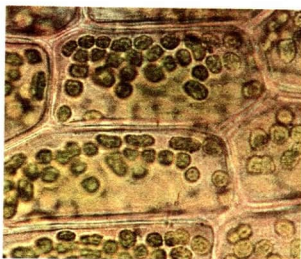
- ▶ *Chlorophyll ist ein kompliziert aufgebauter organischer Stoff, der die Eigenschaft besitzt, Energie des Lichtes zu absorbieren.*

Diese Eigenschaft des Chlorophylls ist für die Photosynthese unerlässlich. Deshalb sind nur chlorophyllhaltige Zellen (grüne Pflanzenteile) zur Photosynthese in der Lage.

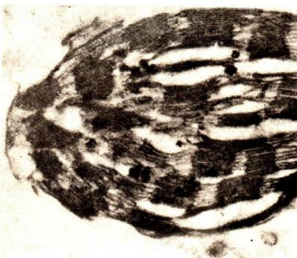
Energieumwandlung. In der ersten Phase der Photosynthese wird Energie des Lichtes in einem komplizierten Prozeß durch biophysikalische Vorgänge und biochemische Reaktionen in Energie der Stoffe umgewandelt.



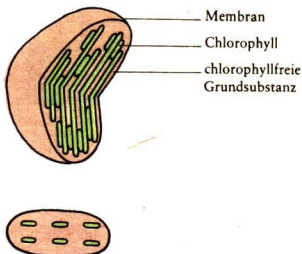
Laubblatt



Laubblattzellen mit Chloroplasten



Feinstruktur eines Chloroplasten (links elektronenoptische Aufnahme)



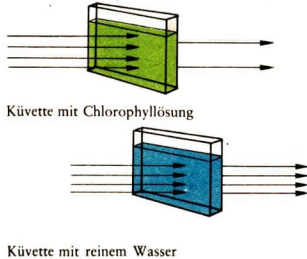


Der Prozeß beginnt mit der Absorption von Energie des Lichtes durch das Chlorophyll. Durch diese Energieaufnahme werden Elektronen des Chlorophylls auf ein höheres Energieniveau gehoben. Sie erwerben potentielle Energie.

Diese energiereichen Elektronen können sich mit Wasserstoff-Ionen verbinden. Ein sehr geringer Teil der in der Zelle vorhandenen Wassermoleküle dissoziiert $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{H}^+$.



Anordnung der Laubblätter sichert optimale Ausnutzung des Lichtes



Küvette mit reinem Wasser

Deshalb befinden sich in den Chloroplasten immer Wasserstoff-Ionen und Hydroxid-Ionen. Gelangt nun ein mit Energie angereichertes Elektron zu einem Wasserstoff-Ion, wandelt sich dieses in ein Wasserstoffatom (Reduktion). Das Wasserstoffatom wird aber nicht frei (Zellgift!), sondern sofort an ein Enzym gebunden (RH_2 = enzymgebundener Wasserstoff). Diese enzymgebundenen Wasserstoffatome sind eine wesentliche Voraussetzung für die Assimilation des Elementes Kohlenstoff aus dem Kohlendioxid in der zweiten Phase der Photosynthese.

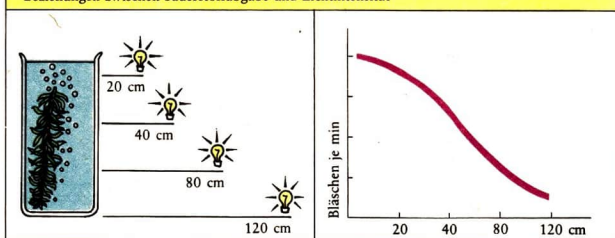
Die Absorption der Energie des Lichts durch das Chlorophyll bewirkt außerdem in einem zweiten Prozeß, daß die in den Chloroplasten vorhandenen Hydroxid-Ionen Elektronen abgeben. Aus den Hydroxid-Ionen gehen dadurch Wassermoleküle und Sauerstoffmoleküle hervor: $2 \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 1/2 \text{O}_2 + 2e^-$. Der Sauerstoff wird an die Atmosphäre abgegeben. Der bei der Photosynthese freigesetzte Sauerstoff entstammt also dem Wasser und nicht dem Kohlendioxid. Wasser ist letztlich die Quelle für die ständige Erneuerung des Sauerstoffanteils der Luft.

Da dieser Vorgang lichtabhängig ist, hat die Lichtintensität Einfluß darauf, wieviel Sauerstoff abgegeben wird. ①

- ① Weisen Sie durch ein Experiment die Abhängigkeit der Sauerstoffabgabe von der Lichtintensität nach!



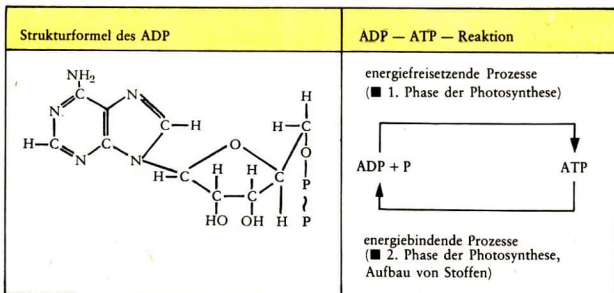
Beziehungen zwischen Sauerstoffabgabe und Lichtintensität



Die von den Hydroxid-Ionen abgegebenen Elektronen gelangen infolge der Energieaufnahme ebenfalls auf ein höheres Energieniveau.

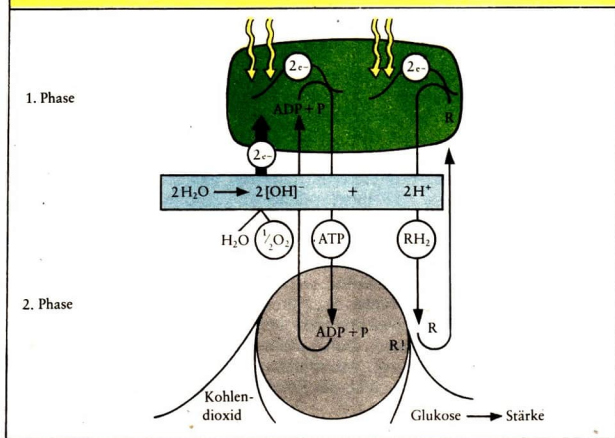
Diese energiereichen Elektronen geben ihre potentielle Energie wieder ab und werden vom Chlorophyll aufgenommen, das dadurch wieder in der Lage ist, Licht zu absorbieren. Die Energie wird aber nicht als Wärme frei, sondern wird sofort wieder aufgenommen. Dies geschieht durch eine endotherme Reaktion, an der ein kompliziert aufgebauter organischer Stoff, das ADP (Adenosindiphosphat), und ein Phosphatrest beteiligt sind. Die Energie wird gebunden und damit gespeichert, indem an das ADP-Molekül ein Phosphatrest angelagert wird. Es wird ATP gebildet.

Dieser Phosphatrest kann leicht wieder abgespalten werden, wobei die gespeicherte Energie frei wird und für energieaufnehmende Prozesse (■ Reduktionsprozesse in der zweiten Phase der Photosynthese) genutzt werden kann. Dabei entsteht wieder ADP und ein Phosphatrest.





Übersicht über den Prozeß der Photosynthese



- ▶ Die ADP/ATP-Reaktion ist wesentlich für die Energieumwandelungsprozesse in lebenden Zellen.

In der ersten Phase der Photosynthese erfolgt die Umwandlung der Energie des Lichtes in Energie der Stoffe. Außer Chlorophyll sind daran Wasser und Enzyme beteiligt.

Dabei entstehen ATP und an ein Enzym gebundene Wasserstoffatome (RH_2) sowie Sauerstoff und Wasser.

Aus dem ATP kann die gespeicherte Energie leicht für energiebindende Prozesse (■ Aufbau von Assimilationsstärke) wieder freigesetzt werden, wobei wieder ADP gebildet wird.

Assimilation des Kohlenstoffs. Die Umwandlung des Kohlendioxids und die Bildung von Kohlenhydraten (■ Glukose) erfolgt in der 2. Phase der Photosynthese. Dieser Prozeß verläuft ebenfalls schrittweise unter Mitwirkung von

Weg der Energie

Lichtenergie	→	Absorption des Lichtes durch Chlorophyll	→	potentielle Energie der Elektronen	→	in ATP gespeicherte Energie
--------------	---	--	---	------------------------------------	---	-----------------------------



Enzymen. Er ist nicht mehr direkt von Licht und Chlorophyll abhängig und kann daher auch im Dunkeln ablaufen.

Die Kohlendioxidmoleküle werden zunächst in den Chloroplasten an Kohlenhydratmoleküle mit fünf Kohlenstoffatomen angelagert.

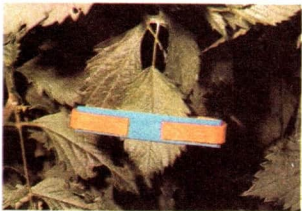
Dadurch entstehen Moleküle mit jeweils sechs Kohlenstoffatomen, die aber mehr Sauerstoffatome als das Glukosemolekül enthalten. Zur Glukosebildung ist eine Reduktion (endotherme Reaktion) notwendig, für die ein Reduktionsmittel und Energie erforderlich sind. Als Reduktionsmittel dienen an ein Enzym gebundene Wasserstoffatome (RH_2). Das Enzym wird wieder frei und kann erneut Wasserstoffatome aufnehmen. Die notwendige Energie wird aus dem ATP durch Abspaltung eines Phosphatrestes freigesetzt und auf das Kohlenhydratmolekül übertragen. Aus ATP entsteht dabei ADP, das in die 1. Phase wieder eingeführt wird. Beide Phasen der Photosynthese sind also eng miteinander verknüpft.

Über weitere Zwischenreaktionen, die ebenfalls durch Enzyme gesteuert werden, entsteht Glukose. Außerdem werden Kohlenhydratmoleküle mit fünf Kohlenstoffatomen zurückgebildet. Sie können erneut Kohlendioxid binden.

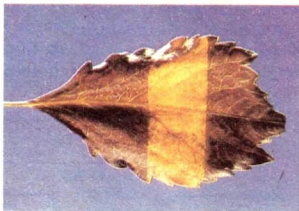
► *In der zweiten Phase der Photosynthese wird ein Kohlendioxidmolekül an ein Kohlenhydratmolekül gebunden. Durch weitere Reaktionen entsteht Glukose als energiereicher organischer Stoff. Voraussetzung für die Glukosebildung sind das in der ersten Phase gebildete ATP als Energiequelle und das RH_2 als Reduktionsmittel.*

Glukose ist leicht in Wasser löslich, sie wird in Stärke (Assimilationsstärke, ein in Wasser schwer lösliches Kohlenhydrat) umgewandelt, und dadurch vorübergehend aus dem Stoffwechsel herausgelöst. So wird eine ungünstige Beeinflussung des Wasserhaushalts der Zelle durch eine zu hohe Glukosekonzentration verhindert. ①②③

Der Aufbau der Assimilationsstärke erfolgt unter Mitwirkung von Enzymen. Die notwendige Energie liefert das ATP. Die Assimilationsstärke wird vor allem nachts enzymatisch wieder zu Glukose abgebaut und in gelöster Form zu den Orten des Verbrauchs und der Speicherung transportiert. Daher ist in Blättern, die längere Zeit unbelichtet waren, keine Stärke nachweisbar.



Laubblatt (teilweise abgedunkelt)



Stärkenachweis im teilweise abgedunkelten Blatt



Bildung anderer organischer Stoffe in Pflanzenzellen

- *Außer Kohlenhydraten werden in pflanzlichen Zellen noch zahlreiche andere organische Stoffe, vor allem Eiweiße und Fette, gebildet.*

Die Existenz des Lebens ist besonders eng mit den Eiweißen verbunden. Sie bilden den Grundbestandteil des Zytoplasmas, des Zellkerns und der übrigen Zellorganellen (Chloroplasten und Mitochondrien). Außerdem sind Eiweiße auch wichtige Bestandteile der Enzyme. Fette sind besonders energiereich. Sie sind wie die Kohlenhydrate für die Dissimilation bedeutsam.

Außerdem synthetisiert die Pflanze noch zahlreiche andere Stoffe (■ verschiedene Farbstoffe, Harze, Duftstoffe, Kautschuk). Viele dieser Stoffe bilden die Grundlage für die Herstellung von Medikamenten und Kosmetika. Andere sind wichtige Rohstoffe für die Industrie. Die Bildung dieser Stoffe erfolgt unabhängig von der Photosynthese. Die aus der Photosynthese stammenden Kohlenhydrate bilden jedoch dafür die Ausgangsstoffe. Für die Synthese von Eiweißen sind außerdem die Elemente Stickstoff und Schwefel erforderlich.

Für die Synthese von Chlorophyll ist das Element Magnesium, für die Bildung weiterer Stoffe sind noch andere Elemente nötig (■ Phosphor). Die Elemente Stickstoff, Schwefel und Magnesium werden von der Pflanze als Mineralsalzionen aufgenommen (↑ S. 16).

Die Reaktionen zur Bildung der verschiedenen organischen Stoffe verlaufen meist endotherm. Die Energie des Lichtes kann dafür nicht direkt genutzt werden. Als Energiequelle dient meist das bei der Dissimilation gebildete ATP.



Tollkirsche



Garten-Wolfsmilch

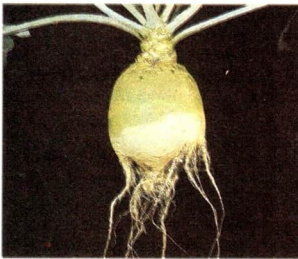


Kakaofrucht

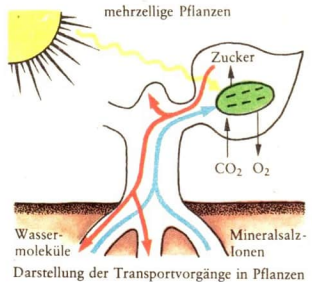
- ① Erklären Sie, weshalb die in den Chloroplasten gebildete Glukose sofort in Stärke umgewandelt wird! Nutzen Sie dazu Ihr Wissen über Osmose!
- ② Beweisen Sie durch ein Experiment, daß nur in belichteten Blättern Stärke gebildet wird! Benutzen Sie dabei die Anleitung (11) auf Seite 150!
- ③ Erläutern Sie, welche Ausgangs- und Endstoffe bei der Bildung von Kohlenhydraten auftreten und welche Voraussetzungen dafür notwendig sind! Fertigen Sie dazu selbständig eine schematische Übersicht an!



Transport und Speicherung von Assimilaten



Speicherorgane bei Pflanzen (■ Kohlrübe)



Darstellung der Transportvorgänge in Pflanzen

- ▶ *Assimilate sind Stoffe, die im Prozeß der Assimilation gebildet werden.*

Die Bildung von Assimilaten erfolgt in bestimmten Teilen der Pflanzen. Bildungsort der Assimilate (■ Blätter) und Bedarfsort (■ Wurzel) sind oft verschieden. Beide sind durch den Transport von Assimilaten miteinander verbunden. Oft bestehen auch Unterschiede im Zeitpunkt der hauptsächlichlichen Assimilatbildung und des maximalen Stoffbedarfs. Dieser Unterschied wird durch die Stoffspeicherung (■ Reservestoffe) ausgeglichen (■ in Samen, Zwiebeln, Knollen, Sproßachse, Wurzel).

- In der Kartoffel wird Stärke hauptsächlich in den Laubblättern gebildet, die Speicherung erfolgt vorwiegend in den Sproßknollen; in der Keimungsphase wird die Stärke beim Aufbau und Wachstum des Keimsprosses fast vollständig verbraucht.
- ▶ *Die Aufrechterhaltung der normalen Lebensfunktionen in einzelligen und auch in mehrzelligen Organismen ist mit einem fortwährenden Stofftransport und einer Stoffspeicherung verbunden.*

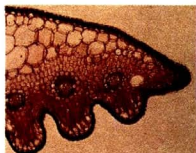
Transport. Die von den Pflanzen durch Assimilation gebildeten Stoffe können nur in wasserlöslicher Form transportiert werden. Stärke, Fette und Eiweiße sind entweder schwer oder nicht in Wasser löslich. Sie müssen deshalb erst in leicht wasserlösliche Stoffe umgewandelt werden. Diese Umwandlung in niedermolekulare Stoffe wird durch Enzyme bewirkt.

Innerhalb der Zellen erfolgt der Transport vor allem durch Diffusion. Die Diffusionsgeschwindigkeit ist jedoch sehr gering. Für die Überwindung weiter Strecken reicht sie nicht aus. Bei höher entwickelten Pflanzen sind für den Ferntransport Leitgewebe ausgebildet (↑ S. 34). ①

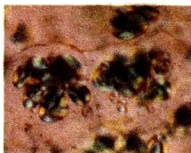
Speicherung. Die Assimilate werden nicht immer sofort verbraucht, sie werden teilweise in gelöster oder in nicht löslicher Form gespeichert. Grundsätzlich ist eine Speicherung in allen Zellen möglich. Bei Sproßpflanzen erfolgt sie aber vorwiegend in besonderen Speichergeweben oder Speicherorganen.



Hauptsächlich werden Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße gespeichert. Ihr Anteil in den Speicherorganen ist sehr unterschiedlich. Einige Pflanzenarten besitzen wegen ihres Gehaltes an Speicherstoffen große Bedeutung für die Ernährung und als Rohstofflieferanten. ②



Wasserspeicherzellen
(Aloe; 200:1)



Stärke-speicherzellen
(Kartoffel; 600:1)



Stärke-speicherzellen
(Weizen; 600:1)

Produktion wichtiger Pflanzenstoffe			
Pflanzenart	verwendete Teile	Produktion in Millionen t	
		Welt	DDR
Baumwolle	Samenhaare (Wolle)	10,4	
Lein	Stengel (Faser)		0,039 175
Kautschukbaum	Milchsafte	1,9	
Winter-Raps	Samen (Öl)		0,263 457
Sojabohne	Samen (Öl)	25,0	0,002 867
Erdnuß	Samen (Öl)	14,0	
Kokospalme	Samen (Öl)	3,3	
Ölpalme	Frucht, Samen (Öl)	0,99	
Weizen	Körner (Stärke)	297,3	2,1
Roggen	Körner (Stärke)	31,4	1,9
Reis	Körner (Stärke)	278,5	
Kartoffel	Knollen (Stärke)	293,0	21,8
Zuckerrübe	Rübe (Zucker)	211,6	6,9
Zuckerrohr	Stengel (Zucker)	514,7	

- ① Bei Bäumen, um deren Stamm eine feste Drahtschlinge gelegt wurde, ist oberhalb der Drahtschlinge eine Anschwellung zu beobachten. Erklären Sie diese Erscheinung!
- ② Beurteilen Sie anhand der Tabelle auf Seite 57 die Bedeutung der darin genannten Kulturpflanzensippen für die Versorgung der Menschen mit Nahrung und mit Rohstoffen!



Bedeutung der Photosynthese



- ▶ *Von der Photosynthese der grünen Pflanze ist der Fortbestand des Lebens auf der Erde und damit auch die Existenz des Menschen unmittelbar abhängig.*

Die meisten Organismen leben heterotroph. Sie verbrauchen ständig organische Stoffe.

Der Vorrat an organischen Stoffen und Sauerstoff wäre bald erschöpft, wenn er nicht durch die autotroph lebenden Pflanzen mit chlorophyllhaltigen Zellen ständig neu gebildet würde. Jährlich sind das 500 Millionen Tonnen pflanzliche Masse (Biomasse). Dazu benötigen die Pflanzen etwa 700 Billionen Tonnen Kohlendioxid, dem sie 200 Billionen Tonnen reinen Kohlenstoff entnehmen und für die Bildung organischer Stoffe verwerten. Das ist das Hundertfache all der Güter, die von den Menschen im Verlaufe eines Jahres produziert werden.

- ▶ *Durch die Photosynthese wird für alle sich heterotroph ernährenden Organismen (■ Bakterien, Pilze, Tiere, Menschen) die Ernährungsgrundlage fortwährend erneuert.*

Viele der von grünen Pflanzen erzeugten Stoffe finden als Rohstoffe für die Erzeugung weiterer lebensnotwendiger Produkte Verwendung (■ Arzneimittel, Kleidung, Möbel).

- ▶ *Die Photosynthese bildet die Voraussetzung für die Sicherung der Ernährung der Menschen und für die Befriedigung vieler anderer Bedürfnisse.*

- ① *Vergleichen Sie die Erträge je ha wichtiger Kulturpflanzen (■ Kartoffeln, Zuckerrüben, Weizen, Roggen, Hülsenfrüchte) der Jahre 1950, 1960, 1970 und 1980! Vergleichen Sie mit der Größe der Ackerfläche! Nutzen Sie dazu das Statistische Jahrbuch der DDR! Stellen Sie Beziehungen zwischen beiden Aussagen her!*



Jährlicher Verbrauch an ausgewählten Nahrungsmitteln in der DDR

Speisekartoffeln	5 253 100 t	Butter	254 750 t
Brotgetreide	1 486 940 t	Trinkvollmilch	1 681 Mill/Liter
Zucker	262 530 t	Eier	4 659 Mill/Stück

Der Bedarf an Pflanzenstoffen wächst ständig. Es ist deshalb notwendig, die Erträge, insbesondere der Kulturpflanzen, weiter zu erhöhen. ①

Diesem Ziel dienen vielfältige Maßnahmen, um den Pflanzen günstige Bedingungen für die Photosynthese zu schaffen (■ Be- und Entwässerung, richtige Pflanzenabstände, Reinhaltung von Luft, Wasser und Boden).

Im Prozeß der Photosynthese wird Lichtenergie in Energie der Stoffe umgewandelt. Diese Energie ist in den Assimilaten enthalten. Indem der Mensch, die Tiere, die Pilze und die meisten Bakterien diese energiereichen organischen Stoffe als Nahrung aufnehmen, decken sie gleichzeitig ihren Energiebedarf.

► *Durch die Photosynthese werden fast alle Lebewesen mit Energie versorgt.*

Die Energie in fossilen Brennstoffen (■ Kohle, Öl) ist auch auf die Lebens-tätigkeit (Photosynthese) grüner Pflanzen vor Jahrmillionen zurückzuführen.



Blick in ein Folienzelt



Frostschutzhauben über Jungpflanzen



Klimaanlage eines Gewächshauses



Stockwerkskultur von Erdbeeren und Kopfsalat





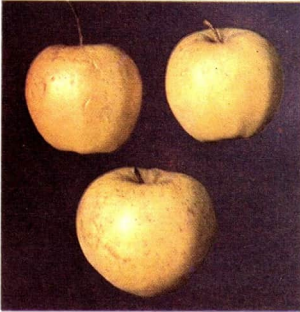
Sauerstoffhaushalt in der Natur			
Sauerstoffproduktion im Jahr		Sauerstoffverbrauch	
Kiefer	30 000 kg/ha	Düsenflugzeug	4 700 kg/h
Laubbaum	16 000 kg/ha	Auto (100 km/h)	33,44 kg/h
landwirtschaftliche Fläche	3 000 bis 10 000 kg/ha	Mensch (8 km/h)	0,22 kg/h

- ▶ *Durch die Photosynthese wird ständig Sauerstoff gebildet und dadurch der Sauerstoffanteil der Luft fortwährend erneuert.*
Die grünen Pflanzen schaffen damit die Voraussetzung für die Atmung und andere Oxydationsprozesse (↑ S. 62 ff.).
Die überlegte Nutzung und sorgsame Pflege der Wälder, Parkanlagen und Grünflächen sowie die Anlage und der Schutz von Grünflächen in den Wohngebieten ist eine lebenswichtige Aufgabe.
- Die Blätter einer hundertjährigen Buche (etwa 800 000 Blätter) bilden eine Fläche von etwa 1 600 m². 25 m² Blattfläche sind erforderlich, um an einem Sonntag den Tagesbedarf eines Menschen an Sauerstoff zu decken. ①②

- ▶ Alle Lebewesen müssen ständig aus körperfremden Stoffen, die sie aus der Umwelt aufnehmen, körpereigene Stoffe aufbauen (Assimilation).
Durch autotrophe Assimilation bauen chlorophyllhaltige Pflanzen aus wenigen anorganischen Stoffen verschiedene organische Stoffe auf.
Die Hauptform der autotrophen Assimilation ist die Photosynthese. Sie ist ein komplizierter Prozeß von physikalischen Vorgängen und chemischen Reaktionen, der in zwei eng verknüpften Phasen abläuft.
1. Phase: Umwandlung von Energie des Lichtes mit Hilfe von Chlorophyll in Energie der Stoffe und Speicherung in ATP, Bildung von RH₂, Freisetzung von Sauerstoff;
2. Phase: Kohlenstoffassimilation, Energiequelle: ATP, Reduktionsmittel: RH₂, Bildung von Kohlenhydraten (■ Glukose).
Von der Photosynthese hängt alles Leben auf der Erde unmittelbar ab. In pflanzlichen Zellen werden aus Kohlenhydraten auch Fette, Eiweiße und zahlreiche weitere organische Stoffe gebildet.
Stofftransport und Speicherspeicherung sind für alle Pflanzen lebensnotwendig. Stoffe können nur in gelöster Form transportiert werden.
Speicherspeicherung kann in allen lebenden Zellen erfolgen, oft sind Speichergewebe oder Speicherorgane (■ Knollen, Zwiebeln) ausgebildet.



Dissimilation bei Pflanzen



Äpfel nach mehrmonatiger Lagerung
im Kühlhaus



Äpfel nach mehrmonatiger herkömmlicher
Lagerung

Energie ist die unerläßliche Voraussetzung für die Aufrechterhaltung der Lebensprozesse in den Zellen.

- Bei allen Organismen erfordern Stoffaufbau, Stofftransport, Wachstum und Bewegung Energie. Das Gesetz von der Erhaltung und Umwandlung der Energie gilt für die lebende Natur ebenso wie für die nichtlebende Natur. Organismen können keine Energie bilden, sondern nur vorhandene nutzen und umwandeln.

Die Energie des Lichtes kann nur durch Photosynthese in den chlorophyllhaltigen Zellen für die Bildung organischer Stoffe genutzt werden. Die für die anderen Lebensprozesse erforderliche Energie muß deshalb den im Prozeß der autotrophen Assimilation gebildeten energiereichen organischen Stoffen (■ Kohlenhydrate, Eiweiße, Fette) entnommen werden. Diese Energie wird auch bei Pflanzen durch schrittweisen Abbau (Dissimilation) freigesetzt.

Pflanzliche Zellen gelangen auf die gleiche Weise zur benötigten Energie wie alle anderen Lebewesen. Unterschiedlich werden lediglich die verbrauchten energiereichen körpereigenen Stoffe ersetzt (Assimilation, ↑ S. 47).

- ▶ *Dissimilationsprozesse sind bei autotrophen und bei heterotrophen Organismen prinzipiell gleich. Nach dem Grad der Energiegewinnung werden Atmung und Gärung als Dissimilationsprozesse unterschieden.*

- ① Berechnen Sie, wieviel Buchen (oder entsprechende Grünfläche) je Einwohner einer Stadt erforderlich sind, um den Sauerstoffbedarf zu decken!
- ② Werten Sie den Einfluß von laufenden Motoren bei haltenden Fahrzeugen, von unnötigen Stadtfahrten mit Motorfahrzeugen sowie von Geschwindigkeitsbegrenzungen im Stadtverkehr auf den Sauerstoffhaushalt in einer Stadt!



Atmung

- ▶ *Atmung ist eine Form der Dissimilation, bei der die organischen Stoffe durch Oxydationsprozesse zu energiearmen anorganischen Stoffen (Kohlendioxid, Wasser) abgebaut werden, wobei die gesamte darin gespeicherte Energie freigesetzt wird. Sauerstoff wird dabei gebunden, Kohlendioxid und Wasser werden abgegeben.*

Vorkommen und Ausgangsstoffe. Die Atmung ist die häufigste Form der Dissimilation. Sie kommt bei allen Tieren, beim Menschen und bei allen grünen Pflanzen, aber auch bei vielen Pilzen und Bakterien vor.

Grüne Pflanzen atmen wie die Tiere und der Mensch sowohl bei Tage als auch in der Nacht. Am Tage ist die Atmung bei Pflanzen nur schwer nachweisbar, sie wird meist durch die Photosynthese überlagert. Wie bei anderen Organismen atmen auch bei Pflanzen alle lebenden Zellen, auch die von Ruhestadien (■ Knollen, Samen, Zwiebeln.). Veratmet werden Kohlenhydrate, aber auch Fette, Eiweiße und andere organische Stoffe. ①②

Mitochondrien. Innerhalb der Zellen erfolgt der Abbau der organischen Stoffe überwiegend in den Mitochondrien.

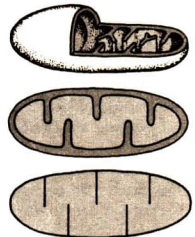
- ▶ *Mitochondrien sind Zellorganellen, in denen wichtige Stoff- und Energie-wechselprozesse (■ Atmung) ablaufen.*

Mitochondrien sind körnchen- oder fadenförmige Zellorganellen, die von einer Doppelmembran umgeben sind. Ihre innere Oberfläche ist durch Einstülpungen der inneren Membran vergrößert. Mitochondrien sind Zentren von Atmung und Energieumsetzung in den Zellen aller Organismen. Eine Zelle enthält in der Regel Hunderte Mitochondrien.

Energiefreisetzung. Chemisch ist der Prozeß der Energiefreisetzung eine Oxydation (exotherme Reaktion). Bei der Oxydation von Glukose außerhalb des Organismus (■ Verbrennung in einem Reagenzglas) wird die gesamte Energiemenge plötzlich in Form von Wärmeenergie frei. Im Organismus verläuft der Prozeß der Energiefreisetzung unter Enzymwirkung allmählich und stufenweise.



Mitochondrium (elektronenoptische Aufnahme)





Die Energiefreisetzung durch Atmung läuft ebenso wie die Photosynthese in zwei Phasen ab:

1. Phase: die organischen Stoffe werden unter Einwirkung von Enzymen schrittweise abgebaut. Diese Reaktionen erfolgen ohne Beteiligung von Sauerstoff. Es entstehen Kohlendioxid und Wasserstoff. Wasserstoffatome werden aber nicht frei, sondern an ein Enzym gebunden (RH_2). Das Kohlendioxid wird ausgeschieden. In dieser Phase der Atmung wird nur relativ wenig Energie freigesetzt.
2. Phase: den Hauptanteil an verwertbarer Energie liefert die Oxydation der an ein Enzym gebundenen Wasserstoffatome. Diese Oxydation erfolgt ebenfalls schrittweise, indem die Wasserstoffatome über mehrere nacheinander angeordnete Enzyme (Enzymketten) zu den Sauerstoffatomen transportiert werden. Dadurch wird Energie kontinuierlich freigesetzt.

Die freigesetzte Energie wird entweder als Wärmeenergie an die Umgebung abgegeben und kann dann von den Zellen nicht genutzt werden, oder sie wird durch Anlagerung eines Phosphatrestes an ein ADP-Molekül gebunden, wobei ein ATP-Molekül gebildet wird. Aus dem ATP-Molekül kann die gespeicherte Energie leicht wieder freigesetzt werden, wobei wieder ein ADP-Molekül entsteht ($\text{ADP} + \text{P} \rightleftharpoons \text{ATP}$).

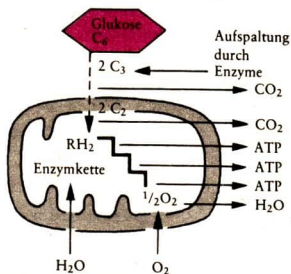
Schrittweiser Abbau eines Glukosemoleküls bei der Atmung

1. Phase

- schrittweise Zerlegung des Moleküls durch Enzyme
- Bildung von CO_2 und an ein Enzym gebundenem Wasserstoff (RH_2)

2. Phase

- schrittweise Oxydation des RH_2 , portionsweises Freiwerden von Energie
- Speicherung der Energie in ATP



- ① Nach der Zuckerrübenenernte sind die Betriebe bemüht, die Zuckerrüben sofort zu verarbeiten. Begründen Sie diese Tatsache!
- ② Kartoffelknollen sind im Herbst glatt und fest, dagegen im Frühjahr — auch schon vor dem Keimen — geschrumpft und welk. Auch Äpfel schrumpfen bei längerer Lagerung. Sie wiegen im Frühjahr auch weniger als im Herbst. Erklären Sie diese Erscheinungen!



Gärung

Die Gärung führt wie die Atmung zur Freisetzung von Energie aus organischen Stoffen und schließlich zur Bildung von ATP. Sie dient daher ebenfalls der Energieversorgung der Zellen. Im Unterschied zur Atmung erfolgt bei der Gärung der Abbau der organischen Stoffe nur unvollständig, die Menge der freigesetzten Energie ist geringer als bei der Atmung. Organismen, die auf diesem Wege ihren Energiebedarf decken, müssen wesentlich größere Stoffmengen umsetzen als atmende Lebewesen.

- ▶ *Gärung ist eine Form der Dissimilation, bei der der oxydative Abbau der organischen Stoffe unvollständig erfolgt. Es bleiben verhältnismäßig energiereiche organische Reaktionsprodukte erhalten (■ Äthanol, Milchsäure, Äthansäure). Sie werden meist ausgeschieden. Die Menge der freiwerdenden Energie ist bei der Gärung wesentlich geringer als bei der Atmung.*

Vorkommen und Ausgangsstoffe: Die Energiefreisetzung durch Gärung ist die seltenere Form der Dissimilation. Sie ist vor allem bei Bakterien und Pilzen (■ Hefen) verbreitet.

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

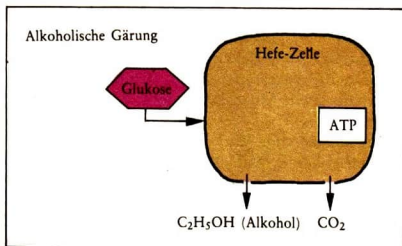
Die benötigten energiereichen organischen Ausgangsstoffe werden als Nahrung aus der Umgebung aufgenommen. Für einige Gärungen ist Sauerstoff erforderlich (■ Äthansäuregärung). Bei den meisten Gärungen wird kein Sauerstoff benötigt (■ Milchsäuregärung, alkoholische Gärung).

- ▶ *In der Natur kommen verschiedene Gärungen vor, sie werden nach dem jeweiligen Reaktionsprodukt benannt (■ Milchsäuregärung, alkoholische Gärung).*

Dissimilation		
	Dissimilation	
	Atmung	Gärung
Vorkommen:	alle Tiere, Mensch alle grünen Pflanzen viele Bakterien und Pilze	Bakterien Pilze (Hefen)
Ausgangsstoffe:	organische Körperstoffe (Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße)	organische Stoffe (Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße)
Endprodukte:	energiearme anorganische Stoffe (Kohlendioxid, Wasser)	energiehaltige organische Stoffe (■ Alkohol, Milchsäure) und energiearme Stoffe (Kohlendioxid)



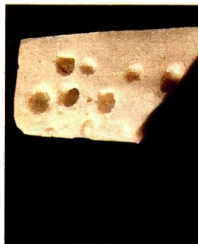
Alkoholische Gärung



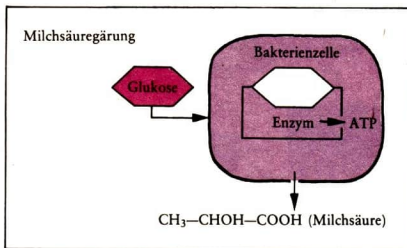
Alkoholische Gärung. Die alkoholische Gärung ist vor allem bei Hefepilzen verbreitet. Als Ausgangsstoff dient Glukose, die über Zwischenstufen zu Äthanol und Kohlendioxid vergoren wird. Diese Form der Gärung verläuft nur unter Ausschluß von Sauerstoff.

Der Abbau des Zuckers in den Hefezellen wird durch verschiedene Enzyme bewirkt. Von Bedeutung für die Hefezellen ist nur die freigesetzte Energie. Äthanol entsteht dabei als Abfallprodukt und hemmt bei einem Anteil von über 15 Prozent die Entwicklung der Hefepilze und damit die alkoholische Gärung.

Wirtschaftlich genutzt wird die alkoholische Gärung bei der Wein- und Bierherstellung sowie in der Backwarenherstellung. ①②



Milchsäuregärung ■ Käsezubereitung



- ① Führen Sie ein Experiment zur alkoholischen Gärung durch! Gehen Sie dabei nach der Anleitung (16) Seite 152 vor!
- ② Erarbeiten Sie unter Verwendung Ihnen zugänglicher Literatur einen Vortrag zur Wein- bzw. Bierherstellung!

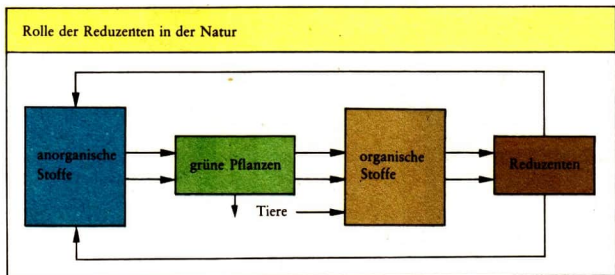


Milchsäuregärung. Milchsäuregärung kommt bei verschiedenen Bakterien vor; sie findet bei Sauerstoffmangel auch in tierischen und pflanzlichen Zellen (■ Muskelzellen, Zellen der Wurzelspitze) statt und verläuft ohne Sauerstoffverbrauch. Ausgangsstoff ist Glukose, die durch Enzyme zu Milchsäure abgebaut wird. Milchsäuregärung wird vom Menschen von alters her vielfältig genutzt. ①

- Die keimtötende Wirkung der Milchsäure dient dazu, Gemüse und Grünfutter zu konservieren. Auf Gärungen basiert auch die Käsebereitung sowie die Produktion von Joghurt.

Äthansäuregärung. Eine weitere wirtschaftlich bedeutsame Gärung ist die Äthansäuregärung. Sie wird durch Essigsäurebakterien hervorgerufen und verläuft nur unter Mitwirkung von Sauerstoff. Vergoren wird Äthanol. Es entsteht Äthansäure, die auch zur Herstellung von Speiseessig genutzt wird. ②

Fäulnis und Verwesung. Bei Sauerstoffmangel werden Eiweiße zu Wasser und Kohlendioxid sowie 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 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.



Einfluß äußerer Faktoren auf die Atmung und Gärung. Große wirtschaftliche Bedeutung hat die Tatsache, daß sowohl Atmung als auch Gärung durch äußere Faktoren beeinflusst werden. Niedrige Temperaturen verlangsamen sie, Temperaturerhöhungen bis + 40°C beschleunigen sie. Deshalb ist es möglich, Stoff-



verluste bei der Lagerung von Pflanzenteilen (■ Kartoffeln, Samen, Obst, Rüben) durch niedrige Temperaturen in den Lagerräumen zu verringern. ③

Die Atmung wird auch durch den Wassergehalt der Zellen sowie durch die Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentration der Luft beeinflusst. Bei geringem Wassergehalt ist die Atmung stark eingeschränkt (■ ruhende Samen, Sporen).

Kohlendioxid wirkt ebenfalls hemmend; erhöhte Sauerstoffkonzentration fördert die Atmung. ④

Atmung und Gärung sind verschiedene Formen der Dissimilation.

Die Atmung ist der Hauptweg der Energieabgabe bei fast allen Organismen. Sie verläuft bei den verschiedenen Gruppen der Lebewesen in prinzipiell gleicher Weise.

Alle lebenden pflanzlichen Zellen atmen Tag und Nacht.

Reaktionsort sind die Mitochondrien. Veratmet werden körpereigene organische Stoffe (■ Kohlenhydrate, Fette, auch Eiweiße), die unter Sauerstoffverbrauch zu Kohlendioxid und Wasser oxydiert werden. Die enthaltene Energie wird schrittweise freigesetzt und teilweise in ATP gespeichert.

Bei der Gärung sind die Reaktionsprodukte teilweise energiereicher, die Menge der freigesetzten Energie ist deshalb wesentlich geringer als bei der Atmung. Die freigesetzte Energie wird bei der Gärung ebenfalls durch die ADP/ATP-Reaktion gebunden und kann jederzeit genutzt werden.

Durch Gärung gewinnen einige Arten von Bakterien und Pilzen die lebensnotwendige Energie. Wirtschaftlich bedeutend sind vor allem die alkoholische Gärung, die Milchsäuregärung und die Essigsäuregärung.

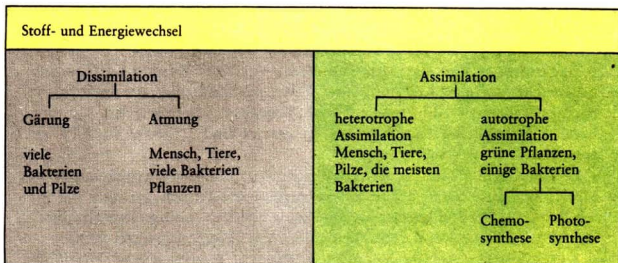
Durch Gärungen werden auch Reste von Lebewesen abgebaut (Fäulnis, Verwesung), das hat große Bedeutung für den Stoffkreislauf der Natur.

- ① Bei der Silierung von Mais wird die zerkleinerte Masse besonders fest zusammengepreßt und der Silo luftdicht abgeschlossen. Begründen Sie diese Maßnahme!
- ② Es kommt vor, daß Wein sauer wird. Erklären Sie diese Erscheinung!
- ③ Obst wird immer häufiger in großen, kühlen Räumen gelagert, in denen die Luft mit Kohlendioxid angereichert ist. Begründen Sie diese Verfahrensweise!
- ④ Trockene Getreidekörner können einige Jahre bei normaler Temperatur in Silos gelagert werden. Feuchte Körner erwärmen sich dagegen bei einer Lagerung sehr stark. Setzen Sie diese Erscheinungen zur Atmung in Beziehung und erklären Sie!



Zusammenwirken der Stoff- und Energiewechselprozesse

Stoff- und Energiewechsel bei autotrophen und heterotrophen Organismen. Ein wesentliches Merkmal aller lebenden Zellen ist ein ständiger Stoff- und Energie- wechsel. Er umfaßt sowohl bei autotroph als auch bei heterotroph lebenden Zellen zwei entgegengesetzt wirkende Grundprozesse: den Aufbau körpereigener Stoffe durch Assimilation unter Energieaufnahme und den Abbau körpereigener organischer Stoffe durch Dissimilation, wobei Energie freigesetzt wird. Assimilation und Dissimilation bilden zusammen den Stoff- und Energiewechsel. Sie sind entgegengesetzt wirkende, einander bedingende Prozesse. ① ②



- ▶ *Trotz der Mannigfaltigkeit der lebenden Natur stimmen die grundlegenden Prozesse der Stoff- und Energieumwandlung bei allen Organismen weitgehend überein.*

Sie beruhen auf einer geordneten Folge chemischer Reaktionen und physikalischer Vorgänge. Der schrittweise Ablauf wird durch räumliche Trennung unterschiedlicher Reaktionen (■ Photosynthese — Chloroplasten, Atmung — Mitochondrien) und durch Enzyme erreicht.

Alle Stoffwechselprozesse sind mit Energieumwandlungen verbunden, für die das Gesetz von der Erhaltung und Umwandlung der Energie gilt.

Die Energieumwandlungsprozesse in den lebenden Zellen sind mit der ADP/ATP-Reaktion verbunden.

Bei energieliefernden Vorgängen (■ 1. Phase der Photosynthese, Atmung, Gärung) wird ein Teil der freigesetzten Energie gebunden (gespeichert), indem

- ① Vergleichen Sie die Stoff- und Energiewechselprozesse und formulieren Sie eine Definition des jeweiligen Begriffes: Assimilation, autotrophe Assimilation, heterotrophe Assimilation, Photosynthese, Atmung, Gärung, Dissimilation!
- ② Erläutern Sie, in welchen Zellorganellen die Photosynthese und in welchen die Atmung erfolgt!



aus ADP-Molekülen durch Anlagerung eines Phosphatrestes ATP-Moleküle gebildet werden. Bei energieaufnehmenden Vorgängen (■ Bildung neuer Körperstoffe) dient das ATP-Molekül als Energiequelle, wobei wieder ADP-Moleküle entstehen.

Für die Aufrechterhaltung der Lebensprozesse ist Energie notwendig. Energiequelle für alle Lebewesen (■ Pflanzen, Tiere, Bakterien, Mensch) sind energiereiche organische Stoffe (■ Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße). Die darin enthaltene Energie wird durch Atmung oder Gärung freigesetzt und zum Teil in ATP-Molekülen gespeichert. Die ADP/ATP-Reaktion hat demnach für die Stoff- und Energieumwandlung zentrale Bedeutung.

Energie des Lichtes kann nur von chlorophyllhaltigen Pflanzenzellen im Prozeß der Photosynthese verwertet werden (Umwandlung der Energie des Lichtes in Energie der Stoffe in der ersten Phase der Photosynthese).

- *Der Aufbau energiereicher organischer Stoffe erfolgt bei den einzelnen Organismengruppen unterschiedlich.*

Die Beziehungen zwischen heterotroph und autotroph lebenden Zellen, Geweben und Organismen beruhen auf Unterschieden beim Aufbau körpereigener Stoffe. Da bei heterotroph lebenden Zellen, Geweben und Organismen energiereiche organische Stoffe die Grundlage für den Aufbau der Körperstoffe bilden, ist die Stoff- und Energieumwandlung autotroph lebender Zellen, Gewebe und Organismen Voraussetzung für die Lebensvorgänge bei heterotroph lebenden Organismen.

- Die Wurzel der Sproßpflanze ist von der Produktion organischer Stoffe durch die Laubblätter abhängig. Heterotroph lebende Organismen (■ Mensch, Tiere, Pilze, die meisten Bakterienarten) können nur existieren, wenn durch autotroph lebende Organismen (■ grüne Pflanzen, einige Bakterien) aus energiearmen

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



anorganischen Stoffen (■ Wasser, Kohlendioxid) ständig neue energiereiche organische Stoffe gebildet werden.

Die grünen Pflanzen nehmen deshalb in der lebenden Natur eine zentrale Stellung ein.

Die chlorophyllhaltigen Pflanzen produzieren ständig neue organische Stoffe. Sie sind Produzenten. Die von den Produzenten gebildeten organischen Stoffe dienen den Tieren und dem Menschen direkt oder indirekt als Nahrung. Diese Organismen sind Konsumenten.

Tote organische Stoffe werden von Bakterien wieder zu energiearmen anorganischen Stoffen abgebaut. Sie sind Reduzenten. Dadurch wird ein Gleichgewicht der Stoffe erreicht, das die Voraussetzung für die Erhaltung des Lebens bildet. ①

Zusammenhang zwischen lebender und nichtlebender Natur. Lebewesen können nur existieren, wenn sie Stoffe und Energie aus der nichtlebenden Natur aufnehmen. Physikalische Vorgänge und chemische Reaktionen sind an allen Lebensvorgängen beteiligt. Lebende und nichtlebende Natur bestehen aus den gleichen Elementen. Sie haben eine einheitliche materielle Grundlage. Leben ist deutlich von der nichtlebenden Natur abgegrenzt (■ durch Enzyme gesteuerte 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 die Menschen von großer Bedeutung, die biologischen Gesetzmäßigkeiten immer umfassender zu erkennen, um sie bei der Nahrungsproduktion, der Erhaltung der natürlichen Bedingungen und der planmäßigen Gestaltung der Umwelt zu seinem Wohle zu nutzen.

- ① Fertigen Sie eine schematische Übersicht an, die die Beziehungen zwischen heterotroph und autotroph lebenden Organismen veranschaulicht!
- ② Wiederholen Sie Ihre Kenntnisse über Reizbarkeit und Reizreaktion beim Menschen! Benutzen Sie dazu Bio i Ü! Formulieren Sie einen Merksatz!
- ③ Vergleichen Sie Ihre Erfahrungen über die Reaktion von Pflanzen auf Umwelteinflüsse (■ Licht) mit Ihren Kenntnissen über die Reizreaktion beim Menschen!
- ④ Nennen Sie Stadien der Individualentwicklung bei Tieren (■ Fisch, Frosch, Insekt) und dem Menschen! Formulieren Sie Ihre Vermutung über Entwicklungsstadien bei Pflanzen!



Reizbarkeit, Fortpflanzung, Individualentwicklung



Blattranken (Garten-Erbse)



Fortpflanzungsorgane (Kirsche)



Keimpflanzen (Rot-Buche)



Vollentwickelter Baum (Rot-Buche)

Pflanzen stehen, ebenso wie die Tiere, in ständiger Wechselwirkung mit ihrer Umwelt. Sie werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst (↑ S. 95). Die Umwelteinflüsse wirken auf Lebensvorgänge fördernd oder hemmend ein.

Reizbarkeit, Fortpflanzung und Individualentwicklung sind Merkmale des Lebens, sie laufen bei allen Organismen in prinzipiell gleicher Weise ab. ②③

Fortpflanzung erfolgt bei Pflanzen und Tieren geschlechtlich und ungeschlechtlich. Während bei Tieren ungeschlechtliche Fortpflanzung vor allem bei niederen Tieren (■ Hohltiere) vorkommt, ist sie bei Pflanzen weit verbreitet.

Wachstum und Individualentwicklung sind eng miteinander verknüpft. Pflanzen und Tiere durchlaufen während ihrer Individualentwicklung bestimmte, in gesetzmäßiger Folge auftretende Stadien. ④



Reizbarkeit und Bewegungen der Pflanzen



Wachstumsbewegungen einer Ranke (Reaktion auf Berührungsreiz; ■ Zaunrübe)

Lebewesen können Reize aus der Umwelt aufnehmen und darauf auf verschiedene Weise reagieren.

- Einzeller können sich mit Hilfe von Geißeln oder Wimpern frei im Wasser bewegen. Werden sie durch Licht, Nahrungsstoffe oder Chemikalien gereizt, so bewegen sie sich zur Reizquelle hin oder entfernen sich von ihr. Ähnlich ist es bei männlichen Geschlechtszellen.

Reizbarkeit bei Sproßpflanzen. Sproßpflanzen sind an einen Standort gebunden. Sie besitzen kein Nervengewebe und keine Muskeln. Dennoch reagieren sie auf Reize.

Jede Pflanze nimmt in ihrer Umwelt eine ganz bestimmte Lage ein. Verändert die Pflanze ihre ursprüngliche Lage oder die Stellung bestimmter Pflanzenteile nach Einwirkung von Reizen (■ Licht, Erschütterung), so ist diese Richtungsänderung eine pflanzliche Bewegung, die eine Reaktion der Pflanze auf Reize darstellt.

Bewegungen bei Sproßpflanzen können durch Wachstum erfolgen. Wachsen einzelne Organe oder Organteile nicht gleichmäßig, so entsteht eine Krümmungsbewegung (↑ Abb. S. 73). Wachstumsbewegungen sind nur im Bereich wachsender Zellen (↑ S. 84) möglich, sie treten vor allem an Sproß- und Wurzelspitzen auf. Sie erfolgen langsam und sind nicht umkehrbar. Die meisten Bewegungen bei Sproßpflanzen erfolgen langsamer als Bewegungen bei Tieren und zeigen oft nur geringe Veränderungen gegenüber der Ausgangsstellung. Deshalb sind die Bewegungen bei Pflanzen nicht so auffällig und werden weniger beachtet als Bewegungen der Tiere.

Die Reaktionen pflanzlicher Organismen auf Reize aus der Umwelt dienen ebenso wie bei Tieren und den Menschen der Erhaltung des Lebens, denn sie ermöglichen wesentliche Lebensfunktionen im Lebensraum (■ Orientierung, Aufnahme von Nahrung, Fortpflanzung).



- ▶ *Reizbarkeit ist die Eigenschaft aller lebenden Organismen, auf Reize zu reagieren. Sie ist an lebendes Protoplasma gebunden und deshalb bei Zellen, Geweben und Organen vorhanden. Als Reaktionen können bei allen Lebewesen Bewegungen auftreten.*

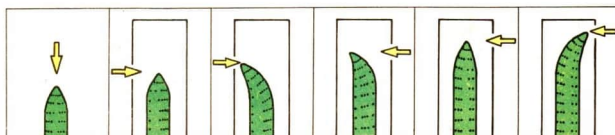
Reaktionen auf Lichtreize. Lichtreize werden in der äußersten Sproßspitze von einem Pigment aufgenommen. Dabei werden photochemische Reaktionen ausgelöst, die auf die Verteilung eines Pflanzenhormons wirken. Wird die Sproßspitze einer Keimpflanze von allen Seiten gleichmäßig belichtet, so wird das in der Sproßspitze gebildete Hormon gleichmäßig in der Sproßachse verteilt und abwärts geleitet. Die Sproßachse wächst gerade in die Höhe. Bei einseitiger Belichtung der Sproßspitze wird auf der unbelichteten Seite der Sproßachse mehr Hormon aus der Sproßspitze nach unten transportiert als auf der belichteten Seite. Der höhere Hormonanteil führt auf der unbelichteten Seite zu einem schnelleren Wachstum und damit zu einer Krümmung der Sproßachse zum Licht.

- ▶ *Sproßpflanzen reagieren mit Krümmungsbewegungen auf einseitige Lichtreize, sie wenden sich dem Licht zu. Dieser Vorgang heißt Lichtwendigkeit (Phototropismus).*

Durch solche Wachstumsbewegungen gelangen die Sprosse vieler Pflanzen wieder in eine günstige Lage zum Sonnenlicht und können dieses besser für die Photosynthese nutzen. Gut belichtete Sproßpflanzen haben einen intensiven Stoffwechsel und deshalb meist kräftig ausgebildete Laubblätter und große Früchte.



Lichtreaktion bei Senfkeimlingen; Schema unten: Getreidekeime



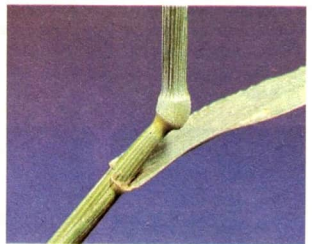
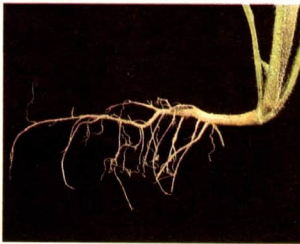


Reaktionen auf andere Reize. Die Schwerkraft der Erde wirkt auf die Pflanzen ebenfalls als Reiz. Die Hauptwurzel einer Sproßpflanze wächst deshalb in Richtung zum Erdmittelpunkt (■ Erdwendigkeit bei Senfkeimlingen), die Sproßachse entgegengesetzt. Bei veränderter Lage (■ waagrecht liegende Pflanze) werden durch bestimmte Zellbestandteile andere Teile des Zellplasmas gereizt. Dadurch wird eine ungleichmäßige Hormonverteilung in Sproßachse und Wurzel ausgelöst. Das führt zu ungleichem Wachstum, so daß Sproßachse und Wurzel sich krümmen. Die Wurzel wächst nun wieder in Richtung Erdmittelpunkt, die Sproßachse entgegengesetzt (↑ Abb. S. 74). ①②③

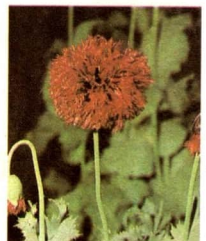
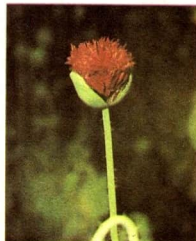
Auch Berührungsreize können bei Pflanzen Reaktionen auslösen.

- Berühren die Ranken der Garten-Erbse einen festen Körper, so krümmt sich die Rankenspitze durch verstärktes Wachstum an der Seite, die der Berührungsstelle gegenüberliegt. Da sich dieser Vorgang ständig wiederholt, rollt sich die Ranke spiralfederartig auf (↑ Abb. S. 72).

Bei Pflanzen kommen auch schneller verlaufende Bewegungen vor. Sie können bei Einwirkung eines Reizes durch plötzliche Druckveränderungen in bestimmten



Reaktion auf Schwerkraftreiz



Wachstumsbewegungen bei Blüten (■ Mohn)



Öffnungsbewegung bei Blüten (■ Scerose)

Pflanzenteilen ausgelöst werden (■ Klappbewegungen der Mimose und des Sonnentaus, Öffnungs- und Schließbewegungen der Spaltöffnungen; ↑ Abb. S. 76). Bei der Mimose kann durch Einwirkung mechanischer Reize schlagartig an bestimmten Stellen (■ Gelenkpolster, ↑ Abb. S. 76) Zellsaft in Interzellularräume abgegeben werden. Dadurch ändert sich plötzlich der Zellinnendruck, das Gelenkpolster erschlafft, und das Laubblatt senkt sich.

Die Reizaufnahme erfolgt nicht am gleichen Ort wie die Reaktion. Wird eine Mimose stark gereizt, so wird die Erregung auch in entferntere Laubblätter geleitet und führt auch dort zum Zusammenklappen. Diese Pflanzenbewegungen sind keine Wachstumsbewegungen, sie sind umkehrbar. Die Laubblätter der Mimose zeigen nach 15 bis 30 Minuten wieder ihre natürliche Stellung. ④⑤⑥⑦

- ① Erläutern Sie die Aufnahme von Lichtreizen bei Ringelwürmern, Insekten und Säugetieren! Vergleichen Sie diese mit der Lichtwendigkeit bei Sproßpflanzen! Benutzen Sie dazu Bio i Ü, Seite 165, 166, 215, 216! Fassen Sie das Ergebnis in einer allgemeinen Aussage zusammen!
- ② Weisen Sie experimentell an Keimpflanzen nach, daß eine Reaktion auf Lichtreize nur erfolgt, wenn die Sproßspitze belichtet ist! Überlegen Sie, wie dieses Experiment angelegt werden kann!
- ③ Erklären Sie die Erscheinung, daß Bäume an Berghängen ebenso wie in der Ebene in Richtung des Lotes (vertikal) stehen!
- ④ Vergleichen Sie Reizvorgänge bei tierischen und pflanzlichen Organismen! Fassen Sie die Übereinstimmungen und Unterschiede in einer Tabelle zusammen!
- ⑤ Weisen Sie an Beispielen nach, daß Reizbarkeit ein allgemeines Lebensmerkmal ist!
- ⑥ Begründen Sie, warum manche Zimmerpflanzen regelmäßig gedreht werden sollen!
- ⑦ Beobachten Sie die Wachstumsbewegungen der Kronblätter bei Schneeglöckchen oder Tulpe! Messen Sie täglich die Länge der Kronblätter! Erläutern Sie die Ergebnisse!



Reaktion auf Berührungsreiz, Mimose (links vor, Mitte und rechts nach der Reizung)



Reaktion auf Berührungsreiz, Sonnentau ▼ (insektenvertilgende Pflanze mit Beutetier)

► *Sproßpflanzen reagieren auf Lichtreize, Berührungsreize und Temperaturreize und den Schwerereiz.*

Andere Pflanzenbewegungen. Unabhängig von Reizvorgängen gibt es bei Pflanzen noch Quellungs- und Entquellungsbewegungen (■ Kiefernzapfen öffnen und schließen sich in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit). Diese Bewegungen entstehen durch unterschiedliche Quellbarkeit verschiedener Zellschichten und beruhen auf physikalischen Vorgängen, die nicht an das Protoplasma gebunden sind. Darin unterscheiden sich die Quellungs- und Entquellungsbewegungen von Reizreaktionen. ①

- ① Vergleichen Sie die Öffnungsbewegungen des Blütenkorbes einer trocknenden Strohlume mit denen einer aufblühenden Krokusblüte! Kennzeichnen Sie die verschiedenen Vorgänge und deren Ursachen!
- ② Stellen Sie die Formen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung bei den Samenpflanzen übersichtlich zusammen!
- ③ Vermehren Sie verschiedene Pflanzen! Arbeiten Sie nach der Anleitung (17) auf Seite 152!



Fortpflanzung



Geschlechtliche Fortpflanzung (Garten-Erdbeere, Blüten u. Früchte)



Ungeschlechtliche Fortpflanzung (Garten-Erdbeere, Ranke mit Tochterpflanze)

Die einzelnen Individuen leben nur eine begrenzte Zeit. Viele Pflanzensippen kommen aber schon Millionen Jahre auf der Erde vor (■ Farne). Pflanzen erzeugen wie andere Organismen in bestimmten Stadien ihrer Individualentwicklung Nachkommen (Fortpflanzung), die in den wesentlichen Merkmalen den Eltern gleichen. Durch Fortpflanzung bleibt die Art durch die Aufeinanderfolge der Generationen erhalten.

- ▶ *Fortpflanzung ist die Eigenschaft aller Organismen, artgleiche Nachkommen hervorzubringen. Sie ist ein Merkmal des Lebens.*

Bei Pflanzen und Tieren gibt es verschiedene Formen der Fortpflanzung. In den grundlegenden Vorgängen der Fortpflanzung zeigen sich jedoch viele Übereinstimmungen. ② ③

- ▶ *Organismen pflanzen sich ungeschlechtlich oder (und) geschlechtlich fort.*

Die Fortpflanzung ist in der Regel mit einer Vermehrung (Erhöhung der Individuenzahl) verbunden.

Durchschnittsalter einiger Pflanzenarten

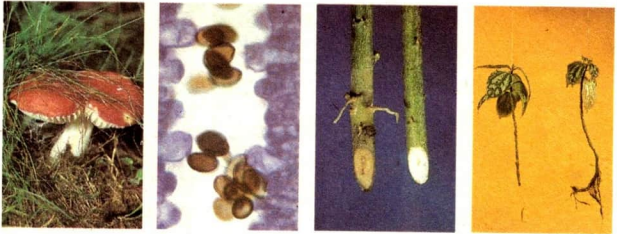
Cholera Bazillus	20 bis 30 Minuten
Echte Kamille	1 Jahr
Wiesen-Kümmel	2 Jahre
Gemeiner Hopfen	20 Jahre
Wacholder	500 Jahre
Efeu	400 bis 1000 Jahre
Stiel-Eiche	200 bis 2000 Jahre
Borsten-Kiefer	4900 Jahre

Samenproduktion bei einigen Pflanzenarten (Durchschnittswerte je Individuum)

Roggen	250
Mais	800
Acker-Kratzdistel	4 600
Vogelmiere	15 000
Gemeines Hirtentäschel	40 000
Echte Kamille	200 000
Kleinblütiges Knopfkraut	300 000
Schwarz-Pappel	28 000 000



Ungeschlechtliche Fortpflanzung



Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sporen (links) und durch Bewurzeln von Stecklingen (rechts)

- ▶ Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung entsteht das neue Lebewesen aus einer Zelle oder aus Gewebeteilen eines Organismus ohne Befruchtung. Eltern und Nachkommen besitzen gleiche Merkmale.

Fortpflanzung durch Einzelzellen. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Einzelzellen erfolgt durch Zellteilung oder als Sporenbildung. Einzellige Organismen (■ Bakterien, Algen) teilen sich in bestimmten Zeitabständen.

Organismen ohne abgegrenzten Zellkern (■ Bakterien) teilen sich (Spaltung) unter günstigen Bedingungen mehrmals in der Stunde.

Pilze, Moose und Farnpflanzen bilden in großen Mengen ungeschlechtliche Fortpflanzungszellen (Sporen), die von einer festen Hülle umgeben sind. Unter günstigen Bedingungen keimen die Sporen zu einem neuen Organismus aus.

Fortpflanzung durch Gewebeteile. Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Zellkomplexe entstehen die Nachkommen aus vielzelligen Teilen des Elternorganismus (■ Ausläufer, Zwiebel). Samenpflanzen haben während ihres Lebens an vielen Teilen der Wurzel, der Sprossachse und der Laubblätter teilungsfähiges Gewebe. Diese Gewebe ermöglichen ein ständiges Wachstum der Pflanze, sie können außerdem Gewebeteile ausbilden, die alle Organe einer Pflanze regenerieren können. Vielfach dienen Gewebeteile als Nährstoffspeicher für die sich entwickelnde neue Pflanze.

Bei Tieren ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung nur bei relativ einfach gebauten Tieren (■ Knospung bei Süßwasserpolypp) verbreitet.

Bei den Samenpflanzen ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung weit verbreitet.

In der Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau wird die ungeschlechtliche Fortpflanzung vielfach zur Vermehrung der Samenpflanzen genutzt.

Dadurch können in kurzer Zeit große Pflanzenbestände gewonnen werden, in denen jede Einzelpflanze in allen Merkmalen der Elternpflanze gleicht (■ Obstgehölze und Rosen durch Okulieren und Pfropfen).



Aus Pflanzenarten, die Gewebeteile zur ungeschlechtlichen Fortpflanzung ausbilden, sind Sorten gezüchtet worden, die in diesen Gewebeteilen größere Mengen an Nährstoffen speichern. Solche Pflanzenarten sind wichtige Nahrungsmittel (■ Kartoffel, Zwiebel) und Rohstofflieferanten (■ Stärke). ①

Seit einigen Jahren werden in einigen Pflanzenzuchtinstituten und Gärtnereien in größerem Umfang aus einzelnen Zellen oder kleinsten Gewebeteilchen auf speziellen Nährböden ganze Pflanzen herangezogen. Diese Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung bei Samenpflanzen bringt viele Vorteile (■ geringerer Platzbedarf für die Anzucht, schnelle Vermehrung wertvoller Pflanzen) und wird in zunehmendem Maße in Gärtnereien und forstwirtschaftlichen Betrieben angewandt (■ Anzucht von Chrysanthemen, Nelken, Bäumen für die Forstwirtschaft). ②



Wurzelstock (■ Maiglöckchen)



Ausläufer (■ Quecke)



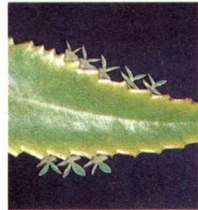
Brutzwiebeln (■ Knoblauch)



Brutkörper in Blattachseln
(■ Lilie)



Brutknollen (■ Gladiole)



Brutpflanzen (■ Brutblatt)

- ① Erklären Sie, warum bei der Vermehrung von hochwertigen Pflanzkartoffeln krank erscheinende Stauden vor der Ernte vernichtet werden!
- ② Nennen Sie Beispiele für die Anwendung der ungeschlechtlichen Fortpflanzung in der Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau! Erläutern Sie, welche Bedeutung diese Form der Pflanzenvermehrung hat!



Geschlechtliche Fortpflanzung



Zwitterblüte
(■ Türkenbund-Lilie ▼)



Eingeschlechtige Blüten,
einhäusig (■ Lärche)

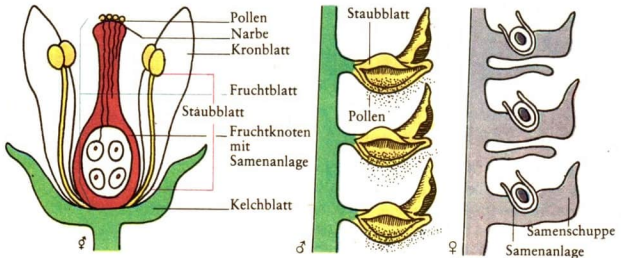


Eingeschlechtige Blüten,
zweihäusig (■ Weide ▼)

- *Geschlechtliche Fortpflanzung ist die Form der Fortpflanzung, bei der eine weibliche und eine männliche Geschlechtszelle zu einer befruchteten Eizelle verschmelzen. Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich ein neuer Organismus, der Merkmale der Eltern zeigt.*

Die Geschlechtszellen entwickeln sich bei mehrzelligen Organismen in besonderen Fortpflanzungsorganen. Samenpflanzen bilden als Fortpflanzungsorgane Blüten aus.

Bau der Blüten. Blüten können in der Farbe, in der Größe und im Bau sehr unterschiedlich sein. Sie bestehen meist aus den Fruchtblättern, in denen sich die Samenanlagen mit den weiblichen Geschlechtszellen (Eizellen) entwickeln, aus den Staubblättern, die die Pollen mit den männlichen Geschlechtszellen ausbilden, und der Blütenhülle (Kelch- und Kronblätter). Bei den Nacktsamern liegen die Samenanlagen frei auf der Samenschuppe.





Geschlechtsverhältnisse. Organismen können eingeschlechtig oder zweigeschlechtig (zwittrig) sein. Blüten, die sowohl Staub- als auch Fruchtblätter enthalten (■ Kirsche, Acker-Senf), sind Zwitterblüten.

Eingeschlechtige Blüten enthalten entweder nur Staub- oder nur Fruchtblätter. Bei Samenpflanzen mit eingeschlechtigen Blüten wird zwischen ein- und zweihäusigen Pflanzen unterschieden. An einhäusigen Pflanzen kommen männliche und weibliche Blüten auf derselben Pflanze vor. Zweihäusige Pflanzen haben nur männliche oder weibliche Blüten (■ Weide, Eibe). ①②

Bestäubung. Zwischen dem Bau der Blüte bei den bedecktsamigen Pflanzen und der Art der Übertragung der Pollen auf das Fruchtblatt bestehen enge Beziehungen (■ Wind-, Insektenbestäubung).

Durch Insekten bestäubte Blüten haben meist große, leuchtend farbige Kron- oder Kelchblätter (Lockorgane). Sie enthalten oft Geruchsstoffe und Nektar. Die oberen Teile des Fruchtblattes (Narbe) und die Pollen sind klebrig. Es werden meist nur geringe Pollenmengen erzeugt. ③④

Nach der Herkunft der Pollen, die auf die Narbe übertragen werden, wird zwischen Fremdbestäubung (Pollen einer anderen Blüte) und Selbstbestäubung (Pollen derselben Blüte) unterschieden.

Befruchtung und Samenbildung. Nachdem der Pollen auf die Narbe gelangt ist (Bestäubung), entwickelt sich aus dem Pollen der Pollenschlauch. Im Pollenschlauch entsteht durch Zellteilung die männliche Geschlechtszelle mit dem Zellkern. Durch den Pollenschlauch gelangt die männliche Geschlechtszelle auf die Eizelle. Die Zellkerne beider Geschlechtszellen verschmelzen miteinander (Befruchtung). Aus der Samenanlage mit der befruchteten Eizelle entwickelt sich der Samen. Einige innere Zellen der Samenanlage speichern Reservestoffe für die spätere Entwicklung des Keimlings. Die äußeren Gewebe der Samenanlage werden zur schützenden Samenschale. Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich im Samen der Keimling, der aus Keimwurzel, Keimproß und Keimblatt besteht.

- ① Wählen Sie aus den folgenden Aussagen die richtigen aus! Begründen Sie Ihre Auswahl! Benutzen Sie Bio i Ü!
 - Alle Pflanzen mit zwittrigen Blüten sind einhäusig.
 - Alle getrenntgeschlechtigen Blüten entwickeln sich auf zweihäusigen Pflanzen.
 - Alle einhäusigen Pflanzen haben eingeschlechtige Blüten.
 - Alle zwittrigen Blüten werden durch Insekten bestäubt.
- ② Ordnen Sie die Pflanzenarten (■ Mais, Acker-Senf, Saat-Roggen, Gemeine Kiefer, Gemeine Haselnuß, Sal-Weide, Vielblättrige Lupine) in einer Tabelle nach den Geschlechtsverhältnissen!
- ③ Nennen Sie je drei Samenpflanzenarten, deren Blüten durch Insekten bzw. durch den Wind bestäubt werden!
- ④ Beschreiben Sie den Bau einer durch den Wind bestäubten Blüte! Fertigen Sie dazu eine stark vereinfachte Skizze an! Kennzeichnen Sie die Unterschiede im Bau gegenüber einer von Insekten bestäubten Blüte!



Samen sind durch Befruchtung entstandene mehrzellige Fortpflanzungskörper. Sie bestehen aus dem Keimling, den Reservestoffen und der Samenschale.

Verbreitung von Samen und Früchten. Bei bedecktsamigen Pflanzen wächst während der Entwicklung des Samens meist das Fruchtblatt zur Frucht heran, die den Samen umschließt und vor allem die Verbreitung und dem Schutz des Samens dient. Sie kann einen Samen (■ Sauer-Kirsche) oder viele Samen (■ Mohn) einschließen und fleischig oder trocken sein. Reife Samen und Früchte haben oft besondere Einrichtungen (■ Flug- und Hafteinrichtungen), die ihre Verbreitung stark begünstigen. ①

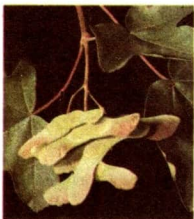


Verbreitung durch Ausschleudern (Selbstverbreitung):

- Wand der reifen Frucht springt auf, Teilfrucht wird fortgeschleudert
- Goldregen

Verbreitung durch Ausstreuen (Selbstverbreitung):

- Reife Fruchtwand öffnet sich, Samen wird ausgestreut
- Acker-Hellerkraut



Verbreitung durch Wind (Fremdverbreitung):

- Früchte mit Schwebereinrichtung (Flügel)
- Feld-Ahorn

- Früchte mit Schwebereinrichtungen (Haare)
- Wiesen-Bocksbart



Verbreitung durch Tiere (Fremdverbreitung):

- Früchte meist fleischig, dienen als Nahrung, unverdaute Samen werden ausgeschieden
- Sanddorn

- Frucht mit Grannen, haftet am Fell
- Klette



Wachstum und Individualentwicklung



Entwicklung einer Samenpflanze (■ Garten-Bohne)

Wachstum und Individualentwicklung sind ebenfalls Merkmale des Lebens.

- ▶ *Wachstum ist ein nicht umkehrbarer Lebensvorgang, bei dem sich lebende Substanz vermehrt und lebende Teile ihr Volumen bleibend vergrößern.*

Wachstumsvorgänge sind mit qualitativen Veränderungen in den Zellen verbunden (↑ Differenzierung, S. 89). Diese Veränderungen sind Entwicklungsvorgänge. Wachstums- und Entwicklungsvorgänge lassen sich schwer voneinander trennen und müssen immer im Zusammenhang betrachtet werden. ②③

- ▶ *Individualentwicklung ist ein Lebensprozeß, der alle qualitativen Veränderungen von der Befruchtung der Eizelle bis zum Tode eines Lebewesens umfaßt.*

Die Entstehung des Keimlings aus der befruchteten Eizelle, die Keimung des Samens, die Herausbildung von speziellen Geweben des Blattes, der Sprossachse, der Wurzel, die Ausbildung von Blüten und Früchten und schließlich das Altern und der Tod sind Entwicklungsvorgänge.

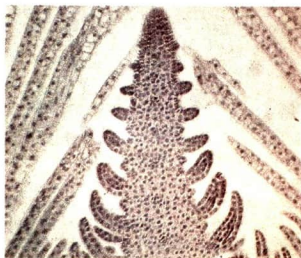
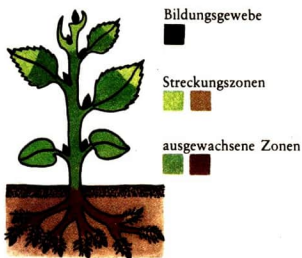
- ① Schließen Sie aus dem Bau verschiedener Samen und Früchte auf Möglichkeiten ihrer Verbreitung! Stellen Sie die Beispiele in einer Tabelle zusammen!
- ② Erläutern Sie die Begriffe Wachstum und Individualentwicklung!
- ③ Erläutern Sie an Beispielen den Zusammenhang von Wachstum und Individualentwicklung!



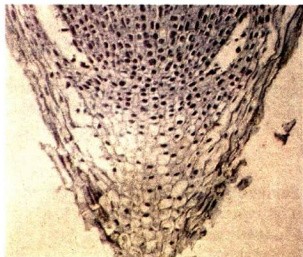
Plasmawachstum und Zellteilung. Eine durch Teilung entstandene junge Pflanzenzelle wächst zunächst zur Größe ihrer Mutterzelle heran. Das ist nur möglich, wenn in der Zelle neues Protoplasma entsteht. Aus den Assimilaten (■ Eiweiße, Fette, Kohlenhydrate) werden Plasmabestandteile (■ Mitochondrien, Membranen, Chloroplasten) aufgebaut.

Das Plasmawachstum einer Pflanzenzelle dauert etwa 15 bis 20 Stunden. Nach Beendigung des Plasmawachstums können sich diese Zellen teilen oder sich über das Streckungswachstum zu differenzierten Dauerzellen entwickeln, die spezielle Funktionen ausüben. ①②

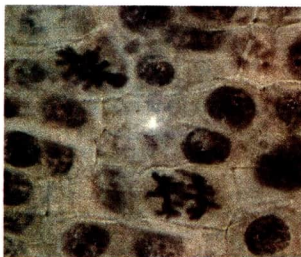
Plasmawachstum und Zellteilung finden bei Pflanzen während des gesamten Lebens in den Bildungsgeweben statt, das sich besonders in den Sproß- und Wurzelspitzen sowie in bestimmten Blattabschnitten der Sproßpflanzen befindet. Die Zellen des Bildungsgewebes werden vollständig vom Protoplasma ausgefüllt. Der Zellkern ist groß und die Zellwand zart und dehnbar.



Bildungsgewebe (Sproßspitze; 400:1)



Bildungsgewebe (Wurzelspitze; 400:1)



Zellteilung im Bildungsgewebe (1000:1)



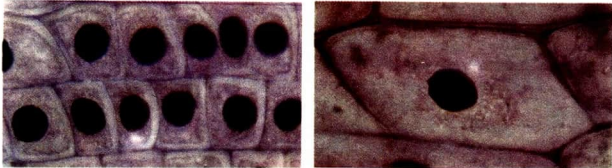
Streckungswachstum. Streckungswachstum erfolgt durch Wasseraufnahme in undifferenzierte Zellen, die sich zu differenzierten Dauerzellen entwickeln.

Innerhalb weniger Stunden kann sich die Zelle um das 10- bis 50fache vergrößern. Das Austreiben der Knospen im Frühjahr erfolgt oft sehr schnell. Das ist ausschließlich auf das Streckungswachstum zurückzuführen.

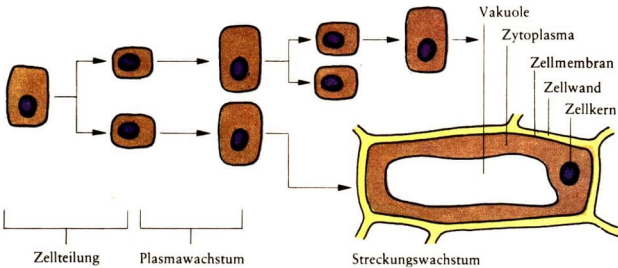
Beim Streckungswachstum nimmt die Zelle in relativ kurzer Zeit sehr viel Wasser durch Osmose auf. ③

Das aufgenommene Wasser drückt die Zelle in die Länge, sie streckt sich, es bilden sich Vakuolen. Während des Streckungswachstums wird neues Zellwandmaterial gebildet.

Diese Form des Wachstums kommt nur bei Pflanzen vor. Streckungswachstum erfolgt in den Streckungszonen, die sich an das Bildungsgewebe anschließen.



Zelldifferenzierung (links undifferenzierte, rechts differenzierte Zellen; 1200:1)



- ① Beschreiben Sie die Teilung einer Pflanzenzelle! Benutzen Sie dazu Bio i Ü Seite 138 und 201!
- ② Beobachten Sie das Bildungsgewebe eines Sternmooses mikroskopisch! Richten Sie sich nach der Arbeitsanleitung in Bio i Ü, Seite 309 ff.
- ③ Erklären Sie die Wasseraufnahme durch Zellen mit Hilfe der physikalischen Vorgänge Diffusion und Osmose!



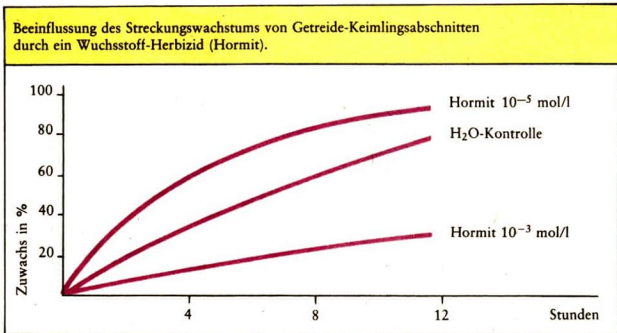
Regulierung von Wachstumsvorgängen. Wachstumsvorgänge bei Pflanzen werden durch das Zusammenwirken von Hormonen, die von der Pflanze gebildet werden (Pflanzenhormone), und von Einflüssen der Umwelt (■ Licht, Temperatur, ↑ S. 95) reguliert.

Seit 1928 ist bekannt, daß Pflanzenhormone besonders starken Einfluß auf das Streckungswachstum haben. Ohne die Gegenwart solcher Hormone würde keine Zellstreckung stattfinden. Inzwischen sind weitere Pflanzenhormone bekannt geworden, die an der Regulierung von Wachstums- und Entwicklungsvorgängen beteiligt sind (■ Regulierung der Zellteilung).

Heute werden viele Wirkstoffe, die als Hormone wirken, synthetisch hergestellt (■ im Chemiekombinat Bitterfeld, Synthesewerk Schwarzheide). Sie können unter anderem als Unkrautbekämpfungsmittel (Herbizide) eingesetzt werden.

Die Hormonwirkung ist deutlich von der Konzentration des Wirkstoffes abhängig. Da zu hohe Konzentrationen das Wachstum hemmen, können synthetische Wirkstoffe auch zur Hemmung von unerwünschtem Pflanzenwachstum eingesetzt werden. Einige Wirkstoffe beeinflussen nur bestimmte Pflanzengruppen. Sie können zur Bekämpfung von Unkräutern in Kulturpflanzenbeständen verwendet werden (■ Vernichtung zweikeimblättriger Unkräuter in Getreidekulturen). ①

Für die Anwendung von Wirkstoffen sind Sorgfalt und ein hohes Maß an Sachkenntnis erforderlich. Durch Einsatz richtiger Mengen zum geeigneten



- ① Erläutern Sie die Wirkung verschiedener Hormonkonzentrationen auf das Streckungswachstum von Getreide-Keimlingsabschnitten! Werten Sie dazu die grafische Darstellung auf Seite 86 aus! Ziehen Sie Schlußfolgerungen für die Anwendung von Herbiziden in der Praxis!



Zeitpunkt können wesentliche Ertragssteigerungen in der Pflanzenproduktion erreicht werden.

- Durch Anwendung des Herbizids SYS 67 Actril C (6 l/ha) zur Unkrautbekämpfung stieg der Körnerertrag bei Wintergerste von 44 dt/ha auf 58 dt/ha.

Herbizide können auch so eingesetzt werden, daß sie dem Menschen Schaden zufügen.

- Die USA haben im verbrecherischen Vietnam-Krieg von 1961 bis 1969 43 % des Ackerlandes und 44 % der Waldfläche Südvietnams durch den Einsatz von Herbiziden in hohen Konzentrationen verwüstet. Dieser Mißbrauch wissenschaftlicher Erkenntnisse hat weltweite Proteste ausgelöst.



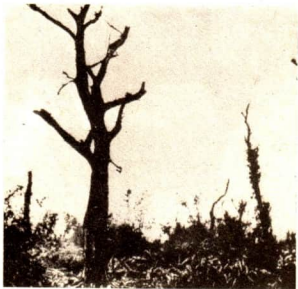
Unkraut im Getreidefeld



Unkrautpflanze nach Herbizideinsatz



Unkrautfreies Getreidefeld nach Herbizideinsatz



Herbizidmißbrauch durch die USA in Vietnam



Individualentwicklung. Die Individualentwicklung umfaßt alle qualitativen Veränderungen während des Lebens einer Pflanze (■ Keimung, Bildung von Blüten, Samen und Früchten).

Diese Veränderungen sind untrennbar mit Wachstumsvorgängen einer Pflanze verknüpft. ①

Keimung der Samen. Die Samen vieler Pflanzenarten (■ Mohn) sind sofort nach der Reife keimfähig. Bei anderen Pflanzenarten (■ Fichte, Apfel) keimen die Samen erst nach einer Ruheperiode, die für die verschiedenen Arten unterschiedlich lang ist (■ Birne etwa 90 Tage). Die Keimfähigkeit bleibt ebenfalls unterschiedlich lange erhalten (■ Pappel wenige Tage, Garten-Bohne 3 bis 5 Jahre, Besenginster etwa 100 Jahre). ②

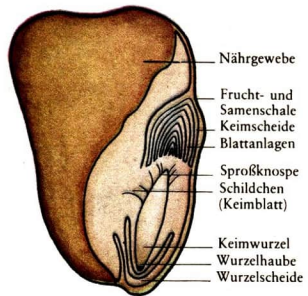
Mit der Keimung der Samen beginnt die selbständige Entwicklung einer Pflanze.

Voraussetzung für die Keimung ist die Aufnahme von Wasser (Quellung, ↑ S. 17), die zur Beschleunigung der Lebensvorgänge im Samen führt. Die im Nährgewebe des Samens gespeicherten Nährstoffe werden durch Enzyme so verändert, daß sie für die Wachstumsprozesse des Keimlings genutzt werden können. Der Keimling ernährt sich zunächst heterotroph, die erforderliche Energie gewinnt er durch Dissimilation. Der Sauerstoffbedarf steigt an. Die Größenzunahme des Keimlings erfolgt zunächst durch Streckungswachstum. Wasser und Mineralsalz-Ionen werden durch die Keimwurzel aus dem Boden aufgenommen. ③

Wenn der Keimsproß aus dem Boden herauswächst, bilden sich unter Lichteinfluß Chloroplasten mit Chlorophyll in den Keimblättern und in den ersten Laubblättern. Die junge Pflanze ernährt sich nun autotroph. Außer Wasser und Sauerstoff sind für die Keimung bestimmte Temperaturen erforderlich, die für die verschiedenen Pflanzenarten unterschiedlich sind (■ Weizen 3 °C bis 32 °C; Mais 8 °C bis 44 °C; Zuckerrübe 4 °C bis 30 °C; Garten-Erbse 1 °C bis 35 °C; Buschbohne 10 °C bis 37 °C). ④



Keimling vom Weizen (Längsschnitt; 30:1)





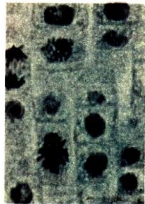
Differenzierung. Durch Differenzierung der ursprünglich gleichartigen embryonalen Zellen bilden sich während des Wachstums der Jungpflanzen die verschiedenen Gewebe und Organe heraus. Wachstums- und Differenzierungsvorgänge kennzeichnen die Individualentwicklung. ⑤

Differenzierte Zellen sind für bestimmte Funktionen besonders spezialisiert (■ Festigungsgewebe, Leitgewebe, Deckgewebe). Diese differenzierten Zellen teilen sich in der Regel nicht mehr.

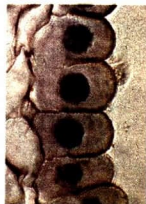
Regulation. Entwicklungsprozesse sind auch bei Pflanzen erblich bedingt und werden durch innere Faktoren (■ Hormone) und äußere Faktoren (■ Licht, Temperatur) beeinflusst.

An der Auslösung von Keimungsprozessen können Hormone beteiligt sein, sie wirken erst, wenn der Samen genügend Wasser aufgenommen hat.

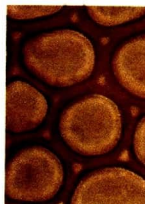
In manchen Fällen kann die Wirkung von Hormonen den Einfluß äußerer Faktoren ersetzen. Salatsamen keimt nur bei Licht. Durch Zugabe bestimmter Pflanzenhormone kann Salatsamen auch im Dunkeln zur Keimung gebracht werden. ⑥



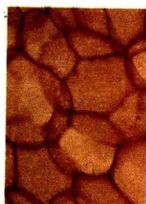
Bildungsgewebe
(1000:1)



Hautgewebe
(400:1)

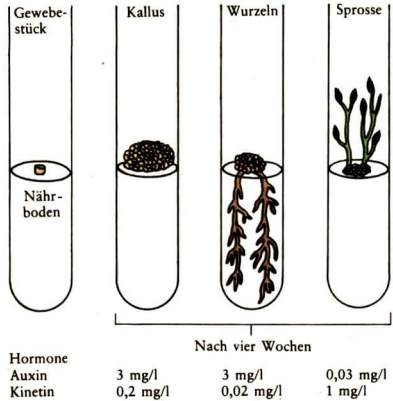


Festigungsgewebe
(400:1)



Grundgewebe
(200:1)

- ① Beschreiben Sie die Bildung von Samen und Früchten sowie den Bau des Samens bei Garten-Bohnen!
- ② Führen Sie zu Hause ein Experiment durch, mit dem Sie die Keimfähigkeit verschiedener Samen nachweisen können!
- ③ In ruhenden Samen vieler Pflanzenarten ist Stärke enthalten. In keimendem Samen ist nur noch wenig Stärke vorhanden. Erklären Sie diese Erscheinung!
- ④ Planen Sie ein Experiment, in dem Sie die Wirkungen der äußeren Faktoren Wasser und Sauerstoff auf die Keimung von Samen untersuchen können! Führen Sie das Experiment durch und protokollieren Sie!
- ⑤ Erläutern Sie an 2 Beispielen Bau und Funktion verschiedener Dauergewebe bei Samenpflanzen!
- ⑥ Nennen Sie andere Beispiele für die Anwendung von Kenntnissen über das Zusammenwirken innerer und äußerer Faktoren bei der Keimung!



Entwicklung von Pflanzenorganen aus Gewebestücken (Gewebekultur mit Hormonwirkung)

Der Einfluß von Pflanzenhormonen auf Differenzierungsvorgänge läßt sich gut an Gewebekulturen nachweisen. Mit Hilfe von Pflanzenhormonen ist es möglich, Gewebestücke oder sogar einzelne Zellen auf künstlichen Nährböden zur Entwicklung zu bringen. Veränderungen des Hormongehaltes dieser Nährböden führen zur Bildung unterschiedlicher Gewebe (↑ Abb. S. 90). Damit wird bewiesen, daß die Hormone spezifisch wirken.

Die Bildung der Fortpflanzungsorgane der Pflanzenarten wird ebenfalls durch Hormone und durch äußere Faktoren reguliert.

- Bei manchen Pflanzenarten ist die Tageslänge (Belichtungsdauer) oder die Temperatur entscheidend dafür, ob Blüten gebildet werden oder nicht. Diese Entwicklungsvorgänge können aber auch durch Zugabe von Hormonen hervorgerufen werden.

Die Kenntnisse über die Regulation von Entwicklungsvorgängen haben große praktische Bedeutung.

Die Behandlung von Stecklingen vieler Zierpflanzenarten mit Hormonpräparaten (■ Bewurzelungspulver) wird schon seit vielen Jahren im Gartenbau angewandt. Die schnellere Ausbildung von Wurzeln verkürzt die Anzuchtzeit und

- ① Sammeln Sie Presseberichte über die Anwendung von Wachstumsregulatoren in der Praxis!
Werten Sie diese Presseberichte aus und gestalten Sie eine Wandzeitung oder halten Sie einen Vortrag darüber!



erhöht den ökonomischen Nutzen bedeutend. Die Möglichkeit, aus Gewebestücken ganze Pflanzen auf Nährböden heranzuziehen, wird für die Vermehrung von Orchideenarten genutzt.

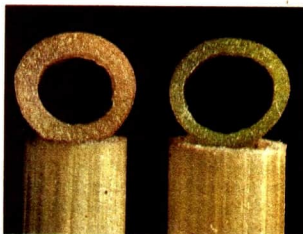
Die chemischen Eigenschaften und die Struktur von Pflanzenhormonen wurden inzwischen erforscht. Sie können synthetisch hergestellt werden und als Wachstumsregulatoren in Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau eingesetzt werden. ①

Wachstumsregulatoren können zur Auslösung der Blütenbildung (■ Bromelien), zur Beschleunigung der Fruchtreifung (■ Äpfel, Tomaten), zur Frucht-ablösung von der Pflanze (■ Kirschen) und zur Förderung des Blattfalls (■ Kartoffeln) angewendet werden. Dadurch wird die Mechanisierung der Ernte (■ bei Kartoffeln und Kirschen) erleichtert.

- Durch Wachstumsregulatoren kann bei Getreidearten eine Verkürzung und eine höhere Standfestigkeit der Halme erreicht werden. Eine höhere Stickstoffdüngung wird möglich und führt zur Steigerung des Körnerertrages. Außerdem können Ernteverluste durch am Boden lagerndes Getreide vermieden und damit eine vollständige maschinelle Ernte gesichert werden.



Halmverkürzung durch Wachstumsregulatoren



Halmverdükung durch Wachstumsregulatoren



Getreideflächen nach Unwetter (vorn nicht, hinten mit Wachstumsregulatoren behandelt)



Reizbarkeit ist ein Merkmal des Lebens, mit dem lebende Zellen auf Umweltänderungen reagieren. Pflanzen sind wie alle Organismen reizbar. Bei Pflanzen sind keine besonderen Organe für die Aufnahme von Reizen, für die Erregungsleitung und die Beantwortung von Reizen ausgebildet. Die Reize werden durch bestimmte Zellen der Sproßspitze, Wurzelspitze oder Blätter aufgenommen. Die Erregungsleitung erfolgt durch den Transport von Wirkstoffen. Die Reizreaktionen bei Pflanzen sind Turgor- und Wachstumsbewegungen, seltener freie Ortsbewegungen (■ bei einzelligen Algen). Reizbarkeit ist an lebendes Protoplasma gebunden und deshalb nur bei lebenden Zellen vorhanden. Sie ist ein allgemeines Kennzeichen des Lebens.

Fortpflanzung ist ein Merkmal des Lebens. Durch Fortpflanzung bringen alle Organismen artgleiche Nachkommen hervor, sie ist in der Regel mit einer Vermehrung der Individuenzahl verbunden. Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung entstehen die Nachkommen aus einzelnen Zellen, Gewebestücken oder Organen des elterlichen Organismus und stimmen in allen Merkmalen mit diesem überein. Ungeschlechtliche Fortpflanzung ist bei Samenpflanzen weit verbreitet und wird in der Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau zur Vermehrung (■ Ausläufer) genutzt.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung verschmelzen männliche und weibliche Geschlechtszellen miteinander, der neue Organismus entwickelt sich aus der befruchteten Eizelle. Die geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane der Samenpflanzen sind die Blüten (Staub- und Fruchtblätter). Nach der Bestäubung und Befruchtung entstehen aus den Samenanlagen die Samen. Bei Bedecktsamern werden meist Früchte gebildet, die der Verbreitung und dem Schutz der Samen dienen.

Wachstum ist ein Merkmal des Lebens, bei dem lebende Zellen ihre Substanz und ihr Volumen bleibend vergrößern. Das Pflanzenwachstum erfolgt durch die Neubildung von Protoplasma unter Verwendung von Assimilaten und ist Voraussetzung für die Zellteilung. Plasmawachstum und Zellteilung erfolgen bei Pflanzen während der gesamten Lebensdauer in den Bildungsgeweben. Das Streckungswachstum ist vor allem durch starke Wasseraufnahme und Wachstum der Zellwand gekennzeichnet.

Individualentwicklung ist ein Merkmal des Lebens, das alle qualitativen Veränderungen eines Organismus von seiner Entstehung bis zum Tod umfaßt. Alle Entwicklungsvorgänge (■ Keimung, Differenzierung, Entstehung von Organen) sind mit Wachstum verbunden. Die Regulierung von Wachstums- und Entwicklungsvorgängen erfolgt durch komplizierte Wechselwirkung zwischen inneren (■ Pflanzenhormone, Stoffwechsel) und äußeren Faktoren (■ Licht, Temperatur). Kenntnisse über die Regulation von Wachstum und Entwicklung ermöglichen die Anwendung synthetischer Wirkstoffe als Herbizide und Wachstumsregulatoren.



Organismus und Umwelt



Möwen an einem Binnensee

Fast überall auf der Erde kommen Organismen vor. Während einige Organismenarten auf der Erde weit verbreitet sind, besiedeln andere nur eng begrenzte Gebiete der Erde. Die Verbreitung der Organismen ist in starkem Maße von den vorherrschenden Lebensbedingungen abhängig. Verändern sich die Lebensbedingungen deutlich, ändert sich meist auch die Zusammensetzung der Organismenwelt.

Zwischen den Organismen und ihrer Umwelt bestehen verschiedenartige Beziehungen. Die Umwelt wirkt auf die Organismen ein und fördert oder hemmt den Ablauf der Lebensprozesse (■ Beeinflussung der Photosynthese durch Lichtintensität, ↑ S. 52). Die Organismen beeinflussen oder verändern andererseits ihre Umwelt im Rahmen ihrer Lebenstätigkeit (■ Dammbauten der Biber). Auch untereinander stehen die Organismen in Wechselbeziehung (■ Wildverbiß an Jungpflanzen).

Die vielfältigen Beziehungen zwischen den Organismen und ihrer Umwelt unterliegen bestimmten Gesetzmäßigkeiten. Die Kenntnis dieser Gesetzmäßigkeiten ist eine entscheidende Voraussetzung für die bessere Nutzung und Erhaltung der Natur zum Wohle des Menschen.



Umwelt und Art



Kreuzkröte



Wechselkröte

Die Gesetzmäßigkeiten in den Beziehungen zwischen den Organismen und ihrer Umwelt lassen sich an einer Organismenart am besten erkennen. Organismen einer Art stimmen nicht nur im Bau und im Verhalten überein, sondern stellen auch weitgehend gleiche Ansprüche an die Lebensbedingungen ihrer Umwelt.

- Die Kreuzkröte und die Wechselkröte sind Organismen von zwei Arten der Gattung Echte Kröten. Sie unterscheiden sich unter anderem durch ihre Hinterbeinlänge im äußeren Bau. Auch im Verhalten und in der Verbreitung bestehen Unterschiede. Die Kreuzkröte kann nicht springen und kommt selten oberhalb 1 000 m vor. Obwohl Kreuzkröte und Wechselkröte auch während der Fortpflanzungszeit oft im selben Verbreitungsgebiet leben, bleiben die Merkmale beider Arten erhalten. ①

- ▶ *Die Art ist die kleinste Einheit im System der Organismen. Alle Organismen, die in mehreren wesentlichen Merkmalen übereinstimmen und miteinander fruchtbare Nachkommen hervorbringen, bilden eine Art.*

Jeder Organismus lebt mit Organismen derselben oder einer anderen Art zusammen in einer bestimmten Umwelt. Er ist Bestandteil der Natur und wirkt auf sie ein. Umgekehrt wirkt die gesamte Umwelt (■ Klima) auf den Organismus ein. Diese Einwirkungen sind die Umweltfaktoren.

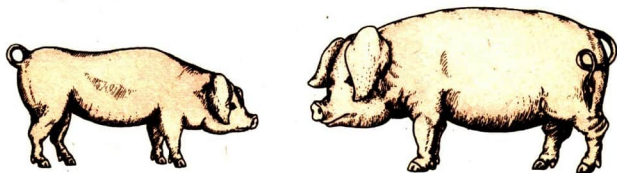
- ▶ *Die Umwelt ist die Gesamtheit aller auf einen Organismus oder auf eine Organismengemeinschaft einwirkenden Umweltfaktoren.*

Alle von der nichtlebenden Natur ausgehenden Umweltfaktoren (■ Temperatur, Niederschläge, Bodenreaktion) stellen die abiotische Umwelt eines Organismus dar. Die von anderen Organismen ausgehenden Umweltfaktoren (■ Artgenossen, Feinde) bilden die biotische Umwelt eines Organismus. ②

Die abiotischen und biotischen Umweltfaktoren wirken stets in ihrer Gesamtheit auf den Organismus ein. Eine Veränderung der Intensität der Wirkung nur eines Umweltfaktors kann bei gleichbleibendem Einfluß aller anderen Umweltfaktoren hemmend oder fördernd auf den Organismus wirken (↑ S. 95).



Umweltfaktoren



Wurfgeschwister nach unterschiedlicher Ernährung

Umweltfaktoren beeinflussen Stoffwechsel- und Entwicklungsvorgänge von Organismen (■ Temperaturabhängigkeit der Keimung, ↑ S. 88). Auch Verhaltensreaktionen (■ Schwänzeltanz der Bienen) können durch Umweltfaktoren ausgelöst werden. Das Vorhandensein mancher Umweltfaktoren (■ ausreichend Nahrung) ist Voraussetzung für die Existenz bestimmter Organismen. ③

Licht. Das Licht fördert die Chlorophyllbildung und wird zur Photosynthese benötigt (↑ S. 49). Es beeinflusst die Blütenbildung, den Fruchtansatz sowie die Festigkeit der Halme und Stengel (↑ S. 91). Gegenüber dem Lichtfaktor bestehen im Pflanzenreich viele Anpassungserscheinungen (■ Licht- und Dunkelkeimer, Licht- und Schattenpflanzen).

Die Individualentwicklung der Tiere wird ebenfalls vom Licht beeinflusst.

■ Langwelliges (rotes) Licht beschleunigt die Individualentwicklung vieler Tiere.

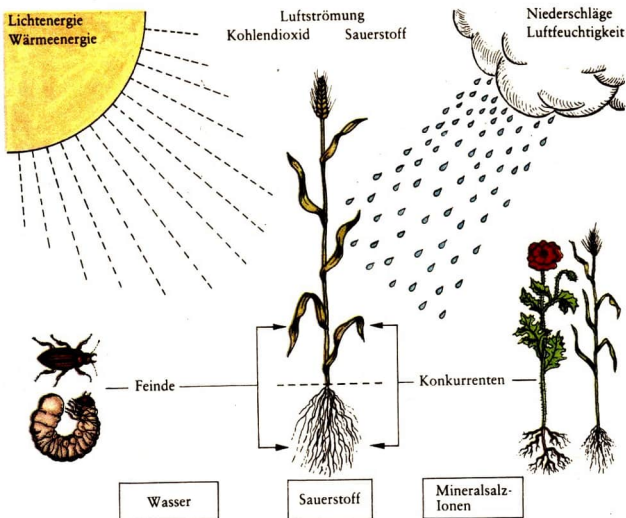
Eine Reaktion der Tiere auf eine größere Lichtstärke zeigt sich oft in einer intensiveren Färbung der Haut, Haare, Federn und Schuppen. Auch das Verhalten der Tiere wird vom Licht beeinflusst (■ Beginn des Morgengesangs der Vögel, Nacht- und Tagfalter unter den Schmetterlingen).

Temperatur. Die Temperatur beeinflusst bei vielen Organismen die Geschwindigkeit der Reaktionen des Stoff- und Energiewechsels (■ Zauneidechse). Auch die Individualentwicklung der Organismen ist stark von der Temperatur abhängig.

Wintergetreide benötigt eine bestimmte Kälteeinwirkung, um die Individualentwicklung abschließen zu können.

Das Verhalten der Tiere ist ebenfalls abhängig von der Temperatur.

- ① Erläutern Sie die Merkmale einer Art; nennen Sie weitere Beispiele für Tier- und Pflanzenarten!
- ② Stellen Sie an einem Beispiel die abiotische und biotische Umwelt eines Organismus dar! Erläutern Sie dabei diese Begriffe!
- ③ Weisen Sie an je einem Beispiel aus dem Tier- und Pflanzenreich nach, daß das Vorhandensein bestimmter Umweltfaktoren eine Notwendigkeit für die Existenz bestimmter Organismenarten ist!



- Tagfalter halten ihre Flügel je nach der Außentemperatur in einem bestimmten Winkel zum Körper. Bei vollständigem Flügelschluß kommt es durch die Beschattung des Körpers zur stärksten Temperatursenkung.

Wasser. Das Wasser wird von den Pflanzen zum Aufbau körpereigener Stoffe benötigt (S. 47). Wasser als Umweltfaktor beeinflusst als Luft- oder Bodenfeuchtigkeit Wachstum und Individualentwicklung der Organismen. Die Formen der Anpassung von Pflanzen und Tieren gegenüber dem Wasser sind mannigfaltig.

Pflanzen, die auf trockenem Boden bei geringer Luftfeuchtigkeit gedeihen, weisen eine stark ausgebildete Bewurzelung auf. Eingesenkte Spaltöffnungen, kleine Blattflächen und häufig starke Behaarung schränken die Wasserabgabe ein. ①

- ① Leiten Sie aus der Kenntnis der Umweltfaktoren einer Getreidepflanze erforderliche Pflegemaßnahmen in der Landwirtschaft ab! Begründen Sie deren Notwendigkeit!
- ② Nennen Sie für das Leben heterotropher Bakterien erforderliche Umweltfaktoren! Erläutern Sie dabei den hemmenden bzw. fördernden Einfluß der Umweltfaktoren auf die Lebensweise der Bakterien!



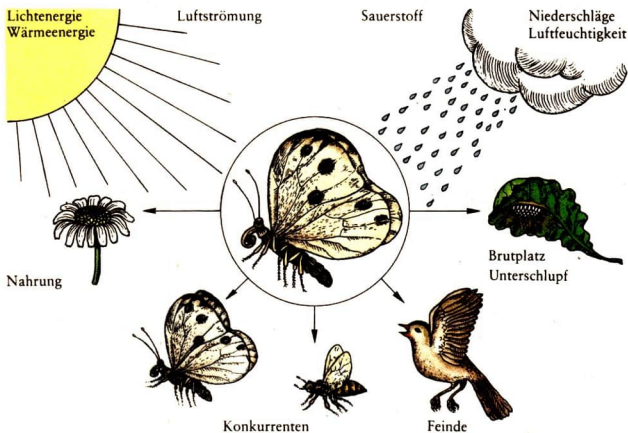
Wind. Der Wind ermöglicht durch den Transport des Pollens die Fortpflanzung windblütiger Samenpflanzen (■ Getreide). Auch die Verbreitung vieler Pflanzen erfolgt durch den Wind (■ Sporen, flugfähige Samen und Früchte). Indem der Wind Bodenteilchen abträgt und an anderer Stelle abgelagert, können sich die Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere stark verändern (↑ S. 96).

Durch mitgeführte Sandkörnerchen oder Eis- und Schneekristalle schädigen heftige Winde die jungen Triebe von Bäumen und Sträuchern.

Es bilden sich charakteristische Windformen. Oft kommt es zu Windbrüchen. Der Flug der Vögel und Insekten wird ebenfalls vom Wind beeinflusst. In offenem Gelände sind die Tiere dem Wind besonders ausgesetzt.

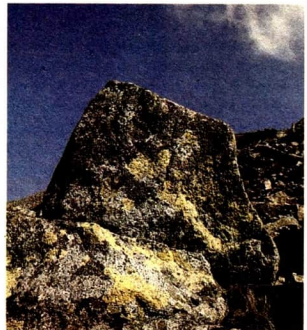
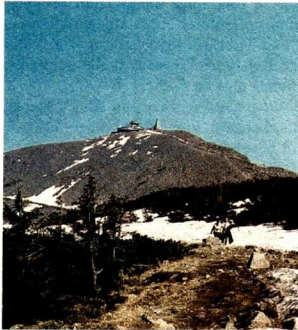
Nahrung. Das Mineralsalzangebot für Pflanzen ist wie das Vorhandensein organischer Nahrung für Tiere von direkter Bedeutung für deren Wachstum und Individualentwicklung. Das Fehlen oder die unzureichende Versorgung der Pflanzen mit Mineralsalzen führt zu Mangelerscheinungen (↑ S. 20). Zu wenig oder ungünstige Nahrung setzt bei vielen Tieren die Entwicklungsgeschwindigkeit herab, beeinträchtigt die Fruchtbarkeit und verkürzt die Lebensdauer (■ Kohlweißling).

Organismenanzahl. Jeder Organismus steht mit Organismen derselben oder einer anderen Art in Beziehung. Je mehr Organismen einen bestimmten Raum bewohnen, desto größer ist der Einfluß der Organismen aufeinander. Die Organismen stehen miteinander um Nahrung und Raum in Konkurrenz. Die Organismenanzahl beeinflusst Wachstum, Entwicklungsgeschwindigkeit, Fruchtbarkeit und Sterblichkeit des einzelnen Organismus. ②





Lebensraum



Abhängigkeit des Vorkommens von Pflanzen von den Lebensbedingungen (■Hochgebirge)

In der unteren Atmosphäre, auf der Erdoberfläche, in der oberen Erdschicht und in Gewässern leben fast überall Organismen.

- Im ewigen Schneegebiet der Hochgebirge gedeihen noch Moose, Flechten und einige Samenpflanzen. 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, kleinere Gebiete im Zentrum großer Wüsten und die Krater tätiger Vulkane.

Die von Organismen besiedelten Teile der Erde bilden einen großen Lebensraum, der nicht einheitlich gestaltet ist. Nach den vorherrschenden klimatischen Bedingungen und den überwiegenden Organismengruppen können mehrere weiträumige geographische Bioregionen unterschieden werden (■ Tundren, Wüsten, tropischer Regenwald, Laubmischwald gemäßigter Zonen). ①

Die Bioregionen setzen sich wiederum aus kleineren, natürlich gegeneinander abgegrenzten Lebensräumen zusammen. Diese sind durch das Vorherrschen bestimmter Umweltfaktoren gekennzeichnet (■ Laubwald, Wiese, See).

Die Lebensräume werden von Organismen einer oder meist mehrerer Arten mit ähnlichen Ansprüchen an die Umwelt besiedelt. In Lebensräumen, die sich durch die vorherrschenden Umweltfaktoren voneinander unterscheiden, leben daher auch aus anderen Arten zusammengesetzte Organismengemeinschaften. ②

- ▶ *Der Lebensraum (Biotop) ist der von Organismen oder Organismengemeinschaften bewohnte Raum. Er ist durch das Vorherrschen bestimmter Umweltfaktoren gekennzeichnet und von den Nachbarbiotopen abgegrenzt.*



Verbreitungsgebiet	Art	Färbung	Masse	Länge	Höhe	
	Rotfuchs	rotbraun	4,5 kg bis 8,0 kg	120 cm	40 cm	
		Polarfuchs	Sommer braun Winter weiß	6,0 kg bis 10,0 kg	95 cm	30 cm
		Wüstenfuchs	gelb	3,0 kg bis 5,0 kg	65 cm	20 cm

Biotop. Ein Biotop ist der natürlich begrenzte Lebensraum einer Pflanzengemeinschaft beziehungsweise einer Pflanzen- und Tiergemeinschaft, einschließlich der in diesem Lebensraum wirkenden Umweltfaktoren.

Jeder Biotop ist durch entsprechende Merkmale gekennzeichnet, die sich aus den vorherrschenden Umweltfaktoren Klima (■ Licht, Temperatur, Feuchtigkeit), Boden (■ Mineralsalze, Bodenwasser, Bodenreaktion) und Luft (■ Luftfeuchtigkeit, Luftströmung) ergeben. Die Pflanzen eines Biotops bilden eine charakteristisch zusammengesetzte Biotopgemeinschaft (■ Krautschicht eines Buchenwaldes). ③

- ① Berichten Sie über Klima und Vegetation in den verschiedenen Klimazonen der Erde! Wiederholen Sie dazu Ihre im Geographieunterricht erworbenen Kenntnisse!
- ② Erläutern Sie an einem Beispiel die Angepaßtheit der Organismen an ihre Umwelt! Werten Sie dazu die Abbildung auf der Seite 99 aus! Erläutern Sie vor allem die Angaben in den Spalten „Färbung“, und „Masse“!
- ③ Ermitteln Sie die Merkmale eines Biotops in der näheren Umgebung Ihres Heimatortes und charakterisieren Sie die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaft anhand einiger Pflanzen!



Frühjahrsaspekt (links) und Sommeraspekt (rechts) eines Buchenwaldes

- Die Pflanzen der Krautschicht eines Buchenwaldes zeigen eine deutliche Angepaßtheit an die sich im Verlauf eines Jahres ändernden Umweltfaktoren des Biotops. Die optimale Lichteinstrahlung vor der Laubentfaltung im Frühjahr und die damit verbundene Temperaturerhöhung der oberen Bodenschicht auf 25 °C bis 30 °C führen zur Blüte der Frühjahrsblüher (■ Wald-Schlüsselblume). Mit zunehmender Belaubung der Bäume wird der Standort schattig, kühl, feucht und windgeschützt.

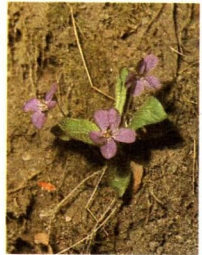
Die sich entwickelnden krautigen Pflanzen (■ Frühlings-Platterbse) können auch bei herabgesetzter Lichteinstrahlung noch genügend Kohlenstoff assimilieren. Sie leiten Mitte Mai bis Mitte Juni mit Abschluß der Vollbelaubung der Bäume die Blütezeit der Sommerblüher ein. Gleichzeitig setzt die Individualentwicklung der Gräser (■ Einblütiges Perlgras) ein, die als Schattenpflanzen auch im vollbelaubten Wald noch genügend Licht erhalten. Sie können im Sommer einen großen Anteil der Krautschicht bilden und schließen im Spätherbst ihre Individualentwicklung ab. ①



Wald-Schlüsselblume ▼



Frühlings-Platterbse

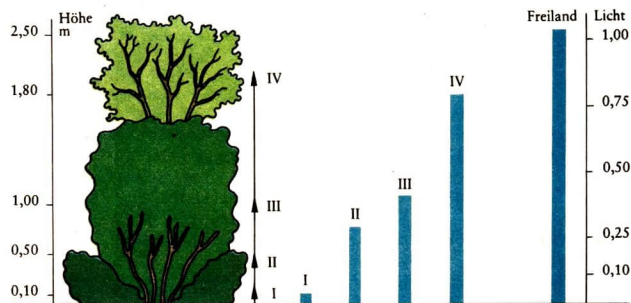


Wald-Veilchen



Die in einem Biotop vorkommenden Pflanzen und Tiere sind den Biotopmerkmalen weitgehend angepaßt.

- Im Bereich einer Hecke ist das Klima uneinheitlich. Am Heckenrand ähnelt es dem Klima des angrenzenden Biotops (■ Wiese), im Inneren dem eines Waldes. Deshalb werden Hecken von vielen Tierarten mit unterschiedlichen Ansprüchen an die Umwelt besiedelt. Wärmebedürftige Tiere (■ Weinbergschnecke) leben ebenso wie schattensuchende Nacht- und Dämmerungstiere (■ Igel) in einer Hecke. Zahlreiche Tiere (■ Insekten, Vögel) finden in der Kraut- und Strauchschicht Nahrung und Unterschlupf. ②



Einfluß von Hecken auf die Lichtintensität in einer Landschaft

- ① Erläutern Sie an einem Beispiel die Angepaßtheit einer Pflanzenart an ihren Biotop! Beziehen Sie dazu die Ausführungen auf der Seite 30 in Ihre Darlegung ein!
- ② Das Landeskulturgesetz gestattet die Rodung von Hecken nur in Ausnahmefällen bei gleichzeitiger Sicherung von Neuanpflanzungen. Begründen Sie diese Festlegung aus ökologischer Sicht!



Die ökologische Potenz der Organismen



Unterschiedliche Wuchsform von Pflanzen auf Böden verschiedener Qualität (■ Acker-Senf, links auf nährstoffreichem Ackerboden, rechts auf Kiesboden)

Umweltfaktoren wirken nicht immer mit gleicher Intensität auf die Organismen ein. Ihr Einfluß ist beispielsweise abhängig von der Tages- und Jahreszeit.

Der Lichteinfall kann sich für Pflanzen der Krautschicht eines Waldes aufgrund der veränderten Stellung der Sonne innerhalb weniger Stunden ändern. Die Temperatur kann an einem Sommertag 30 °C und am nächsten Tag 18 °C betragen. Die Niederschlagsmengen und Temperaturen sind in jedem Monat und jedem Jahr unterschiedlich. Die unterschiedliche Intensität der Wirkung eines Umweltfaktors kann von Organismen nur innerhalb bestimmter Grenzen ertragen werden.

► *Die ökologische Potenz ist das Vermögen eines Organismus, Schwankungen der Umweltfaktoren in bestimmten Grenzen zu ertragen.*

- ① Begründen Sie das unterschiedliche Erscheinungsbild von Pflanzen einer Art in Abhängigkeit von der Intensität der Wirkung des Lichtfaktors! Wenden Sie dabei Ihre Kenntnisse über den Stoff- und Energiewechsel sowie die Individualentwicklung der Pflanzen an!
- ② Sammeln und herbarisieren Sie Sonnen- und Schattenblätter von Rot-Buche, Wald-Sauerklee und Gemeiner Haselnuß! Messen Sie im Bereich der Blattentnahme die Lichteinstrahlung und vergleichen Sie die Werte mit dem Freilichtwert!



Toleranzbereich und ökologische Potenz



Wald-Sauerklee (links im Bestand, rechts Licht- und Schattenblatt)

Das Erscheinungsbild von Pflanzen wird durch die Intensität der Wirkung von Umweltfaktoren in einem Biotop bestimmt. ①②

Zwei unter sonst gleichen Umweltfaktoren aufwachsende Pflanzen einer Art zeigen bei unterschiedlichem Boden verschiedene Wuchsformen (↑ S. 102). Der unterschiedliche Einfluß des Lichtes führt bei gleicher Wirkung aller anderen Faktoren zu Veränderungen im Erscheinungsbild von Pflanzen einer Art.

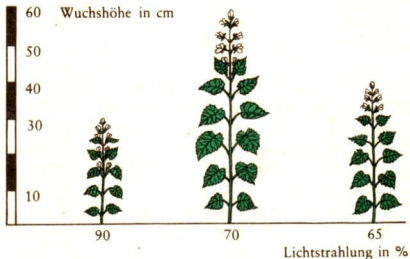
Die unterschiedliche Intensität der Wirkung des Lichtfaktors kommt in verschiedenen Wuchshöhen der Pflanzen, im unterschiedlichen Blühvermögen und im veränderten Aussehen der Laubblätter (■ Färbung) zum Ausdruck.

Extreme Schwankungen in der Intensität eines Umweltfaktors können über eine Störung der Lebensprozesse zum Tod der Organismen führen.

Der Toleranzbereich ist die Spanne jeweils eines Umweltfaktors, innerhalb der ein Organismus seine Lebensprozesse aufrechterhalten kann. Jeder Toleranzbereich besitzt ein Optimum und wird durch ein Minimum und ein Maximum begrenzt.



Ziest





Pflanzen mit unterschiedlichem Toleranzbereich gegenüber dem Faktor Licht; von links nach rechts: Gelbes Windröschen (20% bis 40%), Gefleckte Taubnessel (22% bis 50%), Gemeiner Efeu (20% bis 100%), Knäuelgras (2% bis 100%)

- ▶ *Minimum ist die untere Grenze des Toleranzbereiches, bis zu der die Organismen einer Art ihre Lebensprozesse aufrechterhalten können. Maximum ist die obere Grenze des Toleranzbereiches, bis zu der die Organismen einer Art ihre Lebensprozesse aufrechterhalten können. Optimum ist die Spanne des Toleranzbereiches, in dem der Umweltfaktor am günstigsten auf die Lebensprozesse der Organismen einer Art einwirkt.* ①

Lichtpflanzen benötigen für eine optimale Individualentwicklung fast dauernd volle Lichteinstrahlung. Eine eingeschränkte Lichteinstrahlung verhindert oder ermöglicht gerade den Ablauf aller Lebensprozesse. Mit Zunahme der Lichteinstrahlung steigt die Kohlenstoffassimilation. Die dadurch verstärkte Stoffproduktion fördert das Wachstum und die Individualentwicklung der Pflanzen. Steigt die Lichteinstrahlung über das Optimum, erhöht sich die Wärmeeinstrahlung. Durch die höheren Temperaturen geben die Pflanzen verstärkt Wasser ab und der Stoffwechsel wird gestört. Gleichzeitig wird die Atmung erhöht.

Toleranzbereich und Optimumwert gegenüber einem Umweltfaktor können sich verschieben, wenn sich die Intensität der übrigen Umweltfaktoren ändert.

- Eine Änderung der Durchschnittstemperatur bewirkt eine Verschiebung des Toleranzbereiches gegenüber dem Lichtfaktor (■ Hohler Lerchensporn). Während der Hohle Lerchensporn in der Ebene noch bei starker Beschattung gedeiht, wächst er im Gebirge fast nur noch bei voller Lichteinstrahlung.

- ① Erläutern Sie das Erscheinungsbild des Wald-Ziest in Abhängigkeit vom Lichtfaktor! Ermitteln Sie anhand der Abbildung Seite 103 das Minimum, Maximum sowie Optimum und stellen Sie diese in einer Optimumkurve graphisch dar!
- ② Weisen Sie die Bedeutung der Kenntnis des Toleranzbereiches von Tieren und Pflanzen für die landwirtschaftliche Produktion nach! Erläutern Sie Ihre Aussagen anhand eines Beispiels!
- ③ Begründen Sie die Unterschiede in Temperaturoptimum und Futtermenge der Entwicklungsabschnitte des Haushuhns während der Individualentwicklung! Orientieren Sie sich dabei an der Tabelle auf Seite 105!



Toleranzbereich und Individualentwicklung



Bei einigen Tierarten leben die Entwicklungsstadien in verschiedenen Biotopen (■ Grasfrosch), dadurch kann sich auch die Intensität der auf einen Organismus einwirkenden Umweltfaktoren ändern. Die Toleranzbereiche gegenüber einigen Umweltfaktoren (■ Temperatur, Nahrung) können sich verschieben.

Auch bei den an einen Standort gebundenen Pflanzen sind die Toleranzbereiche und Optimumwerte während einzelner Entwicklungsabschnitte unterschiedlich.

- Die Gemeine Esche benötigt im Jugendalter eine stärkere Beschattung, später gedeiht sie nur bei größerer Lichteinstrahlung.

Die Kenntnis der Toleranzbereiche von Haustieren und Kulturpflanzen während der einzelnen Entwicklungsabschnitte bildet eine entscheidende Grundlage für Pflegemaßnahmen bei Kulturpflanzen und Haustieren. ②

Die Embryonalentwicklung beim Haushuhn macht die Einhaltung einer weitgehend gleichen Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den Brutapparaten erforderlich. Während der Jugendentwicklung wird den unterschiedlichen Temperaturoptima der Küken und Junghennen entsprochen. Neben der Futterzusammensetzung und der Nährstoffmenge wird auch die Besatzdichte verändert. Die Futterzusammensetzung und das Stallklima (■ Temperatur, Belichtung) werden für Tiere im Leistungsalter anders gestaltet als für Jungtiere. ③

Optimale Umweltfaktoren während der Individualentwicklung				
	Entwicklungsabschnitt	Alter in Wochen	Temperatur in °C	Nahrung/Tag in g
	Embryonalentwicklung		37,8 bis 38	etwa 1
	Jugendentwicklung Küken	2 4 bis 8	28 bis 30 25	20 35 bis 65
	Junghenne	12 bis 20	5 bis 15	90 bis 115
	Leistungsalter	ab 24	12 bis 15	
	Legehenne mit hoher Leistung			120
	Legehenne mit mittlerer Leistung			100



Ökologische Potenz und Lebensraum

Die Verbreitung der Organismen ist von ihrer ökologischen Potenz und den im Verbreitungsgebiet vorherrschenden Umweltfaktoren abhängig. Außer vom Klima wird die Verbreitung der Landpflanzen von den Bodeneigenschaften (■ Bodenwasser, Bodenreaktion) bestimmt. ①

Bodenreaktion. Die Bodenreaktion (Bodenazidität) gibt die im Bodenwasser vorhandene Konzentration an Wasserstoff-Ionen (pH-Wert) an. Sie kann sauer, basisch oder (selten) neutral sein. Die Bodenreaktion wirkt als Umweltfaktor auf die Pflanzen ein. Im stark sauren oder basischen Bereich werden vor allem die Wurzeln beeinflusst. Dadurch wirkt die Bodenreaktion begrenzend auf die Verbreitung der Pflanzen. Die Pflanzen stellen entsprechend der Aziditätsverträglichkeit unterschiedliche Ansprüche an den Boden. Manche Pflanzenarten gedeihen auf neutralen, basischen oder sauren Böden gleich gut (■ Einjähriges Rispengras). Andere können sich nur innerhalb eines eng begrenzten pH-Wertbereiches optimal entwickeln. Solche Pflanzenarten sind Zeigerarten für die Bodenreaktion. ②

- Wo Schlängel-Schmiele und das Gemeine Heidekraut in großer Menge vorkommen, besteht eine stark saure Bodenreaktion.

Optimale Bodenreaktion												
Saat-Roggen												
Mehrzeilige Gerste												
Saat-Hafer												
Gemeine Kiefer												
Berg-Ahorn												
Wald-Sauerklee												
Schlängel-Schmiele												
pH-Wert												

- ① Wiederholen Sie Ihre Kenntnisse über den pH-Wert! Ordnen Sie die pH-Werte dem sauren und basischen Bereich zu! Benutzen Sie dazu Ch i Ü Seite 129!
- ② Beurteilen Sie einen Biotop Ihrer heimatlichen Umgebung mit Hilfe von Zeigerpflanzen! Entnehmen Sie eine Bodenprobe und bestimmen Sie mittels eines Indikators den pH-Wert! Vergleichen Sie beide Beobachtungsergebnisse miteinander!
- ③ Informieren Sie sich in einem Land- oder Forstwirtschaftsbetrieb oder in einer Gärtnerei über den Anbau von Kulturpflanzen! Ermitteln Sie mit Hilfe des Czerny-Indikators oder mit Unitestpapier den pH-Wert einer Bodenprobe solcher Standorte! Werten Sie Ihre Beobachtungsergebnisse!



Saure Böden (■ Bleicherde) weisen einen pH-Wert unter 6,5 auf. Infolge starker Niederschläge sind die oberen Bodenschichten durch Auswaschungsvorgänge arm an Nährstoffen und weisen eine helle Farbe auf. Bakterien können sich in sauren Böden nur schlecht entwickeln. Dadurch wird die Zersetzung organischer Stoffe verzögert. Saure Böden sind in der Regel nur durch wenige Pflanzenarten (■ Gemeines Heidekraut, Draht-Schmiele) besiedelt. Nadelwälder und Heiden sind für Bleicherde typisch.



Neutrale Böden (■ Schwarzerde, Braunerde) haben einen pH-Wert zwischen 6,5 und 7,4. In den oberen Bodenschichten leben zahlreiche Bodenorganismen. Bodenbakterien ermöglichen die Freisetzung von Nährstoffen aus organischen Stoffen und erhöhen dadurch die Ertragsfähigkeit des Bodens. Der hohe Humusgehalt fördert die Bildung der Krümelstruktur. Sie ist die Voraussetzung für eine gute Durchlüftung. Auf neutralen Böden finden viele Pflanzen (■ Zuckerrübe, Echter Erdrauch, Scharbockskraut) günstige Lebensbedingungen.







Basische Böden (■ Karbonatböden) haben einen pH-Wert von über 7,4. Auf dem kaum veränderten Muttergestein (■ Kalkstein) befindet sich eine Humusschicht. In Abhängigkeit von ihrer Mächtigkeit leben darin einige Arten von Bodenorganismen. Der hohe Kalkgehalt fördert die Bildung der Krümelstruktur und ermöglicht damit eine gute Durchlüftung und Erwärmung des Bodens. Typisch für basische Böden sind vor allem kalkvertragende Arten (■ Dreilappiges Leberblümchen ▼, Hohler Lerchensporn). ③



Verbreitung der Organismen. Auch größere Lebensräume (■ Bioregionen) weisen eine charakteristisch zusammengesetzte Pflanzen- und Tierwelt auf. In Gebieten der Erde mit ähnlichen Temperatur- und Niederschlagsbedingungen zeigt die Pflanzen- und Tierwelt oft eine ähnliche Zusammensetzung (■ Tropischer Regenwald, Steppe). ①

- Die Verbreitung der sommergrünen Laubwälder und der immergrünen Nadelwälder stimmt weitgehend mit der Verteilung der Klimazonen überein. Die jährliche Durchschnittstemperatur, die Niederschlagsmenge, die Bodenreaktion und die jahreszeitlichen Schwankungen dieser Umweltfaktoren sind hierfür bestimmend.

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



Schaffung optimaler Umweltfaktoren durch den Menschen

Der Mensch benötigt zahlreiche pflanzliche und tierische Rohstoffe, um sich ernähren, kleiden und gesunderhalten zu können. Seitdem Ackerbau und Viehzucht betrieben werden, veränderte der Mensch durch zielgerichtete Eingriffe in die Natur seine Umwelt (↑ Geographie, Lehrbuch Kl. 9). ②

Beim Anbau von Kulturpflanzen werden deren ökologische Potenz und die Umweltfaktoren des Standortes besonders beachtet. Je besser diese den Ansprüchen der Kulturpflanzen entsprechen, desto höhere Erträge werden erreicht.

Durch eine zielgerichtete Bodenpflege (■ Bodenlockerung, Nährstoffzufuhr, Wasserregulation) ist der Mensch in der Lage, die Umwelt für Freilandkulturen weitgehend optimal zu gestalten. Darin besteht zugleich ein Hauptanliegen unserer Volkswirtschaft.

Bodenlockerung. Durch Bodenlockerung werden Voraussetzungen für eine ausreichende Wasser- und Sauerstoffversorgung der Wurzeln geschaffen. Während die normale Pflugtiefe etwa 20 cm beträgt, werden seit einiger Zeit mit Spezialpflügen Pflugtiefen von 30 cm oder 40 cm erreicht. Dadurch wird eine bessere Durchmischung der oberen und unteren Bodenschichten bewirkt. Die Wurzelmasse vergrößert sich dabei aufgrund der besseren Versorgung der tiefer gelegenen Wurzeln mit Wasser und Sauerstoff um mehr als 20 Prozent.

Nährstoffzufuhr. Durch Düngung werden den Böden Nährstoffe wieder zugeführt, die ihnen mit dem Erntegut entzogen wurden.

■ **Kalkdüngemittel** ersetzen die von den Pflanzen aufgenommenen und vom Niederschlagswasser ausgewaschenen Kalziumanteile. Sie tragen gleichzeitig zur Aufrechterhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichts und der für die Bodenfruchtbarkeit notwendigen Krümelstruktur des Bodens bei.

Wasserregulierung. Grünlandpflanzen verbrauchen meist mehr Wasser als

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

Ertragssteigerung durch Abwasserberegnung		
Ertrag in dt/ha		
Nutzpflanze	unberegnung	beregnung
Kartoffeln	238	288
Winterroggen (Korn)	19,9	24,8
Klee grasgemenge (Heu)	15,2	96,5

- ① Beurteilen Sie die Bedeutung der ökologischen Potenz einer Pflanzenart für ihre Verbreitung! Erläutern Sie den bestehenden Zusammenhang an einem Beispiel!
- ② Beschreiben Sie die Eingriffe des Menschen in die Natur während verschiedener Gesellschaftsformationen! Gehen Sie dabei vom angestrebten Ergebnis aus, und werten Sie den Einfluß auf die Veränderung der Natur!



Ackerpflanzen. Auf vielen landwirtschaftlich genutzten Flächen weicht die Wasserversorgung der Kulturpflanzen erheblich von deren Optimum ab. Deshalb werden in der DDR gegenwärtig umfangreiche Ent- beziehungsweise Bewässerungen durchgeführt (■ Abflußgräben, Drainagen, Beregnungsanlagen). Eine Beregnung mit nährstoffhaltigen, entgifteten und desinfizierten Abwässern aus Industriebetrieben kann den Eiweißgehalt bei Futterpflanzen fast um das Vierfache erhöhen. ①

Während bei Freilandkulturen hauptsächlich die Bodenfaktoren günstiger gestaltet werden, können in Gewächshäusern außerdem einige Klimafaktoren dem Optimum angenähert werden. Viele Kulturpflanzen finden im Gewächshaus Umweltfaktoren vor, die ihrem Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsoptimum besonders entsprechen. Bei einigen Pflanzen erhöht sich die Stoffproduktion bei einer Zusatzbelichtung (↑ S. 48), 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. ②

- ① Berichten Sie über Be- und Entwässerungsvorhaben in Ihrer heimatlichen Umgebung! Beurteilen Sie die Einführung der Abwasserberegnung nach ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten! Verwenden Sie dazu die Tabelle auf Seite 109!
- ② Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen dem Wasserhaushalt und der Aufnahme von Kohlendioxid bei Pflanzen! Wenden Sie dabei Ihre Kenntnisse über den Stoffwechsel der Pflanzen an (↑ S. 16)!

► Die Gesamtheit aller auf einen Organismus einwirkenden Umweltfaktoren ist die Umwelt eines Organismus. Organismen besiedeln einen ihren Ansprüchen an die Umwelt entsprechenden Lebensraum (Biotop). Er ist durch das Vorherrschen bestimmter Umweltfaktoren gekennzeichnet. Der Biotop ist der Lebensraum einer Pflanzen- und Tiergemeinschaft. Die Pflanzen und Tiere sind dem Biotop angepaßt.

Schwankungen der Intensität eines Umweltfaktors ertragen Organismen nur innerhalb des Toleranzbereiches. Jeder Toleranzbereich hat ein Optimum und wird durch ein Minimum und ein Maximum begrenzt.

Das Vermögen eines Organismus, innerhalb seines Toleranzbereiches Schwankungen eines Umweltfaktors zu ertragen, wird als seine ökologische Potenz bezeichnet. Die ökologische Potenz ändert sich im Verlauf der Individualentwicklung.

Von der ökologischen Potenz der Organismen ist ihre räumliche Verbreitung maßgeblich abhängig. Pflanzenarten mit kleiner ökologischer Potenz (Zeigerpflanzen) werden zur Standortbeurteilung herangezogen. Für die Land- und Forstwirtschaft haben die Standortmerkmale und die ökologische Potenz der Organismen besondere Bedeutung.



Vergesellschaftung der Organismen



Tierfamilie



Pflanzengesellschaft

► Die Organismen bilden Gemeinschaften, sie vergesellschaften sich. Die Formen der Vergesellschaftung sind in der Natur sehr mannigfaltig.

Innerhalb und außerhalb solcher Vergesellschaftungsformen treten Pflanzen und Tiere in vielfältige Beziehungen zueinander und untereinander. Diese Beziehungen können sich fördernd oder hemmend für das einzelne Individuum auswirken. Solche Beziehungen sind beispielsweise das Paarungsverhalten beider Geschlechter einer Tierart, die Brutpflege, das Räuber-Beute-Verhältnis, der Parasitismus, die Insektenbestäubung, die Frucht- und Samenverbreitung der Samenpflanzen durch Tiere oder die Raum- und Nahrungskonkurrenz.

Vergesellschaftungsformen	
innerhalb einer Art	zwischen verschiedenen Arten
Tierehe (■ Storch, Graugans) Rudel (■ Wolf, Reh) Herde (■ Schaf, Antilope) Kolonie (■ Lachmöwe, Pinguin)	Parasitismus (■ Bandwurm, Wirtstier) Symbiose (■ Einsiedlerkrebs, Seeanemone) Pflanzengesellschaft (■ Ackerunkrautgesellschaft) Biozönose (■ Ahorn-Eschen-Wald)



Tierstaat

Manche Insekten bilden Gemeinschaften aus vielen Hunderten oder Tausenden Individuen. Solche Gemeinschaften sind Tierstaaten.

- Bienen, Hummeln, Wespen, Ameisen, Termiten und Hornissen leben in Tierstaaten.
- ▶ *Ein Tierstaat ist eine Vergesellschaftungsform, deren Individuen Nachkommen eines einzigen weiblichen Tieres sind. Sie zeigen im Körperbau und in ihren Funktionen Unterschiede und regulieren ihr Zusammenleben über komplizierte Instinkthandlungen.*

Bienenstaat. In einem Bienenstaat leben bis zu 50 000 Individuen: eine Königin, mehrere Drohnen und Tausende Arbeitsbienen.

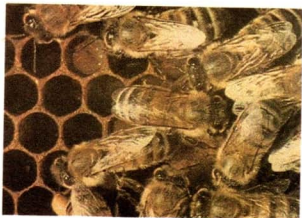
- ▶ *Das Zusammenleben in einem Bienenstaat hat für das Individuum viele Vorteile in der Auseinandersetzung mit den Umwelteinflüssen.*

Das Zusammenleben der Tiere auf einem engen Raum führt zu einer deutlichen Temperaturerhöhung. Die Temperatur wird von den Tieren (■ Fächeln) reguliert (Sommer etwa 35 °C, Winter etwa 20 °C bis 25 °C).

Die Königin befindet sich nur während des Begattungsfluges außerhalb des Bienenstocks und ist sonst vor Witterungseinflüssen gut geschützt. Dadurch wird die Fortpflanzung begünstigt.

Auch die Bieneneier, Larven und Puppen sind in den Waben geschützt, ihre Vernichtung durch ungünstige abiotische Faktoren oder durch räuberische Tiere ist stark eingeschränkt. Die Arbeitsbiene verändert ihre Funktionen in einem zeitlichen Rhythmus. Sie ist etwa 3 bis 10 Tage nach dem Schlüpfen Pflegebiene, vom 10. bis 18. Tag Baubiene, vom 18. bis 20. Tag Wachbiene und vom 20. Tag an Sammelbiene. Während einer längeren Schönwetterperiode tritt dieser Funktionswechsel in kürzeren Zeitabständen auf. Dadurch ist die Anzahl der Sammelbienen in einem Bienenstaat erhöht und die Möglichkeit zum Sammeln kann besser genutzt werden.

- ▶ *Durch das Zusammenleben im Tierstaat ergeben sich optimale Umweltverhältnisse für die Ausführung der Lebensfunktionen.*



Honigbienen auf einer Wabe



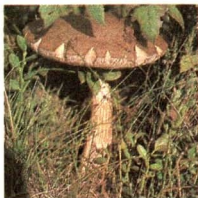
Honigbiene auf einer Blüte



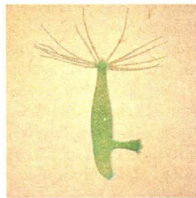
Symbiose



Wurzelknöllchen



Birkenpilz an einer Birke



Süßwasserpolyp mit Grünalgen

Eine große Anzahl von Organismen lebt in einer Gemeinschaft, die aus zwei Individuen zweier verschiedener Arten besteht. Beide Partner haben aus dem Zusammenleben einen Vorteil. Die Vergesellschaftung ist oft so eng, daß eine Art ohne die andere nicht leben kann. Beide Arten bilden eine Symbiose.

- ▶ *Symbiose ist eine Vergesellschaftungsform zwischen Individuen verschiedener Arten, in der beide Partner sich meist in ihrer Ernährungsweise fördern.*

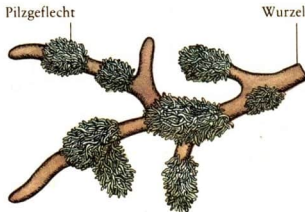
Symbiosen gibt es zwischen zwei Pflanzenarten (■ Mykorrhiza: Pilze mit Wurzeln von Samenpflanzen), zwei Tierarten (■ Einsiedlerkrebs mit Hohltieren), Pflanze und Tier (■ Süßwasserpolyp mit Grünalgen), Bakterien und Pflanzen (■ Knöllchenbakterien an Schmetterlingsblütengewächsen) und Tieren und Bakterien (■ Darmbakterien in Wirbeltieren).

- ▶ *Mykorrhiza ist eine Symbiose zwischen Pilzen und den Wurzeln mancher Samenpflanzen.*

Die Wurzeln der Samenpflanzen nehmen das Wasser im wesentlichen nur an den Wurzelspitzen und an den Wurzelhaaren auf. Ältere Wurzelteile sind meist verholzt, wodurch die Wasseraufnahme eingeschränkt ist. Pilzfäden von Mykorrhizapilzen umspinnen die Wurzel und dringen in die Wurzelzellen ein.



Symbiose zwischen einem Pilz und einer jungen Buche (Mykorrhiza)





Das Pilzgeflecht besteht aus zartwandigen Zellfäden, die osmotisch Wasser aufnehmen. Die Wurzeln werden also ausreichend mit Wasser und Mineralsalzen versorgt. Andererseits stehen dem heterotroph lebenden Pilz in der Wurzel organische Nährstoffe zur Verfügung. Viele Pilzarten leben bevorzugt mit bestimmten Samenpflanzenarten zusammen (■ Golddröhrling mit Lärchen, Birkenpilz mit Birken). ①②③

▶ *Das Vorkommen von Mykorrhizapilzen im Boden hat große Bedeutung für das Wachstum der Samenpflanzen.*

- Bei manchen Baumarten ist der Holzzuwachs deutlich vom Zusammenleben mit einem Pilz abhängig. Das wurde auf Haldenböden beobachtet, auf denen ohne Mykorrhizapilze die angepflanzten Bäume ein verzögertes Wachstum zeigen.

Symbiose zwischen Einsiedlerkrebs und Seeanemone. Einsiedlerkrebse besitzen so weichschalige Hinterleibsabschnitte, daß sie auf einen zusätzlichen Schutz angewiesen sind. Dazu dient ein leeres Schneckengehäuse, in dem der Krebs lebt, und in das er sich bei Gefahr völlig zurückziehen kann. Meist besiedelt das Schneckenhaus ein Hohltier aus der Gruppe der Seeanemonen. Der Krebs ist durch die nesselzelltragende Seeanemone vor Feinden geschützt. Die festsitzende Seeanemone wird durch den Krebs von einem Ort zum anderen getragen und gelangt dadurch an neue Nahrungsquellen. Andererseits ernährt sie sich auch von Beuteresten des Krebses. Das Zusammenleben beider Arten geht manchmal so weit, daß der Krebs die Seeanemone von einem zu klein gewordenen Schneckenhaus auf ein größeres überpflanzt.

Es ist denkbar, daß sich im Verlaufe der Entwicklung der Organismen Symbiosen aus einem losen Zusammenleben zweier Organismenarten entwickelt haben.



Fichte auf natürlichem Standort



Fichte in Gartenboden ohne Mykorrhizapilze

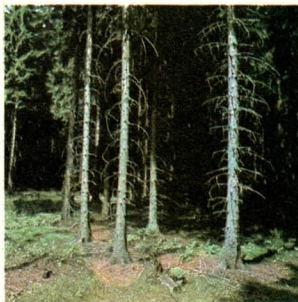
- ① Erläutern Sie den gegenseitigen Vorteil für die Symbiosepartner anhand der auf Seite 113 und 114 angegebenen Beispiele für Symbiosen!
- ② Erläutern Sie, wie die in Symbiose lebenden Partner der Mykorrhiza osmotisch Wasser aufnehmen!
- ③ Wiederholen Sie zum Verständnis der Mykorrhiza Bau und Ernährungsweise der Pilze (↑ Bio i Ü, S. 19)!



Biozönosen



Buchenwald



Fichtenwald

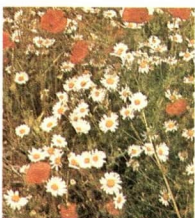
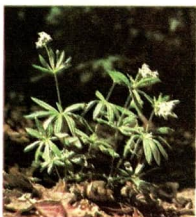
In der Natur bestehen Gemeinschaften, die aus zwei gleichartigen oder zwei verschiedenartigen Organismenarten bestehen sowie solche aus vielen verschiedenen Tier- und Pflanzenarten (■ Felder, Wiesen, Wälder, Seen). In ihnen leben solche Arten zusammen, die gleiche oder ähnliche Ansprüche an die Umwelt stellen oder solche, die sich gegenseitig günstige Bedingungen schaffen. Die Bäume eines Waldes ermöglichen, daß im Sommer in der Krautschicht Halbschattenpflanzen gedeihen, während im Frühjahr dort lichtliebende Arten vorkommen. Organismengemeinschaften aus vielen verschiedenen Arten sind Biozönosen.

- ▶ *Eine Biozönose ist eine Vergesellschaftungsform aus vielen verschiedenen Pflanzen-, Tier- und Mikroorganismenarten, die aufgrund gleicher oder ähnlicher Umweltansprüche gemeinsam in einem Biotop vorkommen und sich direkt oder indirekt beeinflussen.*

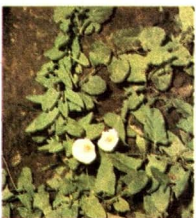
In einer Biozönose bestehen viele, oft nicht leicht überschaubare Wechselbeziehungen zwischen den Individuen. Viele Arten beeinflussen sich gegenseitig durch Stoffausscheidungen, die fördernd oder hemmend auf andere Arten wirken können (■ Linden hemmen Stiel-Eichen, Birken fördern die Assimilationsprozesse der Stiel-Eichen). Manche Arten leben in Symbiose miteinander (■ Mykorrhiza), andere parasitieren an Wirtsorganismen (■ Holzbock an Säugetieren, MehltauPilze an Blütenpflanzen). Zwischen Individuen der gleichen Art oder verschiedener Arten treten Konkurrenzerscheinungen auf (■ Revierkämpfe bei Rotwild, schnellwüchsige Baumarten verdrängen langsamer wachsende). Innerhalb der Biozönose bilden die Pflanzen Pflanzengesellschaften und die Tiere Tiergesellschaften (■ Ackerunkrautgesellschaft, Stiel-Eichen-Hainbuchenwald, pilzbewohnende Käfergesellschaften).



Der Buchenwald ist eine artenreiche Biozönose. Die Baumschicht bilden: ■ Rot-Buche, Ahorn, Eiche, Hainbuche. In der Krautschicht wachsen: ■ Busch-Windröschen, Waldmeister. Es kommen viele Vogelarten vor (■ Buchfink, Pirol). Kleinsäuger und Schnecken sind häufig (■ Igel, Spitzmaus, Waldmaus, Hain-Schnirkelschnecke).



Ein Getreidefeld ist eine kurzlebige artenärmere Biozönose. Zwischen den Getreidehalmen gedeihen Unkräuter (■ Geruchlose Kamille, Vogelmiehe, Ackerwinde, Acker-Kratzdistel, Klatsch-Mohn), die im Kulturpflanzenbestand durch Herbizide bekämpft werden und besonders am Rand größere Bestände bilden. Im Boden leben Kleinsäuger (■ Feldmaus, Hamster). Auch Vögel halten sich dort auf (■ Rebhuhn). ① († S. 118)





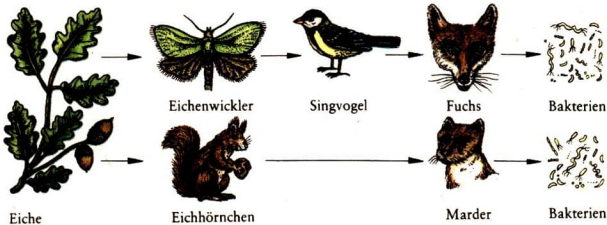
Nahrungsketten. Viele Organismenarten in einer Biozönose stehen untereinander in einem Abhängigkeitsverhältnis in bezug auf ihre Ernährung. Sie bilden eine Nahrungskette.

- Die Organismen bilden Nahrungsketten, die sich aus Produzenten (■ grüne, autotrophe Pflanzen), Konsumenten (■ heterotrophe Tiere und Pflanzen) und Reduzenten (■ organische Stoffe zersetzende Pilze und Bakterien) zusammensetzen.

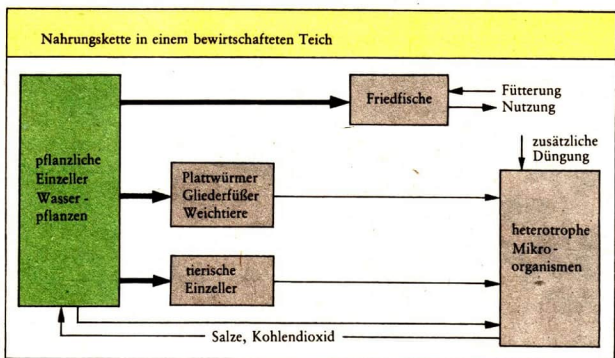
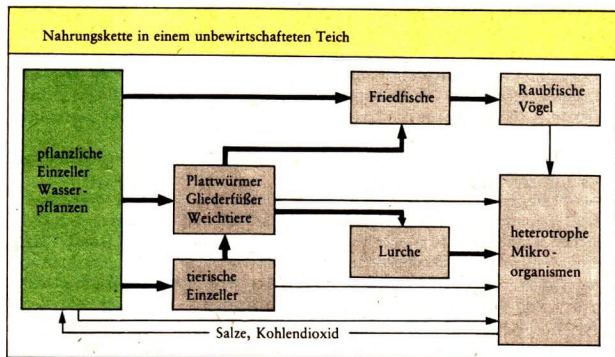
Verschiedene Nahrungsketten sind in einer Biozönose oft miteinander verbunden. ②③④ (↑ S. 118)

- Das Eichhörnchen ernährt sich von pflanzlichen und tierischen Organismen, es frisst Baumsamen (■ Eicheln), Beeren, Insekten und Vogeleier. Das Eichhörnchen kann vom Fuchs oder von Greifvögeln vertilgt werden. Durch solche Verknüpfungen von Nahrungsketten kommt es zu einem stabilen Stoffumsatz, der auch nicht unterbrochen wird, wenn eine Art aus der Nahrungskette ausfällt, in einem Jahr etwa die Menge der Eicheln so gering ist, daß nicht alle Eichhörnchen ausreichende Nahrung finden können. Die Eichhörnchen ernähren sich dann von anderen Produzenten oder Konsumenten. Dadurch bleiben alle Arten in der Biozönose trotz Schwankungen in der Menge der produzierten organischen Stoffe erhalten.

Der Mensch entnimmt der Natur große Mengen an pflanzlichen und tierischen Stoffen (■ bei der Ernte, beim Fischfang oder Holzschlag), er greift dadurch in Nahrungsketten der Organismen ein.



- Bei der Ernte auf einem Rübenfeld werden dem Boden die anorganischen und organischen Stoffe weitgehend entzogen. Von den Rüben werden Blätter und Wurzeln geerntet, die Unkräuter werden durch Bekämpfungsmaßnahmen vernichtet. Viele Konsumenten werden ebenfalls ausgeschaltet. Es fallen also kaum organische Stoffe an, die von den Reduzenten wieder zu anorganischen Stoffen für die Pflanzenernährung umgesetzt werden können. Daher muß der Mensch zugleich mit der Entnahme organischer Stoffe durch Düngung organische oder anorganische Stoffe in den Boden einbringen.



- ① Begründen Sie die unterschiedliche Zusammensetzung verschiedener Biozönosen! Vergleichen Sie dazu die Artenkombination auf Seite 116!
- ② Erläutern Sie die Begriffe Produzent, Konsument, Reduzent!
- ③ Erklären Sie die Stoffumwandlung in der auf Seite 117 dargestellten Nahrungskette!
- ④ Vergleichen Sie die Nahrungskette in einem bewirtschafteten und in einem unbewirtschafteten Teich! Begründen Sie die eingeleiteten Maßnahmen!



Populationen

In jeder Biozönose kommen mehrere, oft viele Individuen einer Art vor. Diese bilden Populationen.

- ▶ Eine Population ist die Gesamtheit der Individuen einer Art in einem abgegrenzten natürlichen Lebensraum (Biotop).

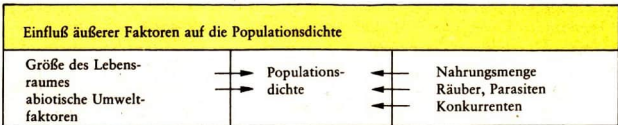
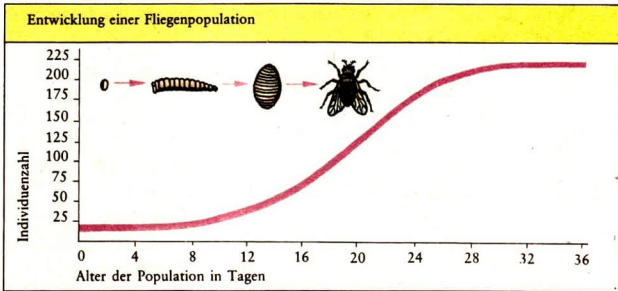
Populationen können auch in größeren Gebieten und damit in mehreren Biozönosen vorkommen (■ Wildschweinpopulation eines Forstreviers). Von den in einer Biozönose herrschenden Umweltbedingungen hängt die Anzahl der darin lebenden Individuen ab.

- In einem Waldstück von 20 Hektar Größe brüten 50 Buchfinkenpaare, in einem anderen Waldstück der gleichen Größe nur 20 Buchfinkenpaare. Findet die Kornblume auf einem Getreidefeld günstige Umweltbedingungen, kommt sie in zahlreichen Exemplaren vor; wurden auf einem Feld Unkrautbekämpfungsmittel eingesetzt, ist das Vorkommen der Kornblume stark eingeschränkt.

Populationen haben eine bestimmte Dichte.

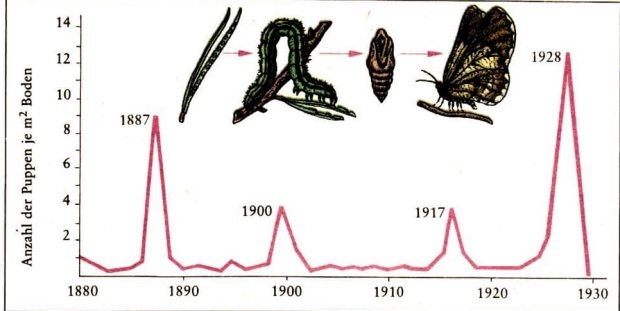
- ▶ Die Populationsdichte ist die Anzahl der Individuen einer Art bezogen auf die Größe des zur Verfügung stehenden Lebensraumes.

Die Populationsdichte wird meist geschätzt, ein Zählen der Individuen ist nur selten möglich. Die Populationsdichte ist von vielen inneren und äußeren Faktoren abhängig. In künstlichen Populationen kann dieses Abhängigkeitsverhältnis gut beobachtet werden.





Populationschwankungen beim Kiefernspanner



In der Natur schwankt die Populationsdichte ständig (■ Kohlweißlinge, Maikäfer in verschiedenen Jahren). ①②

Besonders bei Schädlingen sind Kenntnisse über Populationschwankungen von großer Bedeutung, um rechtzeitig Massenentwicklungen einzudämmen. Von einer Reihe von Schädlingen sind Populationschwankungen durch jahrzehntelange Beobachtungen gut bekannt.

Die Populationschwankungen werden von denselben Faktoren beeinflusst wie die Populationsdichte. Sie wirken komplex, und es ist oft schwer, eine einzelne Ursache für eine plötzliche Massenentwicklung oder das Zurückgehen einer Population anzugeben. Häufig beeinflussen sich die Populationen in ihrer Dichte gegenseitig. Meist folgt der Vermehrung einer durch besonders reichliches Nahrungsangebot oder günstige Klimaverhältnisse stark entwickelten Beutetierpopulation eine Vermehrung der Räuberpopulation. Dadurch wird die Pöpopulation des Beutetieres bald wieder eingeschränkt, und schließlich geht auch die Population des Räubers zurück. Dieser Vorgang wiederholt sich ständig. ③

▶ Populationen schwanken um einen Mittelwert, der mehr oder weniger konstant bleibt, wenn keine besonders großen Umweltschwankungen auftreten.

Dadurch stellt sich ein bestimmtes Zahlenverhältnis zwischen den Populationen ein, das ökologische Gleichgewicht.

▶ Das ökologische Gleichgewicht stellt ein mehr oder weniger ausgeglichenes Verhältnis zwischen den Populationen einer Biozönose dar.

Das ökologische Gleichgewicht ist ein wesentliches Merkmal naturnaher Biozönosen, in denen sich die Artenzusammensetzung wenig ändert.

Da die abiotischen Umweltfaktoren und damit die Populationsdichte ständig schwanken, ist das ökologische Gleichgewicht ein Fließgleichgewicht.



Störungen des ökologischen Gleichgewichts



Windbruch



Abraumhalde

Der Gleichgewichtszustand in Biozöosen kann durch plötzlich auftretende extreme Umweltfaktoren oder durch menschliche Eingriffe gestört werden.

Überschwemmungen, Waldbrände, durch starke Stürme hervorgerufener Windbruch verändern die Zusammensetzung von Biozöosen. Eingriffe des Menschen, die zu Veränderungen des ökologischen Gleichgewichts führen, sind das Einfügen fremder Arten in Biozöosen, Senkungen des Grundwasserspiegels durch Melioration, Kahlschläge oder die Anlage von Monokulturen.

- ▶ *Extreme natürliche oder durch den Menschen hervorgerufene Veränderungen der Umweltfaktoren beeinflussen das ökologische Gleichgewicht in Biozöosen.*

- Der Mensch beeinflusst Biozöosen besonders im Zusammenhang mit der Produktion pflanzlicher und tierischer Stoffe (■ Nahrungsmittel, Rohstoffe). In der Landwirtschaft und im Gartenbau werden Reinkulturen angelegt, um hohe Erträge zu erzielen. Damit schafft der Mensch artenarme Biozöosen, die kein ausgewogenes Verhältnis von Produzenten, Konsumenten und Reduzenten haben.

- ▶ *Naturnahe Biozöosen sind in ihrem ökologischen Gleichgewicht relativ stabil.*

- ① Erläutern Sie die Wirkung der Umweltfaktoren auf die Populationsdichte an einer Tierpopulation! Welche Schlußfolgerungen ziehen Sie daraus?
- ② Beschreiben Sie die Entwicklung der Fliegenpopulation! Stellen Sie Beziehungen zu einwirkenden Umweltfaktoren her!
- ③ In einer unbewirtschafteten Talsperre wurden in aufeinanderfolgenden Jahren folgende Fischfänge gemacht: Friedfisch: 1 100 kg, 790 kg, 2 210 kg, 3 310 kg, 1 170 kg, 500 kg; Raubfisch: 430 kg, 2 440 kg, 3 370 kg, 1 820 kg, 370 kg, 2 200 kg. Stellen Sie die Fischfänge in zwei Kurven grafisch dar und erläutern Sie diese!

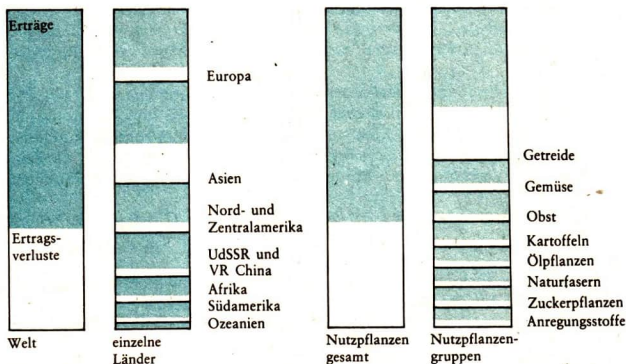


In Kulturbiozöosen herrscht oft ein Überangebot von Nahrungspflanzen für pflanzenfressende Nahrungsspezialisten (■ Kartoffeln — Kartoffelkäfer, Kohlpflanzen — Kohlweißling, Kiefern oder Fichten — Nonne). Die Populationen dieser pflanzenfressenden Tiere entwickeln sich dann so stark, daß sie Kulturpflanzen schädigen und bekämpft werden müssen.

Schädlingsbekämpfung. In der Welt gehen heute etwa 14% der Ernte durch Schädlinge verloren. Der Gesamtverlust in den einzelnen Ländern ist sehr unterschiedlich, er hängt auch von der Intensität der Schädlingsbekämpfung ab. Die Schädlingsbekämpfung ist eine auf der ganzen Erde notwendige Maßnahme zur Sicherung der Nahrungsmittelproduktion. In der DDR werden dafür erhebliche Mittel in den Volkswirtschaftsplänen vorgesehen und in der Praxis eingesetzt. Nach genauer Beobachtung der Populationsentwicklung werden Bekämpfungsmaßnahmen vorausgeplant und bei günstiger Witterung zum richtigen Zeitpunkt durchgeführt. Dabei müssen die Schädlinge aus verschiedenen systematischen Gruppen unterschiedlich behandelt werden. ①②

Die Schädlingsbekämpfung kann auf verschiedene Weise erfolgen:

- chemisch: Fraßgifte, Atemgifte, Berührungsgifte
- physikalisch: Fallen, Absammeln, Bodendämpfung, Warntöne
- biologisch: Züchtung resistenter Sorten, Standortwahl, Fruchtfolge, Begünstigung natürlicher Feinde.



- ① Erläutern Sie mit Ihren Kenntnissen über die Populationsdichte, wie eine Tierart für bestimmte Pflanzen zum Schädling werden kann!
- ② Begründen Sie, warum blattfressende Insekten oder wurzelzerstörende Nagetiere die Ernte mindern, auch wenn Blatt und Wurzel nicht geerntet werden!



Tierische Schädlinge

- **Kiefernspanner**
Verbreitung: bei Kiefern und anderen Nadelbäumen
Bekämpfung: Sprühen oder Nebeln mit Insektiziden
- **Ackerschnecke**
Verbreitung: feuchte Wiesen, Felder, Gärten und Wälder
Bekämpfung: mit Pflanzenschutzmitteln; natürliche Feinde (■ Igel, Star)

- **Feldmaus**
Verbreitung: Äcker, Weiden, Wiesen, Kiefernwälder
Bekämpfung: durch Giftköder, Anbringen von Aufblockstellen für Greifvögel

- **Blattläuse**
Verbreitung: Obstgehölze
Bekämpfung: Insektizideinsatz

Pflanzliche Schädlinge

- **Mehltau (Pilz)**
Verbreitung: Getreide, Gemüse, Zierpflanzen
Bekämpfung: Fungizide
- **Blattrollkrankheit (Virus)**
Verbreitung: Kartoffel
Bekämpfung: vorbeugend — virusfreie Pflanzkartoffeln, Beseitigen viruskranker Pflanzen, Krautabtötung
- **Acker-Schachtelhalm**
Verbreitung: Getreide- und Kartoffelfelder
Bekämpfung: Bodenbearbeitung, Pflegearbeiten, geregelte Fruchtfolge
- **Acker-Kratzdistel**
Verbreitung: Getreide- und Kartoffelfelder
Bekämpfung: geregelte Fruchtfolge, Herbizide





Die Bekämpfungsmittel werden nach der Tiergruppe oder Pflanzensippe benannt, auf die sie einwirken.

- Insektizide wirken gegen Insekten
- Fungizide wirken gegen Pilze
- Herbizide wirken gegen Unkräuter.

- ▶ *Die chemische Schädlingsbekämpfung hat bisher die größten Erfolge gehabt, sie weist aber auch erhebliche Nachteile auf.*

Diese Gifte wirken niemals nur gegen einen Schädling, sondern können auch für andere Tiere, für Pflanzen und den Menschen schädlich sein. Manche Bekämpfungsmittel werden erst allmählich chemisch verändert und wirken noch lange nach der Bekämpfungsaktion als Gift im Boden oder in den Gewässern.

Einige Giftstoffe (■ DDT) reichern sich innerhalb der Nahrungskette von Stufe zu Stufe an, so daß Endglieder der Nahrungskette (■ Greifvögel, Raubtiere, Mensch) diese Gifte im Körper in größerer Menge anhäufen.

Die wissenschaftliche Forschung arbeitet heute intensiv an der Entwicklung von Bekämpfungsmitteln, die nur gegen wenige Tierarten wirksam sind.

Zur Erhaltung des ökologischen Gleichgewichts müssen biologische Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen eine größere Anwendung finden.

Für Kulturpflanzen werden Standorte gewählt, an denen sie gut gedeihen, für den Schädling aber ungünstige Bedingungen herrschen.

- Der Kartoffelkäfer tritt in wärmeren und niederschlagsarmen Gebieten auf. An kühlen, feuchteren Standorten, an denen die Kartoffeln gut gedeihen, ist der Schädlingsbefall gewöhnlich geringer.

Geeignete Nachbarschaft verschiedener Kulturpflanzen spielt bei der Verhinderung des Schädlingsbefalls eine Rolle.

- Durch benachbarten Anbau von Zwiebeln und Möhren wird die Zwiebellfliege durch ausgeschiedene Stoffe der Möhre in ihrer Entwicklung gehemmt und der Befall vermindert.

Ein jährlicher Fruchtwechsel vermindert den Schädlingsbefall, weil dadurch die Vermehrung vieler Schädlinge unterbrochen wird.

Durch Begünstigung der natürlichen Feinde können Schädlingspopulationen oft in erträglichen Grenzen gehalten werden. Deshalb müssen insektenvertilgende Vögel durch Erhaltung natürlicher Brutplätze besonders gefördert werden.

Eine moderne Methode der biologischen Schädlingsbekämpfung ist das Aussetzen von Parasiten für den Schädling. Voraussetzung für die Anwendung dieser Maßnahme ist die schnelle und massenhafte Züchtung solcher Parasiten.

Erste Erfolge wurden mit der künstlichen Sterilisation von Männchen der Schadinsekten erreicht. Werden solche unfruchtbaren Männchen in Insektenpopulationen eingeführt, verringert sich die Population allmählich, weil keine Nachkommen entstehen.

- ▶ *Die biologische Schädlingsbekämpfung muß auf Kenntnissen über die Lebensweise des Schädlings und über das ökologische Gleichgewicht in Biozöosen beruhen und ist darauf gerichtet, das Gleichgewicht zu erhalten oder ein gestörtes Gleichgewicht wieder herzustellen. ③*



Einfluß der Organismengesellschaften auf die abiotischen Faktoren. Alle Biozönosen werden in ihrer Zusammensetzung von den abiotischen Umweltfaktoren beeinflusst. Gleichzeitig wirken aber auch die Pflanzen- und Tiergesellschaften auf die abiotischen Umweltfaktoren ein und verändern sie in bestimmten Grenzen. In der Biozönose bildet sich ein Bestandsklima heraus.

Das Bestandsklima wird durch das Zusammenwirken von biotischen und abiotischen Faktoren und der Geländestruktur bestimmt. Es kann vom Großklima einer Landschaft erheblich abweichen.

Der Einfluß der Vegetation auf die Klima- und Bodenverhältnisse wird bewußt ausgenutzt, um ungünstige Klimafaktoren für landwirtschaftliche Nutzflächen zu verändern (■ Windschutzpflanzungen, wasserspeichernde Wirkung der Wälder). ①②

Das Bestandsklima ermöglicht vielen Arten das Vorkommen in einer bestimmten Biozönose.

Halbschatten- und Schattenpflanzen sind nur im Schutze des Kronendaches der Baumschicht lebensfähig, auf dem angrenzenden Feld gehen die Keimpflanzen schnell zugrunde. Feuchtlufttiere (■ Lurche, Schnecken) finden nur in einer schützenden Pflanzenschicht die für sie notwendige hohe Luftfeuchtigkeit.

Klimawerte an einem Sommertag			
Faktoren	Freiland (unbewachsen)	Kiefernbestand (Kronenschluß) 70%	Buchenbestand (Kronenschluß) 95%
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
Absolute Luftfeuchtigkeit	15,6 g/m ³	16,3 g/m ³	19,6 g/m ³
Verdunstung einer freien Wasserfläche	100%	78%	53%

- ① Begründen Sie die unterschiedlichen Werte für ausgewählte Umweltfaktoren in den auf Seite 125 genannten Biozönosen!
- ② Beschreiben Sie den Einfluß des Waldes auf den Wasserhaushalt der Natur!
- ③ Stellen Sie Vorteile und Nachteile der chemischen und biologischen Schädlingsbekämpfung gegenüber! Welche Schlußfolgerungen können Sie daraus ziehen?



Entwicklung von Biozöosen

Überall in der Natur begegnen uns Veränderungen in der Vegetation und in der Tierwelt. Auf Ödland wachsen zunächst nur wenige Arten. Die Pflanzen bedecken mit geringer Individuendichte locker den Boden und verwerten die wenigen Humusstoffe. Aber von Jahr zu Jahr nimmt die Vegetation zu. Neue Arten treten auf, die zuerst angesiedelten verschwinden wieder. Viele Seen verlanden allmählich, weil sich der Schilfgürtel immer weiter zur Seemitte hin ausdehnt, während sich an den ursprünglichen Seeufern Erlenbrüche ausbilden.

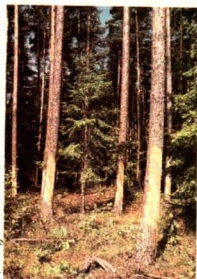
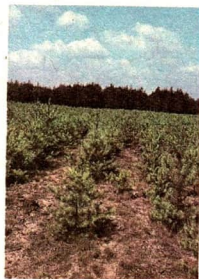
- Auf einem Kahlschlag im Wald wachsen nach kurzer Zeit zwischen den neu-angepflanzten Bäumen Sämlinge verschiedener Waldkräuter und schließlich Sträucher heran. Mit dem Auftreten anderer Pflanzenarten ändert sich auch die Zusammensetzung der Tiergesellschaft. In der Natur treten solche Veränderungen in den Biozöosen gesetzmäßig auf.

► *Die Aufeinanderfolge verschiedener Biozöosen auf dem gleichen Standort im Laufe eines längeren Zeitraumes ist eine Entwicklungsfolge.*

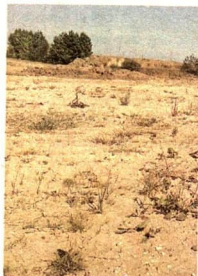
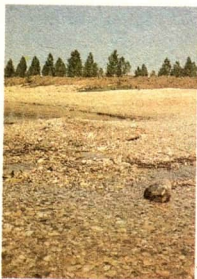
Fast alle vegetationslosen Böden werden in Abhängigkeit von Klima- und Bodenverhältnissen durch Organismen neu besiedelt. Zunächst finden Bakterien, Algen und niedere Pilze, oft auch Moose und Flechten auf Ödland einen Lebensraum. Sie stellen an den Nährstoffgehalt des Bodens geringe Ansprüche und ertragen die auf freien Flächen wirkenden großen Klimaschwankungen. Allmählich reichern sie durch ihre organischen Stoffe den Boden mit Nährstoffen an und schaffen in der bodennahen Zone ein Bestandsklima, das für andere Organismen einen geeigneten Lebensraum darstellt. So kommt es in wenigen Jahren zu einer geschlossenen Pflanzendecke aus Kräutern, in deren Schutz die Samen von Sträuchern und Bäumen keimen. Zugleich finden mehr und mehr Tierarten Nahrung und Schutz. Über eine Strauchvegetation entwickelt sich allmählich ein Vorwald und schließlich ein Hochwald. Unter den klimatischen Verhältnissen von Mitteleuropa bildet sich ein artenreicher Mischwald mit einem relativ stabilen ökologischen Gleichgewicht. Er stellt die Schlußgesellschaft einer Entwicklungsfolge dar.

► *Entwicklungsfolgen bestehen aus verschiedenen aufeinanderfolgenden Stadien und werden durch eine meist langlebige Biozönose mit einem relativ stabilen ökologischen Gleichgewicht abgeschlossen.*

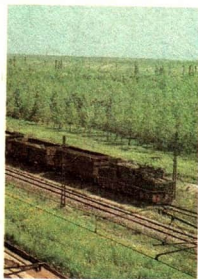
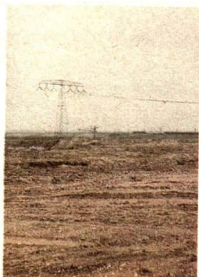
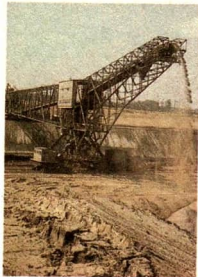
Solche Entwicklungsfolge ist aber in einer vom Menschen stark beeinflussen Landschaft meist nicht in allen ihren Stadien vollständig zu beobachten, weil sie durch Kulturmaßnahmen gestört wird. Die gesetzmäßige Aufeinanderfolge bestimmter Biozöosen muß der Mensch bei Kulturmaßnahmen berücksichtigen (■ Bepflanzung von Dünen als Küstenschutzmaßnahme, Neuansaat meliorierter Flächen, Aufforstung von Kahlschlägen und Ödland). Bei sinnvollem Eingreifen in die gesetzmäßigen Abläufe in der Natur kann der Mensch einzelne Stadien einer Entwicklungsfolge besonders lange aufrechterhalten, wenn sie seinen Nutzungsansprüchen entsprechen, oder er kann erreichen, daß sich das Endstadium schnell einstellt.



Entwicklungsfolge eines Kiefernwaldes



Entwicklungsfolge am Ufer eines künstlichen Sees (■ Stausee)



Wiederurbarmachung eines bergbaulich genutzten Gebietes durch Aufforstung



Die Vergesellschaftung der Organismen ist ein wesentliches Merkmal der lebenden Natur. Es gibt viele verschiedene Vergesellschaftungsformen zwischen Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen gleicher oder verschiedener Arten. An einer Vergesellschaftungsform können zwei oder wenige Individuen (■ Symbiose, Parasitismus) oder sehr viele Individuen (■ Tierstaat, Biozönose) beteiligt sein. Als Glied einer Vergesellschaftungsform tritt das Lebewesen in eine bestimmte Beziehung zu seiner abiotischen und biotischen Umwelt. Die Beziehungen der Organismen untereinander können für das Individuum vorteilhaft oder nachteilig bei der Auseinandersetzung mit der Umwelt sein.

Die Beziehungen der Organismen in Biozönosen werden besonders in den Nahrungsketten wirksam.

Gleichartige Organismen einer Biozönose gehören zu einer Population. Die Populationsdichte wird von den in der Biozönose herrschenden abiotischen und biotischen Umweltfaktoren bestimmt und hat zugleich Einfluß auf die Zusammensetzung der Biozönose.

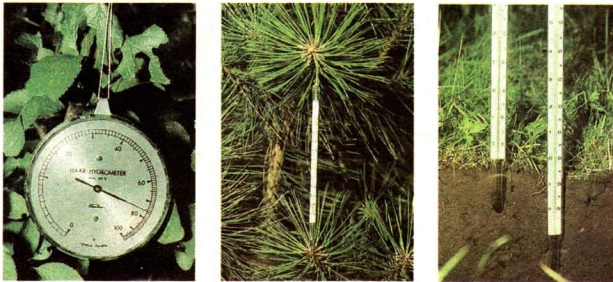
Vom Menschen wenig beeinflusste Biozönosen haben ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den einzelnen Populationen, es stellt sich ein ökologisches Gleichgewicht ein. In Kulturbiozönosen ist das ökologische Gleichgewicht gestört (■ bevorzugte Entwicklung einer oder weniger Arten). Der Mensch führt Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der geforderten Artenzusammensetzung durch (■ Düngung, Schädlingsbekämpfung). In Biozönosen entsteht durch die Wechselbeziehungen der Organismengesellschaften mit der abiotischen Umwelt ein Bestandsklima.

Wie beim Individuum erfolgt auch in Biozönosen eine ständige Entwicklung über verschiedene Stadien bis zu einer mehr oder weniger stabilen, langlebigen Schlußbiozönose.

Durch sinnvolle Nutzung des Bestandsklimas und der Entwicklungsfolgen von Biozönosen kann der Mensch hohen Nutzen ziehen.



Biologisch-geografische Exkursion



Messung von Umweltfaktoren (Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur, Bodentemperatur)

Einsichten in die Beziehungen der Organismen zu ihrer Umwelt gewinnt der Mensch hauptsächlich dadurch, daß er einzelne Organismen oder Organismengemeinschaften in ihrem natürlichen Biotop oder Lebensraum beobachtet und aus vielen einzelnen Erkenntnissen das Allgemeingültige, das Gesetzmäßige erkennt. Dabei muß der Mensch versuchen, die vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen den Individuen der Organismengemeinschaft und den Organismen und ihrer abiotischen Umwelt zu analysieren, was oft gar nicht leicht ist, weil die Beziehungen meist ein sehr kompliziertes Gefüge darstellen.

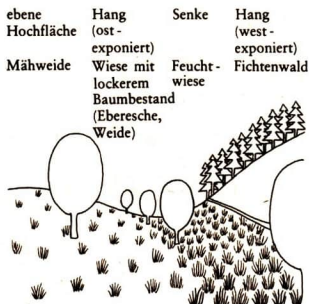
Sie werden auf der biologisch-geografischen Exkursion selbst solche Zusammenhänge zwischen den Organismen und ihrer Umwelt untersuchen. Zugleich lernen Sie eine für Ihre engere Heimat typische Landschaft als Ergebnis der Einwirkung verschiedener natürlicher Komponenten (■ Klima, Boden, Vegetation) und des Einflusses der menschlichen Gesellschaft zu beurteilen und zu verstehen. ①

Bei Untersuchungen von Biozöosen arbeitet der Wissenschaftler in einem Freilandlabor. Er stellt Beobachtungen und Messungen an und protokolliert sorgfältig alle Arbeitsschritte, um sie später auswerten zu können. Eine solche Arbeitsweise werden Sie ebenfalls anwenden. Zunächst verschafft man sich einen Überblick über die Zusammensetzung der zu untersuchenden Biozöosen und ihrer Tier- und Pflanzengesellschaften. ② ③

- ① Suchen Sie das Exkursionsgebiet auf einer Landkarte auf! Bestimmen Sie seine geografische Lage! Fertigen Sie anhand des Kartenbildes eine Beschreibung der Oberflächenformen an!
- ② Stellen Sie die Schichtung der zu untersuchenden Biozönose fest!
- ③ Fertigen Sie eine Bestandsaufnahme der zu untersuchenden Biozönose an!



Profil einer Landschaft



Jede Biozönose ist in ihrer Zusammensetzung nur als Ergebnis des Zusammenwirkens der Organismengemeinschaft mit der abiotischen Umwelt zu verstehen. Daher gehören zu Freilanduntersuchungen in Biozönosen exakte Messungen der wichtigsten Klima- und Bodenfaktoren.

In der Natur prägen benachbarte Biozönosen das Landschaftsbild zusammen mit Siedlungen und Verkehrswegen oder Industrieanlagen.

Beachten Sie bei der Lösung der Aufgaben die Arbeitsanleitungen S. 153 ff.

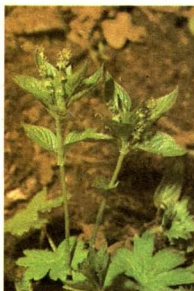
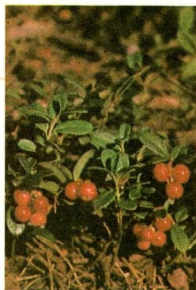
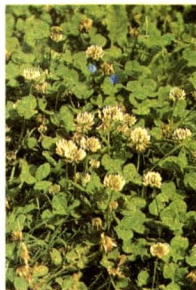
- ① Untersuchen Sie den Deckungsgrad der Pflanzen in der Kraut- und Baumschicht!
- ② Untersuchen Sie den Entwicklungsgrad der Pflanzen in der Krautschicht!
- ③ Fertigen Sie eine Beschreibung des jahreszeitlichen Aspekts der Pflanzengesellschaft an!
- ④ Stellen Sie fest, welche Tiere Sie in der Biozönose beobachten können!
- ⑤ Untersuchen Sie morsches Holz auf den Befall mit holzerstörenden Pilzen!
- ⑥ Untersuchen Sie den Einfluß des Lichtes auf eine Halbschattenpflanze (■ Zaun-Giersch, Sauerklee, Wald-Ziest, Großes Springkraut)!
- ⑦ Messen Sie die Lichtintensität im Freiland und an verschiedenen Stellen der Biozönose mit einem Belichtungsmesser!
- ⑧ Messen Sie die Luft- und Bodentemperatur im Bereich der Biozönose!
- ⑨ Untersuchen Sie die Bodenart im Biotop!
- ⑩ Untersuchen Sie den Kalkgehalt des Bodens!
- ⑪ Bestimmen Sie den pH-Wert des Bodens mit Hilfe von Zeigerarten!
- ⑫ Bestimmen Sie den pH-Wert des Bodens nach der Indikatormethode!
- ⑬ Messen Sie die relative Luftfeuchtigkeit im Bereich der Biozönose und im Nachbarbiotop!
- ⑭ Werten Sie die Meß- und Untersuchungsergebnisse unter Berücksichtigung der Tatsache aus, daß sich die abiotischen Faktoren untereinander beeinflussen!



Alle diese Elemente der Landschaft sind in das natürliche Relief eingeordnet und ergeben das Landschaftsbild, das in Form eines Landschaftsprofils schematisch skizziert werden kann.

Alle Untersuchungen der natürlichen Bedingungen einer Landschaft und ihrer Biozöosen dienen dazu, ein eng begrenztes Landschaftsgebiet in seinem komplexen Charakter vielseitig zu erfassen.

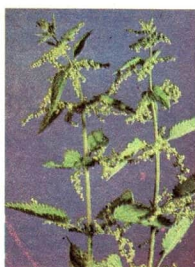
Das ist die Voraussetzung für gezielte Eingriffe, die der Mensch in die Natur im Zuge ihrer Nutzung und zugleich planmäßigen Pflege und Erhaltung vornimmt. Planlose und spontane Maßnahmen führen oft zu großen Schäden in der Natur. Sinnvolle, auf der Grundlage exakter ökologischer Untersuchungen durchgeführte Eingriffe in die Natur ermöglichen es dem Menschen, sie optimal zu nutzen und dennoch in geeigneter Form den Umweltschutz zu gewährleisten.



Pflanzen auf basischen Böden
(■ Huflattich, Binkelkraut)

Pflanzen auf neutralen Böden
(■ Weiß-Klee, Acker-Senf)

Pflanzen auf sauren Böden
(■ Preiselbeere,
Hain-Wachtelweizen)



Pflanzen an feuchten
Standorten
(■ Sumpf-Dotterblume,
Wiesen-Schaumkraut)

Pflanzen an trockenen
Standorten
(■ Heidekraut, Besenginster)

Pflanzen auf stickstoff-
haltigen Böden
(■ Große Brennessel,
Bärenklau)

- ① Vergleichen Sie in einer Tabelle das Bestandsklima und das aus Wetterkarten ersichtliche Großklima Ihres Untersuchungsgebietes!
- ② Beschreiben Sie das Landschaftsprofil Ihres Untersuchungsgebietes und fertigen Sie eine schematische Zeichnung an!
- ③ Stellen Sie fest, ob im Untersuchungsgebiet Entwicklungsfolgen von Biozönosen auftreten!
- ④ Wiederholen Sie aus früheren Schuljahren Ihre Kenntnisse über Maßnahmen des Naturschutzes, die Sie bei Ihren Untersuchungen im Exkursionsgebiet beachten müssen!
- ⑤ Beobachten Sie im Untersuchungsgebiet gezielte Maßnahmen des Menschen zum Schutz einzelner Teile der Natur!
- ⑥ Stellen Sie fest, ob im Exkursionsgebiet Schäden durch Nichtbeachtung von Natur- und Landschaftsschutzbestimmungen entstanden sind!



Nutzung und Schutz der Umwelt



Braunkohlentagebau



Rekultiviertes Tagebauebiet

Die Existenz des Menschen und der menschlichen Gesellschaft ist eng mit der Natur verbunden. Der Mensch entnimmt der Natur zur Befriedigung seiner Bedürfnisse (■ Nahrung, Kleidung, Wohnung) zahlreiche Stoffe.

Diese Stoffe werden meist verändert, dabei entstehen Reststoffe, die wieder an die Umwelt abgegeben werden. Dieser Stoffaustausch zwischen Mensch und Natur führt zur Veränderung der Natur.

Zu Beginn der Menschheitsentwicklung war der Einfluß des Menschen auf die Natur gering und meist örtlich und zeitlich begrenzt (■ wechselnde Ernte- und Jagdgebiete). Seit die Menschen sesshaft wurden, nahm ihr Einfluß auf die Umwelt zu. Die Entwicklung von Wissenschaft und Technik, die ständig wachsende Weltbevölkerung, die zunehmende Industrialisierung auch in der Landwirtschaft, die veränderten Lebensgewohnheiten der Menschen führen zu tiefgreifenden Veränderungen der Landschaft (■ Industriebauten, Siedlungen, Verkehrswege, Stauanlagen, Tagebaue).

Viele dieser Veränderungen trugen zur Erhaltung und Mehrung der Naturreichtümer bei (■ Be- und Entwässerung, Aufforstung, Anlage von Stauseen). Andere führten zu großen Schäden (■ Verkarstung als Folge der Abholzung, Aussterben von Pflanzen und Tieren durch Veränderung der natürlichen Umwelt).



Die schädlichen Auswirkungen der Eingriffe des Menschen in die Natur umfassen zunehmend größere Gebiete und nicht selten den ganzen Erdball (■ Verseuchung der Atmosphäre durch radioaktive Stoffe); sie beeinflussen das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen sowie das Leben der Pflanzen und Tiere. Um die wachsenden Bedürfnisse der Menschen befriedigen zu können und dabei die schädigenden Einflüsse auf die Umwelt in vertretbaren Grenzen zu halten, müssen alle Möglichkeiten in Wissenschaft und Technik (■ Kenntnis ökologischer Gesetze, Entwicklung abproduktarmer Produktionsverfahren) umfassend genutzt werden. Die Realisierung dieser Notwendigkeit ist wesentlich von den gesellschaftlichen Verhältnissen abhängig. Im Kapitalismus, in dem das Streben nach Maximalprofit im Vordergrund steht, ist eine umfassende Lösung der Umweltprobleme nicht möglich. In den sozialistischen Ländern, in denen das Wohl aller Menschen im Vordergrund steht, wird eine immer umfassendere Lösung der Umweltprobleme durch gesetzliche Regelungen und durch internationale Zusammenarbeit angestrebt. Dabei wird die Erfüllung der gesetzlichen Forderungen maßgeblich bestimmt von den ökonomischen Möglichkeiten, die durch gute Planerfüllung in der Volkswirtschaft geschaffen werden, und vom Verantwortungsbewußtsein eines jeden einzelnen Bürgers gegenüber der Umwelt. ①



Industrieanlage mit starker Umweltbelastung (links) und geringer Umweltbelastung (rechts)

- ① Ermitteln Sie charakteristische Beispiele für die Veränderung der Natur durch den Menschen in der Umgebung Ihres Heimatortes!
- ② Erarbeiten Sie eine Übersicht über die Organisation und Leitung des Umweltschutzes in der DDR! Benutzen Sie dazu auch Bio i Ü Seite 283 ff.! Charakterisieren Sie Möglichkeiten Ihrer persönlichen Mitwirkung!
- ③ Informieren Sie sich bei dem Ratsmitglied für Umweltschutz bzw. bei dem Naturschutzbeauftragten Ihres Heimatortes über wichtige Aufgaben der Landeskultur und des Umweltschutzes im Territorium!



Umweltschutz in der DDR



Landschaftsschutzgebiet



Grünanlagen im Wohngebiet

Grundlage für alle Maßnahmen zur sozialistischen Landeskultur in der DDR bildet das Landeskulturgesetz.

Ausgehend von Artikel 15 der Verfassung der DDR wurde ein Gesetz zur sozialistischen Landeskultur von Regierung, wissenschaftlichen Institutionen und von gesellschaftlichen Organisationen erarbeitet, mit der Bevölkerung diskutiert und am 14. Mai 1970 von der Volkskammer beschlossen.

Verantwortlich für Leitung, Planung, Durchführung und Kontrolle aller Maßnahmen zum Umweltschutz sind die Organe des sozialistischen Staates (■ Ministerrat, Ministerium für Wasserwirtschaft und Umweltschutz, Räte der Bezirke, Kreise und Gemeinden) in Zusammenarbeit mit den gesellschaftlichen Organisationen (■ Nationale Front, FDJ). ②

Wichtige Aufgaben des Umweltschutzes sind:

- rationelle Nutzung und Schutz des Bodens, der Gewässer und der Wälder;
- Reinhaltung der Luft;
- Schutz vor Lärm;
- Schutz seltener, vom Aussterben bedrohter Pflanzen und Tiere, besonderer Landschaftsteile und bedeutender Naturdenkmale;
- Pflege und Gestaltung der Landschaft.

Diese Aufgaben sind in allen Bezirken der Republik in Zusammenarbeit zwischen staatlichen Organen, gesellschaftlichen Organisationen und allen Bürgern zu lösen. Dabei können durch die örtlichen Bedingungen unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt sein. ③

■ In den industriellen Ballungsgebieten ist vor allem die Verunreinigung der Luft durch Staub und schädliche gasförmige Stoffe zu verringern.

Im Bezirk Rostock ist der Küstenschutz ein Schwerpunkt des Umweltschutzes. Überall sind erhebliche Anstrengungen erforderlich, um eine geordnete Mülldeponie zu sichern. In den Braunkohleabbaugebieten gehört die Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft zu den wichtigsten Aufgaben der Landeskultur.



Rationelle Nutzung und Schutz der Gewässer



Abwasserreinigung (links Kläranlage, rechts Wasser vor und nach der Reinigung)

Wasser ist eine unersetzliche Voraussetzung für die Existenz aller Organismen (↑ S. 17 ff.). Zur Befriedigung seiner Bedürfnisse nutzt der Mensch das Wasser in vielfältiger Weise (■ persönliche Hygiene, Erholung, Transportmittel, Produktionsmittel, Nahrungsmittel). Zur Deckung des Wasserbedarfs dient fast ausschließlich Süßwasser der Binnengewässer (■ Seen, Flüsse, Teiche) und das Grundwasser. Seit einigen Jahren steigt der Wasserbedarf sprunghaft an. An der Spitze hinsichtlich des Wasserbedarfs in der DDR steht die Industrie (■ die Kraftwerke und Chemiebetriebe). Mit dem Übergang zu industriemäßiger Produktion (■ Großviehanlagen) und der zunehmenden Bewässerung von Nutzflächen steigt der Wasserbedarf auch in der Landwirtschaft ständig an. Durch die Ausstattung der Wohnungen mit Fernheizungen, Warmwasser und Badeeinrichtungen nimmt der Wasserverbrauch in den Haushalten ebenfalls zu. Er betrug 1970 110 Liter und hat sich bis 1980 auf 140 Liter je Einwohner und Tag erhöht. ①

Dem steigenden Wasserbedarf steht ein relativ geringes Wasserangebot aus Niederschlägen und Zuflüssen gegenüber. (Je Einwohner im Weltmaßstab jährlich 12 000 m³, in der DDR nur 900 m³, in der Sowjetunion 15 000 m³.)

- ▶ Die DDR gehört zu den Ländern mit dem angespanntesten Wasserhaushalt. Daher muß mit dem Wasser sehr sparsam umgegangen werden (■ Mehrfachnutzung in Betrieben, Senkung des Wasserbedarfs durch wassersparende Produktionsverfahren, überlegter Wasserverbrauch im Haushalt).

Eine wichtige Aufgabe besteht darin, die Gewässer rein zu halten. Verschmutztes Wasser kann meist nicht mehr genutzt werden, es gefährdet viele in Gewässern lebende Organismen sowie die Gesundheit des Menschen.

Die Nutzung des Wassers führt oft zu einer Verschmutzung, die auf physikalische Vorgänge (■ Trübung durch Kieswäschen, Erzwäschen) zurückzuführen sein kann.



Durch Nutzung verunreinigtes Wasser ist Abwasser.

- ▶ *Abwasser ist ein durch häusliche, landwirtschaftliche oder industrielle Nutzung gegenüber der natürlichen Beschaffenheit verändertes Wasser.*

Abwässer enthalten verschiedene anorganische und organische Stoffe in unterschiedlicher Konzentration.

- 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.

Einige dieser Stoffe vernichten schon in geringer Konzentration (■ Phenole, Zyanid) alle Pflanzen und Tiere eines Gewässers.

Andere gelangen über Nahrungsketten (↑ S. 117) in den menschlichen Organismus und bewirken gesundheitliche Schäden (■ Quecksilberverbindungen). Durch den Abbau organischer Stoffe in einem Gewässer durch Mikroorganismen wird der darin gelöste Sauerstoff gebunden. Bei starker Abwasserbelastung tritt daher Sauerstoffmangel oder der völlige Verbrauch des gelösten Sauerstoffs ein.

Den im Wasser lebenden Organismen wird eine unersetzliche Lebensgrundlage entzogen, sie sterben rasch ab (■ „Fischesterben“).

Um das Leben in den Gewässern nicht zu gefährden und das Wasser nicht unbrauchbar zu machen, müssen die Abwässer gereinigt werden, bevor sie in Seen, Flüsse oder andere Gewässer eingeleitet werden. ②③

Die Abwasserreinigung kann mit biologischen, mechanischen und chemischen Verfahren in speziellen Abwasserreinigungsanlagen erfolgen.

Um die gegenwärtig in der DDR noch vorhandenen Probleme bei der Reinigung der Abwässer zu lösen und die Abprodukte als Sekundärrohstoffe zu nutzen, werden große Anstrengungen unternommen.

- In Potsdam, Brandenburg, Erfurt, Halle, Rostock, Schwerin und anderen Städten wurden neue Klärwerke gebaut. In vielen Industriebetrieben wurden den Forderungen des „Wassergesetzes“ der DDR entsprechende Anlagen geschaffen. Eine leistungsstarke Anlage ist im VEB Petrolchemisches Kombinat Schwedt entstanden.

- ① Informieren Sie sich über den Wasserverbrauch Ihres Heimatortes in den Jahren 1950, 1965 und 1980! Befragen Sie dazu Leiter von Wasserwerken, Betrieben und anderen Einrichtungen Ihres Heimatortes! Fertigen Sie dazu eine graphische Darstellung an!
- ② Erarbeiten Sie einen Überblick über Einrichtungen, in denen Abwässer entstehen sowie über Maßnahmen, die die Abgabe ungereinigter Abwässer in Gewässer verhindern!
- ③ Prüfen Sie, wo die Abwässer nahegelegener Erholungssiedlungen, Siloanlagen, Autowäschen (■ mit Ölrückständen verschmutztes Wasser) verbleiben! Werten Sie Ihre Ermittlungen unter Beachtung Ihres Wissens über die Reinhaltung der Gewässer!



Reinhaltung der Luft



Dunstglocke über einem Industriegebiet

Die Luft und ihre Bestandteile bilden eine wesentliche Grundlage für das Leben des Menschen und aller anderen Organismen (■ Atmung, Photosynthese, ↑ S. 46, Oxydationsprozesse in der Industrie). Eine Veränderung der natürlichen Zusammensetzung der Lufthülle hat daher vielfältige Auswirkungen.

Durch die zunehmende Industrialisierung, die wachsende Verkehrsdichte und die veränderten Lebensgewohnheiten der Menschen besteht die Gefahr übermäßiger Luftverschmutzung (■ durch Flugasche, Ruß, Kalkstäube, Schwefeldioxid und Bleiverbindungen). Durch erhebliche Anstrengungen (■ neue Technologien) wird hier entgegengewirkt. ①

Besonders stark ist die Belastung der Luft mit Schadstoffen in Industrieballungsgebieten (■ der Raum Halle, Leipzig, Böhlen, Bitterfeld, Dessau). Luftverunreinigungen haben große Auswirkungen. ②

- Schwefeldioxid reizt die Schleimhäute und kann zur Schädigung bestimmter Gehirnzentren führen.
- Kohlenmonoxid bildet Verbindungen mit dem roten Blutfarbstoff und verhindert dadurch die Sauerstoffaufnahme durch das Blut.
- Mannigfaltige Wirkungen üben Fremdstoffe der Luft auf Pflanzen aus.
- Das Assimilationsgewebe der grünen Pflanzen wird vergiftet. Dadurch verringert sich der jährliche Zuwachs, und die Pflanzen sterben allmählich ab.

- ① Ermitteln Sie den Grad der Luftverschmutzung mit Hilfe von Schmutzabzügen von Laubblättern! Verfahren Sie nach der Arbeitsanleitung 18 auf Seite 153!
- ② Ermitteln Sie, welche staub- und gasförmigen Substanzen im Produktionsprozeß der Betriebe Ihres Heimatortes entstehen und wie ihre Abgabe in die Atmosphäre verhindert wird!



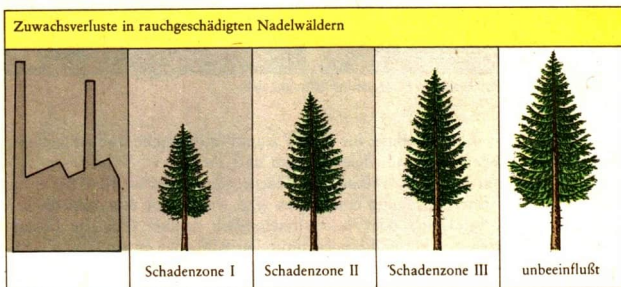
Besonders gefährdet sind die immergrünen Fichten- und Kiefernbestände, da sie nicht wie die meisten Laubbäume das Assimilationsgewebe jährlich erneuern. Auch die Tiere leiden unter den giftigen Abgasen.

Durch die Ablagerung von Flugasche kommt es auch zu Veränderungen des Bodens (■ alkalische Stäube → Änderung des pH-Wertes). Fremdstoffe der Luft bewirken auch eine oft starke Verschmutzung von Bauwerken und fördern die Korrosion.

Bemühungen um die Reinhaltung der Luft gehören deshalb zu den wichtigsten Aufgaben des Umweltschutzes (■ Entwicklung abgasfreier Produktionsverfahren).

Die Industriebetriebe sind gesetzlich verpflichtet, die Abgase zu entgiften und weitgehend vom Staub zu reinigen. Das ist oft schwierig und finanziell aufwendig (DDR 1972 für Filteranlagen 270 Millionen Mark Investitionen).

Die Reinigung der Abgase erschließt aber gleichzeitig wertvolle Rohstoffquellen (■ Asche und Kalkstaub als Zuschlag zu Baustoffen).



Kiefernast (links rauchgeschädigt, rechts ohne Schädigung)



Nutzung und Schutz des Bodens



Bodenerosion (links Maisfeld am Hang, rechts Abraumhalde)

Der Boden bildet die Grundlage für viele Produktionsbereiche und ist zugleich Standort oder Lebensraum für viele Pflanzen und Tiere.

Das Territorium der DDR umfaßt eine Fläche von insgesamt 10 618 000 ha. Die Böden sind fast vollständig erschlossen und werden zu unterschiedlichen Anteilen landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich genutzt. Für die Lösung vieler anderer ökonomischer und landeskultureller Aufgaben ist der Boden wichtige Grundlage! Nach Möglichkeit soll nur Boden von geringer Qualität als Baugrund in Anspruch genommen werden.

Die landwirtschaftliche Nutzfläche der DDR beträgt etwa 6 287 000 ha, das sind 0,37 ha je Einwohner (\triangleq etwa der Größe eines Fußballfeldes). Da es kaum ungenutzte Flächen gibt, ist eine Erweiterung der Nutzfläche nicht möglich. Für den Wohnungsbau, für den Bau neuer Produktionsanlagen und Verkehrswege werden Bodenflächen benötigt, so daß eine Verringerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche nicht zu vermeiden ist. Die rationelle Nutzung und der Schutz des vorhandenen Bodens ist deshalb eine dringende Aufgabe. Um die Verringerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche in vertretbaren Grenzen zu halten, wurde festgelegt, daß landwirtschaftlich genutzter Boden nicht ohne Genehmigung der zuständigen staatlichen Behörden für eine andere Nutzungsart zur Verfügung gestellt werden darf.

Jede ackerbauliche Nutzung des Bodens muß so gelenkt werden, daß der fruchtbare Oberboden erhalten bleibt. Beim Abbau von Bodenschätzen im Tage-



baubetrieb, bei der Anlage von Industriebauten oder Siedlungen muß der Oberboden ebenfalls gesichert werden. Kippen dürfen nur auf Flächen errichtet werden, von denen der Mutterboden vorher geräumt wurde. Für die Erhaltung des Bodenfonds spielt auch die Rekultivierung bergbaulich genutzter Flächen eine bedeutende Rolle (■ von 1971 bis 1975 wurden in der DDR 12 000 ha Boden rekultiviert). ①②③

► *Außer den Maßnahmen zur Erhaltung des Bodenfonds besitzt der Schutz des Bodens eine große Bedeutung.*

Die Überdüngung und die unnötige Belastung des Bodens mit Bioziden muß vermieden werden. Abprodukte der Tierproduktion (■ Gülle) müssen sachgemäß eingebracht werden. Besonders wichtig ist auch, die Verunreinigung des Bodens durch Öl und Abwässer zu vermeiden. Zu den Schutzmaßnahmen gehört weiterhin die Melioration und die Anlage von Windschutzstreifen.

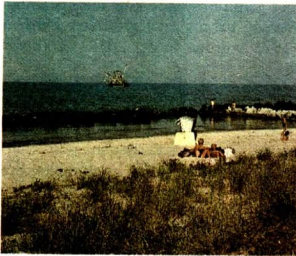


Kulturlandschaft mit Hecken

- ① Stellen Sie fest, welche Maßnahmen in Ihrem Heimatort durchgeführt werden oder geplant sind, um den Boden rationell zu nutzen und ihn zu schützen! Prüfen Sie, was Sie selbst dazu tun können!
- ② Ermitteln Sie in der Umgebung Ihres Heimatortes Schädigungen des Bodens! Versuchen Sie, die Ursachen dafür zu finden! Stellen Sie fest, welche Maßnahmen zur Beseitigung dieser Schäden bzw. zur Verhinderung weiterer Schädigung getroffen wurden oder vorgesehen sind!
- ③ Informieren Sie sich in der Tagespresse und in geeigneten Zeitschriften (■ Urania, Wissenschaft und Fortschritt) über aktuelle Probleme zu Nutzung und Schutz des Bodens in der DDR und in anderen Ländern! Vergleichen und werten Sie die Aussagen!



Gestaltung und Schutz der heimatlichen Natur



Durch den Menschen gestaltete Umwelt

Die Pflege und Gestaltung der Landschaft sowie der Schutz der heimatlichen Natur sind Teil der sozialistischen Landeskultur. Alle Maßnahmen zur immer besseren Befriedigung der materiellen und kulturellen Bedürfnisse der Bevölkerung der DDR müssen gleichzeitig den Schutz und die Pflege und Erhaltung der heimatlichen Natur sichern. Besondere Aufmerksamkeit ist den steigenden Bedürfnissen nach sinnvoller Freizeitbeschäftigung in der Natur, nach Erholung in gesunder Landschaft zu widmen.

Landschaftspflege und Landschaftsgestaltung. Durch § 11 des Landeskulturgesetzes werden Grundsätze für die Gestaltung und Pflege der Landschaft festgelegt. Danach sind alle Eingriffe in die Landschaft so durchzuführen, daß der Landschaftshaushalt nicht gestört, eine rationale Nutzung gewährleistet sowie die Schönheit und der Erholungswert erhalten bleiben.

Lassen sich erhebliche Störungen nicht vermeiden (■ Braunkohlentagebau), ist die Landschaft wieder so herzustellen, daß eine sinnvolle Nutzung möglich ist.

- Die Wiedereingliederung von Halden und ausgekohnten Tagebauen ist eine Aufgabe, zu der die jeweiligen Einrichtungen gesetzlich verpflichtet sind. Mit der Abraumplanung muß gleichzeitig der Plan für die Gestaltung der Folgelandschaft entwickelt und bestätigt werden. Der Abraum wird so abgesetzt, planiert und mit Stoffen zur Bodenverbesserung (■ Asche, Düngemittel) vermischt, daß er als Acker- oder Weideland oder als Fläche für die Wiederaufforstung geeignet ist. Auch Straßen und Wege sind in ordentlichem Zustand an die Nachnutzer (■ LPG, Forstwirtschaftsbetriebe) zu übergeben. Auf diese Weise ist es im Bezirk Cottbus gelungen, landwirtschaftliche Nutzflächen mit besserer Bodenqualität als vor der Auskohlung zu gewinnen.

Einige ausgekohlte Tagebaue wurden auch als Naherholungsgebiete ausgebaut (■ Kulkwitzer See bei Leipzig, Knappensee).



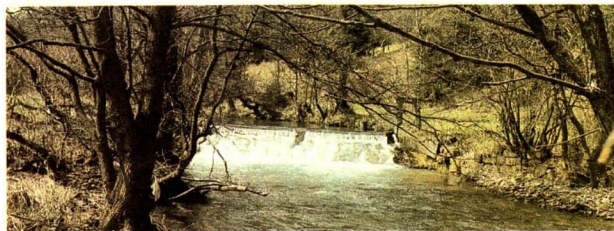
Erholungsgebiete. Die Erhaltung und Schaffung von Erholungsgebieten, von Naherholungszentren in der Umgebung von Großstädten und Industriegebieten ist ein wichtiges Anliegen. Im Randgebiet der Städte werden Waldgürtel angelegt und nahegelegene Gewässer für die Erholung nutzbar gemacht. Zahlreiche Bürger wirken in freiwilliger Arbeit an dieser Aufgabe mit. Parkanlagen in den Städten werden sorgfältig gepflegt, in den Wohngebieten werden Grünflächen angelegt. Bei der Planung großer Neubaugebiete müssen Grünflächen, kleine Parkanlagen, Kleinsportplätze und Kinderspielplätze berücksichtigt werden. Jeder Bürger kann bei der Anlage, der Pflege und dem Schutz solcher Erholungsmöglichkeiten aktiv mitwirken und seine Verantwortung für das Wohl aller unter Beweis stellen.

Gehölze und Hecken. Feldgehölze sind häufig Reste ehemaliger Wälder. Sie haben ebenso wie die Hecken eine große Bedeutung für benachbarte landwirtschaftliche Kulturen. In ihrer Umgebung ist das Klima für das Pflanzenwachstum günstig. Außerdem wird nach starken Niederschlägen der oberirdische Wasserabfluß eingeschränkt, da ein Teil des Wassers gespeichert wird.

Hecken bilden einen natürlichen Windschutz. Feldgehölze und Hecken bieten Futter und Nistmöglichkeiten für nützliche Insekten und Vögel. Außerdem findet jagdbares Wild Unterschlupf und das Weidevieh Schutz vor hohen Temperaturen oder intensiver Sonnenstrahlung.

Die industriemäßige Pflanzenproduktion erfordert, 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 (■ Wegränder, Ödland) müssen diese Verluste ausgeglichen werden.

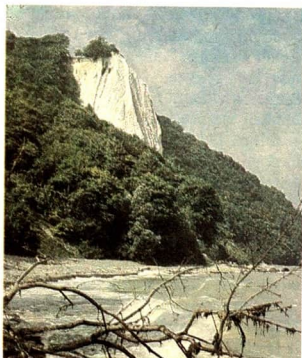
Besonderen Schutzes bedürfen Bäume an Alleen, Straßen- und Wegrändern, da sie schädlichen Umwelteinflüssen sehr stark ausgesetzt sind. Oft werden sie auch durch Unachtsamkeit der Bürger beschädigt oder mutwillig zerstört. In immer mehr Städten und Gemeinden der DDR verbreitet sich der Brauch, bei Familienfesten (■ Eheschließung, Geburt eines Kindes) einen Baum zu pflanzen und so den Bestand an Gehölzen zu vermehren.



Gebirgsbach in einem Erholungsgebiet



Unter Naturschutz stehende Eiche



Unter Schutz gestellter Felsen

Naturschutz. Im Landeskultugesetz ist auch der Schutz bestimmter Landesteile sowie ausgewählter Naturobjekte (■ einzelne Bäume, verschiedene Pflanzen- und Tierarten) festgelegt.

- ▶ *Der Naturschutz umfaßt alle Maßnahmen zur Erhaltung und Pflege von besonderen Landschaftsteilen (■ Landschaftsschutzgebieten, Naturschutzgebieten, geschützte Parkanlagen), Tier- und Pflanzenarten sowie einzelner Gebilde der Natur (■ Naturdenkmäler), die wissenschaftlich oder kulturell bedeutsam sind oder deren Schutz aus sonstigen Gründen im gesellschaftlichen Interesse liegt (■ landschaftliche Schönheit, Erholungswert).*

Naturschutzgebiete. Die Naturschutzgebiete 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. Gegenwärtig umfaßt die Fläche der Naturschutzgebiete in der DDR 0,7% des Gesamtterritoriums (etwa 750 km²).

Landschaftsschutzgebiete. Landschaftsschutzgebiete werden intensiv volkswirtschaftlich genutzt. Durch die Nutzung darf jedoch der Erholungswert des Gebietes nicht gemindert und die Erholung nicht beeinträchtigt werden. Landschaftsschutzgebiete haben besondere Bedeutung für Erholung und Volksgesundheit.

Die größten Landschaftsschutzgebiete der DDR umfassen große Teile des Thüringer Waldes, Gebiete in der Sächsischen Schweiz, im Harz, an der Ostseeküste und im Seengebiet der Bezirke Neubrandenburg, Schwerin und Rostock.



Geschützte Pflanzen und Tiere



Frühlings-Adonisröschen ▼



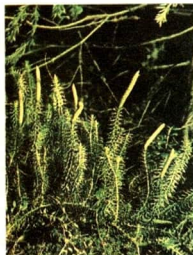
Rundblättriger Sonnentau ▼



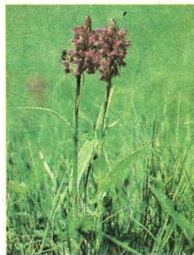
Siberdistel ▼



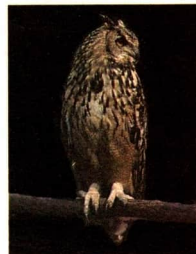
Türkenbund-Lilie ▼



Sprossender Bärlapp ▼



Knabenkraut ▼



Uhu ▼



Zauneidechse ▼



Tagpfauenauge ▼



Geschützte Pflanzen und Tiere. Pflanzen- und Tierarten, die nur noch selten vorkommen und vom Aussterben bedroht sind, großen Wert für die Forschung oder hohen Nutzen für die Volkswirtschaft haben, sind durch Gesetz unter Schutz gestellt. In der ersten Durchführungsbestimmung zur Naturschutzverordnung vom 1. Oktober 1984 sind alle geschützten Arten im einzelnen aufgeführt. Nach dieser Verordnung ist es nicht gestattet,

- nicht jagdbare wildlebende Tiere zu beunruhigen, ihnen nachzustellen, sie zu fangen, zu töten oder in Gewahrsam zu nehmen;
- Eier, Larven oder Puppen dieser Tiere zu beschädigen oder wegzunehmen;
- Brut- und Wohnstätten dieser Tiere zu beschädigen, zu zerstören oder wegzunehmen oder durch Veränderung ihrer Lebensräume den Fortbestand der Arten zu gefährden;
- diese Tiere lebend oder tot in den Handel zu bringen oder zu verarbeiten;
- wildwachsende geschützte Pflanzen auszugraben oder auszureißen oder Teile davon abzutrennen sowie die Standorte so zu verändern, daß der Fortbestand der Arten gefährdet wird.

Alle Orchideen, viele Frühblüher, viele Tagfalter, alle Kriechtiere und die meisten Vögel sind geschützt.

Auch viele Tiere, die sich vorwiegend von Schädlingen ernähren (■ Rote Waldameise), stehen unter Schutz. Einige Arten werden zeitweilig oder in begrenzten Gebieten geschützt (■ Wild- und Fischarten, Weinbergschnecke), damit ihre Bestände nicht zurückgehen. Einige vom Aussterben bedrohte Arten (■ Biber, Großtrappe) sind ganzjährig streng geschützt. ①②③④

In der DDR ist der Umweltschutz gesetzlich geregelt. Im „Landeskulturgesetz“ werden Maßnahmen zur Pflege, Erhaltung, Gestaltung und zum Schutz der Umwelt festgelegt und die Verantwortung der Gesellschaft und jedes einzelnen Bürgers für den Umweltschutz ausgewiesen. Zum Schutz der Gewässer, der Luft, des Bodens, der Landschaft, bestimmter Tier- und Pflanzenarten sowie zum Schutz vor Lärm wurden spezifische Verordnungen erlassen.

- ① Verschaffen Sie sich einen Überblick über geschützte Naturobjekte in Ihrem Wohngebiet und begründen Sie, warum sie geschützt sind!
- ② Nennen Sie Beispiele für Kurorte, Ferienlager oder Urlaubszentren in Landschaftsschutzgebieten! Erläutern Sie, wie sich Erholungssuchende in diesen Gebieten verhalten sollen, um den Wert der Landschaft zu erhalten!
- ③ Stellen Sie eine Liste der unter Naturschutz stehenden Pflanzen- und Tierarten zusammen, die in der Umgebung Ihres Heimatortes vorkommen!
- ④ Informieren Sie in einer Wandzeitung für die Schule oder das Wohngebiet anhand von Abbildungen und kurzen Texten über geschützte Tier- und Pflanzenarten! Achten Sie mit auf die Einhaltung der Schutzbestimmungen!



Arbeitsanleitungen

Nachweis von Massezunahme in Erbsen (1)

Material:

50 Erbsen, 2 Bechergläser, Schülerwaage

Durchführung:

1. Erbsen wägen, Gewicht notieren!
2. Erbsen im Becherglas mit Wasser übergießen, nach 24 Stunden aus dem Wasser nehmen, abtropfen lassen, abwägen, Gewicht notieren!
3. Unterschied berechnen und prozentual darstellen!

Nachweis unterschiedlicher Wassermengen in Pflanzen (2)

Material:

10 Lindenblätter, 10 Pflanzen Fette Henne, Schülerwaage

Durchführung:

1. Pflanzen wägen und Gewichte notieren!
2. Pflanzen trocknen!
3. Trockene Pflanzen wägen!
4. Unterschied berechnen und prozentual darstellen!

Nachweis von Mineralsalz-Ionen in Wasser (3)

Material:

2 Reagenzgläser, 2 Pipetten, 3 Objektträger

Durchführung:

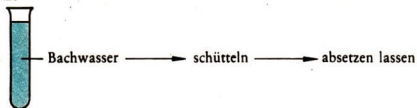
1.



destilliertes Wasser → schütteln → absetzen lassen → 1 Tropfen des Filtrats auf Objektträger eintrocknen lassen



2.



3. 1 Tropfen destilliertes Wasser zum Vergleich auf Objektträger geben!
4. Eintrocknete Tropfen gegen das Licht beobachten und vergleichen!

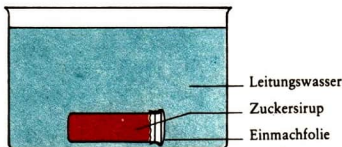
Herstellen eines Osmosemodells (4)

Material:

1 großes Becherglas, 1 leeres Tablettenröhrchen, Einmachfolie „ELWIPHAN“, Zuckersirup

Durchführung:

1.



2. Nach einer Stunde Glas herausnehmen, auf Wölbung der Einmachfolie achten! Mit einer Nadel anstechen!

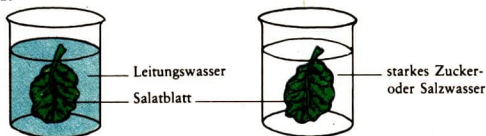
Verhalten von Pflanzenteilen in unterschiedlich konzentrierten Lösungen (5)

Material:

2 Bechergläser, Zucker oder Salz, 2 Salatblätter (oder Beeren, Kartoffelscheiben)

Durchführung:

1.



2. Nach einer Stunde Objekte herausnehmen, Beschaffenheit feststellen!



Verhalten von Pflanzenzweigen in unterschiedlich konzentrierten Lösungen (6)

Material:

2 Bechergläser, 2 gleichgroße Pflanzenzweige, Salz

Durchführung:

1.



Leitungswasser



starkes Salzwasser

2. 2 bis 4 Stunden stehen lassen, Objekte beobachten und Beschaffenheit feststellen!
3. Vergleichen des Beobachtungsergebnisses mit dem von (5)!

Überprüfen von offenen oder geschlossenen Spaltöffnungen (7)

Material:

1 Stück Einmachfolie „ELWIPHAN“ (50 mm × 50 mm groß), 1 Topfpflanze

Durchführung:

1. Auf die untere Epidermis eines Laubblattes der Topfpflanze die Einmachfolie straff auflegen!
2. Folie 1 bis 2 Minuten beobachten!
3. Zum Vergleich ein gleichgroßes Stück Folie in die hohle Hand legen und darauf hauchen!
4. Ergebnis der Beobachtung am Laubblatt begründen (■ Temperatur, Standort)!

Nachweis des Transports einer Lösung in Leitbündeln einer Sproßachse (8)

Material:

1 Becherglas, Wasser, Eosin, Pflanzen mit durchscheinender Sproßachse
(■ Springkraut, Alpenveilchen)

Durchführung:

1. Pflanze mit frisch angeschnittener Sproßachse in leicht mit Eosin angefärbtes Wasser stellen!
2. Alle 2 Stunden das Steigen der Lösung in der Sproßachse beobachten, indem sie gegen das Licht gehalten wird!
3. Nach 8 Stunden Beobachtung abbrechen!
4. Ergebnis der Beobachtung formulieren, mit Aussage im Lehrbuch vergleichen!



Nachweis der Abhängigkeit des Zellinnendrucks von Wasser (9)

Material:

2 Reagenzgläser oder schmale Standzylinder, 2 gleichgroße Pflanzensprosse, Wasser

Durchführung:

1. 2 gleichgroße Pflanzensprosse in je ein Gefäß stellen!
2. In ein Gefäß davon Wasser geben!
3. Beobachten Sie nach einiger Zeit! Erklären Sie Ihre Beobachtung!

Nachweis von Kohlenstoff in organischen Stoffen (10)

Material:

Verschiedene Teile von Pflanzen, Brenner, Reagenzgläser, Bariumhydroxidlösung

Durchführung:

1. Pflanzenteile in kleine Stücke zerschneiden und jeweils in ein Reagenzglas geben!
2. Jeweils ein Reagenzglas mit Pflanzenteilen erhitzen,
3. nach Verfärben der Pflanzenteile einen Glasstab in Bariumhydroxidlösung tauchen und danach in das Reagenzglas halten!
4. Reaktion beobachten und protokollieren!
5. Weiter erhitzen und Veränderung der Pflanzenteile beobachten!

Experimenteller Nachweis der Stärkebildung in belichteten Blättern (11)

Material:

Blätter von Kapuzinerkresse oder von einer anderen Art, Alkohol (Äthanol) 96%ig, Jod-Kaliumjodidlösung, Brenner, flache Teller, Stanniol

Durchführung:

1. Freilandblätter von Kapuzinerkresse an einem Sonntag (morgens) mit Stanniolstreifen überkleben!
2. Diese Blätter und andere, nicht mit Stanniol überklebte Blätter am Nachmittag abschneiden.
3. Äthanol vorsichtig erwärmen!
4. Blätter in das heiße Äthanol legen (Chlorophyll dadurch herauslösen — Äthanol färbt sich grün), Vorsicht!
5. Blätter nach einigen Minuten aus dem Äthanol herausnehmen!
6. Blätter anschließend in flachen Schalen auslegen und mit Jod-Kaliumjodidlösung übergießen (betupfen). Vorsicht!
7. Reaktion beobachten, Ergebnis protokollieren und dann erklären!



Nachweis von Eiweiß in Pflanzen (12)

Material:

Kartoffelpreßsaft, 10%ige Natriumhydroxidlösung, 10%ige Kupfersulfatlösung, Reagenzgläser

Durchführung:

1. 1 ml Kartoffelpreßsaft in ein Reagenzglas geben,
2. mit 1 ml 10%iger Natriumhydroxidlösung versetzen,
3. dazu 3 Tropfen 10%ige Kupfersulfatlösung geben,
4. kräftig schütteln!
5. Beobachten der Reaktion!

Nachweis von Stärke in Pflanzen (13)

Material:

Kartoffelknollen, Samen, Jod-Kaliumjodidlösung

Durchführung:

1. Kartoffelknolle bzw. Samen aufschneiden!
2. Schnittfläche mit Jod-Kaliumjodidlösung betupfen!
3. Reaktion beobachten und protokollieren!

Nachweis von Fett in Pflanzen (14)

Material:

Verschiedene Samen (■ Mohn, Lein, Raps, Apfel), weißes saugfähiges Papier

Durchführung:

1. Papier falten!
2. Samen zwischen das gefaltete Papier legen und zerquetschen!
3. Blatt Papier gegen das Licht halten und prüfen!

Nachweis von Traubenzucker in Früchten (15)

Material:

Verschiedene Früchte, Fehlingsche Lösung I und II, Brenner, Reagenzgläser, destilliertes Wasser

Durchführung:

1. Saft verschiedener Früchte (■ Weinbeeren, Birnen, Äpfel) auspressen und getrennt aufbewahren,
2. einige Milliliter der verschiedenen Säfte jeweils in ein Reagenzglas abfüllen und mit wenig destilliertem Wasser versetzen!
3. In einem gesonderten Reagenzglas gleiche Teile Fehlingscher Lösung I und II mischen!



4. den Reagenzgläsern mit Preßsaft jeweils einige Tropfen der gemischten Fehlingschen Lösung zugeben und (vorsichtig!) erwärmen,
5. Reaktion beobachten und protokollieren!

Nachweis der Entwicklung von Kohlendioxid bei der alkoholischen Gärung (16)

Material:

2 Erlenmeyerkolben (500 ml), 2 Bechergläser (800 ml), 2 Waschflaschen, 1 Brenner, 1 Dreifuß, 1 Asbestdrahtnetz, 2 Stopfen (doppelt durchbohrt), 2 Glasröhrchen (rechtwinklig gebogen), 2 Thermometer (0 °C bis 100 °C), Gummischlauch, 20 g Bäckerhefe, 40 g Zucker, 100 ml Bariumhydroxidlösung, Wasser

Durchführung:

1. Lösen von 20 g Zucker in 200 ml Wasser in jedem Erlenmeyerkolben, Zugabe von je 10 g Bäckerhefe!
2. In doppelt durchbohrte Stopfen Thermometer und Glasröhrchen einführen!
3. Füllen der Waschflaschen mit je 50 ml Bariumhydroxidlösung!
4. Anschließen der Waschflaschen über Gummischläuche an die Glasröhrchen!
5. Die Erlenmeyerkolben in die Wasserbäder (in Bechergläser mit Wasser) stellen, die unterschiedliche Temperaturen (1. Zimmertemperatur, 2. ca. 30 °C) haben,
6. Reaktionsabläufe beobachten und protokollieren!

Nachweis ungeschlechtlicher Vermehrung (17)

Material:

Reagenzgläser oder Erlenmeyerkolben, Wasser, Plastetüten, Teile von verschiedenen Pflanzen (■ Zweig-Stück der Sal-Weide, Ranken von Zimmerpflanzen, Begonienblätter, Pfahlwurzel des Echten Meerrettich)

Durchführung:

1. Teile von verschiedenen Pflanzen abschneiden,
2. in ein Gefäß 1 cm bis 3 cm tief ins Wasser stellen!
3. Plastetüten darüber stülpen!
4. Gefäße in einen warmen und hellen Raum stellen!
5. Protokollieren der Veränderungen!



Ermitteln der Luftverschmutzung (18)

Material:

Weißer Zeichenkarton oder weißes Schreibmaschinenpapier, Zellglasband, Schere, verschmutzte Laubblätter (■ Kalkwerk, Industriegebiete, Stadtzentrum, Waldgebiet)

Durchführung:

1. Oberseite von unterschiedlich verschmutzten Laubblättern mit Streifen von Zellglasband nebeneinander bekleben!
2. Danach Zellglasbandstreifen von Laubblättern ablösen und in gleicher Anordnung wie auf Laubblatt auf weißes Papier kleben!
3. Feststellen der unterschiedlichen Verschmutzung von Laubblättern verschiedener Standorte!

Um die unterschiedlichen Bedingungen der Staubablagerung auf den Blättern unter ökologischen Aspekten herauszustellen (Staubfilterwirkungen von Bäumen), können diese Untersuchungen variiert werden: Blätter von West- und Ostseite eines Strauches (Windrichtung), aus verschiedenen Höhen eines Baumes oder hohen Strauches, vom Waldrand und vom Waldinnern, von der Peripherie und dem Inneren einer Baumkrone oder eines großen Strauches, behaarte und unbehaarte Blätter des gleichen Standortes, Ober- und Unterseite von Laubblättern der gleichen Art am gleichen Standort, des gleichen Standortes vor und nach einem Niederschlag (Abwascheffekt).

Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes (19)

Tragen Sie in die im geographischen Teil der Exkursion angefertigte Wegeskizze durch das Exkursionsgebiet die Standorte für die untersuchten Biozönosen ein. Verwenden Sie dazu die in genauen Karten angegebenen Flurnamen.

Fertigen Sie eine exakte Lagebeschreibung der untersuchten Standorte nach dem Kartenbild an. Geben Sie im Überblick an, welche Biozönosen untersucht wurden (■ Buchenwald, Kiefernwald oder Trockengrashang).

Zusammensetzung der untersuchten Biozönose

Zur Beschreibung einer Biozönose müssen folgende Beobachtungen angestellt werden:

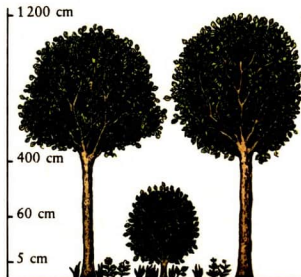
1. Schichtenaufbau der Biozönose
2. Bestandsaufnahme der Pflanzen- und Tierarten
3. Aspekte der Pflanzengesellschaften
4. Feststellung der Schichtung der Biozönose!

Untersuchen Sie den vom Lehrer ausgewiesenen Ausschnitt der Biozönose in seinem Schichtaufbau! Stellen Sie fest, welche der in der Biozönose möglichen Schichten in Ihrem Untersuchungsgebiet tatsächlich vorhanden sind. Schätzen Sie die Höhe der Schichten. Halten Sie für jede Schicht 2 bis 3 besonders häufig vorkommende Arten fest.



Stellen Sie Ihre Beobachtungen in einer Tabelle zusammen und fertigen Sie eine schematische Skizze des Schichtenaufbaus an!

Schichtenaufbau der Biozönose		
Untersuchungsort		Datum
Schicht	Höhe in m	häufige Arten



Skizze des Schichtenaufbaus

Bestandsaufnahme der Pflanzenarten (20)

Stellen Sie in dem vom Lehrer ausgewiesenen Ausschnitt der Biozönose möglichst viele der vorkommenden Pflanzenarten fest. Ordnen Sie sie nach den Schichten. Ermitteln Sie für jede notierte Art der Krautschicht die geschätzte Individuenzahl, den Deckungsgrad und den Entwicklungsstand. Benutzen Sie folgende Angaben:

Schätzen der Individuenzahl	Deckungsgrad	Entwicklungsstand
1 = einzelne Individuen	1 = sehr gering	K = Keimpflanze
2 = spärlich vorhanden	2 = bis 25%	J = Jungpflanze
3 = wenig zahlreich	3 = 25% bis 50%	st = steril (ohne Blüten und Samen)
4 = zahlreich vorhanden	4 = 50% bis 75%	kn = knospend
5 = sehr zahlreich vorhanden	5 = 75% bis 100%	b = blühend
		f = fruchtend
		v = vergilbend



Bestandsaufnahme der Tierarten (21)

Notieren Sie alle im Gebiet der Pflanzenbestandsaufnahme beobachteten Tiere oder deren Spuren in Form von Lautäußerungen (Vögel), Brut- und Wohnstätten (■ Nester, Baumhöhlen, Gespinste, Erdbaue oder -röhren), Kotablagerungen oder Trittspuren!

Holzerstörende Pilze an Baumstubben oder totem Holz (22)

Untersuchen Sie tote, morsche Äste oder alte Baumstubben äußerlich auf Pilzbefall! Lösen Sie anschließend vorsichtig die Borke von den Ästen oder Stubben mit einem kräftigen, aber nicht zu scharfen Messer und suchen Sie nach Pilzfäden (weiße, dünne, oft verzweigte Fäden)! Protokollieren Sie Ihre Beobachtungen!

Nahrungsketten in der Biozönose (23)

Stellen Sie an den beobachteten Pflanzen- und Tierarten eine denkbare Nahrungskette auf! Geben Sie dabei für die Produzenten und Konsumenten konkrete Arten an!

Zeigerarten in der Biozönose (24)

Stellen Sie für die Pflanzen der Krautschicht fest, ob sie eine bestimmte Bodenreaktion anzeigen (Tabelle!)

Notieren Sie die Zeigerwerte und geben Sie mit Hilfe des am häufigsten auftretenden Zeigerwertes die Bodenreaktion an!

Vergleichen Sie mit dem durch die Indikatormethoden gewonnenen Werte (Aufgabe ② Seite 106)!

Wirkung des Lichtes auf eine Halbschattenpflanze (25)

Untersuchen Sie an der vom Lehrer angegebenen Art an drei deutlich unterschiedlich beleuchteten Standorten (■ Waldrand, 5 m vom Waldrand im Innern des Waldes, 10 m vom Waldrand im Innern des Waldes):

—die Wuchshöhe (mit Lineal messen!)

—die Blattfärbung (dunkelgrün, grün, gelbgrün)!

—vergleichend die Blattgröße!

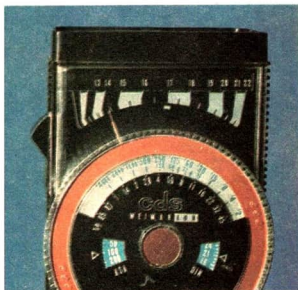
—das Blühvermögen (■ ohne Blüten, keine Blüten, einzelne Blüten, reich blühend)!



Führen Sie an jedem Standort eine Lichtmessung durch!
 Sammeln Sie von jedem Standort je ein Belegexemplar (■ Zweige, Blätter, Blüten verschiedener Größe)!
 Stellen Sie die Ergebnisse der Untersuchung in einer Tabelle dar!
 Ermitteln Sie die für die untersuchte Art günstigste Lichtintensität!

Messung der Lichtintensität (26)

Messen Sie an den vom Lehrer angegebenen Meßpunkten die einstrahlende Lichtintensität im Verhältnis zur Lichtintensität im unbeschatteten Freiland!
 Verwenden Sie einen fotoelektrischen Belichtungsmesser, halten Sie ihn auf die zu messende Stelle, ohne sie selbst zu beschatten! Gewinnen Sie den Vergleichswert im Freiland, berechnen Sie den prozentualen Lichtgenuß an der Meßstelle!



Belichtungsmesser und seine Handhabung

Berechnung der Lichtintensität							
Freiland:		1*	2*	3*	4*	5*	6*
festgelegte Blende	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Zeigerausschlag	1/100 s	1/50 s	1/25 s	1/10 s	1/5 s	1/2 s	1 s
Prozentwert (Festlegung)	100%	50%	25%	10%	5%	2%	1%
		1* = Beispiel für Meßpunkte					



Kalkgehalt (27)

Ermitteln Sie den Kalkgehalt durch Einschätzung der Kohlendioxidmenge, die beim Einwirken von Salzsäure auf den Boden gebildet wird!

Ermitteln des Kalkgehalts	
Kohlendioxidentwicklung	Kalkgehalt
kein Aufbrausen schwaches Aufbrausen starkes, lang anhaltendes Aufbrausen	weniger als 1% 1 bis 4% über 4%

<p>5 Tropfen HCL Boden aus 5 cm Tiefe</p>	<p>5 Tropfen HCL Boden von Erdoberfläche</p>
---	--

Bestimmen des pH-Wertes (28)

Entnehmen Sie an mehreren Stellen des Untersuchungsgebietes Bodenproben in einem Plastbeutel! Lassen Sie sie anschließend mehrere Stunden an der Luft trocknen. Untersuchen Sie sie im Klassenzimmer auf den pH-Wert!

Bestimmung des pH-Wertes nach Czerny.	
	50 ml Wasser 25 g trockener Boden kräftig schütteln
	filtrieren Filtrat
	Czernyindikator 4 Tropfen 5 ml Filtrat schütteln
	Vergleichen des Farbtons 7,0 6,5 6,0 5,5 5,0 4,5



Messung der Boden- und Lufttemperatur (29)

Stellen Sie an den gekennzeichneten Meßpunkten die Boden- und Lufttemperatur fest! Die Messung der Bodentemperatur erfolgt mit einem Bodenthermometer, das in ein vorher gegrabenes Loch von 5 cm oder 10 cm Tiefe gesteckt wird. Während des Messens wird das Loch wieder verschlossen. Das Ablesen des Thermometers erfolgt nach 10 Minuten.

Die Messung der Lufttemperatur erfolgt mit einem Laborthermometer, das an einem Bindfaden hängend ständig leicht hin- und herbewegt wird, um einseitige Strahlungseinflüsse auszuschalten. Man kann das Thermometer auch im Meßbereich an einem Stock (■ Ast) aufhängen. Es darf nicht direkt von der Sonne beschienen sein. Das Ablesen erfolgt nach 10 Minuten.

Messung der relativen Luftfeuchtigkeit (30)

Messen Sie an den angegebenen Meßpunkten die relative Luftfeuchtigkeit!
Erläuterung: Die Luft enthält immer Wasserdampf. Die Menge ist abhängig von der herrschenden Lufttemperatur.

Beispiel:

maximale Luftfeuchtigkeit: bei 16 °C kann in der Luft maximal 13,6 g/m³ Wasserdampf enthalten sein.

absolute Luftfeuchtigkeit: tatsächlich vorhandene Menge an Wasserdampf z. B. 10,2 g/m³

relative Luftfeuchtigkeit:

$$\frac{\text{tatsächliche L.}}{\text{maximale L.}} = \frac{10,2 \text{ g/m}^3}{13,6 \text{ g/m}^3} = \frac{3}{4} = 75\%$$

Benutzen Sie ein Haarhygrometer, das Sie mindestens 10 Minuten vor dem Ablesen an der Meßstelle aufhängen!

Skizze des Landschaftsprofils (31)

Erfassen Sie während Ihrer Wanderung durch das Exkursionsgebiet ein Landschaftsprofil und fertigen Sie eine schematische Skizze mit der charakteristischen Vegetation an (↑ Abb. auf S. 130)!

Register

* Abbildungshinweis

A

Abwasser 137
-reinigung 136f.*
Adenosindiphosphat 52
ADP 52ff., 63, 67ff.
Angepaßtheit 30
anorganische Stoffe 42
Art 94.
Assimilate 56
Assimilation 18, 27, 33, 35, 46ff.*, 51, 53, 56, 60f., 68
Assimilationsstärke 54
Äthansäuregärung 66
Äthanol 65
Atmung 62f., 67f.
ATP 52ff., 60, 63f., 67f.
autotroph 16

B

Bakterien 47
Bedecktsamer 11, 13*
Befruchtung 81
Bestandsaufnahme 154
-klima 125
Bestäubung 81
Bienenstaat 112*
Bildungsgewebe 34*, 84ff., 89
Biomasse 58
Bioregion 98
Biotop 98ff.*, 108*, 110, 115*, 129
Biozönose 115ff.*, 119, 125ff.*, 129ff.*, 155
Blattadern 26f.
Blüte 32, 37, 80*
Boden 22, 24, 140f.*
-, Nutzung 140

-, Schutz 140f.*
Bodenazidität 106f.*
-erosion 140*
-faktoren 110
-fruchtbarkeit 21
-lockerung 109f.
-reaktion 106f.*
-vorkommen 141
Brutpflege 111

C

Chemosynthese 68
Chlorophyll 19, 27, 29, 37, 39f.*, 45, 50ff., 54
Chloroplasten 29, 45, 50*, 54f., 68f.

D

Differenzierung, Zellen 89*
Diffusion 24*, 25, 28, 30, 34f.
Dissimilation 46, 55, 61f., 64, 68
Dissoziation 17
Düngung 17, 21*

E

Einschlüsse 39*
Eiweiße 15, 18, 20, 42
Elemente 18f.
Energiefreisetzung 63f.
-prozesse 89
-umwandlung 50ff.*
-wechsel 46, 68f.
Entwicklungsfolgen 126f.*
Enzym 42
Epidermis 26f., 33
Erholungsgebiete 143*
Ertragssteigerung 21
Essigsäuregärung 66f.

F

Farnpflanzen 11f.*
Fäulnis 66
Festigungsgewebe .33f.*
Fette 42
Fließgleichgewicht 120
Fortpflanzung 77f.*, 80ff.*, 92, 152
-, geschlechtliche 80ff.*, 92
-, ungeschlechtliche 78f.*, 92, 152

G

Gärung 61, 64ff.*, 66ff., 152
-, alkoholische 65*, 152
Gasaustausch 26ff., Gefäße 27f., 34f.
Gehölze, Bedeutung 143
Geleitzelle 35*
Geschlechtsverhältnisse 81
Gewächshäuser 48*
Gewebekulturen 90*
Glukose 62f.*, 65
Guttation 28*

H

Hauptelemente 18f.
Hecken 143
-, Einfluß 101*
-, Schutz 143
Herbizide 86f.*, 124
heterotroph 16
Hydrokultur 20
Hydroponik 20

I

Individualentwicklung 71, 83*, 88f.*, 92, 95, 100
Insektizide 124
Interzellulare 26*, 30

K

Kalkgehalt 157
Keimling 88*
Kohlendioxid 16, 21, 27, 30, 33, 37
-hydrate 41f., 54f., 57
-stoff 18, 21, 37, 45, 48
Konsumenten 70, 117f.*
Kutikula 27

L

Lagerpflanzen 11f., 38
Landeskultugesetz 135
Landschaftsgestaltung 142
-pflege 142
-schutzgebiete 144
Laubblatt 21, 26ff.*, 31ff., 37
Lebensraum 98ff.*
Leitbündel 26f.*, 32ff.*, 37, 149
Leitgewebe 22, 33
Lichtblatt 103*
-intensität 156*
-reize, Reaktionen 73*
-wendigkeit 73*
Liebig, J. v. 17, 21
Lippenblütengewächse 10*
Luft, Bedeutung 138
-, Reinhaltung 138f.*
-verschmutzung 153

M

Manglerscheinung 18*, 20
Melioration 21*
Membran 25, 41
-system 39*
Milchsäuregärung 65ff.*

Mineralsalze 15,
17f., 20f., 25, 37
Mineralsalz-Ionen 17,
22, 25, 32, 34f.,
37
Mitochondrien 39f.*,
45, 55, 62*, 67f.
Moospflanzen 11f.*
Mykorrhiza 113f.*

N

Nachtsamer 11f.*
Nährlösung 18*
-stoffe 16, 110
-stoffzufuhr 110
Nahrungsketten
117f., 155

O

ökologisches Gleich-
gewicht 120ff.*,
126
ökologische Potenz
102ff.*, 108*, 110
organische Stoffe 16,
18, 20, 34f., 37,
42
organische Verbind-
ungen 37
Organismen, Verbrei-
tung 108*
-, Vergesellschaftung
111ff.*, 128
Osmose 25*, 34, 149

P

Palisadengewebe
26f.*
Parasitismus 111,
128
Pflanzenarten 10*
-bewegungen 74ff.*
-, geschützte 146
-hormone 42, 73,
90f.*
-reich 9*, 11*
-zellen 38ff.*
Photosynthese 40,
50f., 53ff., 58ff.,
68f., 73

Phototropismus 73*
pH-Wert 157
Pilze 47
Plasmafäden 35*
-wachstum 84f.*
Population 119f.*,
128
Populationsdichte
119f., 128
Populationssschwan-
kungen 120*
Produzenten 70,
117f.*
Protoplasma 20, 28,
35, 37, 40, 45
-membran 24

R

Reduzenten 66*, 70,
117f.*
Reize 72ff., 74ff.*
Reizbarkeit 71f.*,
92
RH₂ 51, 54, 60, 63
Rhizodermis 22f.*

S

Samen 17, 82*, 88*
-bildung 81f.
-pflanzen 11f.*
-, Verbreitung 82*
Sauerstoff 16, 30, 37
-verbrauch 60
-produktion 60
Schädlinge, pflanzli-
che 123*
-, tierische 123*
Schädlingsbekämp-
fung 122*, 124
Schattenblatt 103*
Schwammgewebe
26f.*
Siebplatte 35*
-röhren 27, 34f.*
-zelle 34f.*
Spaltpflanzen 11f.*
Spaltöffnungen
26ff.*, 37, 149
Speicherorgane 56f.*
Speicherung 35, 57*
Spiralgefäße 35*

Sproßachse 28,
32ff.*, 37
-pflanzen 11f.*
Spurenelemente 18f.
Standort 30
Stärkebildung 150
-nachweis 54
Stengelepidermis 33*
Stoffproduktion 69
-transport 56*
-umsatz 118*
Stoffwechsel 18, 30,
38, 46, 68f.
-prozesse 30, 38
Stoff- und Ener-
gieumwandlung 18
Stoff- und Energie-
wechselfprozesse 38
Streckungswachstum
85ff.*, 92
-zonen 84ff.*
Symbiose 114
Systematik 9ff.*

T

Tierarten 10*
Tiere, geschützte 146
Tierstaat 112, 128
Toleranzbereich
103*, 110
Transpiration 28f.
Tüpfelzellen 41*

U

Umwelt 93ff.*, 110,
129, 135ff.*
Umweltfaktoren
95ff.*, 99f.*,
109f.
Umweltschutz 146
Unkrautbekämp-
fungsmittel 86f.*

V

Vakuolen 24, 39f.*,
45
Verdunstung 28, 29
Vergesellschaftung
111ff.*, 128
Verwesung 66

W

Wachstum 71ff.,
83ff.*, 86ff.*,
91f.*
-, Plasma- 84f.*
-, Streckungs- 85ff.*
Wachstumsbewegun-
gen 72f.*
Wald, Bedeutung 46*
Wasser 16ff., 20ff.,
26, 28, 32ff., 37,
42
-abgabe 26ff., 34,
36*
-aufnahme 24f., 36*
-dampf 26, 28ff.,
-gehalt 34
-leitung 25, 34, 36f.*
-, Nutzung 136f.
-regulierung 110
-, Schutz 136f.
Wurzeln 22ff.*, 32,
34, 37
Wurzelhaare 22ff.*,
25*, 34
-systeme 22*

Z

Zeigerarten 108f.*
Zelldifferenzierung
85*, 89*
Zellen 17, 33, 35,
37ff., 45f., 85, 89
-, Einlagerungen
44*
Zellinnendruck 18,
37
-kern 39f.*, 45
-membran 45, 55, 62
-organellen 40, 55,
62
-plasma 17, 19
-saft 24
-teilung 19
Zellulose 41
Zellwand 18, 29,
34f., 39ff.*, 41,
45
Zentralzylinder
22f.*, 25, 33f.*
Zytoplasma 39ff.*,
45

