

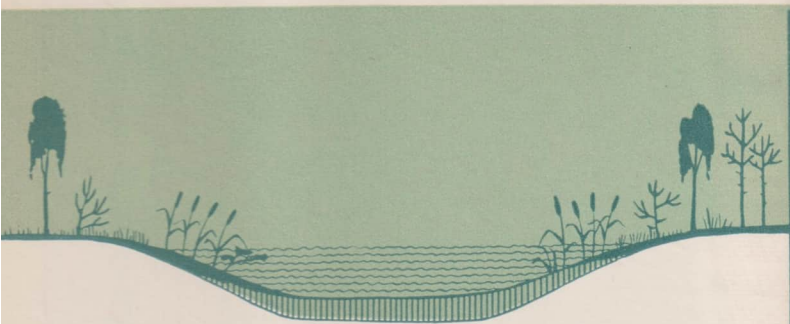
ERWEITERTE OBERSCHULE

1

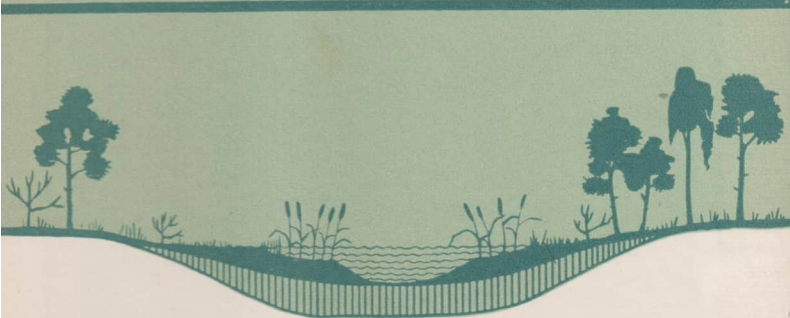


BIOLOGIE

FLACHMOOR-UND HOCHMOORBILDUN



BEGINNENDE VERLANDUNG

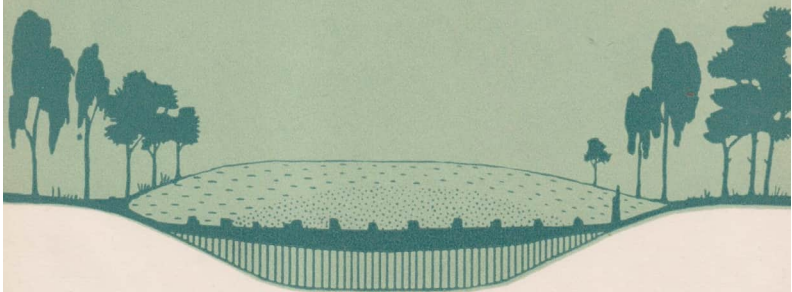


FLACHMOORBILDUNG

IG ÜBER EINEM VERLANDENDEN SEE



HOCHMOORBILDUNG



AUSGEBILDETES HOCHMOOR

BIOLOGIE

I

EIN LEHRBUCH FÜR DIE ERWEITERTE OBERSCHULE

9. UND 10. KLASSE

ÜBERBLICK ÜBER DIE LEBEWESEN

ORGANISMUS UND UMWELT



VOLK UND WISSEN

VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN

1964

Dieses Lehrbuch wurde verfaßt von Heinz Falkenberg (Organismus und Umwelt), Peter Ranno (Reich Pflanzen) und Theo Schrubba (Reich Kernlose und Reich Protisten). An der Entwicklung des Lehrbuches wirkten viele Wissenschaftler und Lehrer mit. Die redaktionelle Bearbeitung nahmen Gertrud Kummer und Erich Püschel vor.

Vom Ministerium für Volksbildung der Deutschen Demokratischen Republik als Lehrbuch für die zwölfklassige allgemeinbildende polytechnische Oberschule (erweiterte Oberschule) bestätigt.

Ausgabe 1962 · 3., durchgesehene Auflage

Mit 164 Abbildungen im Text und 7 Farbtafeln

Redaktionsschluß: 15. November 1963

Einband: Günther Klaus

Ausstattung: Atelier Volk und Wissen, Berlin

ES 11 H · Bestell-Nr. 01 09 56-3 · 5,20 DM · Lizenz-Nr. 203 · 1000/63 (DN)

Satz und Druck: Druckerei Völkerfreundschaft Dresden III/9/1 17306

INHALTSVERZEICHNIS

Überblick über die Lebewesen

Die Einteilung der Lebewesen	5
System und Stammbaum	7
Die Einheiten des Systems	11
Das System der Organismen	13
Reich Kernlose	13
Stamm Spaltpflanzen	14
Die Viren	24
Reich Protisten	25
Die Stämme der Algen	26
Stamm Grünalgen	27
Stamm Rotalgen	34
Stamm Rotäugelein	36
Stamm Braunalgen	37
Stamm Pilze	42
Stamm Urtierchen	50
Reich Pflanzen	61
Stamm Moose	64
Stamm Farnpflanzen	70
Stamm Samenpflanzen	79

Organismus und Umwelt

Die Bedeutung der Umweltfaktoren	128
Die Klimafaktoren	129
Der Boden	140
Das Zusammenwirken der Standortfaktoren	150
Die Vergesellschaftung der Pflanzen eines Standortes	150
Pflanzen als Standortanzeiger	152
Die Lebensformen der Pflanzen	153
Beziehungen zwischen den Pflanzen einer Lebensgemeinschaft	155
Wechselbeziehungen zwischen Erzeugern, Verbrauchern und Zersettern	157
Beziehungen zwischen Pflanzen und Tieren sowie Tieren und Tieren	158
Störung des biozönotischen Gleich- gewichts	161
Der Einfluß des Menschen auf die Lebens- gemeinschaft	164
Der Naturschutz in der Deutschen Demo- kratischen Republik	165
Anhang	170

Abbildungsnachweis

Farbtafeln

Roland Jäger/Rainer Zieger, Berlin, nach einem Entwurf von Dr. Crome, Berlin, unter Beratung von Prof. Dr. Daber, Berlin (Farbtafel 4); Martin Krauß, Potsdam (Farbtafel 2, 3 und 7); Horst Link, Berlin (Farbtafel 1); Dr. E.-G. Mahn, Halle/Saale (Farbtafel 5 und 6 oben links und unten); Dr. R. Schubert, Halle/Saale (Farbtafel 5 und 6 oben rechts).

Fotos und Reproduktionen

Aus „Bacteriological Reviews“, Baltimore (Abb. 14); Gerhard Budich, Berlin (Abb. S. 122); aus „Deutschland, Schöne Heimat“, VEB F. A. Brockhaus Verlag, Leipzig 1955 (Abb. 157); Kurt Herschel, Holzhausen bei Leipzig (Abb. 132, 163); aus Mägdefrau: Vegetationsbilder der Vorzeit, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 1959 (Abb. 76); Dr. Gunther Müller, Berlin (Abb. 41 oben); aus S. C. Prescott und C. G. Dunn: Industrielle Mikrobiologie, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1959 (Abb. 41 unten); aus Taubeneck: „Die Bakterien“, Neue Brehm-Bücherei, Heft 66 (Abb. 8); aus „The Journal of biophysical and biochemical Cytology“, New-York 1959 (Abb. 12, 13).

Zeichnungen

Roland Jäger/Rainer Zieger, Berlin; Abb. 1, 2, 4, 17, 148 von Eberhard Graf, Berlin.

ÜBERBLICK ÜBER DIE LEBEWESEN

Die Einteilung der Lebewesen

Die ersten Lebewesen auf der Erde entstanden vor etwa drei Milliarden Jahren. Diese ursprünglichsten Lebewesen blieben nicht unverändert. Aus ihnen gingen durch Veränderung und Auslese neue, besser ausgebildete, höher entwickelte Gruppen hervor. Diese neuen Lebewesen waren die Nachkommen der älteren. Sie stammten von ihnen ab, bildeten mit ihnen eine **Abstammungsgemeinschaft** (Abb. 1).

Immer neue Gruppen von Lebewesen entstanden im Verlauf der Jahrmillionen (Farbtafel 4). Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen von Organismen wurden immer größer. Dennoch blieben sie alle Glieder einer Abstammungsgemeinschaft, stammen sie doch allesamt von den ersten Lebewesen ab.

Im Rahmen der großen Abstammungsgemeinschaft bestehen zwischen den verschiedenen Gruppen unterschiedliche Verwandtschaftsverhältnisse (Abb. 2). Sie können sehr eng sein (z.B. zwischen den verschiedenen Einzelwesen der Art Acker-Senf), sie können weiter sein (z.B. zwischen der Art Acker-Senf und der Art Weißer Senf).

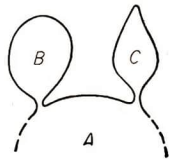


Abb. 1 Aus einer Gruppe ursprünglicher Lebewesen (A) entstanden im Verlaufe langer Zeiträume neue Gruppen von Organismen (B und C)

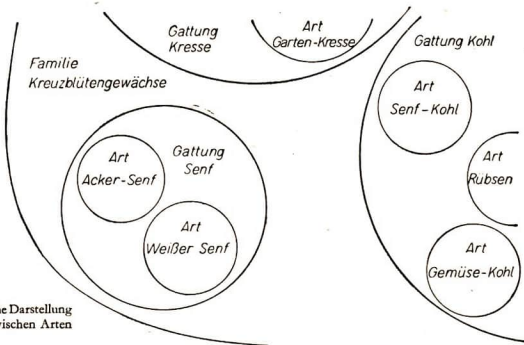


Abb. 2 Schematische Darstellung der Beziehungen zwischen Arten und Gattungen



Abb. 3 Unterschiedlich ausgebildete Wolfsmilcharten (von links nach rechts: Zypressen-Wolfsmilch, Christusdorn, Melonen-Wolfsmilch) haben einheitlich gebaute Blüten (rechts oben)

Die Gliederung in kleinere oder größere Abstammungsgemeinschaften, die in einem bestimmten Verwandtschaftsverhältnis zueinander stehen, ist die der lebenden Natur innewohnende Ordnung. Die biologische Wissenschaft versucht, diese Ordnung zu erforschen und in einem **System der Organismen** darzustellen.

Innerhalb der Gruppen sind einige Merkmale sehr unterschiedlich ausgebildet. Die Familie der Schmetterlingsblütengewächse zum Beispiel umfaßt Bäume (z. B. Robinie), Sträucher (z. B. Goldregen) und Kräuter (z. B. Lupinen). Auch die Blätter der Schmetterlingsblütengewächse sind nicht einheitlich gebaut. Denken wir nur an die gefiederten Blätter der Robinie, die gefingerten Blätter der Lupinen und die ungeteilten Blätter mancher Ginster-Arten.

Neben den unterschiedlich ausgebildeten Merkmalen gibt es andere, die einheitlich sind; in erster Linie sind es Organe, die der Fortpflanzung dienen, bei Blütenpflanzen zum Beispiel der Bau der Blüten (Abb. 3).

In einem System der Organismen werden die einzelnen Gruppen der Lebewesen nacheinander aufgeführt. Dabei stehen die einfacher entwickelten, ursprünglicheren Gruppen am Anfang, die höchstentwickelten am Ende.

Das Abgrenzen und Einordnen der Gruppen ist oft recht schwierig. Meist finden wir ursprüngliche und hochentwickelte Merkmale nebeneinander. Kein Forscher zweifelt daran, daß der Mensch die höchste Entwicklungsstufe der Organismen erreicht hat, also an das Ende des Systems gehört. Aber er hat Vorgliedmaßen, die viel ursprüng-

licher ausgebildet sind als die vieler anderer Säuger. Es kann also nicht ein beliebiges Einzelmerkmal für die Einordnung in das System entscheidend sein. Erst die Gesamtheit der Forschungsergebnisse über eine Gruppe erlaubt eine richtige Einordnung. In gewissem Sinne kommt also im System der Organismen die Summe der bisher von der Wissenschaft errungenen biologischen Erkenntnisse über die Abstammungsverhältnisse zum Ausdruck.

System und Stammbaum

Da die einzelnen Gruppen im System der Organismen nacheinander angeordnet werden müssen, lassen sich die verwandtschaftlichen Beziehungen nur unvollständig zum Ausdruck bringen. Es ergibt sich zum Beispiel bei den Klassen der Wirbeltiere die Folge Kriechtiere – Vögel – Säuger. Nun ist es aber durchaus nicht so, daß die Säuger von den Vögeln abstammen. Vielmehr sind beide Gruppen aus Kriechtieren hervorgegangen. Dabei traten die Säuger im Verlauf der Erdgeschichte sogar früher auf als die Vögel. Die tatsächlichen Verhältnisse lassen sich besser so darstellen, wie es Abbildung 4 zeigt. Die Verwandtschaft zwischen einzelnen Gruppen wird deshalb häufig in Form sogenannter Stammbäume dargestellt (Abb. 5 u. Farbtafel 4). Die ersten Stammbaumdarstellungen entwickelte der bedeutende deutsche Biologe ERNST HAECKEL (1834 bis 1919).

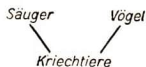


Abb. 4 Säuger und Vögel sind aus Kriechtieren hervorgegangen

Während bei Stammbäumen häufig sowohl ausgestorbene wie derzeit lebende Gruppen dargestellt werden, begnügt man sich bei der Darstellung des Systems meist mit der Aufzählung der gegenwärtig lebenden Gruppen. Man verzeichnet dann also gewissermaßen nur die Endzweige des Stammbaums (Abb. 5).

Die Stammbaumdarstellungen lassen bildhaft deutlich werden, warum wir die Entwicklung der Lebewesen im Verlauf der Jahrtausende als **Stammesentwicklung** der Organismen bezeichnen.

Das Wort „Entwicklung“ gebrauchen wir in der Biologie in zweifachem Sinne. Die Entwicklung, die zur Herausbildung neuer Arten geführt hat beziehungsweise führt, bezeichnen wir als **Stammesentwicklung**; die Entwicklung des Einzelwesens, des Individuums, als **Individualentwicklung**.

Zwischen Individualentwicklung und Stammesentwicklung bestehen unmittelbare Beziehungen. Die Abbildung 6 zeigt, daß jede Strecke der Stammesentwicklung, die ein Stammbaum wiedergibt, im Rahmen vieler Individualentwicklungen verläuft.

Jede Gruppe von Lebewesen hat eine längere oder kürzere Geschichte. Wir können sie an einer Stammbaumdarstellung in großen Zügen ablesen. Die entsprechenden Linien kennzeichnen einzelne Etappen der **Stammesgeschichte** dieser Gruppe.

Die Stammesentwicklung der Organismen ist nicht abgeschlossen. Jede neu entstehende Gruppe führt zum Wachstum des Stammbaums.

Bei stammesgeschichtlichen Betrachtungen müssen wir wiederholt mit erdgeschichtlichen Begriffen arbeiten. Deshalb ist die Kenntnis der Formationstabelle erforderlich.

Formationstabelle

Zeitalter	Formation	Abteilung	Beginn vor Millionen Jahren	Bemerkungen
Känozoikum (Erdneuzeit)	Quartär	Holozän	1	Entwicklung der heute lebenden Pflanzen
		Pleistozän (Eiszeitalter)		mehrere Kalt- und Warmzeiten
	Tertiär	Jung-Tertiär (Pliozän und Miozän)	25	Blütenpflanzen herrschen vor
		Alt-Tertiär (Oligozän, Eozän, Paläozän)	70	
Mesozoikum (Erdmittelalter)	Kreide	Obere Kreide	135	erste Bedecktsamer (Laubbäume)
		Untere Kreide		
	Jura	Oberer Jura (weißer Jura oder Malm)	180	große Meeresüberflutungen — Nacktsamer und Farne reich entwickelt
		Mittlerer Jura (brauner Jura)		
		Unterer Jura (schwarzer Jura oder Lias)		
	Trias	Keuper	225	Eindringen des flachen Muschelkalkmeeres — Vorherrschen der Nacktsamer
		Muschelkalk		
		Buntsandstein		

Paläozoikum (Erdaltertum)	Perm	Zechstein	250	Vorherrschen der Nacktsamer	
		Rotliegendes	270		
	Karbon	Oberkarbon	320	Pflanzenwelt reich entfaltet (Bärlappe, Farne, Schachtelhalme, erste Nacktsamer)	
		Unterkarbon	350		
	Devon	Oberdevon	400	Deutschland vom Meer bedeckt	
		Mitteldevon			
		Unterdevon			
	Silur (Gotlandium)		440	erste Nacktsprosser auf dem Festland	
	Ordovizium		500		
	Kambrium	Oberkambrium	600	das Meer nimmt weite Räume ein — viele Meerespflanzen	
		Mittelkambrium			
		Unterkambrium			
Erdfrühzeit (Proterozoikum) und Erdurzeit (Azoikum)	Präkambrium	Jungalgonkium	1 200	Entstehung von Urozeanen und Urkontinenten — einzelne Algen	
		Altagonkium	3 500	einzelne Spuren von Lebewesen	
		Archaikum			

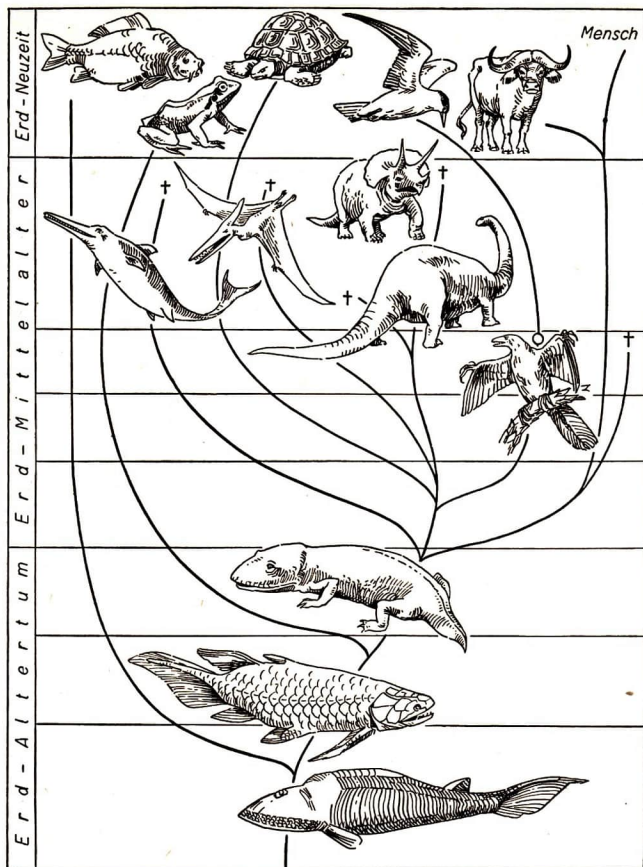


Abb. 5 Stark vereinfachter Stammbaum der Wirbeltiere

Die Benennung der Lebewesen

Wir benennen im Biologieunterricht die verschiedenen Gruppen der Lebewesen mit deutschen Namen. Diese Namen sind in der Regel allgemein übliche, durch die biologische Literatur verbreitete Namen. Deutsche Namen gibt es nur für verhältnismäßig wenige Gruppen.

Jede Gruppe von Lebewesen hat einen international gültigen Namen, der von den Wissenschaftlern aller Länder gebraucht wird. Dieser wissenschaftliche Name entstammt meist dem Lateinischen oder dem Griechischen.

Die biologische Wissenschaft gibt jeder Art einen zweiteiligen Namen. Bei Bestimmungsübungen mit der Exkursionsflora sehen wir etwa: Acker-Senf – *Sinapis arvensis* L. Dieser Name hat folgende Bedeutung:

<i>Sinapis</i>	<i>arvensis</i>	L.
Name	Name	Name des Forschers,
der Gattung	der Art	der die Art als erster
(dazu gehört		beschrieben hat.
auch der		Hier CARL V. LINNÉ
Weißer Senf		(1707 bis 1778).
<i>Sinapis</i>		Oft wird der Name
<i>alba</i>)		nicht mit angegeben.

Wir drücken auch mit dem deutschen Namen die Zugehörigkeit zur Gattung Senf aus, indem wir den Gattungsnamen vom Artnamen mit einem Bindestrich abtrennen.

Die Einheiten des Systems

Jedes Einzelwesen gehört nicht nur einer Abstammungsgemeinschaft an. Eine einzelne Pflanze der Art Acker-Senf zum Beispiel gehört gleichzeitig der Gattung Rettich und der Familie Kreuzblütengewächse an. Darüber hinaus zählt sie zu den Blütenpflanzen, ist damit eingeordnet in die Gruppe der Pflanzen und letztlich ein Teil der größten Abstammungsgemeinschaft, der Lebewesen.

Die Abstammungsgemeinschaften haben wir bisher als Gruppen bezeichnet. In der Biologie gibt es einen Fachausdruck für sie: alle Abstammungsgemeinschaften be-

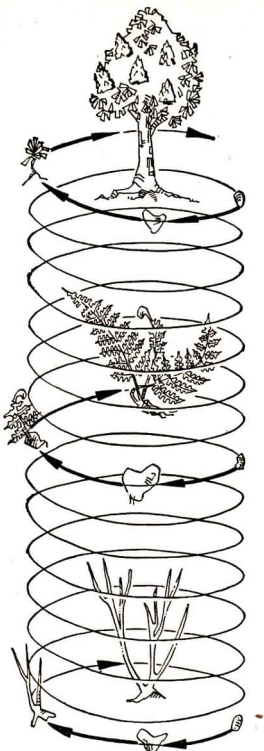


Abb. 6 Die Entwicklung von Blütenpflanzen aus Farnen

zeichnen wir als **Sippen**. Sowohl die Art Acker-Senf als auch die Familie Kreuzblütengewächse oder das Organismenreich Pflanzen sind also Sippen.

Die Sippen können engere oder weitere Abstammungsgemeinschaften sein. Wir fassen enger verwandte Sippen zu Gattungen und Familien, weiter verwandte Sippen zu Ordnungen, Klassen, Stämmen oder Reichen zusammen. Auf diese Weise bilden wir **systematische Einheiten**.

Während die Sippen in der Natur vorhandene Gruppen sind, stellen die systematischen Einheiten Ordnungsbegriffe dar, die von der Wissenschaft geschaffen wurden.

Die systematischen Einheiten ergeben eine **Rangordnung**, die mit der alle Lebewesen umfassenden Organismenwelt beginnt.

Organismenwelt

Reich

Stamm

Klasse

Ordnung

Familie

Gattung

Art

Unterart u. a.

Beispiele für die Einheiten des Systems

Systematische Einheiten	Sippen als Beispiele			
Reich	Kernlose (<i>Akaryobionta</i>)	Protisten (<i>Protobionta</i>)	Pflanzen (<i>Cormobionta</i>)	Tiere (<i>Metazoa</i>)
Stamm	Spaltpflanzen (<i>Schizophyta</i>)	Pilze (<i>Mycophyta</i>)	Samenpflanzen (<i>Spermatopsida</i>)	Weichtiere (<i>Mollusca</i>)
Klasse	Bakterien (<i>Schizomycota</i>)	Ständerpilze (<i>Basidiomycetes</i>)	Zweikeimblättrige (<i>Dikotyledonopsida</i>)	Schnecken (<i>Gastropoda</i>)
Ordnung	Echte Bakterien (<i>Eubacteriales</i>)	Hautpilze (<i>Hymenomycetales</i>)	Rosenartige (<i>Rosales</i>)	Süßwasser- Lungenschnecken (<i>Basommatopbora</i>)
Familie	Bazillen (<i>Bacillaceae</i>)	Blätterpilze (<i>Agariaceae</i>)	Rosengewächse (<i>Rosaceae</i>)	Schlamm- schnecken (<i>Lymnaeidae</i>)
Gattung	Bazillen (<i>Bacillus</i>)	Knollenblätter- pilze (<i>Amanita</i>)	Apfelbaum (<i>Malus</i>)	Schlamm- schnecke (<i>Lymnaea</i>)
Art	Milzbrandbazillus (<i>Bacillus anthracis</i>)	Grüner Knollen- blätterpilz (<i>Amanita phalloi- des</i>)	Garten-Apfel- baum (<i>Malus domestica</i>)	Leberegel- schnecke (<i>Lymnaea trunculata</i>)

Beispiel für die Zusammenfassung mehrerer verwandter Familien zu einer Ordnung

Ordnung	Lilienartige Blüten meist strahlig und zwittrig, aus fünf dreizähligen Kreisen bestehend, die beiden äußeren Kreise meist gefärbt. Dreifächriger Fruchtknoten mit vielen Samenanlagen, Samen ohne Stärke. Meist Kräuter, häufig mit Zwiebeln, Knollen oder Wurzelstöcken.			
Familien	Binsengewächse Blüten klein, mit spelzenartigen Hüllblättern; grasartig	Liliengewächse Fruchtknoten oberständig	Amaryllis- gewächse Fruchtknoten unterständig, innerer Staub- blattkreis vor- handen	Irisgewächse Fruchtknoten unterständig, innerer Staub- blattkreis fehlt
Gattungen	Binse Hainsimse u. a.	Goldstern Lauch Lilie Tulpe u. a.	Schneeglöckchen Märzbecher Narzisse u. a.	Krokus Schwertlilie Gladiole u. a.

Aufgaben und Fragen

1. Suchen Sie in einem Bestimmungsbuch Ihnen bekannte Arten auf! Stellen Sie fest, zu welchen höheren systematischen Einheiten sie gehören!
2. Ordnen Sie die Ihnen bekannten Arten der Familien Kreuzblütengewächse, Schmetterlingsblütengewächse und Süßgräser in Tabellen! – Versuchen Sie, die wichtigsten Familienmerkmale dieser Sippen zusammenzustellen!
3. Ordnen Sie die Wirbeltierklassen entsprechend ihrer Entwicklungshöhe! – Versuchen Sie, die Klassen der Wirbeltiere zu kennzeichnen!
4. Schreiben Sie die Ihnen bekannten Tierstämme auf! Fügen Sie jedem Stamm einige Beispiele zu!
5. Welche Bedeutung hat die Benennung jeder Sippe mit einem wissenschaftlichen Namen?

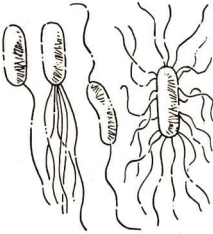
Das System der Organismen

Reich Kernlose — *Akaryobionta*

Das Reich der Kernlosen umfaßt nur den Stamm Spaltpflanzen mit den Bakterien und den Blaualgen. Die einzelnen Organismen dieser Sippen sind mikroskopisch klein. Mitunter bilden sie Kolonien, die auch ohne optische Geräte sichtbar sind. Die Bezeichnung „Kernlose“ besagt, daß in dieser Sippe kein räumlich abgegrenzter Zellkern vorhanden ist. Bei allen Kernlosen ist das Kerneiweiß im Zellplasma mehr oder weniger verteilt.

Stamm Spaltpflanzen (*Schizophyta*)

Klasse Bakterien (*Schizomycota*)



Bakterien kommen fast überall vor. Die Sippe ist mindestens 600 Millionen Jahre alt. Im Verlauf dieser langen stammesgeschichtlichen Entwicklung waren vielseitige Anpassungen an die verschiedenen Lebensbedingungen möglich (Abb. 7, 8, 9 u. 14). Diese winzigen Lebewesen werden leicht verbreitet. Bakterien vermehren sich außerordentlich rasch. Sie sind sehr widerstandsfähig.

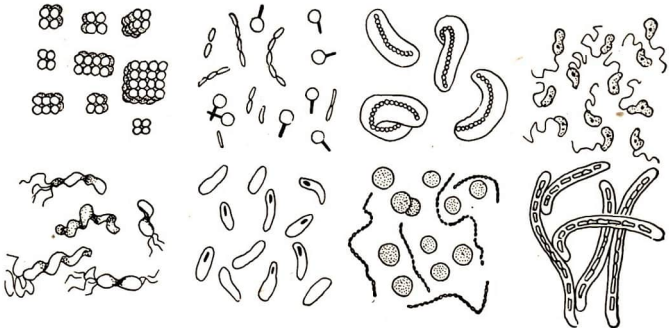
Abb. 7
Verschiedene Anordnung
der Geißeln bei Bakterien

fig: E: fig: G =

Abb. 8 Grundformen der Bakterien. Ausschnitt einer Zeichnung Antonie van Leeuwenhocks (1632 bis 1723), der als erster umfangreiche Beobachtungen an Bakterien vornahm



Abb. 9 Verschiedene Bakterien. Obere Reihe: fadenbildende Kugelbakterien (Kokken), Doppelkokken; — mittlere Reihe: würfelbildende Kokken, stäbchenförmige Bakterien, Kugelbakterien mit Gallerthülle, kommaförmige Bakterien mit Geißel; — untere Reihe: schraubenförmige Bakterien mit Geißeln, Stäbchen mit Sporen, fadenförmige Bakterien, fadenbildende Bakterien mit Scheide



Häufigkeit der Bakterien

Ort	Anzahl
Großstadtluft	300 bis 10 000 je m ³
Abwasser	über 1 Million je cm ³
Trinkwasser	unter 100 je cm ³
Humusboden	bis zu einigen Milliarden je g
Sandboden	mehrere 100 000 je g
Käserinde	150 000 Millionen je g

Anzahl der Bakterien im Boden zu verschiedenen Jahreszeiten

Ort	August/September	November/Dezember
Garten	115 Millionen je g	2,5 Millionen je g
Acker	135 Millionen je g	1,45 Millionen je g
trockener Hang	120 Millionen je g	1,6 Millionen je g

Abhängigkeit vom Sauerstoff der Luft

Bakterien	Abhängigkeit vom Sauerstoff
Essigsäurebakterien	benötigen Luftsauerstoff
Milchsäurebakterien	können meist ohne Luftsauerstoff leben
Buttersäurebazillen	können bei Anwesenheit von Luftsauerstoff nicht leben

Fortpflanzung und Vermehrung. Die Fortpflanzung der Bakterien erfolgt in der Regel ungeschlechtlich (vegetativ) durch Spaltung. Meist trennen sich die Tochterzellen, wachsen zur Größe der Mutterzelle heran und teilen sich erneut (Abb. 10, 12 u. 13).

Teilungsgeschwindigkeit unter günstigen Bedingungen

Name	Abstand zwischen den Teilungen
Cholera vibrio	20 Minuten
Tuberkelbakterium	2 Tage

Neben der ungeschlechtlichen Fortpflanzung konnten bei einigen Bakterien in jüngster Zeit Vorgänge beobachtet werden, die als geschlechtliche Prozesse gedeutet werden können. Unter bestimmten Bedingungen legen sich zwei oder mehrere Bakterien aneinander und tauschen Kerneiweiß aus.

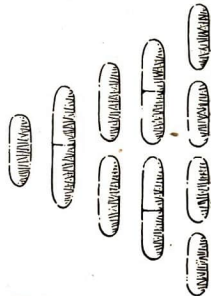
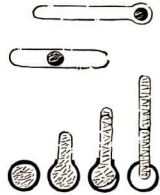


Abb. 10
Ungeschlechtliche Fortpflanzung der Bakterien durch Spaltung

Abb. 11 Bazillen mit Dauersporen.
Oben: die Bildung der Dauerspore, unten: das Auswachsen



Dauersporen. Ungünstige Bedingungen (Nahrungsmangel, Trockenheit, tiefe Temperaturen u. a.) überstehen viele Bakterien durch Bildung von Dauersporen. Diese Sporen sind keine Vermehrungskörper wie die Sporen der Pilze und Farne, sondern Dauerformen. Bei der Sporenbildung der Bakterien zieht sich das Zellplasma zusammen und umgibt sich mit einer festen Hülle. Bakteriensporen sind sehr widerstandsfähig. Die leichten Sporen können durch den Wind verbreitet werden. Selbst nach Jahrzehnten entwickeln sich bei günstigen Umweltbedingungen aus den Sporen wieder Bakterien (Abb. 11).

Ernährung. Die meisten Bakterien benötigen organische Nahrung. Sie sind **heterotroph**. Einige von ihnen verbrauchen abgestorbene Substanzen (Fäulnisbewohner), die anderen nutzen die Stoffe lebender Organismen (Schmarotzer).

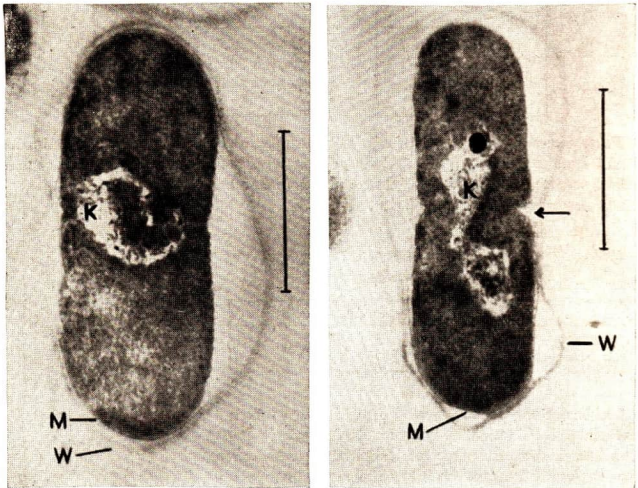


Abb. 12 Vermehrung der Bakterien. K Kernsubstanz, M Membran des Zellplasmas, W Wand der Zelle (die eingezeichnete Strecke entspricht $1\mu\text{m}$)

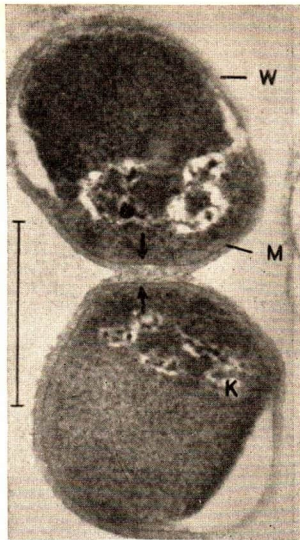
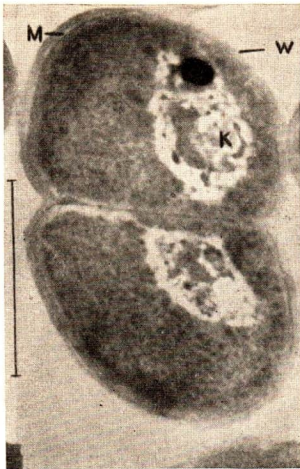


Abb. 13 Vermehrung der Bakterien

K Kernsubstanz, M Membran des Zellplasmas,
W Wand des Zelle

Die Fäulnisbewohner verwandeln abgestorbene Pflanzen und Tiere allmählich wieder in ihre anorganischen Ausgangsstoffe.

Einige Schmarotzer rufen beim Menschen gefährliche Infektionskrankheiten hervor, beispielsweise Diphtherie, Tuberkulose, Typhus, Paratyphus, Ruhr und Keuchhusten.

Nur wenige Bakterien können von anorganischer Nahrung leben. Sie sind **autotroph**. Einige besitzen Bakterienchlorophyll oder andere Farbstoffe, mit deren Hilfe ihnen die Photosynthese möglich ist. Zu ihnen gehören die roten Purpurbakterien, bei denen das Bakterienchlorophyll von roten Farbstoffen überdeckt ist. Andere Sippen der autotrophen Bakterien nutzen die Energie chemischer Umsetzungsprozesse zum Aufbau ihres Körpers aus anorganischen Stoffen. Diese Art der Assimilation bezeichnen wir im Gegensatz zur Photosynthese als Chemosynthese.

Die farblosen Schwefelbakterien beispielsweise oxydieren den bei Fäulnisprozessen entweichenden giftigen Schwefelwasserstoff und verwerten die dabei freiwerdende Energie.



Die Schwefelbakterien haben für die Abwässerreinigung auf Rieselfeldern eine große Bedeutung.

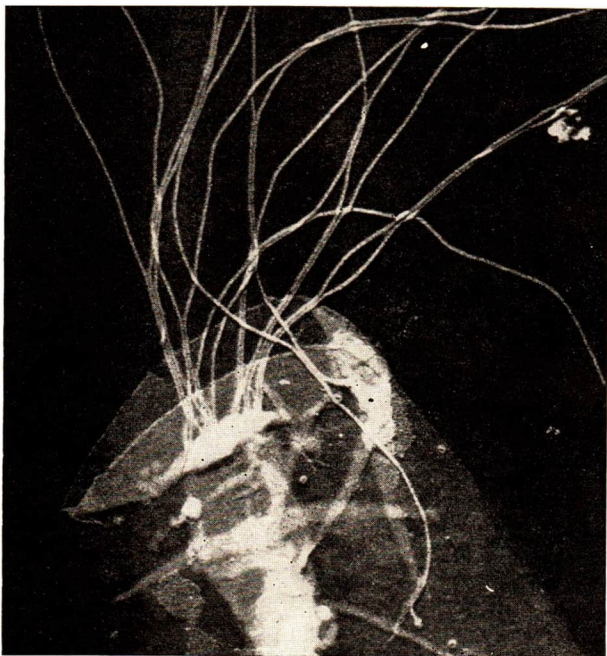


Abb. 14 Feinbau eines Bakteriums.
Ansatz der Geißeln bei 60 000facher Vergrößerung

Stammesgeschichte. Bisher konnte keine Beziehung der Bakterien zu anderen Sippen nachgewiesen werden.

Innerhalb der Bakterien gibt es unterschiedliche Entwicklungsrichtungen. Als ursprüngliche Gestalten werden einzelne Kugelzellen angesehen. Eine Höherentwicklung führt über Stäbchen zu fadenförmigen Bakterien, Kolonien und Zellen mit Plasmatscheide. Die ältesten Funde stammen aus dem Präkambrium. Aus dem Karbon kennt man bereits Sippen mit Sporenbildung.

Beispiele für Bakterien

Name	Vorkommen	Gestalt	Größe	Bemerkungen
<i>Spirillum volutans</i>	im Wasser	spiralförmig	50 μm lang 1,5 μm dick	eines der größten Bakterien
<i>Corynebacterium murisepticum</i>	besonders in Mäusen	stäbchenförmig	1,0 μm lang 0,2 μm dick	eines der kleinsten Bakterien; Erreger einer Blutvergiftung bei Mäusen
<i>Vibrio comma</i>	im Darm von Cholera-kranken	kommaförmig (kleine gebogene Stäbchen)	1,0 bis 5,0 μm lang 0,3 bis 0,6 μm dick	Erreger der Cholera
<i>Staphylococcus aureus</i> Eiterbakterium	Tiere und Mensch	kugelförmig	0,8 bis 1,0 μm $\varnothing$	Eitererreger, Zellen in Haufen
<i>Bacillus anthracis</i> Milzbrandbazillus	gleichwarme Tiere und Mensch	stäbchenförmig	3 bis 10 μm lang 1,0 bis 1,3 μm dick	Erreger des Milzbrandes; Sporenbildner
<i>Streptococcus lactis</i> Milchsäurebakterium	in Milch und auf Pflanzen	kugelförmig, meist etwas langgestreckt, fadenförmige Kolonien bildend	0,5 bis 1,0 μm $\varnothing$	bildet Milchsäure, wird für die Käsebereitung verwendet. Zellen zu Ketten vereinigt
<i>Nitrobacter winogradskyi</i> Nitratbakterium	im Boden	stäbchenförmig	1,0 bis 1,2 μm lang 0,6 bis 0,8 μm dick	bildet Nitrat aus Nitrit
<i>Clostridium pasteurianum</i> Buttersäurebazillus	im Boden	stäbchenförmig	3,5 bis 4,7 μm lang 0,9 bis 1,7 μm dick	bindet den Stickstoff der Luft. Lebt ohne Sauerstoff. Sporenbildner (Tennischlägerform)
<i>Clostridium omelianskii</i> Zellulosezer-setzer	im Boden und im Kot von Pferden und Rindern	stäbchenförmig	1,5 bis 15 μm lang 0,5 bis 0,7 μm dick	zersetzt Zellulose, bildet Gase (H_2 und CO_2). Besonders bei Temperaturen von 37 bis 42 °C. Lebt nur ohne Sauerstoff

Name	Vorkommen	Gestalt	Größe	Bemerkungen
<i>Acetobacter aceti</i> Essigbakterium	auf Früchten, in Essig	stäbchen- förmig	1,0 bis 2,0 μm lang 0,4 bis 0,8 μm dick	bildet Essigsäure. Stark O_2 -bedürftig. Zellen einzeln oder zu langen Ketten ver- einigt
<i>Rhizobium legumino- sarium</i> Knöllchenbakterium	in Wurzel- knöllchen	stäbchen- förmig	1,2 bis 3,0 μm lang 0,5 bis 0,9 μm dick	bindet in Symbiose mit Schmetterlings- blütengewächsen den Luftstickstoff
<i>Mycobacterium tuber- culosis</i> Tuberkulose- bakterium	im Organis- mus von Wirbeltieren	stäbchen- förmig	0,5 bis 2,0 μm lang 0,3 bis 0,6 μm dick	Erreger der Tuber- kulose des Menschen und des Hausrindes

Beispiele für die Widerstandsfähigkeit von Dauersporen

Bakterien	Widerstandsfähigkeit gegenüber Temperaturen
Milzbrandbazillen Verschiedene Bodenbakterien	30 Minuten 150 °C 2 bis 4 Stunden 105 bis 110 °C bei trockener Hitze; 5 bis 15 Minuten 120 °C bei feuchter Hitze

Aufgaben und Fragen

1. Wählen Sie aus den Tabellen drei Bakteriensippen unterschiedlicher Größe aus! Berechnen Sie, wie viele Einzelwesen aneinandergereiht die Strecke von 1 mm ergeben würden!
2. Wie wird die Lebenstätigkeit von schädlichen Bakterien eingeschränkt? Wie wird die Lebenstätigkeit nützlicher Bakterien gefördert? Nennen Sie Beispiele!
3. Welche Wissenschaftler, die zur Erforschung der Bakterien beigetragen haben, sind Ihnen bekannt?
4. Wie entsteht eine Bakterienkolonie? Welche Merkmale kennzeichnen eine Kolonie?
5. Schildern Sie Maßnahmen, mit denen sich der Mensch vor krankheitserregenden Bakterien schützt!
6. Welche Bedeutung hat die Zersetzung abgestorbener Organismen durch Fäulnisbewohner?
7. Welche Arbeiten, die Sie am UTP ausführten, haben Beziehungen zur Lebenstätigkeit der Bakterien? Nennen Sie Beispiele!

Klasse Blaualgen (*Cyanophyceae*)

Wie die Bakterien, so sind auch die Blaualgen (Abb. 15) fast überall verbreitet. Blaualgen vermögen unter sehr ungünstigen Bedingungen zu leben (z. B. auf Gletschern und in den Tiefen der Meere), sie sind sehr anpassungsfähig.

Die meisten Sippen der Blaualgen bilden Kolonien, die durch blaugrüne Färbung auffallen (Name der Klasse!). Wir finden sie vor allem im Schlamm stehender Gewässer und an feuchten Stellen des Bodens sowie an Baumstämmen. Viele Arten leben im Plankton des Süßwassers. In stehenden Gewässern kommt es mitunter zu einer starken Färbung. Diese Erscheinung wird als „Wasserblüte“ bezeichnet. Rot gefärbte Blaualgen haben bei massenhaftem Auftreten oft zu abergläubischen Vorstellungen geführt („Blutregen“). Auch bestimmte Bakterien können solche Färbungen hervorrufen.

Fortpflanzung und Vermehrung. Blaualgen vermehren sich durch lebhafte Zellteilung (Abb. 15). Eine geschlechtliche Fortpflanzung ist nicht nachgewiesen worden. Die Sporen der Blaualgen dienen vornehmlich der Vermehrung, daneben der Verbreitung. Einige Sporenformen und auch andere Vermehrungsgebilde sind beweglich.

Ernährung. Die Blaualgen ernähren sich in der Regel autotroph durch Photosynthese. Sie besitzen Chlorophyll und verschiedene andere (rote, gelbe, blaue) Assi-

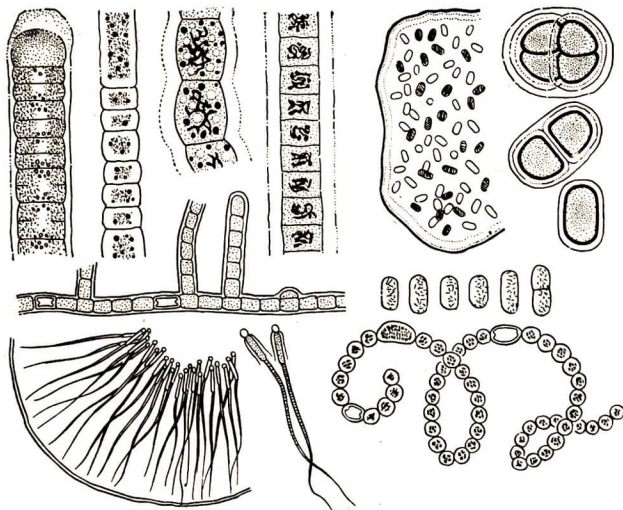


Abb. 15 Blaualgen. Obere Reihe: Feinbau fadenförmiger Blaualgen (die schwarzen Flecke und Fäden sind gefärbte Kernsubstanz), rechts kugelförmige Blaualgen, Teil einer Gallertkolonie und Zellen in Gallert-hüllen; — mittlere Reihe: links fadenförmige Blaualge mit Verzweigungen, rechts einzelne Zellen einer Gallertkolonie, eine davon in Teilung; — untere Reihe: links Teil einer Gallertkolonie mit fadenförmigen Blaualgen, daneben einzelne Fäden; rechts fadenförmige Blaualge mit zwei Grenz-zellen und einer Dauerzelle

milationsfarbstoffe. Die Farbstoffe sind in der äußeren Plasmaschicht verteilt; Farbstoffkörper – ähnlich den Chlorophyllkörpern – sind nicht vorhanden.

Blaualgae können unter geeigneten Bedingungen auch organische Stoffe assimilieren. Bei derart gemischter Ernährungsweise sprechen wir von **mixotropher** Ernährung.

Es gibt auch farblose Blaualgae, die sich wie Schwefelbakterien ernähren (s. S. 17).

Stammesgeschichte. Beziehungen der Blaualgae zu anderen Sippen konnten nicht nachgewiesen werden. Weder zu den Bakterien noch zu höherentwickelten Gruppen läßt sich ein Anschluß finden. Als ursprüngliche Gestalten gelten einzeln lebende kugelige Formen. Die höchste Entwicklungsstufe sieht man in fadenbildenden Formen, die bereits aus dem mittleren Devon bekannt sind.

Aufgaben und Fragen

1. Nennen Sie den Unterschied zwischen den Sporen der Bakterien und denen der Blaualgae!
2. Welche Bedeutung haben die Blaualgae in der Natur? Welche Bedeutung haben sie für den Menschen?
3. Untersuchen Sie Blaualgae unter dem Mikroskop! Versuchen Sie Bewegungen festzustellen!

Anhang zu den Kernlosen - Die Viren

Die Wissenschaft von den Viren, die Virologie, gehört gegenwärtig zu den interessantesten Arbeitsgebieten der Biologie. Viren zeigen einige Merkmale des Lebens, können jedoch wahrscheinlich nicht als Lebewesen gelten. Sie haben vor allem als Krankheitserreger biologische Bedeutung.

Vergleich der Viren mit Lebewesen

Kennzeichen des Lebens	Merkmale der Viren
Körper aus Eiweißstoffen gebildet	Körper aus Eiweißstoffen gebildet
Zellen mit besonderen Kernstoffen	starkes Vorherrschen von Stoffen, die im Zellkern der Organismen vorkommen. (Viren bilden unter bestimmten Bedingungen Kristalle)
eine bestimmte Form und Größe	eine bestimmte Form und Größe (Viren sind kleiner als die kleinsten Lebewesen. Sie durchdringen feine Porzellanfilter, die für Bakterien undurchdringlich sind)
Stoff- und Energiewechsel	kein eigener Stoff- und Energiewechsel (da Viren keinen eigenen Stoffwechsel haben, können sie nicht auf Nährböden kultiviert werden wie Bakterien)
Eigenbewegung	bestimmte Bewegungen, die aber vermutlich durch physikalisch-chemische Prozesse hervorgerufen werden
Reizbarkeit	eine einfache Reizbarkeit, die z. B. darin besteht, daß nur bestimmte Organismen infiziert werden
Fortpflanzung	Viren pflanzen sich nur in lebenden Zellen fort

Kennzeichen des Lebens	Merkmale der Viren
Vererbung	aus Viren entstehen in lebenden Zellen wieder Viren gleichen Baus und gleicher Eigenschaften
Veränderung	bei Viren treten plötzliche Veränderungen der Eigenschaften auf, wie wir sie auch von Lebewesen kennen

Man ordnet die Viren nach verschiedenen Gesichtspunkten. Von praktischer Bedeutung ist ihre Einteilung nach den Gruppen der Lebewesen, die sie befallen.

Viren, die in **Bakterien** vorkommen und diese auflösen (Bakteriophagen): Sie kommen als Kugeln (12 bis 40 nm $\varnothing$), Stäbchen (35 : 140 nm) oder Keulen (40 bis 90 : 300 nm) vor. Es bedarf keiner besonderen Begründung, daß die Viren für den Menschen Bedeutung gewinnen können, wenn sie auf Grund genauer Kenntnisse gewissermaßen als „Bakterientöter“ verwendet werden können.

Viren, die in **Pflanzen** vorkommen: Zu ihnen gehören viele Formen, die bei Kulturpflanzen Krankheiten erregen. Vor allem bei Tabak, Rüben, Kartoffeln, Bohnen, Tomaten und Gurken sind Viren-

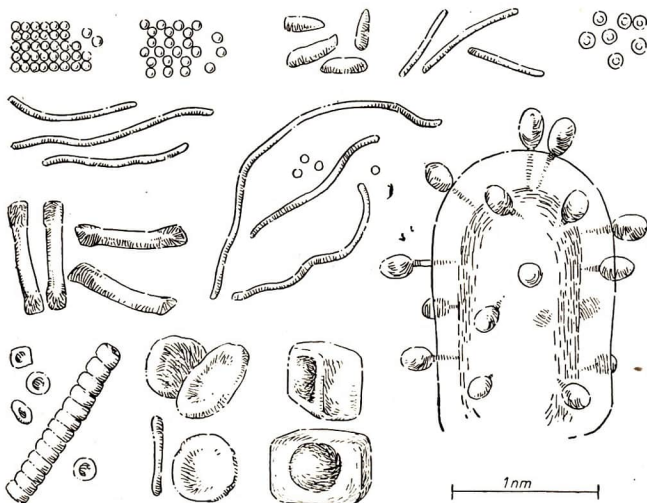


Abb. 16 Halbschematische Darstellung verschiedener Virusformen. Obere Reihe: Tabak-Nekrosevirus, Rüben-Gelbmosaikvirus, Kartoffel-Gelbwergvirus, Tabakmosaikvirus, Erreger einer Pferdekrankheit; — mittlere Reihe: Kartoffelvirus, Polyedervirus, Erreger der Kinderlähmung; — untere Reihe: Grippevirus, Mumpsvirus, Pockenvirus, Phagen an der Membran einer Bakterienzelle

erkrankungen häufig. Pflanzenviren kommen als Kugeln (etwa 20 bis 25 nm Durchmesser) und Stäbchen (etwa 15 bis 50 nm dick und 200 bis 500 nm lang) vor. Die Erforschung dieser Viren ermöglicht die Bekämpfung vieler Pflanzenkrankheiten und damit die Erhöhung der Erträge unserer Kulturpflanzen. – Einige Viren erzeugen Pflanzenkrebs. Untersuchungen von Pflanzenkrebsen vermitteln Erkenntnisse, die unser Wissen über das Wesen des Krebses erweitern.

Viren, die in **Mensch und Tier** vorkommen: Zu ihnen gehören viele Formen, die weitverbreitete Krankheiten erregen, zum Beispiel Grippe, Mumps, Kinderlähmung, Pocken, Windpocken, Masern, Röteln, Schnupfen, ansteckende Gelbsucht; Rinderpest, Maul- und Klauenseuche, Schweinepest, Ferkelgrippe, Tollwut, Geflügelpest. Diese Viren treten in den verschiedensten Formen auf, als Kugeln, Fäden, Stäbchen, Quader oder Ellipsoide. Ihre Größe liegt etwa zwischen 20 nm (kugelförmige Viren der Kinderlähmung) und einigen hundert nm Länge.

Die Einteilung nach Wirtsorganismen hat nur bedingt Berechtigung, weil Viren weit weniger an bestimmte Wirte gebunden sind als etwa Bakterien. Beispielsweise kommt ein bestimmter Virus in vielen Insektenarten und außerdem in vielen verschiedenen Pflanzenarten (aus mehr als zwanzig Familien!) vor, bei denen er krankhafte Geschwülste erzeugt.

Am Beispiel der Bakteriophagen soll eine bemerkenswerte Erscheinung der Viren dargestellt werden (Abb. 17). Die Infektion eines Bakteriums mit Phagen zeigt, daß sich Viren auf der Grundlage des Stoffwechsels ihrer Wirtszellen vermehren. Eine unvorstellbar geringe Menge ihrer Körperstoffe genügt, um den Stoffwechsel der Wirtszelle völlig umzustellen und zur Bildung von Viren zu veranlassen. Diese Stoffe sind recht gut untersucht. Es sind Säuren, die auch im Zellkern der Organismen vorkommen und entscheidende Bedeutung für die Vererbung haben. Die Wissenschaftler können also am ungleich einfacheren Beispiel der Viren wichtige Erscheinungen der Vererbung untersuchen.

Auch andere biologische Fragen werden heute an Viren untersucht. Die Viren, die erst seit wenigen Jahrzehnten bekannt sind, haben also nicht nur als Krankheitserreger praktische Bedeutung.

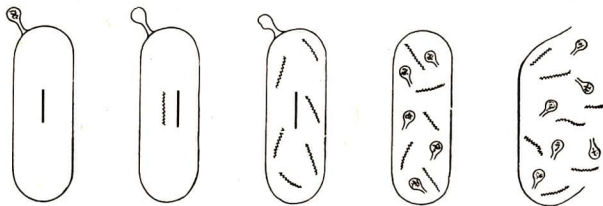


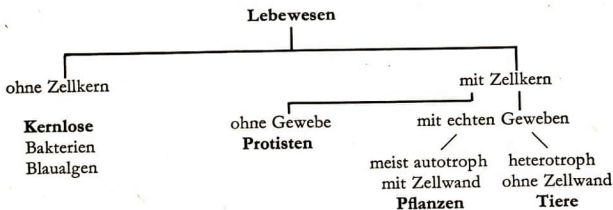
Abb. 17 Infektion eines Bakteriums mit Phagen

Aufgaben und Frage

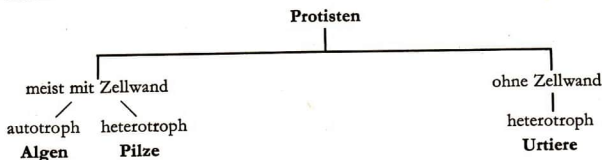
1. Welche Viruserkrankungen sind Ihnen aus der Arbeit in der landwirtschaftlichen Produktion bekannt?
2. Schildern Sie am Beispiel der Bakteriologie, wie die Entwicklung der Biologie vom Fortschritt auf anderen Gebieten der Wissenschaft und der Technik beeinflusst wurde! Ziehen Sie Vergleiche zur Entwicklung der Virologie!

Reich Protisten – *Protobionta*

Zum Reich der Protisten wird eine Anzahl unterschiedlicher Sippen zusammengefaßt. Bei allen enthalten die Zellen einen echten Zellkern, bilden aber keine echten Gewebe. Die Einordnung der Protisten in das System der Organismen läßt sich in einfacher Form durch das folgende Schema ausdrücken:



Die Gruppe der Protisten ist äußerst vielgestaltig. Sie umfaßt zahlreiche unabhängig nebeneinanderstehende Sippen. Eine Großgliederung läßt sich nach der Lebensweise treffen:



Beispiele für Protisten, über die in früheren Schuljahren gesprochen wurde

Name	Stamm	Bemerkungen
Kieselalgen	Braunalgen	einzellig; Kieselpanzer (Kieselgur)
Blasentang	Braunalgen	vielzellig; in der Ostsee häufig; Schwimmblasen
Rotäuglein	Rotäuglein	einzellig; mit Blattgrün (Photosynthese); durch Geißel beweglich
Schraubenalge	Grünalgen	fadenförmige Zellkolonie; mit Blattgrün (Photosynthese); im Süßwasser häufig
Kugelalge	Grünalgen	kugelförmiger Körper aus vielen Zellen mit unterschiedlicher Funktion (z. B. Bewegungszellen mit Geißeln, Fortpflanzungszellen)

Name	Stamm	Bemerkungen
Armleuchter-alge	Grünalgen	vielzellig; pflanzenähnlich gebaut; mit Blattgrün (Photosynthese); in kalkreichem Süßwasser
Hefepilze	Pilze	kugelförmige Zellen; als Bäckerhefe und Weinhefe wirtschaftlich wichtig
Pinsel-schimmel	Pilze	vielzellig; häufig auf Nahrungsmitteln u. a.; erzeugen Penicillin; Pilzfäden und Sporenträger mit Sporen
Fliegenpilz	Pilze	vielzellig; Pilzfäden, Sporenträger mit Sporen an der Hutunterseite großer Fruchtkörper; Blätterpilz
Flechten (z. B. Lackmus-flechte)	Pilze	Symbiose von Pilzen mit Algen verschiedener Gruppen
Wechseltierchen	Urtiere	einzellig; ohne feste Hülle; Bewegung durch Plasmaausstülpung (Wurzelfüßchen); Umfließen fester Nahrungsteilchen
Pantoffel-tierchen	Urtiere	einzellige Lebewesen mit Zellhaut; viele Wimpern

Die Stämme der Algen

Als Algen werden alle Gruppen der Protisten bezeichnet, deren Zellen durch den Besitz von Farbstoffkörpern zur Photosynthese befähigt sind, die also autotroph leben. Die Algen sind keine einheitliche Abstammungsgemeinschaft, sondern bestehen aus mehreren voneinander unabhängigen Stämmen. Unterschiede bestehen vor allem in den Farbstoffkörpern und in der Fortpflanzung.

Die Farbstoffkörper der Algen sind wie die der Pflanzen lebende Eiweißkörper. Sie enthalten als Farbstoffe in jedem Falle Chlorophyll. Das Blattgrün gibt jedoch nur den grünen Algengruppen ihre auffällige Färbung, bei den übrigen Sippen wird es durch rote, braune und gelbe Farbstoffe überlagert. Danach unterscheidet man Rotalgen, Braunalgen und Grünalgen.

Die Algenstämme haben sich isoliert voneinander schon sehr frühzeitig – vor mehreren hundert Millionen Jahren (Erdurzeit, Präkambrium) – aus primitiven Urformen entwickelt. Die Entwicklung innerhalb der Algenstämme verlief jedoch sehr ähnlich. Wir finden daher gleichartige Entwicklungsstufen bei fast allen Algenstämmen:

Geißelträger-Stufe:



Ältestes Stadium. Einzelzellen oder Kolonien. Zellen durch Fortsätze (Geißeln) beweglich.

Zellkugel-Stufe:



Zellen kugelig, ohne Geißeln, unbeweglich; einzeln oder in Kolonien. Noch keine Arbeitsteilung.

Zellfaden-Stufe:



Algenkörper ist ein Faden, der aus vielen aneinandergereihten Zellen besteht. Fäden unverzweigt oder verzweigt. Anfänge der Differenzierung, vor allem bereits besondere Fortpflanzungsorgane mit Fortpflanzungszellen.

Zellschlauch-Stufe:



Algenkörper ist ein vielfach verzweigter, vielkerniger Schlauch ohne Querwände. Nur Fortpflanzungsorgane sind durch Querwände abgegrenzt.

Fadengeflecht-Stufe: Entwickelte sich aus der Zellfaden-Stufe. Die vielzelligen Fäden verschlingen sich zu mehr oder weniger dichten Geflechten, die das Aussehen von Geweben annehmen können. Dadurch können mächtige Algenkörper (bis über 100 m Länge!) gebildet werden.



Stamm Grünalgen (*Chlorophyta*)

Kein anderer Algenstamm hat ähnliche Bedeutung wie die Grünalgen. Deshalb haben wir uns bereits in früheren Schuljahren mit ihm befaßt (s. S. 25). In diesem Algenstamm sind auch alle Stufen der stammesgeschichtlichen Entwicklung bei lebenden Sippen vertreten (Abb. 18, 22, 24, 25 u. Farbtafel 1).

Geißelträger-Stufe - Geißelalgen

Die Abbildung 19 zeigt eine **einzellige Grünalge** aus der Gattung *Chlamydomonas*. Einzellige Grünalgen vermehren sich meist ungeschlechtlich durch Längsteilung (Abb. 20).

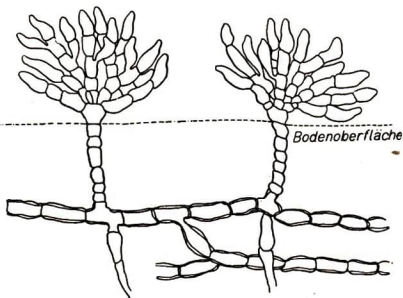


Abb. 18 Eine Grünalge, die in Indien und Afrika in verhältnismäßig trockenen Böden vorkommt. So könnten die Grünalgen ausgesehen haben, aus denen sich die Pflanzen entwickelten. Unterirdisch kriechende Fäden bilden nach oben buschelige Sprosse, nach unten Scheinwurzeln.

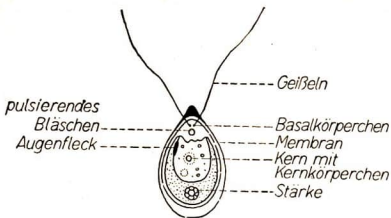


Abb. 19 Grünalge *Chlamydomonas*

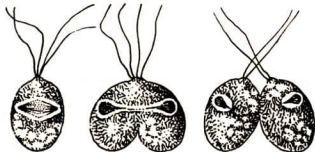


Abb. 20 Kern- und Zellteilung bei einer Grünalge

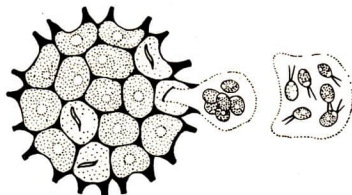


Abb. 21 Grünalgenkolonie von *Pediatrum*. Links Freibewegliche der Sporen, rechts begeißelte Sporen mit Plasmahülle

Auge ist sie als senfkorngroßes grünes Gebilde zu erkennen.

Die Zellen bilden die Wand der mit Schleim gefüllten Kugel. Sie stehen durch Plasmabrücken miteinander in Verbindung, besitzen zwei Geißeln, einen Blattgrünkörper und einen Augenfleck. Diese Zellen bewegen die Kugel und assimilieren Kohlendioxyd. Einige Zellen der Kugelalge werden zu Fortpflanzungszellen. Sie werden von den assimilierenden Zellen mit Nahrung versorgt.

Die Fortpflanzung der Kugelalge kann auf verschiedene Weise erfolgen: Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung teilen sich einige Fortpflanzungszellen und bilden Tochterkugeln. Diese wachsen im Innern der Mutterkugel heran; sie werden erst frei, wenn sie die Wand der Mutterkugel sprengen.

Bei einigen Grünalgen kann der Zellinhalt in vier oder mehr Sporen zerfallen, die beim Platzen der Zellwand frei werden (Abb. 21). Die Sporen bewegen sich mit Geißeln im Wasser fort. Man bezeichnet solche aktiv beweglichen Sporen als Schwärmsporen. Sie wachsen zu neuen Zellen heran.

Oft bleiben einzellige Grünalgen nach der Teilung vereinigt und bilden **Zellkolonien** (Abb. 22). Viele Kolonien der Grünalgen bestehen aus einer bestimmten Anzahl von Zellen (Abb. 22). Bei der *Pandorina*-Kugel sind es zum Beispiel sechzehn Zellen, die durch eine farblose Gallerte zusammengehalten werden. Jede dieser sechzehn Zellen entspricht in ihrem Bau einer Grünalge aus der Gattung *Chlamydomonas*. Aus jeder Zelle dieser Kolonie entsteht durch Zellteilung eine sechzehn-zellige Tochterkolonie.

Die höchste Entwicklungsstufe einer Geißelalge finden wir bei der **Kugelalge** (*Volvox*). Sie besteht aus mehreren hundert bis tausend Zellen vom Typ der Gattung *Chlamydomonas* (Abb. 22). *Volvox* kommt in Gräben und Teichen vor; mit dem bloßen

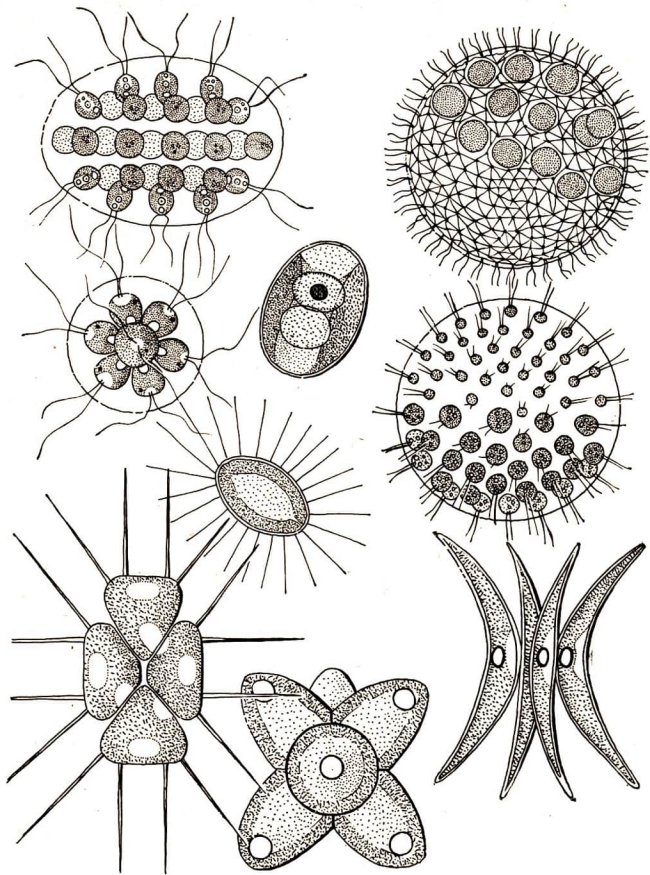


Abb. 22 Verschiedene Sippen koloniebildender Grünalgen. Von links nach rechts: Endorina, Volvox, Pandorina, Chlorococcoides, Pleodorina, Franceia, Tetrastrum, Coelastrum, Scenedesmus

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung entstehen in einigen Fortpflanzungszellen sehr viele zweigeißelige Samenzellen, in anderen bildet sich je eine verhältnismäßig große Eizelle. Während sich die kleinen männlichen Geschlechtszellen im Wasser fortbewegen können, sind die Eizellen unbeweglich.

Bei der Reife werden die Samenzellen und die Eizellen frei. Die Samenzellen schwimmen zu den Eizellen und verschmelzen mit ihnen. Dieser Vorgang ist eine Befruchtung. Aus der befruchteten Eizelle entsteht durch Zellteilungen eine Tochterkolonie (Abb. 23).

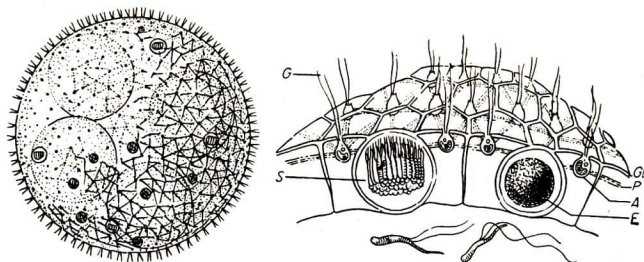


Abb. 23 Kugelalge. Links: Kugel mit Tochterkugeln, rechts: Stück der Kugelwand, darunter einzelne männliche Geschlechtszellen

A Algenzelle, E Eizelle, G Geißeln, Gl Gallertwände, P Plasmafäden, S Bündel männlicher Geschlechtszellen

Während bei einer Zellkolonie jede Zelle alle lebenswichtigen Funktionen selbst verrichtet, besteht bei der Kugelalge zwischen den verschieden gebauten Zellen eine Arbeitsteilung. Daher ist die *Volvox*-Kugel keine Zellkolonie, sondern ein einfacher vielzelliger Organismus.

Zellkugel-Stufe - Kugelige Grünalgen

Die Zellkugel-Stufe der Grünalgen können wir sehr gut bei Algen kennenlernen, die an der Wetterseite von Bäumen und Mauern zu finden sind. Der grüne Belag besteht aus zahllosen Einzelzellen (Abb. 24).

In jüngster Zeit beansprucht die Grünalgen-Gattung *Chlorella* allgemeines Interesse. Diese Kugelalge, die in den Gewässern unserer Heimat vorkommt, läßt sich leicht kultivieren und züchten. Sie wird deshalb bei vielen biologischen Experimenten (z. B. zur Erforschung der Photosynthese) verwendet. Es ist gelungen, Sippen zu züchten, die sehr schnell große Mengen von Nährstoffen für Tier und Mensch erzeugen. Diese Alge wird möglicherweise schon in naher Zukunft wirtschaftliche Bedeutung gewinnen.

Wegen dieser Eigenschaften hat *Chlorella* das Interesse der Forscher gefunden, die an der Vorbereitung von Weltraumflügen des Menschen arbeiten. Die sowjetischen Weltraum-Flugkörper hatten wiederholt solche Algen an Bord. *Chlorella* kann künftigen Kosmonauten nicht nur frische Nahrung liefern, sie erzeugt bei der Photosynthese auch den unentbehrlichen Sauerstoff.

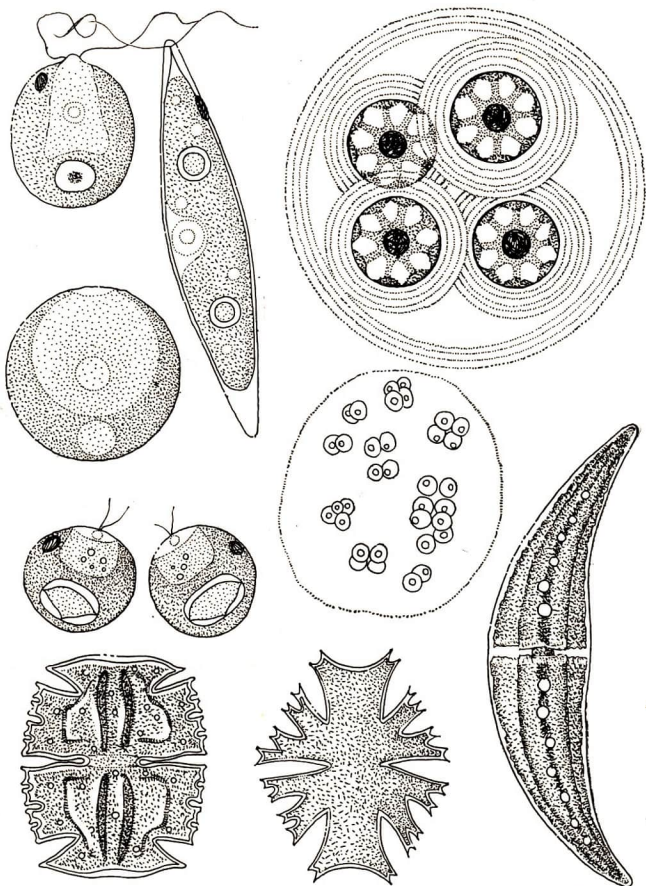


Abb. 24 Verschiedene Sippen einzelliger Grünalgen. Von links nach rechts: Chlamydomonas, Chlorogonium, Asterococcus, vegetative Zelle der Chlorococcales, Gemellicystis, Closterium, Micrasterias (2 Arten)

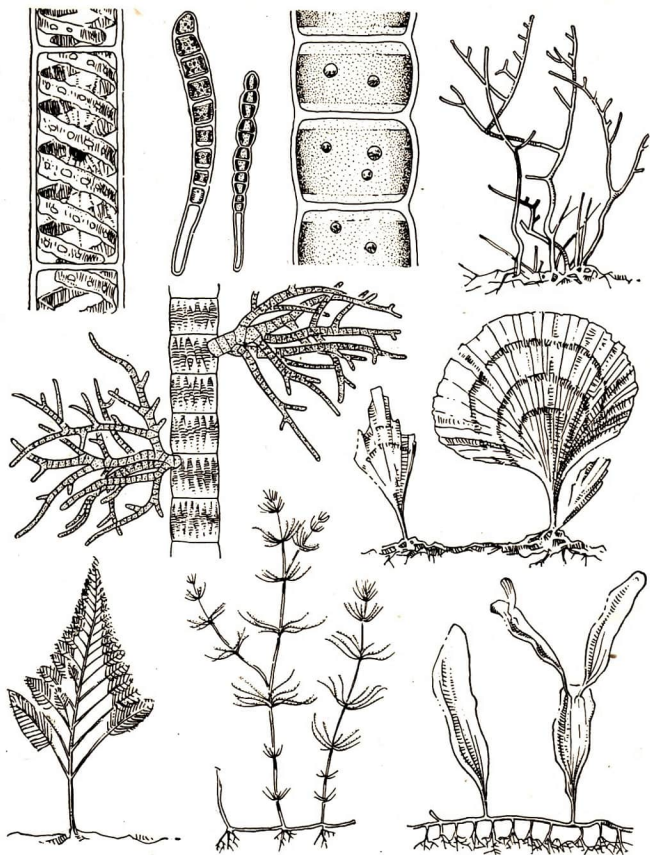


Abb. 25 Verschiedene Sippen von vielzelligen Grünalgen. Von links nach rechts: Spirogyra, Ulothrix (daneben vergrößerter Ausschnitt), Stigeoclonium, Draparnaldia, Udotea, Bryopsis, Chara, Caulerpa

Die im Süßwasser häufige **Schraubenalge** bildet unverzweigte Zellfäden (Abb. 25). Im Innern der aneinandergereihten Zellen finden wir außer dem Zellkern ein oder mehrere schraubenartig gewundene Chlorophyllbänder (Name!). Die Fäden wachsen durch Teilung und anschließende Streckung der Zellen.

Neben der ungeschlechtlichen Vermehrung, die durch Zerfall des Fadens in einzellige oder mehrzellige Teilstückchen erfolgen kann, gibt es auch eine geschlechtliche Fortpflanzung (Abb. 26): Zwei Algenfäden legen sich zusammen und verkleben durch eine schleimige Absonderung ihrer Zellen miteinander. Die Berührungsstellen gegenüberliegender Zellen buchten sich aus und bilden einen Kanal, durch den der Zellinhalt einer Zelle in die andere Zelle hinüberfließt. Beide Zellinhalte (also auch die Zellkerne!) verschmelzen und umgeben sich mit einer derben Membran. Dadurch entsteht eine Dauerform, die ungünstige Zeiten (Trockenheit, Kälte) überstehen kann. Im Wasser wächst sie unter günstigen Bedingungen zu einer neuen Zelle aus, die sich durch Teilungen zu einem Algenfaden weiterentwickelt (Abb. 26).



Abb. 26 Fortpflanzung der Schraubenalge.
Links: Zusammenlagerung zweier Fäden,
rechts: keimende Zelle

Auch die **Kraushaaralge** bildet fadenförmige Kolonien (Abb. 25). Sie unterscheidet sich in ihrem Bau von der Schraubenalge vor allem dadurch, daß sie mit einer besonders großen farblosen Haftzelle an Steinen oder an größeren Wasserpflanzen befestigt ist. Sie ist also bereits in Basis und Spitze differenziert. Bezüglich dieser Eigenschaft stellt sie gegenüber der

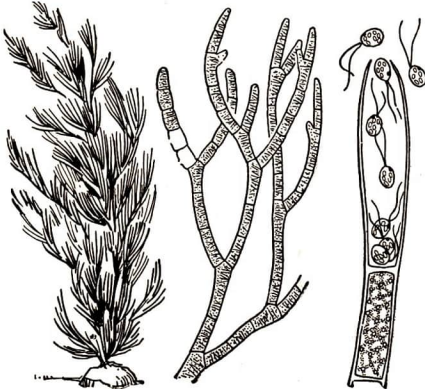


Abb. 27 Flußalge. Links: Alge auf einem Stein; Mitte: Alge vergrößert;
rechts: Bildung von Sporen

Schraubenalge eine höherentwickelte Form dar. Auf einer noch höheren Entwicklungsstufe als die bisher besprochenen Grünalgen stehen zahlreiche andere Arten des Süßwassers und des Meeres.

In unseren Flüssen kommt häufig die **Flußalge** vor (Abb. 27). Sie ist mit besonderen Haftorganen an Steinen befestigt und bildet sehr stark verzweigte, bis zu 30 cm lange grüne Büschel. Das Wachstum dieser Algen erfolgt ähnlich wie bei den höherentwickelten Landpflanzen nur noch an den Spitzen durch Teilung der dort liegenden Zellen. Abbildung 27 zeigt uns Zellen aus der Spitzenregion einer Flußalge. Die Vermehrung der Flußalge erfolgt durch Schwärmsporen (Abb. 27).

Zellschlauch-Stufe – Schlauchalgen

Die Schlauchalge *Vaucheria* (Abb. 25) können wir oft auf der feuchten Erde von Blumentöpfen oder in Gewächshäusern finden. Andere Schlauchalgen, bei denen wir auch pflanzenähnliche Gestalten finden, die in Stengel, Blätter und Wurzeln gegliedert erscheinen, kommen im Meer vor (Abb. 25).

Fadengeflecht-Stufe – Armleuchteralgen

Zu diesen hochentwickelten Grünalgen gehören die **ArMLEUCHTERALGEN**, die in flachen Stellen der Seen und Teiche oft bis kniehoch Wiesen bilden, sie zeigen ein Spitzenwachstum ähnlich dem der Pflanzen. Ihr Körper ist pflanzenähnlich verzweigt (Abb. 25).

Stammesgeschichte. Der Stoffwechsel der Grünalgen gleicht grundsätzlich dem der Pflanzen; in den Assimilationsfarbstoffen, im Aufbau der assimilierenden Zellen, im Ablauf der Photosynthese und in den Assimilaten (Stärke) bestehen kaum Unterschiede.

Innerhalb der Grünalgen gibt es eine relativ übersichtliche Höherentwicklung von einzelligen Geißelträgern bis zu pflanzenähnlichen Formen. Außerdem sind Sippen bekannt, die einen Übergang zu den Pflanzen andeuten (Abb. 18). Wir können also fast lückenlos die stammesgeschichtliche Entwicklungslinie nachzeichnen, die von einzelligen Grünalgen bis zu den höchstentwickelten bedecktsamigen Pflanzen führt.

Grünalgen sind mindestens seit dem Silur bekannt. Besonders reich entfaltet haben sie sich erst später, vor allem in der Trias und im Jura. Die ausgestorbenen Sippen sind weitaus vielgestaltiger als die heute lebenden.

Stamm Rotalgen (*Rhodophyta*)

Rotalgen sind fast ausschließlich Meeresalgen; von den rund 4000 Arten kommen nur etwa 50 im Süßwasser vor. Die meisten Sippen sitzen mit Haftfäden oder Haftscheiben auf dem Untergrund fest. Sie haben zum Teil pflanzenförmige Gestalt (Abb. 28).

Vor allem zwei Besonderheiten kennzeichnen die Rotalgen: ihre Farbstoffe und das Fehlen von Sippen, die sich mit Hilfe von Geißeln fortbewegen. Der Körper dieser

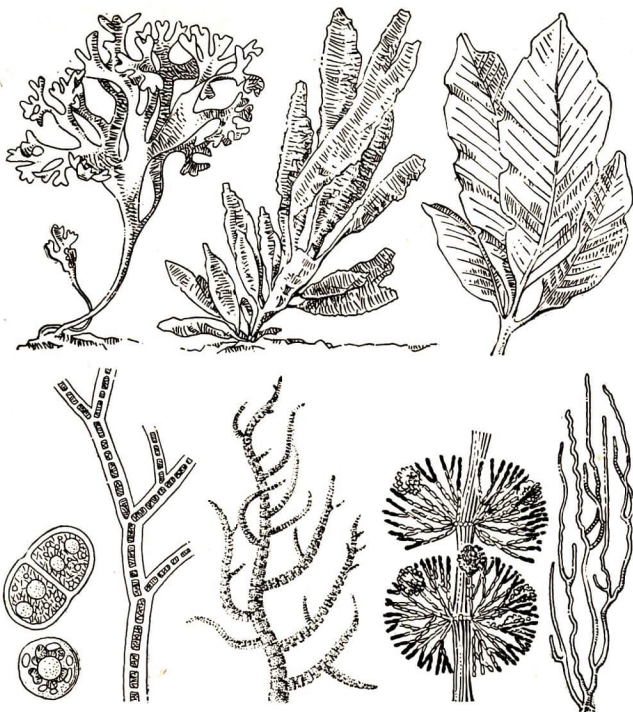


Abb. 28 Verschiedene Sippen von Rotalgen. Von links nach rechts: Chondrus, Rhodymenia, Delesseria, Porphyridium, Goniatricium, Batrachospermum (rechts stark vergrößert), Nematium

Algen ist nur bei wenigen Sippen einzellig, meist ist er aus einem System verzweigter Zellfäden aufgebaut (Abb. 28).

Die Rotalgen enthalten in ihren Farbstoffkörpern neben Blattgrün vor allem gelbrote, rote und blaue Farbstoffe. Demzufolge sind diese Sippen meist rot, rotbraun oder violett gefärbt (Farbtafel 1). Einige dieser Farbstoffe kommen nur bei Rotalgen vor.

Viele Rotalgen leben in Tiefen des Meeres (bis 200 m), die von anderen autotrophen Organismen nicht mehr besiedelt werden können. Dort herrschen Bedingungen, die

vor allem durch geringe Lichtmengen und kurzwelligere Strahlung (blaugrüner Bereich des Sonnenspektrums) gekennzeichnet sind. Unter diesen Verhältnissen ermöglichen einige der nur bei Rotalgen vorkommenden blauen und roten Farbstoffe eine bessere Ausnutzung der Lichtenergie als alle anderen bekannten Assimilationsfarbstoffe. Der Besitz dieser Farbstoffe gestattet es also den Rotalgen, Lebensräume zu besiedeln, die fast allen anderen autotrophen Organismen verschlossen sind.

Stammesgeschichte. Die Rotalgen stellen ohne Zweifel einen Seitenzweig der Entwicklung dar. Ihr Ursprung ist noch nicht genauer erforscht. Während bei allen anderen Algenstämmen einfache Geißelträger als Ausgangssippen angenommen werden dürfen, ist das bei den Rotalgen kaum möglich.

Von verschiedenen Rotalgensippen aus bestehen wahrscheinlich zu drei sehr unterschiedlichen Sippen Beziehungen: Ähnliche Farbstoffe und ähnliche Fortpflanzungsverhältnisse deuten eine entfernte Verwandtschaft mit Blaualgensippen an. Übereinstimmungen im Fortpflanzungsgeschehen machen Beziehungen zwischen Rotalgen und einigen Pilzsippen wahrscheinlich. Auch zu einigen Grünalgen scheint eine Verbindung zu bestehen.

Die ältesten Funde von Rotalgen stammen aus dem Silur, völlig sicher ist ihr Vorkommen allerdings erst im Jura und in der Kreidezeit nachgewiesen.

Nutzung der Rotalgen. Verhältnismäßig viele Rotalgen werden vom Menschen genutzt. Manche werden in Skandinavien und in einigen Ländern Asiens gegessen, andere werden wegen ihrer gallertartigen und schleimigen Stoffe als Heilmittel (gegen Katarrhe und gegen Durchfall, Carrageen oder „Irländisches Moos“) verwendet. Zur Herstellung von Nährböden („Agar-Agar“) in der Mikrobiologie werden Rotalgen des Pazifik und neuerdings auch der europäischen Meere genutzt.

Stamm Rotäugelein (*Euglenophyta*)

Der Stamm Rotäugelein ist nur durch die Geißelträger-Stufe vertreten (Abb. 29). Eine Art ist uns aus früheren Schuljahren bekannt, das Rotäugelein *Euglena viridis*

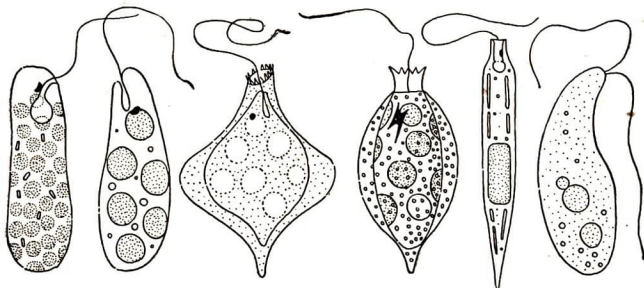


Abb. 29 Verschiedene Sippen von Rotäugelein. Von links nach rechts: *Euglena*, freibewegliches *Colacium*, *Strombomonas*, *Trachelomonas*, *Astasia linealis*, *Anisonema ovale*

(Abb. 30). Diese Alge und andere verwandte Arten sind in unserer Heimat weit verbreitet (sie können gesammelt und im Zimmer beobachtet werden!).

Alle Rotäugelein sind mehr oder weniger ähnlich gebaut wie *Euglena viridis*. Bei der Fortpflanzung überwiegt in dieser Sippe die einfache Längsteilung (Abb. 31).

Innerhalb des Stammes finden wir verschiedene Ernährungsweisen: Viele Rotäugelein ernähren sich mit Hilfe von grünen und gelben Farbstoffen autotroph. Andere nehmen durch Osmose gelöste organische Stoffe auf (z. B. Fäulnisprodukte). Weitere Sippen ernähren sich von kleinsten Algen oder anderen festen Nahrungsteilchen.

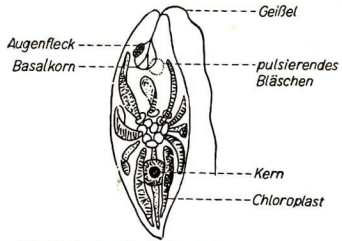


Abb. 30 Rotäugelein *Euglena viridis*

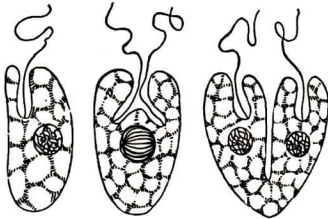


Abb. 31 Längsteilung eines Rotäugeleins

Viele grüne Rotäugelein ernähren sich mixotroph: im Licht assimilieren sie wie grüne Pflanzen, bei Dunkelheit nehmen sie aber unter bestimmten Bedingungen gelöste organische Stoffe durch Osmose auf.

Die Stammesgeschichte der Rotäugelein ist noch nicht genau erforscht. Offenbar handelt es sich um eine weitgehend künstliche Zusammenfassung. Die verschiedenen Sippen sind höchstwahrscheinlich recht unterschiedlichen Ursprungs.

Stamm Braunalgen (*Phaeophyta*)

Der Stamm Braunalgen umfaßt zwei Unterstämme mit etwa 12 000 Arten: Den Unterstamm Goldalgen (*Chrysophytina*), von dem wir schon die Kieselalgen kennen, und den Unterstamm Braunalgen (*Phaeophytina*), zu dem der Blasentang gehört. Braunalgen kommen in allen Gewässern vor, die großen Formen leben nur im Meer (Brauntange).

Die Braunalgen sind außerordentlich mannigfach ausgebildet. Wir finden sowohl einzellige Geißelträger als auch pflanzenähnliche Formen (Abb. 32, 33, 34 u. Farbtafel 1). Diese zeigen auch im Feinbau manche Erscheinungen, die an Pflanzen erinnern, etwa Stengel, die in Rindenschicht und Zentralkörper mit Siebröhren gegliedert sind (Abb. 35 u. 36).

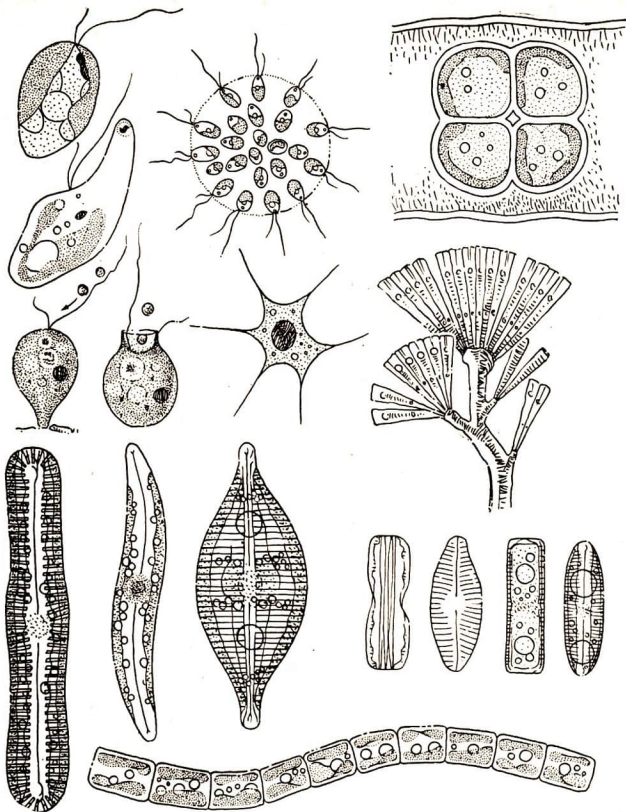


Abb. 32 Braunalgen. Verschiedene Sippen aus dem Unterstamm Goldalgen (untere Reihe Kieselalgen, mittlere Reihe außen rechts eine koloniebildende Kieselalge)



Abb. 33 Braunalgen. Links: Meerpalme und Teil einer Meerpalme; rechts: sporenbildende Generation, bewegliche Spore und Geschlechtsgeneration einer Braunalge

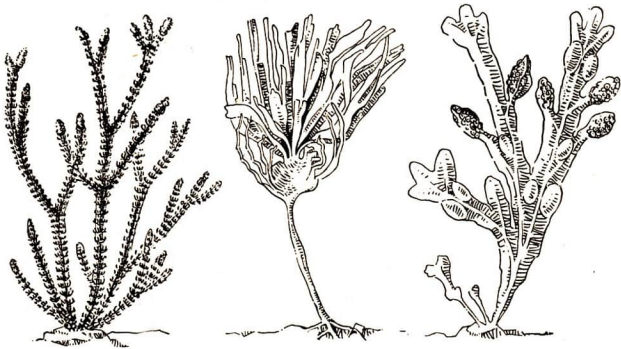


Abb. 34 Braunalgen. *Cladostephus*, *Laminaria*, Blasentang

Einzellige Braunalgen pflanzen sich gewöhnlich durch Teilung fort (Abb. 32). Daneben treten auch geschlechtliche Vorgänge auf. Bei hochentwickelten Braunalgen finden wir zum Teil einen Wechsel von geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generationen (Generationswechsel), wie er von Pflanzen bekannt ist. Weit ver-

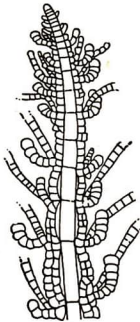
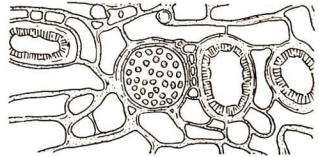


Abb. 35 Berindete
Zentralachse mit wirteligen
Seitenästen einer Braunalge
(Längsschnitt)



Abb. 36 Querschnitte
durch „Stengel“ hoch-
entwickelter Braunalgen.
Oben Jahresringe, unten
Blick auf eine Siebzelle



breitet ist bei vielzelligen Sippen eine Vermehrung durch Zerfall des Körpers in Teilstücke, die zu vollständigen Organismen heranwachsen.

Kieselalgen. Die Kieselalgen unterscheiden sich sehr deutlich von den anderen Braunalgen. Sie haben keine mehrzelligen Formen hervorgebracht. Dennoch sind die Kieselalgen nicht als ursprüngliche Gruppe aufzufassen. Sie bilden einen Seitenzweig.

Die Kieselalgen sind sehr vielgestaltig (Abb. 32). Bei allen Sippen besteht die Zellwand aus zwei schachtelartig übereinandergreifenden Schalen, in die Kieselsäure eingelagert ist (Abb. 37). Dadurch wird dieses winzige Gehäuse sehr fest und umgibt die inneren Zellbestandteile wie ein Panzer. Die Schalen sind sehr kompliziert aufgebaut (Abb. 38).

Die chemisch fast unzersetzbaren winzigen Schalen der Kieselalgen haben im Laufe der Erdgeschichte mächtige Schichten gebildet. Sie haben sich seit dem Tertiär als Kieselgur lager erhalten. Die größten Kieselgurvorkommen in unserer Republik liegen unter Berlin. In Westdeutschland befinden sich große Lager in der Lüneburger Heide (10 bis 12 m Mächtigkeit). Die bedeutendsten Lager der Welt von mehr als 100 m Mächtigkeit befinden sich in Kalifornien und in Nevada.

Stammesgeschichte. Die Braunalgen stammen mit größter Wahrscheinlichkeit von ausgestorbenen Sippen einzelliger Geißelträger ab. Sie haben sich im Verlauf der Stammesgeschichte bis zu verblüffend pflanzenähnlichen Formen entwickelt. Wir finden bei lebenden Sippen unterschiedlich hohe Entwicklungsstufen.

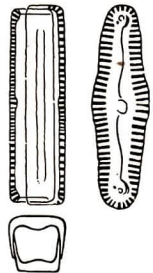


Abb. 37 Kieselalge
Links: von der Seite, rechts: von oben;
unten: Querschnitt der Schale

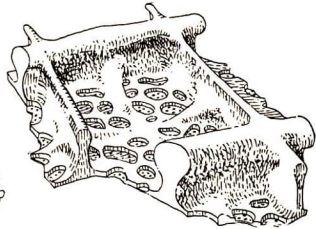
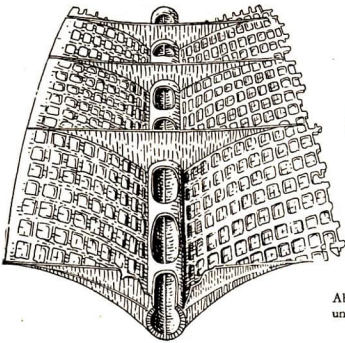


Abb. 38 Kieselalgen. Schalenrand (8000fach vergrößert)
und Membrankammer (19 000fach vergrößert)

Vergleichen wir die Entwicklung der Braunalgen mit der Entwicklung der Grünalgen, so fällt eine große Ähnlichkeit auf. Offenbar stammen beide Stämme von eng verwandten ausgestorbenen Geißelträgern ab. Isoliert voneinander haben sie sich ähnlich entwickelt. Während aber Grünalgen zur Ausgangsgruppe für die ersten Landpflanzen wurden (Abb. 18), bleiben die Braunalgen Wasserformen.

Obwohl wir sichere Funde ausgestorbener Braunalgen erst aus dem Mesozoikum kennen, sind sie höchstwahrscheinlich bereits im Paläozoikum verbreitet gewesen. Die umfangreichen Kieselalgen-Ablagerungen stammen aus dem Tertiär und besonders aus dem Diluvium, sie sind also entwicklungsgeschichtlich sehr jung.

Nutzen der Braunalgen. Wie alle autotrophen Organismen, so haben auch die Braunalgen Bedeutung für die heterotrophen Organismen. Sie bilden aus anorganischen Stoffen Eiweiße, Kohlenhydrate und Fette. Direkt oder auf dem Umweg über andere Organismen leben von ihnen auch manche der vom Menschen genutzten Tiere, vor allem Fische. In erster Linie gilt das für Braunalgen des Planktons.

Man ist bestrebt, die bisher fast ungenutzten Reichtümer der Meere für den Menschen zu erschließen. Riesige Bestände an Tangen werden heute mit modernsten technischen Mitteln (Echolot, Suchflugzeug u. a.) aufgespürt und mit besonderen Vorrichtungen gemäht. Sie sind für die Landwirtschaft wichtig (Dünger; versuchsweise mit Tangmehl gefütterte Nutztiere entwickelten sich sehr gut), stellen wertvolle Rohstoffe für die Industrie dar (Jodgewinnung u. a.) und werden auch im Gesundheitswesen benötigt.

Große Bedeutung haben die Lager von Kieselgur. Kieselgur findet vielseitig technische Verwendung: beispielsweise wegen des Luftgehaltes als Wärmeisolator für Kühlschränke und Dampfrohre; wegen der Feinheit und Härte der Schalen als Polier- und Schleifmittel (medizinische Instrumente u. a.), wegen des hohen Aufsaugvermögens von Nitroglyzerin zur Herstellung von Dynamit.

Stamm Pilze (*Mycophyta*)

Alle Arten des Stammes Pilze ernähren sich heterotroph, sie besitzen keine Assimilationsfarbstoffe. Pilze sind entweder Fäulnisbewohner (z.B. Schimmelpilze) oder Schmarotzer (z. B. Rostpilze).

Alle Stämme der Kernlosen und Algen umfassen Lebewesen mit unterschiedlicher Ernährungsweise. Abgesehen von den Bakterien sind sie überwiegend autotroph. Aber stets gibt es auch heterotrophe

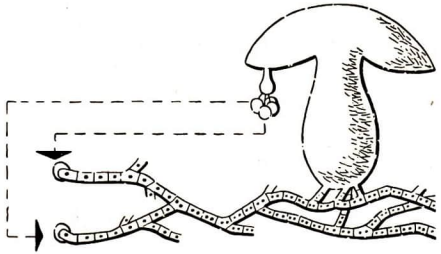


Abb. 39 Schematische Darstellung der Entwicklung eines Ständerpilzes

Sippen. Wir können uns vorstellen, daß aus heterotrophen Formen verschiedene Protistenstämme Sippen entstanden sind, die heute zu den Pilzen gerechnet werden. Zum Beispiel bestehen von verschiedenen Pilzsippen Beziehungen zu bestimmten Gruppen der Rotalgen, der Grünalgen und der Braunalgen.

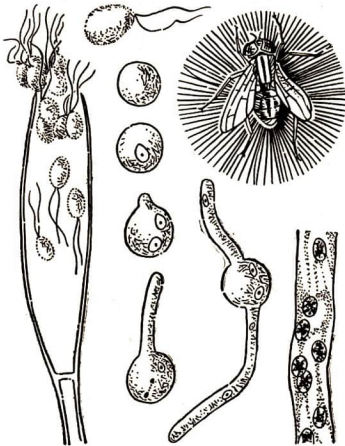


Abb. 40 Wasserschimmel. Links: Sporenbildung; Mitte: Sporen; rechts: oben Fliege mit Pilzfäden, unten Fadenstück

Die etwa 40000 Arten des Stammes Pilze sind zum größten Teil dem Landleben angepaßt. Sie sind einzellig oder bestehen aus einem vielzelligen Fadengeflecht, dem Myzel (Abb. 39). Eigenartig ist, daß bei einem großen Teil der Pilze die Zellwände Chitin enthalten, einen Stoff, den wir sonst nur aus dem Tierreich kennen (z. B. vom Außenskelett der Insekten). Wenige Pilzsippen besitzen Zellwände mit Zellulosemembranen wie viele Algen.

Die Fortpflanzung und Vermehrung der Pilze ist außerordentlich unterschiedlich und oft so kompliziert, daß wir nur wenige vereinfachte Beispiele kennenlernen können (Abb. 39 bis 42, 44, 45 u. 47). Oft sind es gerade Vorgänge der Fortpflanzung, die Hin-

weise auf stammesgeschichtliche Beziehungen geben.

Dafür ein einfaches Beispiel:

Bei einigen im Wasser vorkommenden Pilzarten, z. B. beim Wasserschimmel, der mitunter auf toten Insekten zu finden ist (Abb. 40), werden bei der Fortpflanzung zweigeißelige Schwärmsporen ausgebildet. Zwischen den Schwärmsporen dieser höchstwahrscheinlich ursprünglichen Pilze und den Schwärmsporen einiger Algen (Abb. 21 u. 27) bestehen gewisse Übereinstimmungen. Das ist ein Anhaltspunkt dafür, daß zwischen diesen Organismengruppen engere Verwandtschaftsbeziehungen bestehen können.

Die Fortpflanzung anderer Sippen, zu denen beispielsweise die bekannten Speisepilze gehören, ist weitaus komplizierter als die des Wasserschimmels (Abb. 39). Sie ist an das Landleben angepaßt. Zum Beispiel ist für den Transport der Fortpflanzungskörper (Luftsporen) kein Wasser mehr erforderlich. Die Speisepilze sind höher entwickelt als der Wasserschimmel.

Abgesehen von der Ernährungsweise sind die verschiedenen Sippen der Pilze recht wenig einheitlich. Es ist deshalb mit Sicherheit anzunehmen, daß der Stamm Pilze eine künstliche Zusammenfassung von Sippen darstellt, die einen ganz verschiedenen stammesgeschichtlichen Ursprung haben.

Das System der Pilze ist noch weitgehend ungeklärt. Von manchen Wissenschaftlern werden beispielsweise die Schleimpilze zu den Urtieren gestellt. Wir bringen im folgenden nur einige bekanntere Sippen als Beispiele.

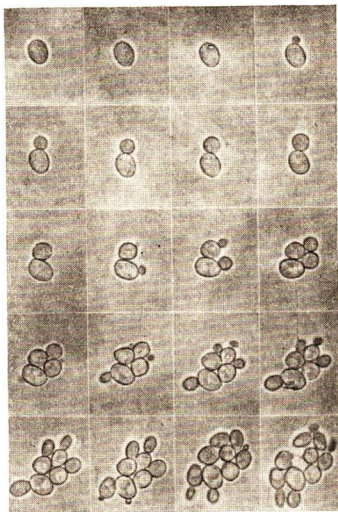
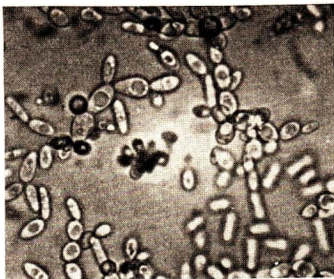


Abb. 41 Vermehrung von Hefepilzen

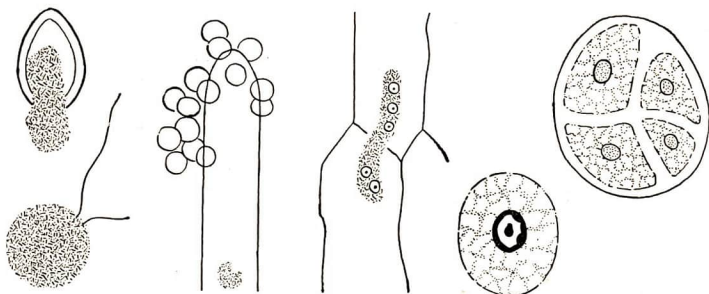


Abb. 42 Entwicklung des Erregers der Kohlhernie

Schleimpilze (*Myxophytina*). Der Erreger der **Kohlhernie** (*Plasmodiophora brassicae*; Abb. 42) erzeugt an den Wurzeln der Kohlgewächse knollige Wucherungen (Abb. 43). Die Pflanzen welken und bringen schlechte oder gar keine Erträge. Bei starkem Auftreten der Krankheit dürfen fünf bis sechs Jahre keine Kohlgewächse auf dem befallenen Acker angebaut werden. Alle Reste der von der Krankheit befallenen Pflanzen sind zu verbrennen. Die Kohlhernie tritt nur bei saurer Bodenreaktion auf und kann durch regelmäßiges Kalken des Bodens vermieden werden. Bei Kohlherniegefahr kann man die jungen Pflänzchen vor dem Auspflanzen mit pilztötenden chemischen Mitteln (Fungiziden) behandeln.

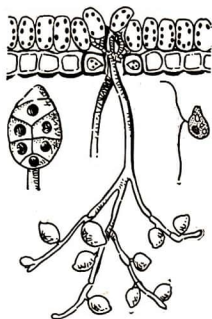
Eipilze (*Oomycetes*). Ein recht gefährlicher Schädling ist auch heute noch der Erreger der **Kraut- und Knollenfäule** der Kartoffel (*Phytophthora infestans*; Abb. 44). Er kann in nassen Jahren bis zu 20 Prozent der Kartoffelernte vernichten. Die Blätter der Kartoffelpflanzen werden braun- bis schwarzfleckig, an der Blattunterseite entsteht ein Schimmelbelag, der aus den Sporenträgern dieses Pilzes besteht (Abb. 44). Dadurch wird die Photosynthese der Pflanzen behindert, so daß sie kümmern. Die Kartoffelknollen bleiben klein, werden fleckig, faulen und schrumpfen schließlich lederartig zusammen („Trockenfäule“). Die Bekämpfung erfolgt durch rechtzeitiges Spritzen mit Kupferkalkbrühe, durch Entfernen und Verbrennen kranker Stauden sowie durch den Anbau widerstandsfähiger Sorten und die Verwendung gesunden Pflanzgutes. Zu den Eipilzen gehört auch der Wasserschimmel (Abb. 40).



Abb. 43 Kohlhernie



Abb. 44 Kartoffelfäule. Links: Blätter befallener Pflanzen; rechts: Sporenträger, aus einer Spaltöffnung des Kartoffelblattes herauswachsend (links Sporenkapsel, rechts einzelne Spore)



Jochpilze (*Zygomycetes*). Der **Kopfschimmel** (*Mucor mucedo*) ist einer der häufigsten Schimmelpilze. Er bedeckt als feiner Überzug zum Beispiel feuchtes Brot oder Pferdemist. Das Myzel durchwächst die Unterlage und entzieht ihr organische Stoffe. Einige aufrecht stehende Pilzfäden haben am oberen Ende kopfförmig verdickte Sporenträger, in denen viele Sporen gebildet werden (Abb. 45).

Schlauchpilze (*Ascomycetes*). Höher entwickelt als die bisher besprochenen Sippen sind die vielen Arten der Gattungen **Gießkannenschimmel** (*Aspergillus*) und **Pinselschimmel** (*Penicillium*). Diese Schimmelpilze bilden auf feuchtem Brot und anderen organischen Stoffen blaugrüne oder schwarze Rasen. Die eigentümlichen deutschen Bezeichnungen erklären sich aus der besonderen Anordnung der Sporen an den Sporenträgern (Abb. 46).

Aus Arten der Gattung *Penicillium* gewinnt man das Heilmittel Penicillin. Penicillin gehört zu einer Gruppe von Stoffen, die aus Mikroorganismen gewonnen werden und die bakterienzerstörend wirken. Wir bezeichnen diese Stoffe als Antibiotika. Wegen seiner Eigenschaften findet das Penicillin vielseitige Anwendung in der Heilkunde.

Abb. 46 Schimmelpilze. Links: Pinselschimmel, rechts: Gießkannenschimmel

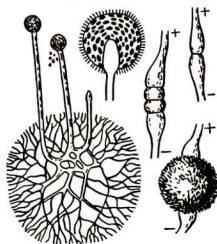
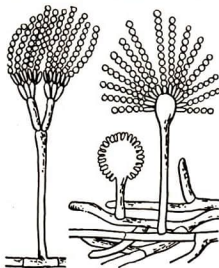


Abb. 45 Kopfschimmel. Links: Fadengeflecht mit Sporenträgern; Mitte: einzelner Sporenbehälter; rechts: Zygotenbildung



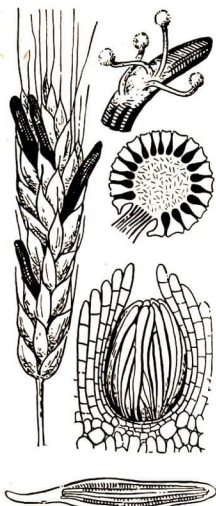


Abb. 47 Mutterkornpilz.
Links: Roggenähre mit Mutterkorn;
rechts: oben gekeimtes Mutterkorn
mit Fruchtkörpern,
darunter Längsschnitt durch
einen Fruchtkörper,
darunter einzelne flaschenförmige
Einsenkung,
ganz unten Sporenträger mit Sporen

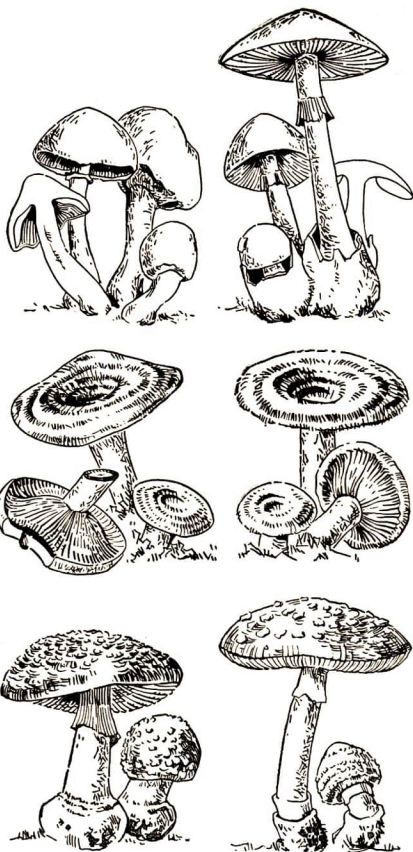


Abb. 48 Blätterpilze. Oben: Champignon, Grüner Knollenblätterpilz (giftig!); Mitte: Echter Reizker, Zotiger Reizker (giftig!); unten: Grauer Wulstling — Pantherpilz (giftig!)

Der Mutterkornpilz (*Claviceps purpurea*; Abb. 47) war früher ein weitverbreiteter Schädling des Roggens. Heute ist er durch das Reinigen des Saatgutes fast gänzlich ausgerottet. Weil in seinem Myzel wertvolle Stoffe zur Herstellung von Arzneimitteln enthalten sind, wird der Mutterkornpilz kultiviert.

Ständerpilze (*Basidiomycetes*). Unsere bekanntesten Speisepilze gehören der sehr umfangreichen Klasse Ständerpilze an. Wir sammeln ihre in Hut und Stiel gegliederten Fruchtkörper. Der Name „Ständerpilze“ beruht darauf, daß die Sporen dieser Pilze an kleinen Ständern (den Basidien) reifen. An jedem Ständer werden vier Sporen ausgebildet. Wie sich aus den Sporen ein Pilz entwickelt, zeigt Abbildung 39.

Die Ständerpilze, von denen allein in Deutschland fast 2000 Arten vorkommen, werden entsprechend der Beschaffenheit ihrer Hutunterseite in mehrere Untergruppen eingeteilt. Die wichtigsten wollen wir nennen:

Die **Blätterpilze** (Abb. 48) besitzen an der Hutunterseite strahlig angeordnete dünne Blätter (Lamellen). Darauf stehen dicht gedrängt die Ständer mit den Sporen.



Abb. 49 Röhrenpilze. Steinpilz, Satanspilz (giftig!)



Abb. 50 Stachelpilze (Habichtspilz)



Abb. 51 Korallenpilze (Goldgelbe Koralle)

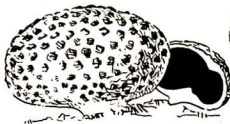


Abb. 52 Boviste. Kartoffelbovist, Birnenbovist

Die **Röhrenpilze** (Abb. 49) besitzen an der Hutunterseite feine Röhren, in denen die Sporen gebildet werden.

Die **Stachelpilze** (Abb. 50), von denen zum Beispiel der eßbare Habichtspilz in unseren Wäldern vorkommt, zeigen an der Hutunterseite stachelförmige Auswüchse. Auf ihnen reifen die Sporen heran.

Ein **Keulenpilz** ist die Goldgelbe Koralle (Gelber Ziegenbart, Abb. 51).

Die **Bauchpilze**, zu denen die Boviste gehören (z. B. Kartoffelbovist, Abb. 52), entwickeln die Sporen im Innern ihres Fruchtkörpers.

Auch die **Rost- und Brandpilze**, die als Pflanzenschädlinge große Bedeutung haben, gehören zu den Ständerpilzen. Sie treten hauptsächlich bei unseren Getreidearten und beim Mais auf. Ihr Myzel schädigt die Zellen der befallenen Pflanzen. Sie erzeugen eine Unmenge von Sporen, die die Krankheit rasch verbreiten.

Der Schwarz- oder Getreiderost (*Puccinia graminis*; Abb. 53) ruft an Stengeln und Blättern der Getreidepflanzen rostrote, braune oder schwarze Flecke hervor, wodurch die Assimilationstätigkeit stark gestört wird. Dieser Rostpilz ist bei seinem komplizierten Entwicklungszyklus auf die Berberitze als Zwischenwirt angewiesen. Deshalb beseitigt man Berberitzen in der Nähe von Getreidefeldern. Durch Züchtung rostfester

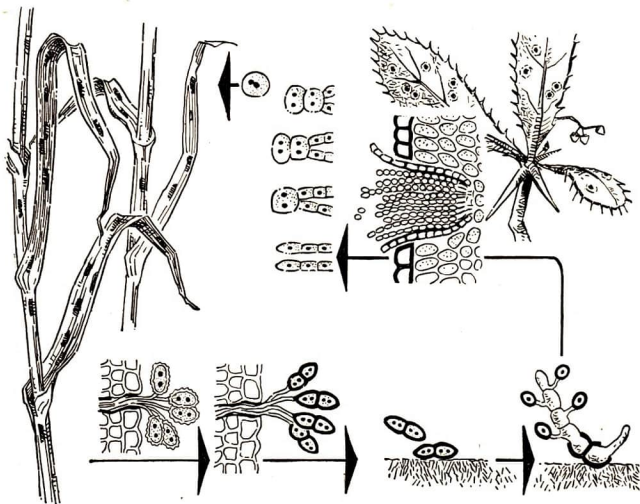


Abb. 53 Rostpilze. Blätter und Halme einer befallenen Getreidepflanze. Entwicklung des Schwarzrosts.

Getreidearten sind Rostschäden seltener geworden. Die verschiedenen Arten der Brandpilze werden durch Beizen des Saatgutes wirksam bekämpft.

Symbiosen von Pilzen mit anderen Organismen

Flechten. Flechten entstehen durch den Zusammenschluß von Pilzen und Algen (besonders Grünalgen, aber auch anderen Sippen). Beide Partner bilden eine Ernährungsgemeinschaft oder **Symbiose** (Abb. 54). Die heterotrophen Pilze entziehen der Unterlage Wasser und Nährsalze und leiten sie zu den autotrophen Algenzellen. Diesen wird vom Pilz ein Teil der durch Photosynthese erzeugten Assimilate entzogen.

Abbildung 55 zeigt verschiedene Flechtenformen, wie sie bei uns auf Waldböden, an Bäumen und Holz sowie auf Steinen zu finden sind.

Wegen ihrer großen Widerstandsfähigkeit gegen Kälte, Dürre und starke Sonneneinstrahlung können Flechten in Gebirgen bis zur Schneegrenze und darüber hinaus vorkommen. Einige Arten tragen durch Absonderung von Flechtensäuren und Kohlendioxyd zur Zersetzung von Gestein bei. In der Humussubstanz abgestorbener Flechten können sich Moose und andere Pflanzen ansiedeln. Deshalb bezeichnet man Flechten als Pionierpflanzen.

Die Vermehrung erfolgt meist durch kleine Brutkörperchen, die aus Pilzfäden und einigen Algenzellen bestehen. Sie werden an den Rändern der Flechte gebildet und durch den Wind verbreitet (Abb. 56).

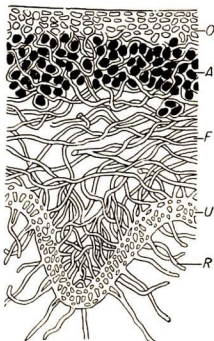


Abb. 54 Querschnitt durch eine Flechte. O Oberseite, A algenführende Schicht, F Schicht lockerer Pilzfäden, U Unterseite, R Rhizoiden



Abb. 55 Verschiedene Flechten. Laubflechte; Strauchflechten (Rentierflechte, Isländisches Moos)



Abb. 56 Fortpflanzungskörper einer Flechte (von Pilzfäden umspinnene Algenzellen)

Bei vielen Flechtenarten erzeugt der Pilz in kleinen Vertiefungen („Schüsselchen“) eine große Anzahl Sporen, die der Wind verweht. Sie entwickeln sich aber nur dann zu einer neuen Flechte, wenn sie auf eine entsprechende Algenzelle treffen.

Die Rentierflechte, die fast über die ganze Erde verbreitet ist, kommt in besonderem Maße in den Tundren vor. Sie ist die Hauptnahrung der Rentiere.

Das „Isländische Moos“ ist in Gebirgen und arktischen Regionen verbreitet. Es wird auch heute noch in Island als Viehfutter genutzt.

Die Mannaflechte, die in Wüsten vorkommt und Temperaturen bis zu 65 °C ertragen kann, dient den Menschen in jenen Gebieten als Nahrungsmittel.

Die Lackmusflechte liefert den Lackmusfarbstoff, den wir aus dem Chemieunterricht als wichtigen Indikator kennen. Sie kommt an den Küsten Südafrikas und des Indischen Ozeans vor.

Andere Symbiosen. An den Wurzelnenden von Kiefern, Fichten und vielen Laubbäumen kann man eine Hülle aus feinen Pilzfäden erkennen (Abb. 57). Sie leiten dem Baum aus dem Boden Wasser und Nährsalze zu und erhalten von ihm organische Stoffe. Diese als Pilzwurzel oder Mykorrhiza bekannte Erscheinung ist auch eine Form der Symbiose zwischen zwei verschiedenen Pflanzen.

Aufgaben und Fragen

1. Entwickeln Sie eine Tabelle, die über die Ernährungsweise innerhalb der Algenstämme sowie der Kernlosen Auskunft gibt!
2. Nennen Sie Blütenpflanzen, die sich heterotroph ernähren! Zu welchen Familien gehören sie?
3. Welche Pilzkrankheiten an Kulturpflanzen haben Sie beim Unterrichtstag in der Landwirtschaft und beim Schulgartenunterricht kennengelernt? Berichten Sie über Erscheinungen der Krankheit und über die Bekämpfung der Erreger!

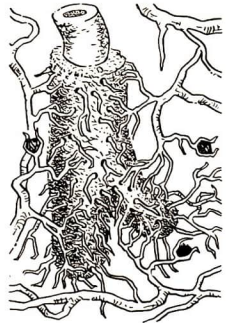


Abb. 57 Pilzfäden an der Wurzel einer Rot-Buche

Stamm Urtierchen (*Protozoa*)

Alle Urtierchen sind Einzeller, die sich heterotroph ernähren. Überwiegend nehmen sie feste Nahrung zu sich. Wir finden sie im Meer und im Süßwasser. Mehrere Sippen leben als Scharotzer in Tieren, manche rufen Krankheiten hervor.

Die Urtierchen leben meist einzeln, daneben gibt es auch koloniebildende Sippen.

Klasse Geißelträger oder Geißeltiere (*Flagellata*)

Die Geißelträger sind die ursprünglichsten Formen der Urtierchen. Ein Vergleich verschiedener Geißelträger (Abb. 58) mit einzelligen geißeltragenden Algen (z.B. Abb. 19, 22, 29 und 32) läßt große Ähnlichkeiten erkennen. Die Ähnlichkeit bezieht sich nicht nur auf die äußere Form, sondern auch auf die Fortpflanzung. Zum Beispiel

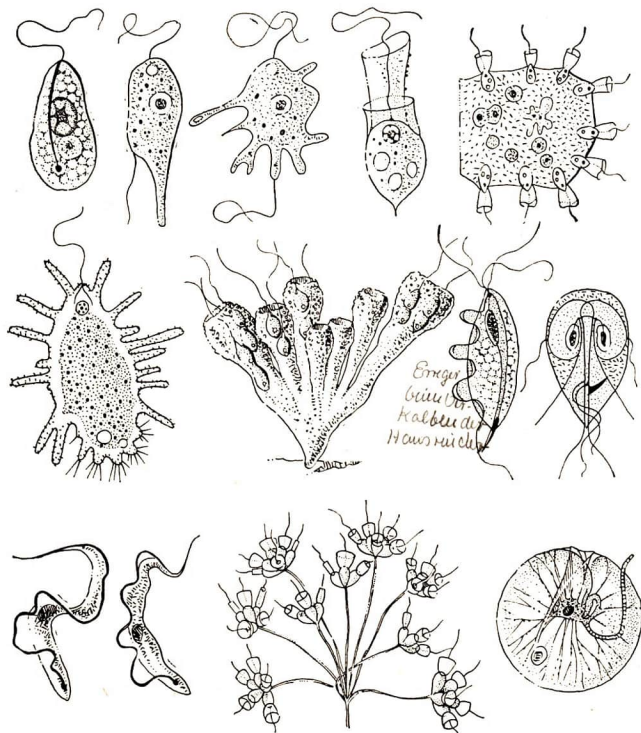


Abb. 58 Verschiedene Sippen von Geißelträgern (rechts oben Gallertkolonie mit Kragengeißelzellen; aus ähnlichen Formen entwickelten sich die Schwämme; links daneben Kragengeißeltier mit Nahrungsteilchen)

vermehrten sich die Geißelträger wie viele einzellige Algen durch Längsteilung. Offenbar stammen die verschiedensten Stämme der Protisten von ursprünglichen, sehr eng verwandten geißeltragenden Sippen ab.

Die oft an Wasserpflanzen festsitzenden **Kragengeißeltiere** (Abb. 58) strudeln mit ihrer Geißel Nahrungskörper (Bakterien, Kieselalgen u. a.) zum Plasmakragen. Am Kragengrund werden diese vom Zellplasma aufgenommen. Es bilden sich Nahrungsbläschen, in die das Plasma Verdauungssäfte absondert. Während die verdauten Stoffe zum Aufbau des Körpers dienen, werden flüssige Reststoffe sowie andere Stoffwechselprodukte von pulsierenden Bläschen gesammelt und ausgeschieden.

Die Kragengeißeltierchen zeigen bereits viele Erscheinungen, die wir von Zellen der am einfachsten gebauten Tiere, der Schwämme, kennen. Darin kommt eine allgemeine biologische Erscheinung zum Ausdruck: wir finden häufig bei niederen Gruppen vereinzelt Erscheinungen ausgeprägt oder angedeutet, die für höhere Gruppen kennzeichnend sind. Die Geißelträger bieten noch ein weiteres Beispiel für diese Eigenheit: Manche Sippen der Geißeltierchen bilden Plasmafortsätze aus; einige bilden ihre Geißel zurück (Abb. 58). Sie gleichen dann fast vollständig den Amöben.

Früher wurden die **Wechseltierchen** oder **Amöben** als die ursprünglichste Gruppe der Urtierchen angesehen. Seitdem Geißelträger mit Plasmafortsätzen bekannt sind und festgestellt wurde, daß manche Amöben in ihrer Jugendentwicklung Geißeln ausbilden, ist diese Auffassung widerlegt. Diese Erscheinungen beweisen die Verwandtschaft zwischen Geißeltierchen und Wechseltierchen. Außerdem zeigen sie, daß die Geißeltierchen die ursprünglichere Gruppe sind und daß sich die Wechseltierchen aus ihnen entwickelt haben. Amöben sind zwar einfacher gebaut als Geißeltierchen, aber diese äußerliche Einfachheit ist eine nachträglich aufgetretene Erscheinung; sie ist nicht ursprünglich.

Einige Geißelträger sind Schmarotzer:

Der Erreger des Verkaltens der Hausrinder (*Trichomonas foetus*) lebt in den Geschlechtsorganen der Rinder. Die befallenen Kühe werfen meist im ersten bis dritten Trächtigkeitsmonat. Die Erreger rufen Eiterungen in der Gebärmutter hervor. Auch die nicht lebensfähige Frühgeburt ist von ihnen befallen. Durch künstliche Besamung wird dem Verkalt der Rinder Einhalt geboten. In unserer Republik besteht ein enges Netz von Besamungsstationen.

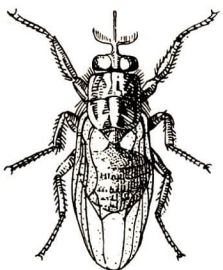


Abb. 59 Tsetsefliege

Ein Verkalt bei Rindern kann auch noch durch das Bakterium *Brucella abortus* ausgelöst werden.

Die Erreger der **Schlafkrankheit** (*Trypanosoma*-Arten; Abb. 58 unten links) sind Blutscharotzer. Sie werden durch Tsetsefliegen (Abb. 59) auf Menschen und Haustiere übertragen. Die Schlafkrankheit tritt vor allem in Zentral- und Südafrika auf. Beim Menschen äußert sie sich in unregelmäßigem Fieber, in Nervenerkrankungen, die von Entzündungen des Gehirns herrühren, ferner in Schwellungen von Milz und Lymphknoten, in starkem Abmageren sowie in großer Schlafsucht. Es gibt wirksame Arzneimittel; die Krankheit kann aber auch tödlich ausgehen.

Die Schlafkrankheit ist weit verbreitet. Das beruht nicht etwa nur auf Schwierigkeiten bei ihrer Bekämpfung, sondern auf der ungenügenden ärztlichen Betreuung der Bevölkerung und auf dem Fehlen wirksamer Bekämpfungsmaßnahmen, den Folgen der Kolonialherrschaft in diesen Gebieten.

Klasse Wurzelfüßer (*Rhizopoda*)

Von den Wurzelfüßern haben wir in früheren Schuljahren Amöben unter dem Mikroskop beobachtet. Sie bewegen sich meist mit Hilfe von Plasmafortsätzen (Scheinfüßchen) auf einer Unterlage fort (Abb. 60). Diese Bewegungsform ist möglich, weil der Körper dieser Einzeller keine feste Hülle hat. Den Aufbau der Wurzelfüßer, die Art ihrer Nahrungsaufnahme sowie die Fortpflanzung zeigen die Abbildungen 61 und 62. Ungünstige Lebensbedingungen können von vielen Wurzelfüßern durch Einkapselung überstanden werden (Abb. 63 u. 64).

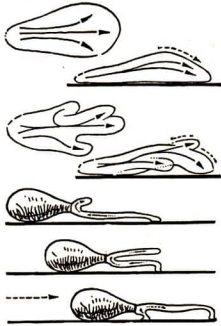


Abb. 60 Verschiedene Formen der Fortbewegung bei Amöben (Schematische Darstellung)

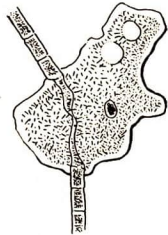


Abb. 61 Amöbe, einen Algenfaden verdauend

Einige Amöben-Arten schmarotzen im Körper des Menschen und der Säugetiere. *Entamoeba coli* (Abb. 65) ist ein harmloser Bewohner des menschlichen Dickdarms. Er ernährt sich von Speiseresten und Darmbakterien. *Entamoeba histolytica* (Abb. 66) kommt in tropischen und subtropischen Gebieten vor und ruft beim Menschen die Amöbenruhr hervor. Einkapselte Amöben gelangen vor allem mit dem Trinkwasser und mit Nahrungstoffen in den Darm des Menschen. Sie dringen in die Darmwand ein und lösen Gewebezerrstörungen und Geschwürbildungen aus. Es treten langanhaltende blutdurchsetzte Durchfälle auf, die den Patienten außerordentlich schwächen. Besonders gefährlich ist das Eindringen der Amöben in die Leber, häufig hat es den Tod zur Folge. Auch bei dieser Krankheit ist die weite Verbreitung nicht durch Schwierigkeiten in der Bekämpfung,

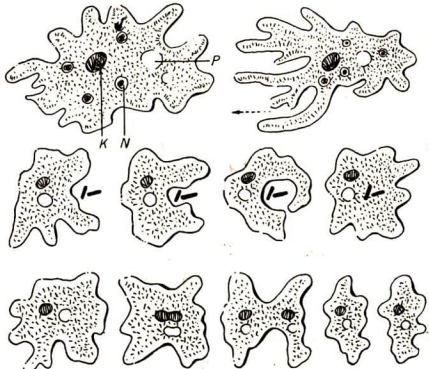


Abb. 62 Amöben
Oben: Amöbe in Ruhe und in Bewegung, Mitte: Nahrungsaufnahme, unten: Teilung; K Kern, N Nahrungsbläschen, P pulsierendes Bläschen

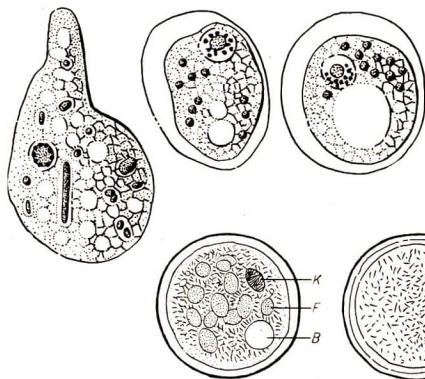


Abb. 63 Bildung von Dauerformen bei einer Amöbe. Das Plasma des Urtierchens schrumpft etwas zusammen und umgibt sich mit einer Hülle.
Der weitere Verlauf der Kapselbildung ist in Abbildung 64 dargestellt.

Abb. 64 Kapselbildung bei Urtierchen. B pulsierendes Bläschen, F Fetttröpfchen, K Kern

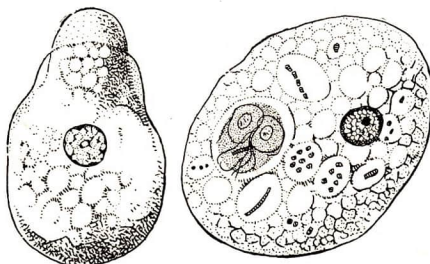


Abb. 65 *Entamoeba coli*
Links: Im Inneren der Amöbe Bakterien und rechts: Geißelträger (Abb. 58, Mitte rechts), die als Nahrung aufgenommen worden sind



Abb. 66 *Entamoeba histolytica*
Links: Amöbe, die Blutkörperchen aufgenommen hat;
Mitte: Zerstörung der Darmgewebe; rechts: Amöben im Gewebe des Darms

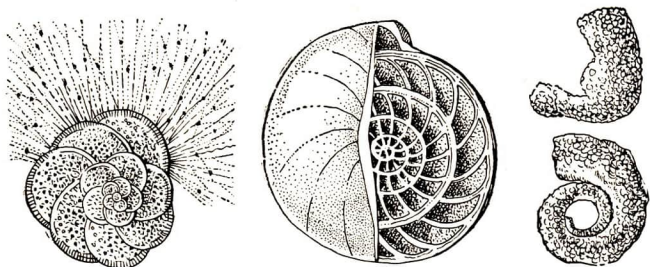
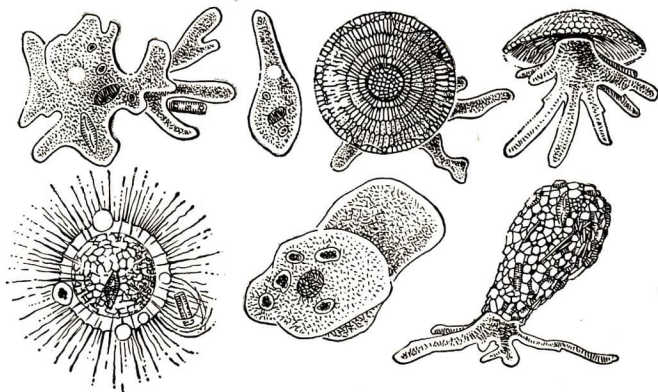
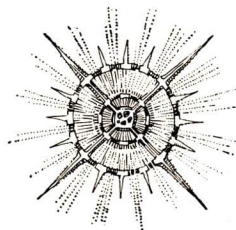


Abb. 67 Verschiedene Wurzelfüßer

Oben: Kammerlinge; Mitte: Strahlentierchen; darunter: nackte Amöben aus dem Süßwasser und Uhrgläsern von oben und von der Seite; unterste Reihe: Sonnentierchen, nackte Amöbe aus dem Zahnschleim des Menschen und Sandhäuschen



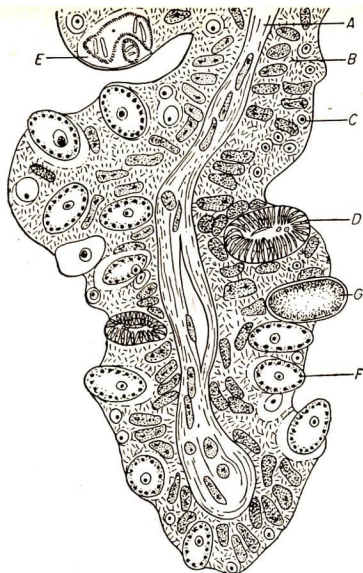


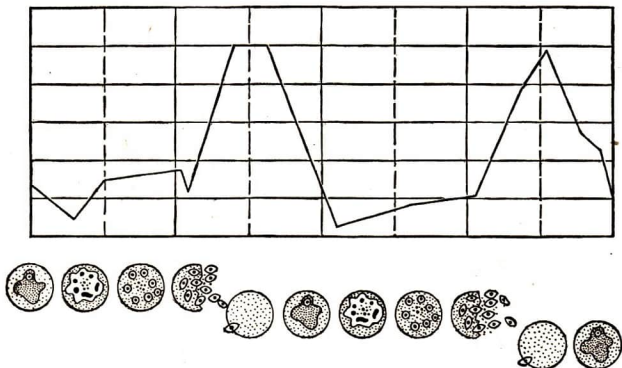
Abb. 69 *Eimeria* in der Kaninchenleber (Schnitt). A Bindegewebe, B Oberhaut der Leber; *Eimeria*: C junges Stadium, D kurz vor dem Zerfall, E männliche Geschlechtszelle, F weibliche Geschlechtszelle, G befruchtete weibliche Geschlechtszelle

Klasse Sporentierchen (*Sporozoa*)

Alle Sporentierchen leben als Parasiten in mehrzelligen Tieren oder im Menschen. Sie entnehmen ihrem Wirt die erforderlichen Nahrungsstoffe durch Osmose.

Die Schmarotzer aus der Gattung *Eimeria* (Abb. 68 u. 69) sind hauptsächlich Darmbewohner, die bei fast allen Haustierarten (auch bei Geflügel) gefährliche Erkrankungen hervorrufen können (Kokzidiosen). Befallene Tiere leiden im allgemeinen an hohem Fieber, Fraßunlust, Darmbluten mit starkem Durchfall, manchmal an Bauchwassersucht und starker Aufblähung. Die Tiere können schon nach wenigen Tagen sterben.

Abb. 70 Entwicklung eines Malariaerregers, darüber die Fieberkurve des erkrankten Menschen



Besonders anfällig sind Kaninchen bis zu einem Alter von vier Monaten. Die Sterblichkeit der an Kokzidiose erkrankten Tiere beträgt 90 bis 100%. Außer der Darmkokzidiose tritt bei Kaninchen und anderen Nagetieren häufig die Leberkokzidiose auf (Abb. 69). Die Kokzidiose ist anzeigepflichtig.

Die Kokzidiose-Erreger gelangen in eingekapseltem Zustand mit der Nahrung in den Verdauungskanal der Tiere. Die Kapsel wird aufgelöst, und die Erreger dringen in die Zellen des Darms ein. Sie ernähren sich vom Gewebe des Wirtstieres und wachsen. Später zerfallen sie in 16 bis 32 Teilstückchen, die sofort wieder neue Zellen befallen und sie zerstören. Dieser Vorgang wiederholt sich mehrmals, so daß sich die Krankheit zusehends verschlimmert. Nach mehreren Zerfallsteilungen bilden sich aus einigen herangewachsenen Erregern männliche und weibliche Keimzellen (Abb. 68 unten). Die Eizellen werden befruchtet, und aus jeder befruchteten Eizelle entstehen durch Teilungen vier Dauersporen. Diese gelangen mit dem Kot der Tiere ins Freie und verbreiten die Krankheit.

Die vor allem in den Tropen verbreitete **Malaria** wird durch die im Blute des Menschen schmarotzenden Sporentierchen aus der Gattung *Plasmodium* ausgelöst (Abb. 70). Überträger dieser gefährlichen Tropenkrankheit, in deren Verlauf es in bestimmten Zeitabständen zu heftigen Fieberanfällen kommt (Wechselfieber), ist die Fiebertücke (*Anopheles*). Gegenmittel sind Chinin, Atebrin und Plasmochin. Außerdem kann durch Bekämpfung der *Anopheles* die Übertragung der Krankheit verhindert werden.

Klasse Wimpertierchen (*Ciliata*)

Wimpertierchen sind leicht heranzuziehen (Heuaufgüsse) und zu beobachten. Am bekanntesten sind Pantoffeltierchen, Glockentierchen und Trompetentierchen (Abb. 72).

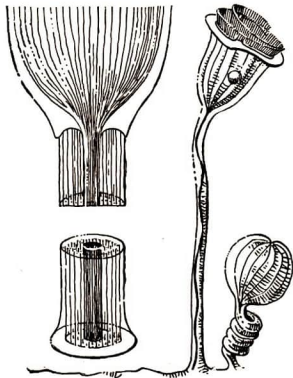


Abb. 71 Glockentierchen. Links: Plasma des Stiels, das Muskelfunktion ausübt; rechts: Glockentierchen, Stiel gestreckt, Stiel eingerollt

In dem festeren Außenplasma des **Pantoffeltierchens** sind über den ganzen Körper viele Wimpern verankert, die durch erregungsleitende Plasmafädchen miteinander verbunden sind (Abb. 73). Hierdurch kommt ein geordneter Wimperschlag zustande (Abb. 73). Wir können ihn mit dem Mikroskop beobachten, wenn wir mit Fließpapier vorsichtig etwas Wasser aus dem Präparat absaugen oder dem Präparat ein wenig von einer Abkochung von Quittensamen zusetzen.

Auffallend ist die von größeren Wimpern umgebene Mundgrube. Bakterien, kleinere Urtierchen, Algen, Pflanzenreste und andere Nahrungsteilchen werden in sie hineingestrudelt. Von hier aus gelangt die Nahrung durch einen Zellmund und den trichterförmigen Schlund in das Zellplasma. Es bilden sich Nahrungsbläschen, die langsam durch den Körper wandern. Bei längerer Beobachtung erkennt man, wie die einge-

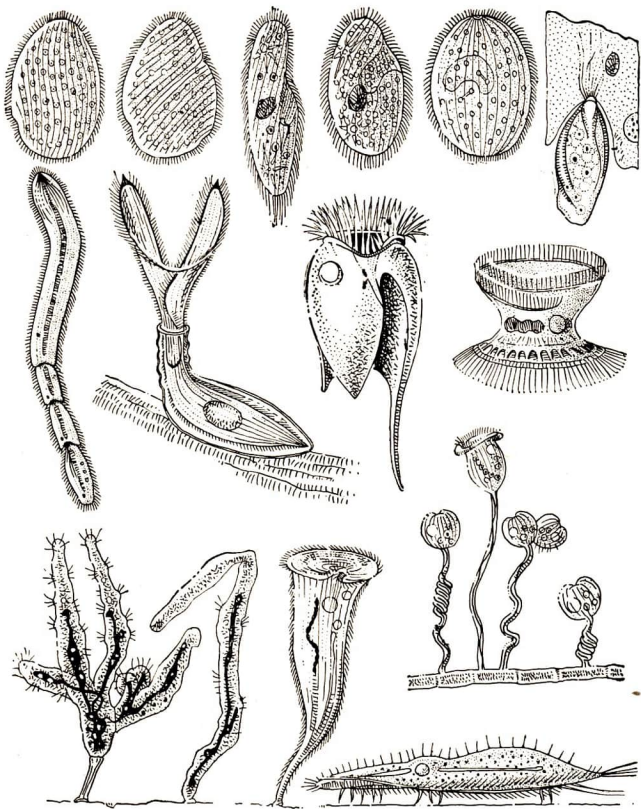


Abb. 72 Verschiedene Sippen von Wimpertierchen. Von links nach rechts: Opalina, Paramecium (2 Arten), Ichthyophthirius, Hypocomella, Radiophrya, Folliculina, Entodinium, Trichodina, Dendrosomides, Stentor, Vorticella, Stylonychia

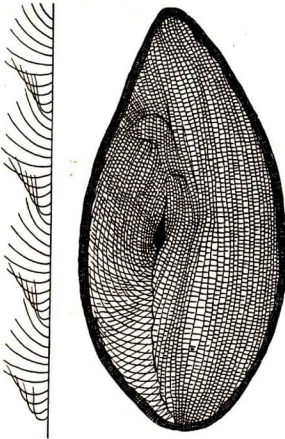


Abb. 73 Pantoffeltierchen. Links: Wimperschlag; rechts: durch Färbung sichtbar gewordene Plasmaverbindungen zwischen den Wimpern

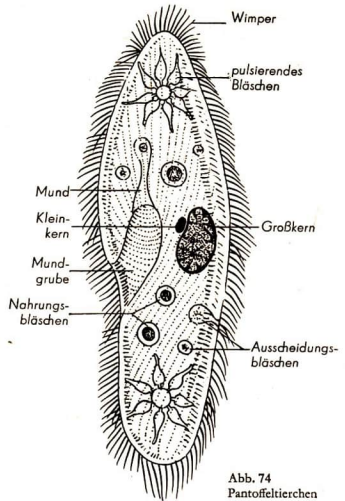


Abb. 74 Pantoffeltierchen

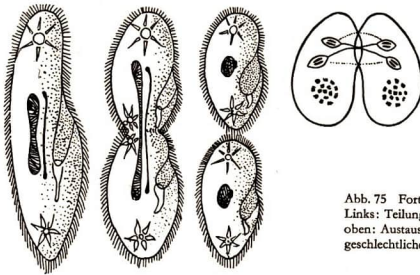


Abb. 75 Fortpflanzung bei Pantoffeltierchen. Links: Teilung eines Pantoffeltierchens; oben: Austausch von Teilen der Zellkerne bei der geschlechtlichen Fortpflanzung

schlossenen Nahrungsteilchen allmählich zerfallen (Abb. 74). Die verdaulichen Stoffe gelangen ins Plasma, und die unverdaulichen Bestandteile werden an einer bestimmten Stelle ausgeschieden (Zellafter). Die beiden pulsierenden Bläschen füllen und leeren sich drei- bis zehnmal in der Minute.

Die Vermehrung der Pantoffeltierchen erfolgt ungeschlechtlich durch Teilung der Zellkerne und anschließende Plasmadurchschnürung.

Man hat beobachtet, daß die Pantoffeltierchen sich nicht unbegrenzt ungeschlechtlich fortpflanzen. Unter bestimmten Bedingungen legen sich zwei Zellen aneinander. Sie verschmelzen miteinander im Gebiet der Mundgruben und tauschen Teile ihres kleinen Zellkernes aus (Abb. 75). Während dieser Vereinigung, die wir als Konjugation bezeichnen, spielen sich im Innern beider Tierchen komplizierte Vorgänge ab. Anschließend trennen sich beide Organismen. Sie vermehren sich durch Teilung weiter.

Die Bedeutung der Urtierchen. Einerseits sind die Protozoen Nahrung für viele Wassertiere, andererseits sind sie wie Bakterien und viele Protisten an der Reinigung von verschmutzten Gewässern beteiligt. Sie fressen organische Abfall- und Faulstoffe und scheiden die Reste aus, die nicht mehr weiter abbaufähig sind. Auch bei der Abwasserreinigung auf Rieselfeldern und in Kläranlagen sind die Urtierchen beteiligt und dadurch für den Menschen nützlich.

Aufgaben und Fragen

1. Wo entstehen innerhalb einer Sippe des Tierreiches Formen, die einfacher gebauten, ursprünglicheren Sippen gleichen? Nennen Sie ein Beispiel!
2. Wodurch sind die ungeschlechtlichen Formen der Fortpflanzung gekennzeichnet? Nennen Sie Beispiele! Wodurch sind die geschlechtlichen Formen der Fortpflanzung gekennzeichnet? Nennen Sie Beispiele!

Reich Pflanzen – *Cormobionta*

Alle Protistenstämme haben sich in mehreren Jahrmillionen vielfältig entwickelt. Bei den Grün-, Rot- und Braunalgen (s. S. 27 ff.) hat die Entwicklung zu Formen geführt, die den einfachsten Pflanzen sehr ähnlich sind (Abb. 18, 28 u. 33). Dies trifft nicht nur auf den äußeren und inneren Bau zu, sondern auch auf die Form der Fortpflanzung, etwa das Vorhandensein eines Generationswechsels. Die hochentwickelten Grünalgen besitzen wie die Sproßpflanzen grüne Blattfarbstoffe (Chlorophyll), bilden als Ergebnis der Kohlenstoffassimilation Stärke und bauen Zellwände aus Zellulose auf.

Zwischen Kambrium und Silur, wahrscheinlich vor etwa 400 bis 500 Millionen Jahren, vollzog sich eine der entscheidenden Etappen in der Entwicklung der Organismen. Während bis dahin Lebewesen nur im Wasser bestehen konnten (dort war das Leben entstanden!), besiedelten jetzt die ersten Organismen das ursprünglich unbelebte Festland.

Aus hochentwickelten Grünalgen entstanden sehr wahrscheinlich in der Gezeitenzone der Meere urtümliche Landpflanzen (Urlandpflanzen). Von ihnen sind die Nacktsprosser aus zahlreichen Funden bekannt (Abb. 76 bis 79). Die ältesten stammen aus dem Silur. Die Nacktsprosser weisen viele Merkmale echter Landpflanzen auf (Leitbündel, Spaltöffnungen, Luftsporen, Abb. 79).



Abb. 76 Besiedelung des Landes durch Pflanzen im Devon

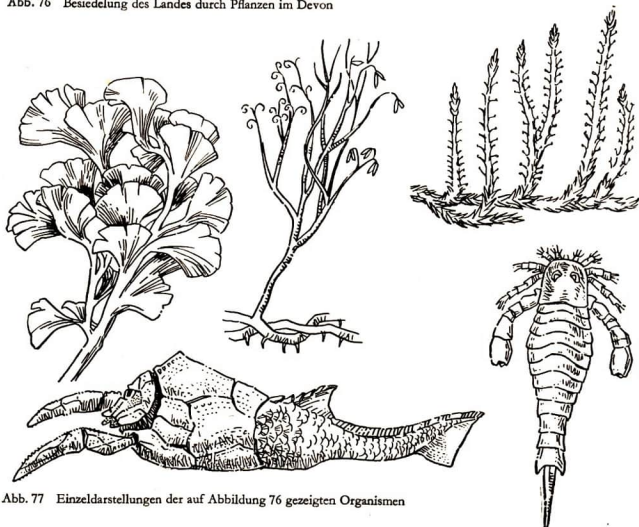


Abb. 77 Einzeldarstellungen der auf Abbildung 76 gezeigten Organismen

Unter den Nacktsprossern gibt es schon farnähnliche, schachtelhalmähnliche und bärlappähnliche Formen. Bereits bei den ältesten bekannten Nacktsprossern treten deutliche Unterschiede zwischen den Sippen auf. Dennoch dürfen wir die Nacktsprosser insgesamt als eine Sippe auffassen, die einen gemeinsamen Ursprung hat. Erst später entstanden aus ihnen die Farne, die Bärlappe und die Schachtelhalm.

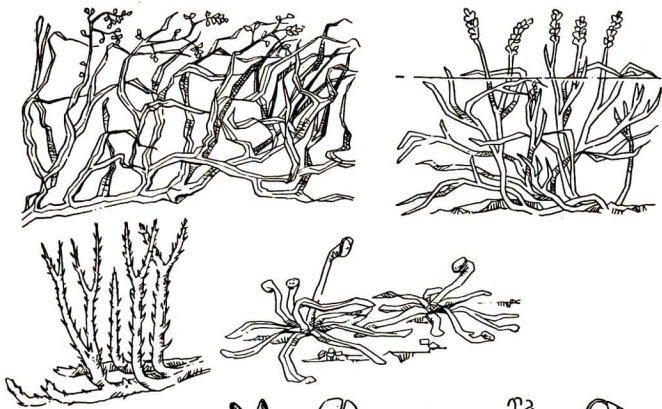


Abb. 78 Einzeldarstellung der auf Abbildung 76 gezeigten Organismen



Abb. 79 Nacktsprosser. Links: *Rhynia*, daneben oben Sporen, darunter Sporenbehälter im Längsschliff, Sproßquerschnitt und Schnitt durch eine Spaltöffnung; rechts: *Asteroxylon*, oben Sporenbehälter, unten Sproßteil

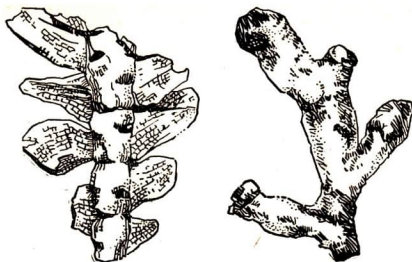
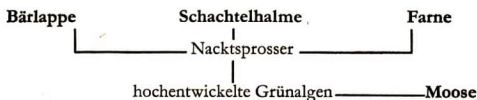


Abb. 80 Lebermoose aus der Steinkohlenzeit

Offenbar hat sich aus einer anderen Gruppe hochentwickelter Grünalgen eine Sippe gebildet, aus der die Moose entstanden sind. Die ältesten Funde von Moosen sind wesentlich jünger als die von Nacktsprossern; sie stammen aus dem Karbon (Abb. 80). Die Moose sind nicht so gut an das Landleben angepaßt wie die Nacktsprosser.

Während bei den Nacktsprossern die sporenbildende Generation am stärksten ausgebildet ist, überwiegt bei den Moosen die Geschlechts-Generation. Dieser Unterschied hat entscheidende Bedeutung für die weitere Entwicklung der Landpflanzen. Die sporenbildende Generation benötigt zum Transport ihrer Fortpflanzungskörper kein Wasser mehr. Ihre Sporen werden von der Luft verbreitet (Luftsporen). Die Geschlechts-Generation dagegen bleibt vom Wasser abhängig, da ihre Fortpflanzungskörper nur durch Wasser zueinander gelangen können.

Auf dem Festland finden sich nur in Bodennähe die Wasserverhältnisse, die für den Transport der Geschlechtszellen erforderlich sind. Deshalb kann sich die Geschlechts-Generation nicht weit über den Boden erheben. Wenn bei einer Sippe die Geschlechts-Generation vorherrscht, können keine großen Formen entstehen. Dieser einfache Tatbestand macht verständlich, daß die Moose auf einer niederen Entwicklungsstufe verharren, die Farnpflanzen dagegen mächtige Luftpresse ausbildeten und auch verhältnismäßige trockene Bereiche des Festlandes besiedelten.



Stamm Moose (*Bryophyta*)

Von den rund 16000 Arten der Moose sind nur wenige über die gesamte Erde verbreitet. Die meisten Arten sind auf verhältnismäßig enge Bereiche beschränkt. Oft sind Moose an ganz bestimmte Standortbedingungen gebunden. Deshalb finden wir viele, die als Standortanzeiger (s. S. 152) bedeutsam sind. Die Moose werden in zwei deutlich abgegrenzte Klassen unterteilt, in Laubmoose und Lebermoose.

Sowohl die Abstammung der Moose als auch die Verwandtschaft der beiden Klassen sind noch nicht restlos geklärt. Vielleicht haben sich Laub- und Lebermoose aus verschiedenen Sippen entwickelt, vielleicht handelt es sich auch bei den Lebermoosen um nachträglich vereinfachte Formen ursprünglicher Laubmoosen.

Obwohl unter der Fülle von Arten manche besondere Gestalt vorhanden ist, sind die Moose sehr einheitlich aufgebaut. Bei unserer Arbeit in der Natur, besonders bei der Untersuchung von Lebensgemeinschaften, haben wir ihre Gestalt kennengelernt. Wir können die Klassen durch eine Beschreibung weniger Beispiele kennzeichnen.

Klasse Laubmoose (*Musci*)

Goldenes Frauenhaar (*Polytrichum commune*). Das goldene Frauenhaar (Abb. 81) bildet in feuchten Gegenden unserer Wälder dichte Polster. Die einzelne Pflanze besteht aus einem Stämmchen mit ringsum angeordneten Blättchen. An den Blättchen fällt ein Mittelnerv auf. Die Stämmchen sind mit einfachen Haftorganen (Rhizoiden) im Boden verankert. Echte Wurzeln bilden die Moose nicht. Ein Stengelquerschnitt



Abb. 81 Entwicklung des Goldenen Frauenhaars

(Abb. 82) zeigt Gewebsdifferenzierungen.

Das goldene Frauenhaar ist zweihäusig. Im Frühjahr entwickeln sich an den Stengelspitzen mehrzellige Geschlechtsorgane. In den Geschlechtsorganen der männlichen Pflanzen, die von Saftfäden und rötlichen Blättchen umhüllt werden („Moosblüte“), entwickeln sich zweigeißelige männliche Geschlechtszellen. Bei genügend Feuchtigkeit

Abb. 82 Querschnitt durch ein Moosstämmchen

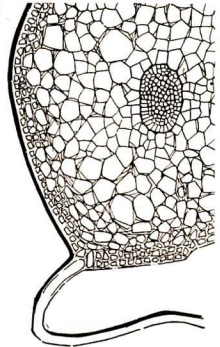


Abb. 83 Vorfäden (Protonema) einer Moospflanze mit Haftorganen

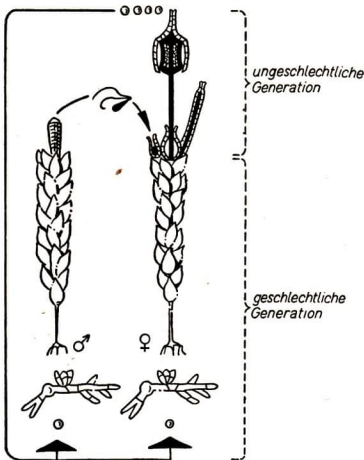
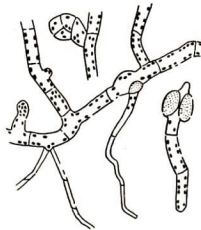


Abb. 84 Schematische Darstellung der Entwicklung eines zweihäusigen Laubmooses

wandern sie zu den reifen Geschlechtsorganen weiblicher Moospflanzen. Dabei wirken chemische Stoffe als Reiz, der die Bewegungsrichtung bestimmt (Chemotaxis). Die Eizellen werden befruchtet. Danach teilen sie sich. Der entstehende Keimling verbleibt als Kapsel auf der weiblichen Pflanze (Abb. 81). In der Kapsel entstehen die Sporen.

Im nächsten Frühjahr streckt sich der Stiel der Kapsel, die Wand des weiblichen Geschlechtsorgans reißt, wird mit emporgehoben und bildet eine Haube (Abb. 81); ihr unterer Rand ist zu haarähnlichen, strohgelben Fasern ausgefranst (Name der Art!). Die Haube schützt die Kapsel vor dem Austrocknen.

Ein Längsschnitt durch die Kapsel zeigt ihren komplizierten Aufbau: An einer Mittelsäule befindet sich ein von

Fäden gehaltenes Gewebe, in dem durch Zellteilung Sporen gebildet werden. Nach außen wird die Sporenkapsel durch ein Häutchen abgeschlossen. Randständige Zähnnchen verändern sich je nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Bei Feuchtigkeit verschließen sie die Sporenkapsel; bei Trockenheit sind die Zähnnchen nach außen gerichtet, die Kapsel ist geöffnet.

Aus der Sporenkapsel fallen die Sporen heraus und werden vom Wind verbreitet. Bei günstigen Umweltbedingungen entsteht aus ihnen ein grüner „Vorfaden“ (Protonema). Darauf bilden sich kleine „Knospen“, aus denen neue geschlechtliche Moospflanzen hervorgehen (Abb. 83).

Bei der Entwicklung des Goldenen Frauenhaars sind demnach zwei Generationen zu unterscheiden (Generationswechsel):

1. Moospflanzen, die Geschlechtszellen bilden (geschlechtliche Generation oder Gametophyt).
2. Gestielte Sporenkapseln, die mit dem Gametophyten in Verbindung bleiben. In ihnen entstehen Sporen, durch die sich das Moos ungeschlechtlich fortpflanzt (ungeschlechtliche Generation oder Sporophyt).

Wir finden diesen Generationswechsel bei allen Moosen. Deutlich ist das Vorherrschen der geschlechtlichen Generation (eigentliche Moospflanze) zu erkennen (Abb. 84).

Torfmoose (*Sphagnum*-Arten). Die Torfmoose (über 350 Arten) besiedeln vor allem die Hochmoore nördlicher Gegenden. Sie besitzen keine Rhizoide. Die Blättchen des Torfmooses sind einschichtig und ohne Mittelnerv. Besonders in den Blättchen finden wir viele leere Zellen, die durch Poren Wasser aus der Umgebung aufsaugen können (Abb. 85). Dadurch ist es möglich, daß die Pflanzen fast das Dreißigfache ihres Eigengewichtes an Wasser aufnehmen können.

Torfmoose wachsen an feuchten Standorten. Bei ausreichender Feuchtigkeit tritt häufig eine Übersäuerung des Bodens auf. Durch Sauerstoffabschluß, Druck und Überschuß an Säure-

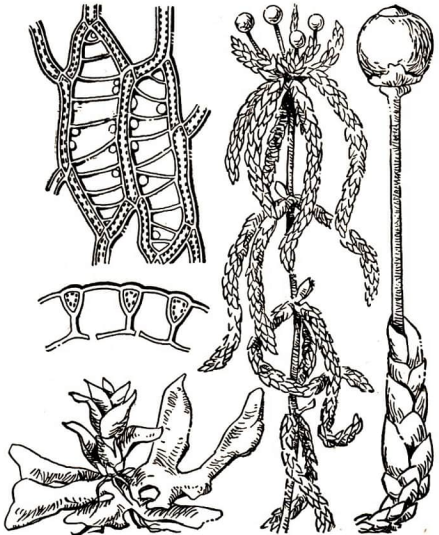


Abb. 85 Torfmoos. Links: Blattzellen von oben, Querschnitt durch ein Blatt, Vorfaden mit Moospflänzchen; Mitte: Moospflanze mit Sporenkapseln; rechts: einzelne Sporenkapsel

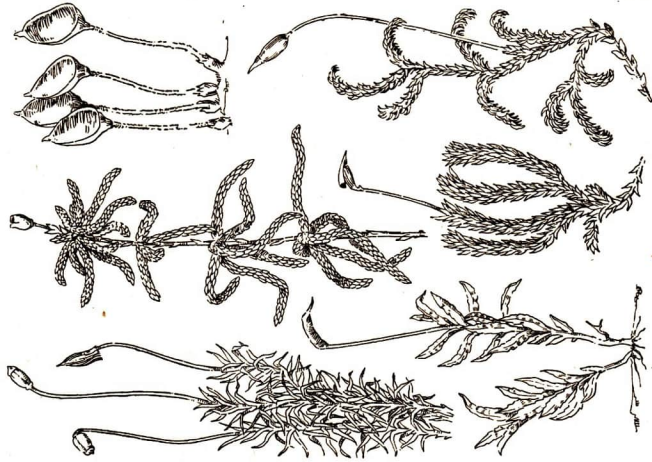


Abb. 86 Verschiedene Laubmoose. Obere Reihe: Polytrichum, Sphagnum, Butaunia — untere Reihe: Mnium, Leucobryum, Parabiesium

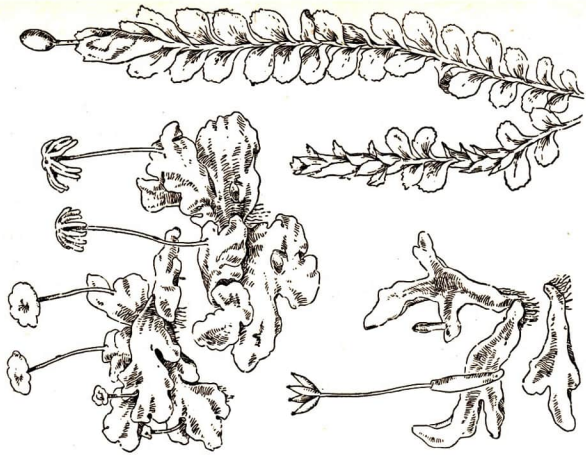


Abb. 87 Verschiedene Lebermoose. Obere Reihe: Marchantia mit Thallus — untere Reihe: Peltia, Plagiochila

ren, der die Bakterientätigkeit hemmt, kann es zur Inkohlung der Pflanzenreste kommen. Es entsteht Torf, der gestochen als Torfmüll zu Streu (Wasserhaltevermögen) oder als Beimengung zur Gartenerde verwendet wird. Gepreßt und getrocknet kann er als Brennmaterial dienen.

Klasse Lebermoose (*Hepaticopsida*)

Die Lebermoose sind in ihrem Aufbau weniger differenziert als die Laubmoose (Abb. 86 u. 87). Einige Vertreter (Hornmoose) weisen eine hochentwickelte und sogar die Geschlechtsgeneration überdauernde ungeschlechtliche Generation auf.

Brunnenlebermoos (*Marchantia polymorpha*). Die wenig gegliederten, etwa 2 cm breiten Lager des Brunnenlebermooses überziehen den Boden und das Gestein an feuchten Standorten. Kennzeichnend ist, daß Bauch- und Rückenseite des Lagers unterschiedlich sind (Abb. 88). In der Oberhaut der Oberseite (Abb. 88), die von einer wasserabweisenden Schicht überzogen ist, finden wir Luftspalten. Sie ermöglichen den Gasaustausch, verhindern aber das Eindringen von Wasser. Jede Luftspalte führt in eine Luftkammer, an deren Basis sich Assimilationsgewebe befindet. Es ist deutlich vom Speichergewebe abgegrenzt. Die Oberhaut der Unterseite ist nicht einheitlich, Zellausstülpungen bilden unverzweigte Rhizoide. Das Brunnenlebermoos kann sich geschlechtlich und ungeschlechtlich vermehren (Abb. 88 rechts).

Aufgaben und Fragen

1. Welche Merkmale der Moose zeigen, daß sie an das Leben auf dem Lande angepaßt sind? Welche Merkmale zeigen die Bindung an das Wasser?
2. Welche Bedeutung haben die Moose in der Natur? Wie werden Moose vom Menschen genutzt?
3. Suchen Sie nach Moosen! Notieren Sie die verschiedenen Standorte! Unterrichten Sie sich über die unterschiedliche Ausbildung der Moospflanzen (auch der Sporenkapseln)!

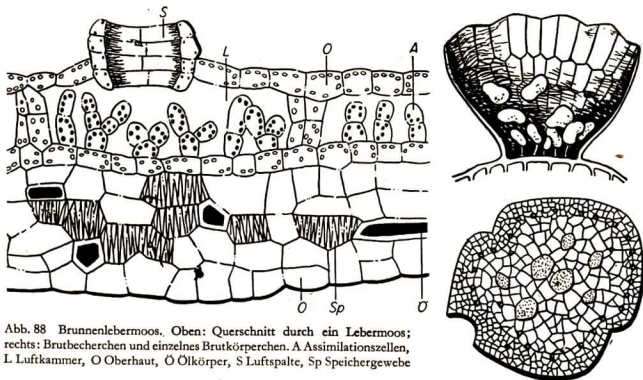


Abb. 88 Brunnenlebermoos. Oben: Querschnitt durch ein Lebermoos; rechts: Brutbecherchen und einzelnes Brutkörperchen. A Assimilationszellen, L Luftkammer, O Oberhaut, Ö Ölkörper, S Luftspalte, Sp Speichergewebe

Stamm Farnpflanzen (*Pteridophyta*)

Zu den Farnpflanzen rechnen wir drei Klassen: Farne, Schachtelhalme und Bärlappe. Alle Klassen sind in unserer Heimat vertreten, wenn auch mit verhältnismäßig wenigen Arten: Von den etwa 9000 Arten des Stammes kommen bei uns nur rund 70 vor.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung können wir einen Farn, ein Bärlappgewächs und einen Schachtelalm voneinander unterscheiden. Neben den Unterschieden im äußeren Aufbau sind jedoch auch wesentliche gemeinsame Merkmale vorhanden. Die Arten dieser Klassen sind in Sproß und Wurzeln gegliedert (Sproßpflanzen!). Sie besitzen Leitungsbahnen für den Stofftransport. Alle Arten haben einen verhältnismäßig einheitlichen Generationswechsel, bei dem ein meist mikroskopisch kleiner Vorkeim die Geschlechtsorgane erzeugt. Der Vorkeim bildet nach der Befruchtung der weiblichen Geschlechtszelle eine meist stattliche ungeschlechtliche Generation aus, die die Sporen erzeugt. Aus den Sporen entstehen die Vorkeime.

Klasse Farne (*Pteropsida*)

Die Farne haben sich aus Nacktsprossern entwickelt. Die ältesten Übergangsformen stellen die Altfarne (*Primofilices*) dar, die vom Devon bis zum Perm lebten (Abb. 89).

Die Sporangien der Altfarne waren endständig. Bei den Wedeln der Altfarne lagen noch nicht alle Fieder in einer Ebene, wie wir es von den Wedeln unserer Farne kennen.



Abb. 89 Verschiedene Altfarne (rechts Abdruck)



Abb. 90 Verschiedene Farne
 Oben: Gemeine Nattertszunge,
 Königsfarn, Rippenfarn; unten: Wurmfarf, Baumfarn von Ceylon (über 9 m hoch), Algenfarn

Ihre größte Entfaltung erlebten die Farne in der Steinkohlenzeit, auch heute sind sie noch sehr vielgestaltig (Abb. 90).

Gemeiner Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas*). Der Gemeine Wurmfarne ist einer unserer häufigsten Farne. Er ist ein Standortanzeiger für Lehm- und Mineralböden. Seine Wedel erreichen eine Höhe bis zu 1,50 m. Auffallend sind bei ihm (und den meisten Arten der Klasse) die großen Blätter (Farnwedel). Beim Wurmfarne sind sie doppelt gefiedert und kurz gestielt. Die jungen Blätter sind spiralig eingerollt, da zuerst die Blattunterseite stärker wächst als die Blattoberseite. Die Wurzeln sind sproßbürtig, sie entstehen seitlich an der unterirdischen Sproßachse; eine sich verzweigende Hauptwurzel wird nicht ausgebildet. Der Erdsproß ist von abgestorbenen Wurzeln und Blättern eingehüllt (Abb. 91). Auf dem Sproßquerschnitt sind Leitbündel zu erkennen, in denen ein zentraler Holzteil vom Sieb-Bast-Teil umgeben ist. Ein Kambium (und damit ein sekundäres Dickenwachstum!) ist bei Farnen nicht vorhanden.

Der Gemeine Wurmfarne ist nicht nur wegen seiner allgemeinen Verbreitung von Interesse. Aus seinem Wurzelstock wird ein Heilmittel gegen Bandwürmer gewonnen (Name!).

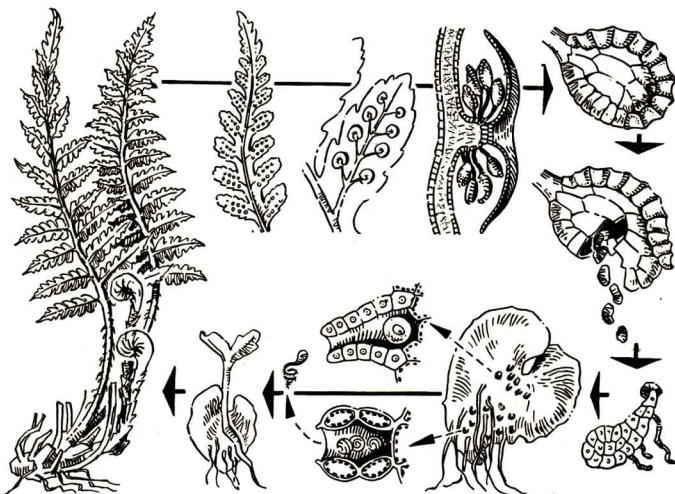


Abb. 91 Entwicklung des Wurmfarne. Farnpflanze, Fiederblättchen von unten mit Sporenhäufchen, Teil eines Fiederblättchens, Sporenhäufchen durchschnitten, Sporenkapsel geschlossen und geöffnet, Sporen, entstehender Vorkeim, Vorkeim mit männlichen und weiblichen (oben) Fortpflanzungsorganen, Vorkeim mit Farnpflänzchen

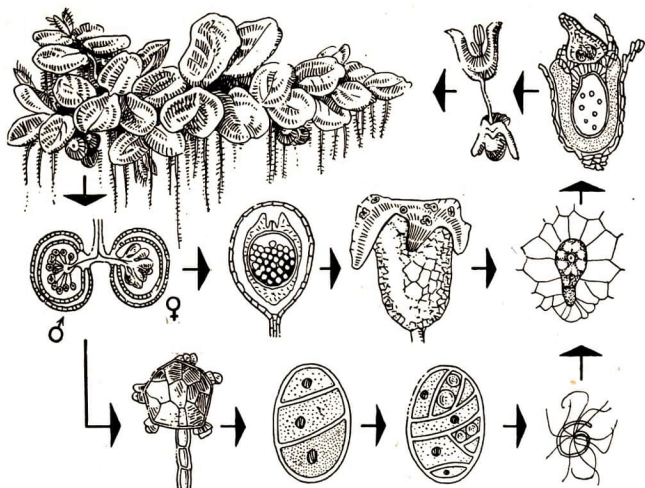


Abb. 92 Entwicklung des Schwimmfarns

Vom Juni bis September entwickeln sich auf der Unterseite der Blatt-Fiederchen viele gestielte Sporenkapseln. Die Sporenbehälter werden als Sporangien bezeichnet. Sie sind von einem nierenförmigen Schleier bedeckt (Abb. 91).

Wird den Wandzellen des reifen Sporangiums Wasser entzogen, so reißt die Kapsel auf (Abb. 91). Die darin enthaltenen 300 bis 500 Sporen werden herausgeschleudert und vom Wind fortgetragen. Ähnlich wie bei den Moosen entwickelt sich aus ihnen ein chlorophyllhaltiger Keimschlauch, der zu einem 1 bis 1,5 cm großen, herzförmigen Vorkeim (Prothallium) heranwächst (Abb. 91). Auf ihm entwickeln sich weibliche und männliche Geschlechtsorgane. Nach der Befruchtung beginnt sich die Eizelle rasch zu teilen. Es entwickelt sich eine neue sporenbildende Farnpflanze.

Während der Wurmfarne auf der Unterseite aller Wedel Häufchen von Sporenkapseln entwickelt, kann man bei anderen Sippen (Straußfarn, Rippenfarn) deutlich vegetative Laubblätter von meist anders gestalteten sporangientragenden Blättern unterscheiden.

Schwimmfarn (*Salvinia natans*). Der Schwimmfarn ist dem Leben auf dem Wasser angepasst. Sein Sproß trägt an jedem Knoten drei Blätter. Die größeren liegen als assimilierende Schwimmblätter in zwei Reihen auf der Wasseroberfläche (Abb. 92), das kleinere ist mehrfach aufgeteilt und taucht ins Wasser. Wurzeln fehlen; ihre Funktion hat das untergetauchte Blatt übernommen. Am Grunde dieser Wasserblätter ent-

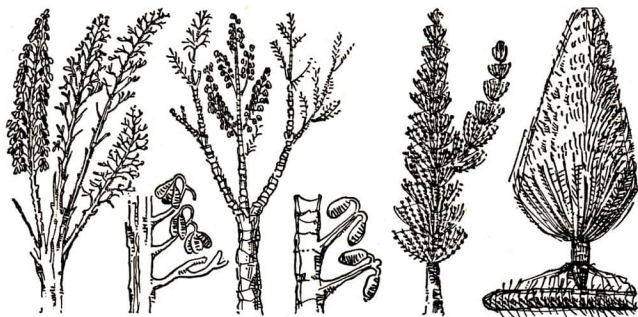


Abb. 93 Ausgestorbene Schachtelhalme (bei den beiden ersten Abbildungen sind die Sporenkapseln gesondert gezeichnet)



Abb. 94 Heute lebende Schachtelhalme. Wald-Schachtelhalm, Sumpf-Schachtelhalm, Riesen-Schachtelhalm

wickeln sich Sporenkapselbehälter. Einige enthalten viele kleine, andere wenige große Sporenkapseln. Die kleineren Kapseln bilden kleinere Sporen (Mikrosporen). Aus diesen entstehen männliche Vorkeime. In den größeren Sporenkapseln entstehen große Sporen (Makrosporen), aus denen ein Vorkeim mit weiblichen Geschlechtsorganen hervorgeht. Die Ausbildung ungleicher Sporen (Ungleichsporigkeit) ist von großer Bedeutung für die Stammesgeschichte (s. S. 81).

Klasse Schachtelhalme (*Sphenopsida*)

Die ursprünglichsten Schachtelalmgewächse sehen ihren engsten Verwandten, den Nacktprossern, sehr ähnlich (Abb. 93). Alle anderen Sippen der Klasse sind durch die wirtelige Stellung der Blätter und Äste eindeutig gekennzeichnet.

Acker-Schachtelhalm
(*Equisetum arvense*). Der Acker-Schachtelhalm (Abb. 95) ist an Wegrändern, auf Wiesen und auf Äckern zu finden.

Aus dem oft sehr tief gehenden (1 bis 2 m) Erdsproß erheben sich quirlig verzweigte, grüne Luftsprosse. Sie sind recht hart, da in ihrer Oberhaut Kieselsäure eingelagert ist. Die Blätter sind zu Schuppen rückgebildet. Sie bilden an den Ansatzstellen der einzelnen Sproßabschnitte eine Scheide. Die Abschnitte der Sproßachse erscheinen ineinander geschachtelt (Name!). Die Luftsprosse enthalten Assimilationsgewebe und Spaltöffnungen mit Schließzellen. Sie assimilieren durch Photosynthese.

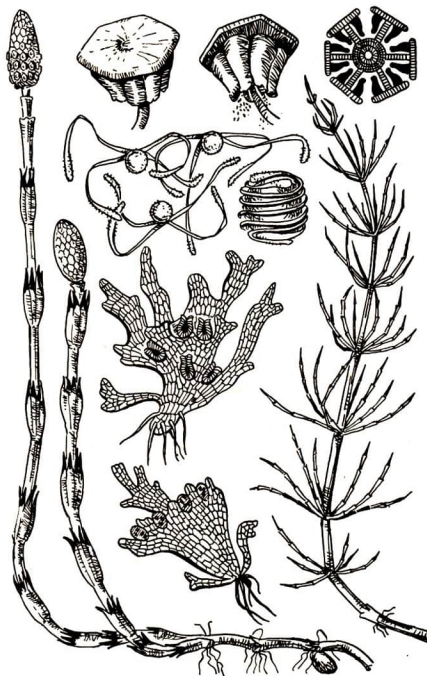


Abb. 95 Acker-Schachtelhalm. Links: nicht assimilierende Sprosse mit Sporenähre; rechts: assimilierender Sproß; Mitte: Vorkeime, oben Sporenkapseln und Sporen (rechts oben schematischer Querschnitt durch die Sporenähre)

Vor den grünen Assimilationssprossen entwickeln sich im Frühjahr aus den überwinternden Erdsprossen ungleichederte bräunlichgelbe Sprosse, die Sporen bilden (Abb. 95). In ährenförmigen Ständen stehen viele gestielte Platten, an deren Unterseite bis zu zehn Sporangien hängen (Abb. 96). Die Sporen sind bei den Schachtelhalmen immer gleichgestaltet. Beim Acker-Schachtelhalm besitzen die Sporen vier Fäden, die sich bei Trockenheit strecken können (hygroskopische Bewegung). Dadurch werden immer mehrere Sporen zusammen vom Winde fortgetragen. Das ist für die Fortpflanzung von großer Bedeutung. Aus den äußerlich gleichartigen Sporen entwickeln sich Vorkeime, die entweder weibliche oder männliche Geschlechtsorgane bilden. Durch den Sammeltransport der Sporen wird die Befruchtung begünstigt. Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich wieder ein neuer Schachtelhalm.

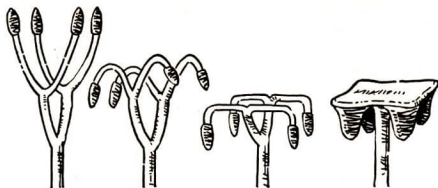


Abb. 96 Übergang von endständiger zu unterständiger Stellung der Sporangien im Verlauf der Stammesgeschichte

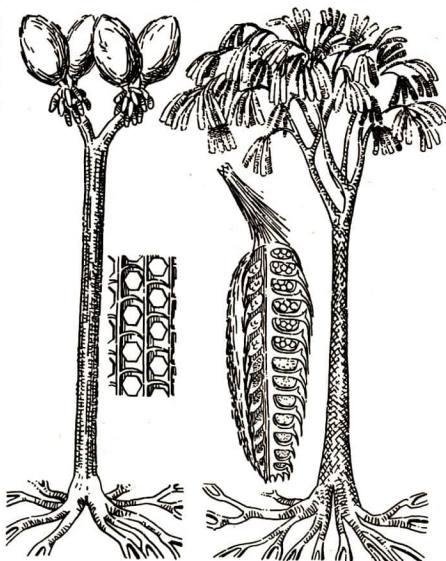


Abb. 97 Ausgestorbene baumförmige Bärlappe. Links Siegelbaum (daneben Blattnarben), rechts Schuppenbaum mit Schnitt durch den Sporophyllstand (oben Makrosporen, unten Mikrosporen)

Klasse Bärlappe (*Lycopsidea*)

Die Arten dieser Klasse, zu der die Ordnungen Bärlappartige und Moosfarntartige gehören, kommen vorwiegend in feuchtwarmen Gebieten der Tropen vor. In unserer Heimat sind sie selten und stehen daher unter Naturschutz. In den gegenwärtig lebenden Bärlappen

haben wir die Reste einer ehemals umfangreichen Sippe vor uns.

Es gibt kaum eine andere Sippe der Pflanzen, die so eindrucksvolle Beispiele für die Veränderungen der Vegetation unserer Erde liefert wie die Bärlappe. In früheren Erdzeitaltern waren die Bärlappe weitaus reicher vertreten als heute. Die gesamte Vegetation der Steinkohlenzeit war von ihnen bestimmt. Damals gab es baumförmige Bärlappe (Abb. 97). Auch samen tragende Formen entstanden innerhalb dieser Sippe, sie starben aber wahrscheinlich bald wieder aus (Abb. 98).

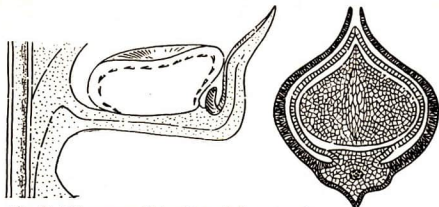


Abb. 98 Bärlappsamer. Links: Blatt mit Sporenkapsel; rechts: Längsschliff durch die Makrospore

Zu den ältesten Formen gehören beispielsweise *Drepanophycus* und *Protolopododendron* aus dem Devon (Abb. 77 oben rechts u. 79 unten links). Diese sind den Nacktsprossern noch außerordentlich ähnlich, zeigen aber schon die für Bärlappe eigentümliche Lage der Sporangien in den Blattachsen (Abb. 99).

Die baumförmigen Arten der Bärlappe, aus denen die Steinkohle entstanden ist, wurden nach der Entwicklung der Blütenpflanzen von diesen verdrängt, da die Blütenpflanzen besser als die Bärlappe dem Leben auf dem Lande angepaßt waren.

Eine ähnliche Erscheinung können wir auch im Tierreich feststellen. Im Erdmittelalter waren Saurier die beherrschenden Sippen, später wurden sie von Säugetieren und Vögeln verdrängt. Alle großen Formen der Kriechtiere starben aus.

Bärlappartige. Am häufigsten ist bei uns der Keulen-Bärlapp (*Lycopodium clavatum*). Beim Keulen-Bärlapp sitzen an einem kriechenden Sproß mit kurzen Seitenästen viele kleine, ungeteilte Blättchen, die spiralig angeordnet sind.



Abb. 99 Bärlappe. Übergang von endständigen zu blattachselständigen Sporangien; rechts oben Sporenblatt eines lebenden Bärlapps, unten Sporenblatt einer ausgestorbenen Sippe

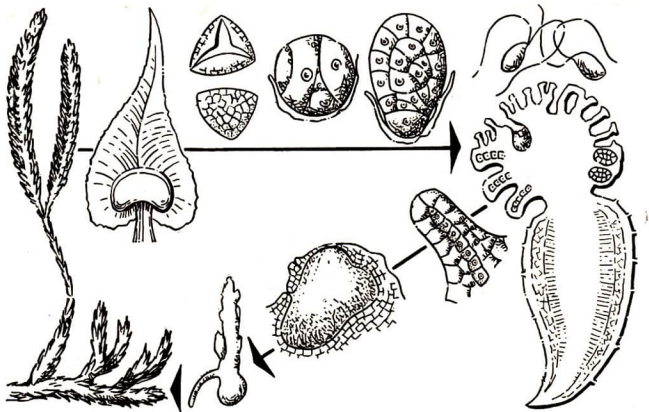


Abb. 100 Entwicklung des Keulen-Bärlapps . Pflanze, Blatt mit Sporenkapsel, Sporen, Entwicklung des Vorkeims, Vorkeim (darüber begeißelte Schwärmer), ♀ Geschlechtsorgan (vergrößert), Embryo



Abb. 101 Entwicklung eines Moosfarns

Die Sporenkapseln werden auf der Oberseite besonderer Blätter (Sporophylle) gebildet (Abb. 100). Sie sind am Ende der Seitensprosse zu ährenförmigen Ständen (Sporophyllständen) vereinigt.

Die Sporen der Bärlappe wachsen erst nach sechs bis sieben Jahren zu einem Vorkeim aus. Bei den meisten Arten lebt der Vorkeim als Saprophyt in Symbiose mit Pilzen.

Die Befruchtung findet auf den nur kleinen, in der Erde lebenden Vorkeimen erst nach weiteren 12 bis 15 Jahren statt. So kann eine Bärlapp-Pflanze, die ihre Sporen verstreut hat und ausgerissen wird, frühestens in 20 Jahren durch eine neue Pflanze ersetzt werden. Eine Bärlapp-Pflanze kann 20 bis 25 Jahre alt werden.

Moosfarntartige. Die Moosfarne sind in unserer Heimat sehr selten; sie kommen nur im Harz und bei Potsdam vor. Im Gegensatz zu den Bärlappen werden in ihren Sporenähren zahlreiche unterschiedliche Sporen (Mikro- und Makrosporen) gebildet (Abb. 101).

Der männliche Vorkeim ist so vereinfacht, daß er sich innerhalb der Sporenhülle entwickelt. Er besitzt kein Chlorophyll. Vom weiblichen Vorkeim ergrünt nur ein Teil des Gewebes. Die geschlechtliche Generation ist also stark reduziert, ihre Entwicklung ist auf die Sporen begrenzt.

Aufgaben und Fragen

1. a) Bringen Sie reife Sporenkapseln des Wurmfarms mit einem Tropfen Propantriol (Glycerin) unter das Mikroskop! Beobachten Sie!
b) Bringen Sie aufgeplatzte Sporenkapseln des Wurmfarms unter das Mikroskop! Betrachten Sie! Zeichnen Sie! Fügen Sie dem Präparat einen Tropfen Wasser zu! Beobachten Sie! Zeichnen Sie! Lassen Sie das Präparat trocknen! Beobachten Sie!
2. a) Vergleichen Sie den Generationswechsel des Wurmfarms mit dem des Goldenen Frauenhaars!
b) Vergleichen Sie den Generationswechsel des Wurmfarms mit dem des Schwimmfarns!
c) Vergleichen Sie den Generationswechsel von Wurmfarne und Acker-Schachtelhalm!
3. Warum stehen die Bärlappgewächse in der DDR unter Naturschutz?
4. Unter dem Namen „Moostöpfchen“ sind mehrere Arten der Moosfarne als Zierpflanzen im Handel. Erkundigen Sie sich in Blumenhandlungen danach!

Stamm Samenpflanzen (*Spermatophyta*)

In den Samenpflanzen haben die Pflanzen ihre höchste Entwicklungsstufe erreicht. Samenpflanzen besitzen Blüten und Samen, die ihrer Fortpflanzung und Verbreitung dienen. Keine andere Sippe ist so gut an das Leben auf dem Festland angepaßt wie sie.

Die Farnpflanzen, von denen die Samenpflanzen abstammen, waren auf dem Festland weit verbreitet. Ihr Bau (z. B. das Vorhandensein von Leitgewebe und echten Wurzeln), besonders auch die Eigenart ihres Generationswechsels schufen dafür die Voraussetzungen.

Die sporenbildende Generation erhob sich zum Teil weit über die Erdoberfläche (z. B. Baumfarne, Abb. 90), so daß die Luftsporen gut verbreitet werden konnten. Die Geschlechtsgeneration blieb

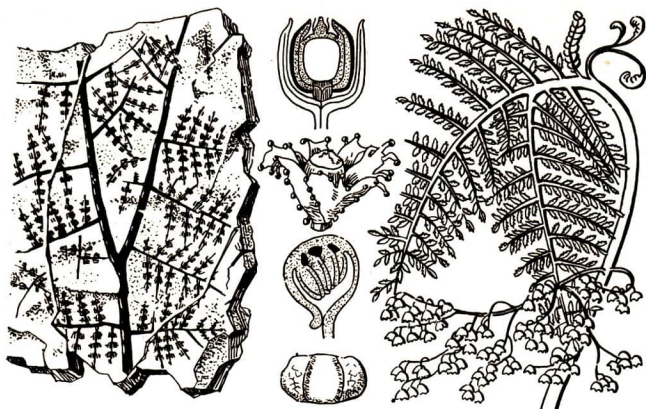


Abb. 102 Farnsamer. Links: Abdruck; rechts: Wedel; Mitte: (von oben nach unten) Querschnitt durch eine Samenanlage, Samen, Samenanlagen und Pollenkorn

Abb. 103 Cordaiten
Links: ganze Pflanze,
rechts: Sproß mit
mehreren Blütenständen



niedrig, so daß mit großer Sicherheit die für die Wanderung der männlichen Geschlechtszellen erforderliche Flüssigkeitsschicht vorhanden war.

Von besonderer Bedeutung ist die Entwicklung ungleichsporiger Farnpflanzen mit starker Rückbildung der Geschlechtsgeneration; bei ihnen entwickeln sich die Vorkeime in der weiblichen Makrospore.

Die geschlechtliche Generation ist innerhalb der Farnpflanzen bei den ausgestorbenen **Bärlappsamern** und **Farnsamern** (Karbon- und Permformation) am stärksten rückgebildet (Abb. 98 u. 102).

Die Makrospore verbleibt bei diesen Sippen auf der sporenbildenden Generation und entwickelt sich hier zum Vorkeim mit den Eizellen. Die Mikrosporen werden von der Luft transportiert. Sie werden als Pollenkörner bezeichnet. Die Pollenkörner bilden männliche Geschlechtszellen, durch die die Eizellen befruchtet werden. Bärlappsamer und Farnsamer sind in ihrer Vermehrung völlig unabhängig vom Wasser. Bewegliche männliche Geschlechtszellen, deren Fortbewegung nur bei ausreichender Feuchtigkeit möglich ist, werden nicht mehr gebildet.

Den Farnsamern stehen auch die Cordaiten (Abb. 103) nahe, die ebenfalls im Karbon bis Perm lebten. Sie zeigen, wie die Zapfenblüte unserer Nadelhölzer entstanden sein kann (Abb. 104).

Bei den Samenpflanzen kann die Samenanlage frei liegen (Unterstamm Nacktsamer) oder von einem oder mehreren Fruchtblättern umhüllt sein (Unterstamm Bedecktsamer).

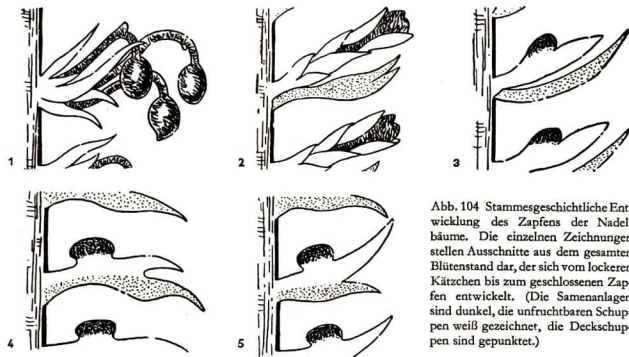


Abb. 104 Stammesgeschichtliche Entwicklung des Zapfens der Nadelbäume. Die einzelnen Zeichnungen stellen Ausschnitte aus dem gesamten Blütenstand dar, der sich vom lockeren Kätzchen bis zum geschlossenen Zapfen entwickelt. (Die Samenanlagen sind dunkel, die unfruchtbaren Schuppen weiß gezeichnet, die Deckschuppen sind gepunktet.)

1. Die Blüte besteht aus mehreren unfruchtbaren Schuppen und einigen Samenanlagen, die oft an gekrümmten Stielen sitzen. Mehrere Blüten bilden lockere Kätzchen.
2. Bei der Blüte der ersten echten Nadelbäume haben sich die unfruchtbaren Schuppen zusammengeschlossen; eine von ihnen hat sich zu einer deutlichen Deckschuppe vergrößert, die die Blüte schützt. Der gesamte Blütenstand wird dadurch einem Zapfen ähnlich.
3. Die unfruchtbaren Schuppen sind zu einer einzigen verwachsen, die mit der Samenanlage (bei einigen Arten sind es mehrere Samenanlagen) zur Samenschuppe verwächst.
4. Die Samenschuppe verwächst mit der Deckschuppe, es entsteht ein Schuppenkomplex, wie wir ihn von den Zapfen unserer Nadelbäume kennen.
5. Der Anteil der Deckschuppe hat sich rückgebildet und sitzt als kleines Spitzchen der Samenschuppe an. (Bei den Kiefernzapfen ist die Deckschuppe gänzlich rückgebildet.)

Unterstamm Nacktsamer (*Gymnospermytina*)

Die Nacktsamer sind Holzpflanzen. Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche, Eibe und Wacholder gehören zur Klasse Nadelhölzer (*Coniferopsida*). Es sind Pflanzen mit nadelförmigen Blättern. Mit Ausnahme der Lärche sind sie immergrün.

Eine andere Klasse bilden die Ginkgobäume (Japan und China, bei uns in Anlagen). Sie sind auf einer ursprünglichen Entwicklungsstufe stehengeblieben. Die Klasse umfaßt nur eine lebende Art.

Gemeine Kiefer. Die Kiefer ist unser verbreitetster Forstbaum, sie hat große wirtschaftliche Bedeutung. Die Kiefernadeln haben eine kleine Oberfläche (Verdunstungsschutz der immergrünen Pflanzen). Eine ausreichende Kohlenstoffassimilation ist aber durch ihren besonderen Bau gewährleistet (Abb. 105). Die blaßgelben männlichen Blüten (Abb. 106) findet man anstelle von Kurztrieben an der Basis der Langtriebe; die weiblichen Blüten stehen an der Spitze der Triebe. Die Gemeine Kiefer ist also einhäusig. Die Staubblätter und Fruchtschuppen sind spiralig um die Blütenachse angeordnet (Zapfenblüten).

Im Mai können wir drei weibliche Zapfenformen an einer Kiefer unterscheiden (Abb. 106): an der Spitze eines Langtriebes, aufrecht stehend, die diesjährigen rotbraunen weiblichen (♀) Zapfen, darunter die hängenden, geschlossenen, grünen vorjährigen weiblichen Zapfen. Am Grunde diesjähriger Triebe stehen die diesjährigen, aufrechten gelben männlichen (♂) Blüten. Weiter unten am Hauptast hängen die geöffneten, zwei Jahre alten weiblichen Zapfen.

Die Kiefer ist ein Windblütler. Ihre Pollenkörner besitzen seitlich zwei Luftsäcke

(Flugapparat). Die Pollenkörner sind die Mikrosporen. – Auf der Oberseite jeder Samenschuppe einer weiblichen Blüte entstehen zwei Samenanlagen (Makrosporangien) mit je einer Makrospore. Die männlichen und weiblichen Vorkerne entwickeln sich in den Sporen.

Von der Bestäubung bis zur Reife der Samen vergehen zwei Jahre: Im ersten Jahr gelangt der widerstandsfähige Pollen in die weiblichen Zapfen (Bestäubung); erst im zweiten Jahr wird die Eizelle befruchtet. Danach entwickelt sich der Embryo. Der Embryo ist in Nährgewebe eingebettet und durch die Samenschale gegen Umwelteinflüsse geschützt. Der Embryo und das Nähr-

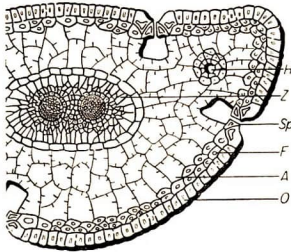
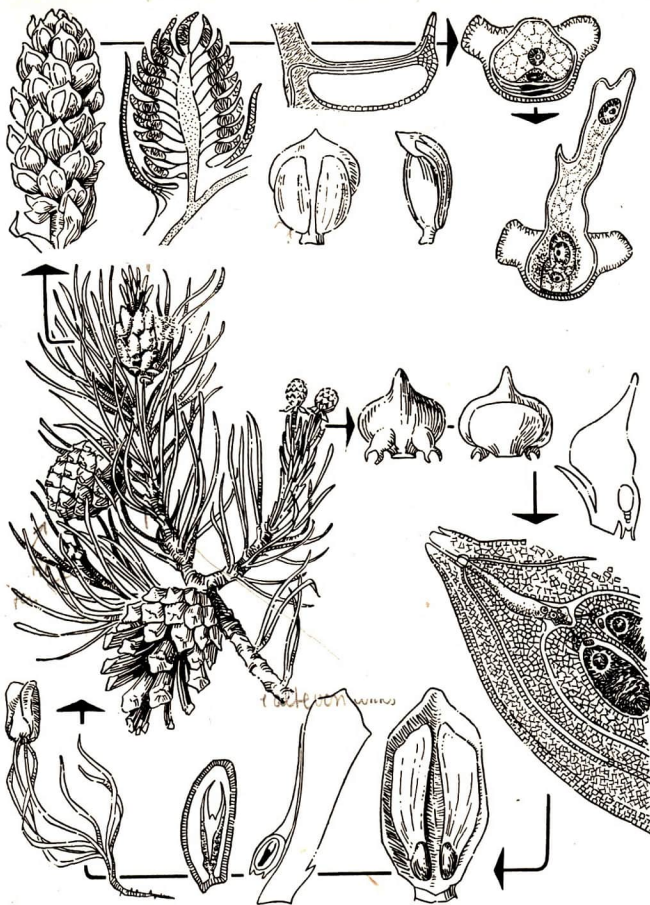


Abb. 105 Schnitt durch ein Nadelblatt der Kiefer A Assimilationsgewebe, F Festigungsgewebe, H Harzgang, O Oberhaut, Sp Spaltöffnung, Z Zentralzylinder

Abb. 106 (rechte Seite) Fortpflanzung der Kiefer. Mitte links: Zweig mit ♀ und ♂ Zapfen; oben ♂ Zapfen, Staubblätter, Pollenkorn mit zwei Luftsäcken, keimendes Pollenkorn; — Mitte rechts: Deckschuppe mit Fruchtschuppe (von vorn und hinten sowie Schema des Querschnitts), Samenanlage; — unten rechts: Fruchtschuppe eines reifen Zapfens mit zwei Samen (von vorn und schematisch von der Seite), Querschnitt durch Samen, keimender Same



gewebe bilden den Samen. Die verholzten Samenschuppen des weiblichen Zapfens öffnen sich bei Trockenheit; die geflügelten Samen fallen heraus. Die Anzahl der Keimblätter ist nicht einheitlich wie bei den Bedecktsamern. Der neue Keimling besitzt fünf bis achtzehn Keimblätter.

Von den Nacktsamern haben viele Arten wirtschaftliche Bedeutung. Der Mensch nutzt vor allem ihr Holz (Kiefer, Fichte, Zeder u. a.) und ihr Harz (in unserer Heimat besonders von der Kiefer), bei einigen Arten auch die Samen (z. B. bei der Zirbel-Kiefer „Zirbelnüsse“) und die Beerenzapfen (z. B. Wacholderbeeren als Gewürz). Zahlreiche Arten werden als Ziergehölze angebaut (z. B. Lebensbaum, Wacholder, Blau-Fichte, Douglasie).

Aufgaben und Fragen

1. Bestimmen Sie mit Hilfe einer Exkursionsflora Nacktsamer!
2. Welche Nacktsamer sind giftig?
3. Welche Bedeutung haben ausgestorbene Nacktsamer für die Wirtschaft unserer Republik?
4. Was bezeichnen wir als „Schwefelregen“? Wann tritt er auf?
5. Betrachten Sie Nadelholzschnitte unter dem Mikroskop!

Unterstamm Bedecktsamer (*Angiospermophytina*)

Die Bedecktsamer umfassen den größten Teil der heute lebenden Samenpflanzen. Sie unterscheiden sich von den Nacktsamern vor allem durch die Ausbildung eines Fruchtknotens, der die Samenanlagen einschließt. Er ist durch Verwachsen der Fruchtblätter entstanden. Die geschlechtliche Generation der Bedecktsamer ist noch stärker rückgebildet als die der Nacktsamer. Die Bedecktsamer umfassen holzige und krautige Pflanzen. Ihre Gewebe sind stärker differenziert als die der Nacktsamer.

Beispiele für Unterschiede zwischen Nacktsamern und Bedecktsamern

Nacktsamer (Kiefer)	Bedecktsamer (Eiche)
Leitgewebe aus einzelligen abgestorbenen Zellen mit Hoftüpfeln (Tracheiden)	Leitgewebe mit Gefäßen, die aus mehreren Zellen entstanden sind (tote Zellen, bis 2 m lang — Tracheen)
gleichmäßige Zellwandverdickungen	ring-, schrauben-, netz- und treppenförmige Verdickungen der Zellwand
keine Holzfasern	Holzfasern vorhanden (verlaufen parallel zu den Gefäßen)
Harzgänge sind von Holzparenchymzellen umgeben	das Holzparenchym liegt den Gefäßen an

Fortpflanzung. Die Pollen (Mikrosporen) der Bedecktsamer werden von den Staubblättern gebildet! Die Staubblätter sind Sporophylle; ihr Aufbau ist aus der Abbildung 107 ersichtlich. Der Pollen wird in den meisten Fällen von Insekten (Insektenblütler) oder vom Wind (Windblütler) zu den weiblichen

Staubbeutel Narbe mit auskeimenden Pollenkörnern

Abb. 107 Blütenbau der bedecktsamigen Pflanzen (Schema)

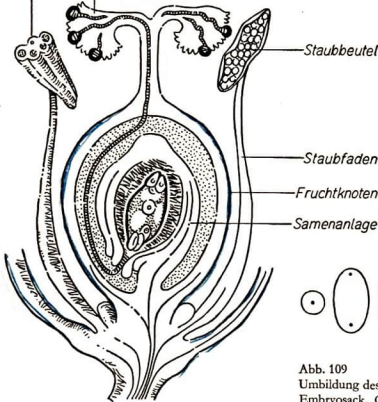


Abb. 108 Pollenkorn. Links mit einer generativen Zelle, rechts mit zwei Geschlechtszellen

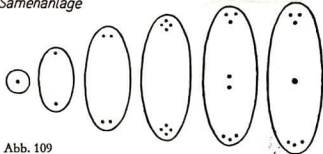


Abb. 109

Umbildung des einkernigen Embryosacks zum achtkernigen Embryosack. Ganz rechts sind die beiden mittleren Kerne verschmolzen.

Geschlechtsorganen gebracht. In selteneren Fällen erfolgt der Pollen-transport durch Vögel, Schnecken, Fledermäuse oder andere Tiere oder durch Wasser. Die Samenanlagen (Makrosporangien) liegen auf Fruchtblättern (Makrosporophyllen), die zum Fruchtknoten verwachsen. Er verlängert sich oft in einen Griffel, der die Narbe trägt (Abb. 107).

Bei der Bestäubung gelangt Pollen auf die Narbe. Jedes Pollenkorn enthält eine vegetative und eine generative Zelle (Abb. 108). Die vegetative Zelle stellt den Rest des männlichen Vorkeims dar. Aus ihr entwickelt sich ein Pollenschlauch, der die Narbe und den Griffel durchwächst. Die generative Zelle teilt sich, es entstehen zwei unbewegliche männliche Geschlechtszellen.

Bei allen Samenpflanzen bleibt nur eine Makrospore erhalten; sie wird als Embryosack bezeichnet. Der Zellkern des Embryosacks teilt sich mehrmals, bis acht Kerne entstanden sind (Abb. 109). Von diesen bleiben drei am oberen Ende des Embryosacks, einer davon entwickelt sich zur Eizelle. Drei weitere Kerne wandern nach unten. Es sind die Gegenfüßlerzellen (Antipoden). Die beiden restlichen Kerne bleiben in der Mitte und verschmelzen miteinander.

Beide männlichen generativen Zellen gelangen mit dem Pollenschlauch in den Embryosack. Die eine befruchtet die Eizelle, die andere verschmilzt mit dem in der Mitte liegenden Kern (Abb. 110). Diese „doppelte Befruchtung“ finden wir nur bei den Bedecktsamern.

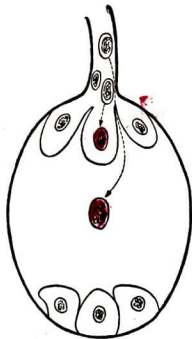


Abb. 110 Schema der „doppelten Befruchtung“

Über die Abstammung der Bedecktsamer und über die Verwandtschaftsverhältnisse zwischen den einzelnen Sippen kann noch keine endgültige Auskunft gegeben werden.

Während bei anderen Sippen vor allem die Untersuchung ausgestorbener Formen für die Klärung stammesgeschichtlicher Fragen Bedeutung hat, steht bei den Bedecktsamern der Vergleich lebender Sippen im Vordergrund.

Bei den Bedecktsamern finden sich ursprüngliche und abgeleitete Merkmale.

Gegenüberstellung von ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen

ursprüngliche Merkmale	abgeleitete Merkmale
Bäume, Sträucher	Kräuter
Holz nur aus Tracheiden	Tracheiden und Tracheen
Sproß aufrecht	Sproß windend oder rankend
immergrün	periodischer Laubfall
Blätter einfach	Blätter zusammengesetzt
Blütenteile groß, in unbestimmter Anzahl	bestimmte, gleichbleibende Anzahl der Blütenteile
Blüten strahlig	Blüten zweiseitig
Blütenteile spiralg angeordnet	Blütenteile in Kreisen angeordnet
Teile der Blütenhülle und Staubblätter nicht miteinander verwachsen	Blütenhülle oder Staubblätter verwachsen
Fruchtblätter nicht verwachsen	Fruchtblätter verwachsen
Griffel nicht verwachsen	Griffel verwachsen
Fruchtknoten oberständig	Fruchtknoten unterständig
Balg- und Streufrüchte	Schließfrüchte

Vergleich der Merkmale von Zweikeimblättrigen und Einkeimblättrigen

Zweikeimblättrige	Einkeimblättrige
2 Keimblätter	1 Keimblatt
Blätter netznervig	Blätter längsnervig
meist eine mit Nebenwurzeln ausgestattete Haupt-(Pfahl)wurzel	viele sekundäre, vom Sproß ausgehende Faserwurzeln (Adventivwurzeln)
Leitbündel auf dem Stengelquerschnitt in einem Kreis angeordnet, sekundäres Dickenwachstum häufig	Leitbündel auf dem Querschnitt des Stengels zerstreut angeordnet, sekundäres Dickenwachstum sehr selten
Kelch- und Kronblätter meist verschieden gefärbt	Kelch- und Kronblätter meist gleichgestaltet und von gleicher Farbe
Blüten meist fünfzählig	Blüten meist dreizählig

Die Bedecktsamer werden in die Klassen Zweikeimblättrige und Einkeimblättrige unterteilt. Beide haben sich parallel zueinander entwickelt.

Blütendiagramm und Blütenformel. In der Anordnung der Blütenteile lassen sich Gesetzmäßigkeiten erkennen. Bei den meisten Bedecktsamigen sind die Blütenteile kreisförmig, bei den Nacktsamigen dagegen spiralig (Zapfen) angeordnet.

Die Blüten der Bedecktsamer besitzen im allgemeinen **fünf Blattkreise**: einen Kelchblattkreis, einen Kronblattkreis, zwei Staubblattkreise und einen Fruchtblattkreis (Abb. 111). Meist ist die Zahl der Glieder dieser Kreise konstant. Dadurch ist es möglich, den Blütenbau in Diagrammen oder Formeln auszudrücken und damit die Sippe zu kennzeichnen.

Das **Blütendiagramm** ist eine Projektion der Blütenteile auf eine senkrecht zur Blütenachse stehende Ebene. Alle Blütenteile werden durch besondere Zeichen wiedergegeben (Abb. 111).

Bei der **Blütenformel** wird jeder Blattkreis mit einem Buchstaben bezeichnet: Kelchblätter mit K, Kronblätter mit C, Staubblätter mit A, Fruchtblätter mit G.

Die Anzahl der Glieder eines jeden Kreises wird mit einer Ziffer bezeichnet; Verwachsungen werden durch eine Klammer um die entsprechende Ziffer ausgedrückt. K (5) bedeutet also beispielsweise, daß der Kelch aus fünf miteinander verwachsenen Blättern besteht. Die Stellung des Fruchtknotens wird durch einen Strich unter (oberständig, z. B. $\underline{3}$) oder über (unterständig, z. B. $\overline{3}$) der Zahl ausgedrückt. Eine strahlige Blüte wird mit einem Sternchen, eine zweiseitige mit einem Pfeil vor der Formel gekennzeichnet. Für eine große, unbestimmte Zahl von Blütengliedern setzt man ∞ .

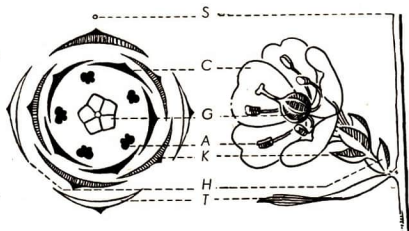
Beispiel: Nelke * K 5 C 5 A 5 + 5 (G $\underline{5}$)

Erbse $\downarrow$ K 5 C 1 + 2 + (2) $\overline{A}$ (5 + 4) + 1 G $\underline{1}$

Hahnenfuß * K 5 C 5 A ∞ G ∞

Abb. 111 Aufbau eines Blütendiagramms (Schema).

T Tragblatt, S Stengel,
H Hochblatt, G Fruchtblätter,
K Kelchblätter, A Staubblätter
C Kronblätter,



Ausgewählte Sippen der Bedecktsamer

Bei unserer bisherigen Beschäftigung mit den verschiedenen Sippen der Kernlosen, Protisten und Pflanzen widmeten wir stets der Stammesgeschichte große Aufmerksamkeit. Auf ihr beruht ja die Stellung einer Sippe im System der Organismen. Im folgenden ist das kaum mehr möglich, da wir uns Pflanzenfamilien zuwenden, die nach ihrer Bedeutung für die Wirtschaft ausgewählt wurden.

Einen groben Überblick über das System der Bedecktsamer erhalten wir durch eine Stammbaumdarstellung. Sie zeigt, daß der Ordnung Hahnenfußartige (*Ranales*) entscheidende Bedeutung zukommt; diese weist viele ursprüngliche Merkmale auf (s. Tabelle auf S. 86). Von den einheimischen Familien

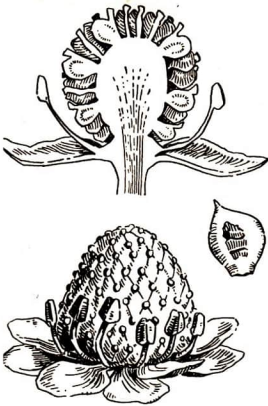


Abb. 112 Hahnenfußblüte. Unten: ganze Blüte;
oben: Längsschnitt; rechts: einzelnes Nüsschen



Abb. 113 Magnoliengewächse. Links: Längsschnitt durch
eine Magnolienblüte (der spirale Aufbau der Blüte ist
deutlich zu erkennen); rechts: Fruchtblatt eines ausländischen
Magnoliengewächses (oben in Entwicklung, unten zur Zeit
der Bestäubung)

(Teichrosengewächse, Hornblattgewächse, Pfingstrosengewächse, Hahnenfußgewächse und Berberitzen-
gewächse) bieten uns vor allem die zahlreichen Arten der Familie Hahnenfußgewächse gute Mög-
lichkeiten, die Merkmale der Hahnenfußartigen kennenzulernen (Abb. 112 und Farbtafel 2).

Besonders eindrucksvoll sind Untersuchungen der Magnoliengewächse, von denen einige Arten bei
uns in Gärten und Parks zu finden sind. Vergleichen wir nur einmal eine Magnolienblüte mit der Blüte
eines Nacktsamers (Abb. 106 u. 113 links)!

Unter ausländischen Hahnenfußartigen gibt es Sippen, die wie die Nacktsamer nur Tracheiden be-
sitzen. Andere haben ein einfach nach oben geschlagenes Fruchtblatt, das sich erst zur Zeit der
Bestäubung schließt (Abb. 113 rechts).

Klasse Zweikeimblättrige (*Dikotyledonopsida*)

Familie Rosengewächse (*Rosaceae*)

Die Rosengewächse (Farbtafel 3) gehören mit anderen Familien (z. B. Dickblatt-
gewächse, Steinbrechgewächse, Platanengewächse) zur Ordnung Rosenartige (*Rosales*).
Diese Ordnung ist mit den Hahnenfußartigen verwandt; das läßt sich beispielsweise an
den bei mehreren Arten getrennten Fruchtknoten (z. B. beim Fingerkraut) und an
der spiralförmigen Anordnung mancher Blütenteile (z. B. Kelch der Rose; Abb. 115)
erkennen.

Den **Blütenbau** der Rosengewächse können wir gut an der Hundsrose kennen-
lernen (Abb. 114 Mitte). Ihre Blütenhülle besteht wie die der meisten Rosengewächse

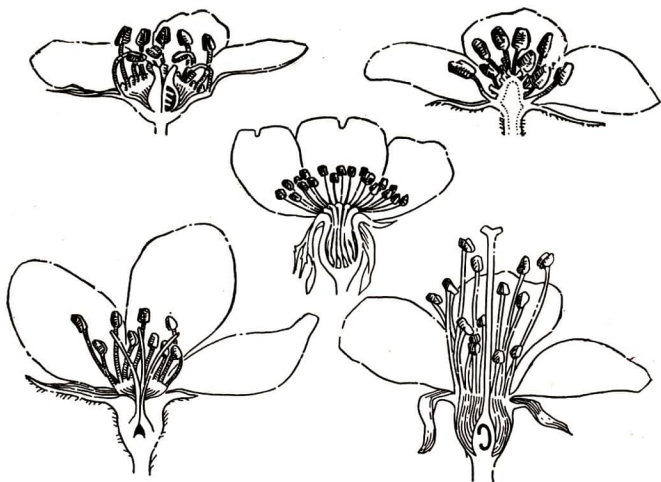


Abb. 114 Blütenlängsschnitt von Rosengewächsen. Oben: Spierstrauch, Wald-Erdbeere; Mitte: Hunds-Rose; unten: Wilder Birnbaum, Süß-Kirsche

aus fünf Kelchblättern und fünf gefärbten Kronblättern. Trotz des eingesenkten Blütenbodens erkennen wir die Ähnlichkeit mit der Blüte von Hahnenfußarten (z. B. viele Staubblätter, getrennte Fruchtknoten).

Für die Rosengewächse ist kennzeichnend, daß die Sprossachse großen Anteil an der Blütenbildung hat. Die Fruchtknoten können oberständig (z. B. Erdbeere, Fingerkraut), mittelständig (z. B. Spierstrauch, Kirsche, Pflaume) oder unterständig (z. B. Apfel, Birne) sein. Diese Eigenart trägt zu der außergewöhnlichen Mannigfaltigkeit der Früchte in dieser Familie bei (Abb. 116).



Abb. 115 Spiralige Anordnung der Kelchblätter bei der Rose

Am Spierstrauch entwickeln sich im August mehrsamige Balgfrüchte, die zu den Streufrüchten gehören. Die Fruchtschale vertrocknet und reißt an der Bauchnaht auf.

Nüßchen sind einsamige Schließfrüchte. Wir finden sie zum Beispiel beim Fingerkraut. Die Nüßchen der Nelkenwurz besitzen hakenartige Fortsätze (Abb. 117). Dadurch haften sie leicht am Fell der Tiere und werden durch sie verbreitet; es sind Klettfrüchte.

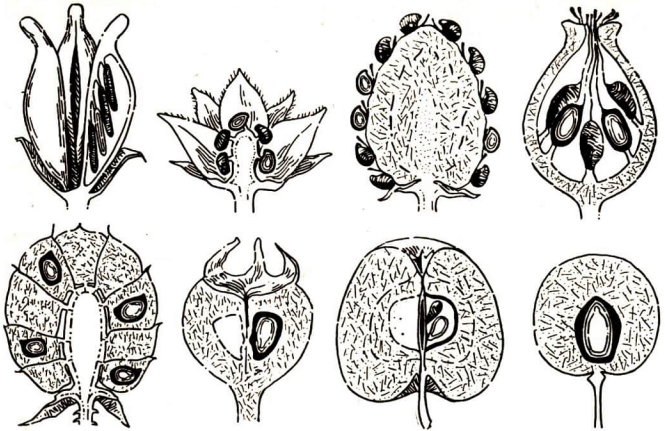


Abb. 116 Früchte der Rosengewächse.
Obere Reihe: Spierstrauch, Fingerkraut,
Erdbeere, Rose; untere Reihe: Himbeere,
Mispel, Apfel, Kirsche

Bei einer Steinfrucht können wir die Fruchtschale, das Fruchtfleisch und den „Stein“ unterscheiden (in dem der Samen liegt). Wir finden Steinfrüchte beispielsweise bei Kirsche, Pflaume und Aprikose.

Bei Himbeere und Brombeere stehen die einzelnen Steinfrüchte dicht gedrängt und sind zum Teil miteinander verwachsen. Wir haben eine Sammelfrucht aus vielen Steinfrüchten vor uns. Die kegelförmige Blütenachse ist an der Fruchtbildung nicht beteiligt.

Wenn Teile der Blütenachse zur Fruchtbildung beitragen, entsteht eine Scheinfrucht. Wir können Scheinfrüchte bei vielen Rosengewächsen kennenlernen. Was wir bei der Erdbeere als Frucht bezeichnen, ist die fleischige Blütenachse, auf deren Oberfläche sich die vielen Früchte (Nüsschen) befinden. Bei der Rose werden die Nüsschen vom Blütenboden becherartig umgeben; es entsteht die Hagebutte. Das Fruchtfleisch wird von der Blütenachse gebildet. Wir haben also auch hier keine echte Frucht vor uns, sondern eine Scheinfrucht.

Bei den Kernobstfrüchten (Apfel, Birne, Quitte u. a.) ist der Blütenboden stark vergrößert und fleischig. Er ist mit den Fruchtblättern verwachsen, die das „Kerngehäuse“ bilden, in dem sich die Samen befinden. Auch das Kernobst hat Scheinfrüchte („Apfelfrucht“).

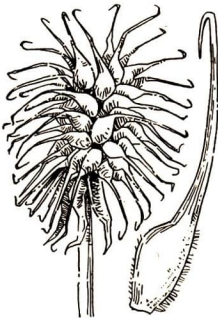


Abb. 117 Klettfrucht der
Nelkenwurz

Die Rosengewächse sind im äußeren Bau sehr mannigfaltig. Die rund 2000 Arten sind Kräuter (z. B. Erdbeere), Sträucher (z. B. Spierstrauch) oder Bäume (z. B. Apfel). Ihre Blätter sind wechselständig; sie haben Nebenblätter.

Wirtschaftlich wichtige Sippen:

Obst: Birne, Apfel, Quitte, Kirsche, Pflaume, Pfirsich, Aprikose, Mandel, Himbeere, Brombeere, Erdbeere.

Heimische Obstpflanzen

Name	Familie	ertragsfähige Bäume oder Sträucher DDR 1960	Ertrag in kg je Strauch oder Baum DDR 1960
Apfel	Rosengewächse	9 157 989	54,6
Aprikose	Rosengewächse	8 636	6,4
Birne	Rosengewächse	3 210 731	59,0
Sauerkirsche	Rosengewächse	3 794 942	20,4
Süßkirsche	Rosengewächse	1 990 000	30,9
Erdbeere	Rosengewächse	23 068 564 m ² Anlage	10 297 t Gesamtertrag
Johannisbeere	Steinbrechgewächse	12 579 240 (rot und weiß) 2 571 469 (schwarz)	2,5
Stachelbeere	Steinbrechgewächse	11 283 060	2,8

Familie Doldengewächse (*Ammiaceae*)

Zur artenreichen Familie Doldengewächse (3500 Arten) gehören Petersilie, Mohrrübe, Sellerie und andere bekannte Gemüse- und Gewürzpflanzen (Abb. 118). Im Gegensatz zu den Rosengewächsen treten nur wenige ursprüngliche Merkmale auf. Die kleinen unscheinbaren Blüten bilden Blütenstände (Dolden; Abb. 119).

Die Blüte der Doldengewächse ist fünfzählig, sie besitzt 5 Kelch-, 5 Kron-, 5 Staubblätter und einen unterständigen Fruchtknoten. Die Kelchblätter sind oft stark rückgebildet. Der Griffel besitzt ein Griffelpolster, das Nektar absondert.

Die Doldengewächse sind vorwiegend krautige Pflanzen mit wechselständigen, vielfach aufgegliederten Blättern, die mit einer Blattscheide am Stengel ansetzen. Die Früchte (zweiteilige Schließfrüchte) besitzen besondere „Rippen“ auf der Oberfläche. Unter ihnen liegen Leitbündel oder Ölgänge, die auch die anderen Teile der Pflanze durchziehen (Abb. 120). In den Ölgängen befinden sich leichtflüchtige (ätherische) Öle, auf denen der aromatische Geruch der meisten Arten beruht.



Abb. 118

Verschiedene Doldengewächse. Oben: Möhre, Petersilie, Wasserschierling (giftig!); unten: Sellerie, Wassernabel.

Wirtschaftlich wichtige Sippen:

Gemüsepflanzen: Mohrrübe, Sellerie, Pastinak u. a.

Gewürzpflanzen: Petersilie, Kümmel, Dill u. a.

Heilpflanzen: Fenchel, Anis u. a.

Giftpflanzen: Wasserschierling, Hundspetersilie.

Verwandte Familien: Hartriegelgewächse, Efeugewächse.

Familie Leingewächse
(*Linaceae*)

Die Familie Leingewächse ist verhältnismäßig artenarm. Es gibt rund 150 Arten; sie sind Kräuter oder Sträucher.

Ein wichtiger Vertreter dieser Familie ist der Lein. Seine blauen Blüten sind fünfzählig. Sie besitzen unterschiedlich lange Staubblätter (Abb. 121). Die Bestäubung findet in der Regel zwischen verschiedenen Blüten statt. Wenn schlechtes Wetter das Öffnen der Blüten verhindert, ist auch Selbstbestäubung möglich. Die Frucht, eine fünffachrige Kapsel, enthält zehn Samen. Der Öllein, eine niedrige Pflanze mit stark verzweigter Sprossachse, ist die wichtigste Ölpflanze Deutschlands (s. Tabelle S. 117).

Im Stengel des Leins finden wir Bündel von Festi-

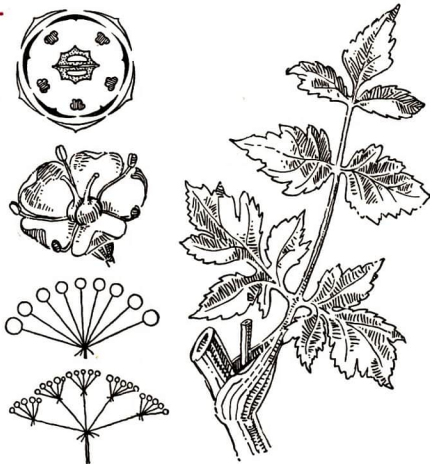


Abb. 119 Doldengewächse. Links: (von oben nach unten) Blütendiagramm, Blüte, Dolde, zusammengesetzte Dolde (Schema); rechts: Stengel und Blatt

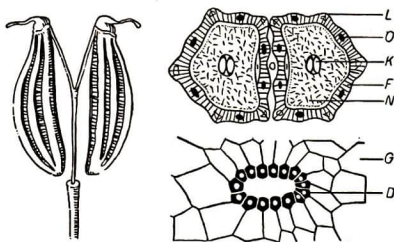


Abb. 120 Spaltfrucht des Kümmels. Links: von der Seite; rechts: oben im Querschnitt, unten Ölgang vergrößert; D Drüsenzellen, F Fruchtwand, G Grundgewebe, K Keimling, L Leitbündel, N Nährgewebe, Ö Ölgang



gungsgewebe (Bastfasern) mit einer hohen Festigkeit (1 mm² kann über 10 kg tragen). Sie sind gut biegsam, da die einzelnen langgestreckten Zellen ineinander verzahnt sind und keine Zwischenzellräume besitzen. Diese Fasern (Flachs) werden zu Textilien verarbeitet.

Verwandte Familien: Sauerkleegewächse, Storchschnabelgewächse, Kapuzinerkressengewächse, Rautengewächse, Bittereschengewächse (z. B. Götterbaum), Wolfsmilchgewächse.

Familie Buchengewächse (*Fagaceae*)

Zur Familie Buchengewächse (etwa 500 Arten) gehören nur Bäume, darunter mehrere wirtschaftlich wichtige Laubbäume. Ihre Blüten sind getrenntgeschlechtlich und unscheinbar, sie besitzen keine Kronblätter. Man bezeichnet sie als Kätzchen. Die Arten der Familie sind häufig Windblütler. Eine Ausnahme bildet die Gattung Kastanie (echte Kastanie!); sie wird durch Insekten bestäubt. Die Früchte der Buchengewächse sind von einem Becher umgeben (Abb. 122). Er ist eine Bildung der Sprossachse.

Abb. 121 Lein. Oben: Blüten (Längsschnitt) und Blütendiagramm; Mitte: Frucht; unten: Öllein und Faserlein



Abb. 122 Buchengewächse. Buche, Kastanie und Eiche (blühende Zweige, Blüten, Früchte, Blütendiagramme)

Die Rot-Buche ist einer der wichtigsten Waldbäume. Sie ist in Mitteleuropa sehr häufig, sowohl in tieferen Lagen als auch in den Mittelgebirgen.

Wirtschaftlich wichtige Sippen:

Holz: Buche, Eiche (auch Borke), Echte Kastanie.

Verwandte Familien: Birkengewächse (z. B. Birke, Erle), Haselgewächse (z. B. Hainbuche, Haselnuß).

Familie Lippenblütengewächse (*Lamiaceae*)

Zu den rund 3000 Arten der Lippenblütengewächse gehören Kräuter und Sträucher, darunter der Lavendel, die Minzen, die Taubnesseln, das Bohnenkraut und der Salbei (Abb. 123, 124 u. 125). Die Vertreter dieser Familie sind an dem vierkantigen Stengel, den kreuzweise gegenständlichen Blättern und oft an dem aromatischen Duft der Pflanzen zu erkennen.

Die Weiße Taubnessel besitzt zwei lange und zwei kurze Staubblätter, die zum Teil mit der Oberlippe verwachsen sind. Beim Salbei sind nur noch zwei Staubblätter vorhanden. Auf dem vierfachen oberständigen Fruchtknoten erhebt sich ein langer Griffel, der vor Regen geschützt in der Höhlung der Oberlippe liegt. Die geringe Anzahl der Staubblätter und der nektarabsondernde Wulst über dem Fruchtknoten zeigen, daß die Blüte durch Insekten bestäubt wird. Die Bestäubung erfolgt durch große Insekten, zum Beispiel bei der Weißen Taubnessel durch Bienen und beim Salbei durch Hummeln.



Abb. 123 Lippenblütengewächse. Wiesen-Salbei, Bohnenkraut, Pfeffer-Minze

Die Pflanzenteile vieler Lippenblütengewächse enthalten – ähnlich wie die der Doldengewächse – leichtflüchtige (ätherische) Öle.

Wirtschaftlich wichtige Sippen:

Gewürzpflanzen: Bohnenkraut, Majoran, Melisse, Thymian u. a.

Heilpflanzen: Pfefferminze, Salbei u. a.

Verwandte Familien: Windengewächse, Seidengewächse (Abb. 163), Borretschgewächse (z. B. Lungenkraut, Vergißmeinnicht), Nachtschattengewächse (z. B. Kartoffel, Tomate, Tabak), Braunwurzgewächse (z. B. Königskerze, Löwenmaul, Ehrenpreis, Wachtelweizen, Schuppenwurz – Abb. 163), Sommerwurzgewächse (Abb. 163).



Abb. 124
Lippenblütengewächse
Gold-Taubnessel,
Lavendel

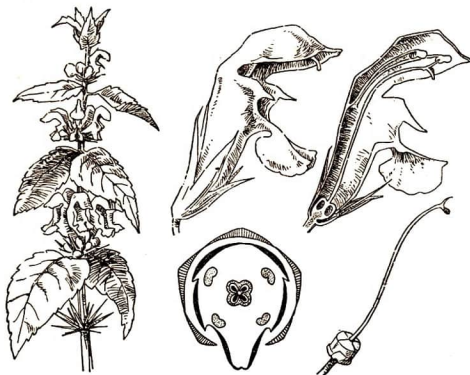


Abb. 125 Weiß-Taubnessel
Links: Blütenstand; rechts:
oben Blüte (vollständig und
im Längsschnitt), unten Blü-
tendiagramm und Stempel



Abb. 126 Korbblütengewächse. Oben: Kuhblume, Sonnenblume; unten: Beifuß, Rainfarn, baumförmige Greiskraut-Art aus Afrika

Familie Korbblütengewächse (*Asteraceae*)

Die Korbblütler (über 14000 Arten) sind die höchstentwickelte Familie der zweikeimblättrigen Pflanzen. Sie weisen kaum noch ursprüngliche Merkmale auf (s. Tabelle S. 86). Fast alle Korbblütengewächse sind Kräuter (Abb. 126).

Die kleinen verwachsenkronblättrigen Blüten bilden auf der gestauchten Blütenachse einen Blütenstand (Korb). Sie sind von kelchartigen Hochblättern umgeben (Abb. 127). Die Kelchblätter sind oft (z. B. bei der Kuhlume) in eine Haarkrone umgewandelt, die der reifen Frucht (Nuß) als Flugorgan dient. Die Krone ist fünfzählig, strahlig, zu einer Röhre verwachsen (Röhrenblüte); bei den Zungenblüten ist die Röhre zu einer „Zunge“ aufgeschlitzt (Abb. 127). Die Pollensäcke der fünf Staubblätter bilden eine Röhre. Die Pollen reifen zuerst (vormännig) und werden in diese Röhre entleert. Wenn sich der behaarte Griffel streckt, werden die Pollen herausgefeßt. Erst dann öffnet sich die zweispaltige Narbe. Der Fruchtknoten ist zweiteilig, verwachsen und unterständig, er enthält nur einen Samen.

Wir können drei Unterfamilien unterscheiden:

Röhrenblütige: Korn-Flockenblume, Beifuß, Klette, Disteln u. a.

Zungenblütige: Kuhlume, Wegwarte, Habichtskraut u. a.

Strahlenblütige: Sonnenblume, Gänseblümchen, Kamille u. a.

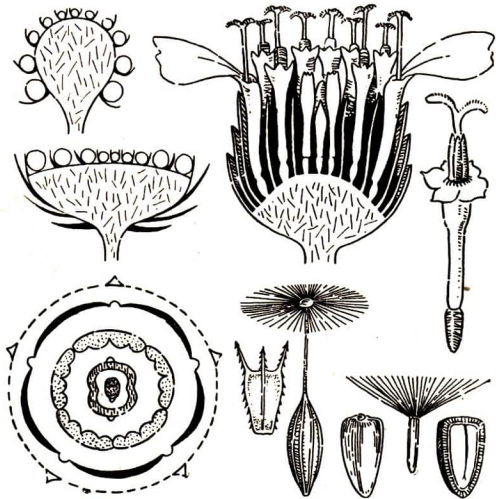


Abb. 127 Korbblütengewächse. Links: oben Blütenstand (Schema), darunter Blütendiagramm; rechts: oben Längsschnitt durch Blütenstand und Einzelblüte, unten verschiedene Früchte

Wirtschaftlich wichtige Sippen:

Gemüse: Endivie, Grüner Salat, Schwarzwurzel, Topinambur

Öl- und Futterpflanzen: Sonnenblume

Heilpflanzen: Echte Kamille, Arnika, Schafgarbe, Wermut u. a.

Gewürzpflanzen: Beifuß, Estragon u. a.

Zierpflanzen: Chrysantheme, Studentenblume, Gartenaster, Dahlie, Edelweiß u. a.

Unkräuter: Acker-Kratzdistel, Kornblume, Wegwarte, Kuhblume u. a.

Verwandte Familien: Glockenblumengewächse.

Klasse Einkeimblättrige (*Monokotyledonopsida*)

Die wesentlichen Merkmale der Einkeimblättrigen wurden in der Tabelle auf Seite 86 denen der Zweikeimblättrigen gegenübergestellt.

Die ursprünglichen Sippen besitzen nicht immer alle Merkmale ihrer Klasse. Wir finden bei ihnen oft Merkmale, die für die andere Klasse kennzeichnend sind.

Von den Zweikeimblättrigen besitzt zum Beispiel das zu den Hahnenfußgewächsen gehörende Scharbockskraut nur ein Keimblatt und zerstreut angeordnete Leitbündel. Bei manchen Teichrosengewächsen sind die Blätter streifenförmig.

Die Einkeimblättrigen besitzen zum Teil Merkmale, die mit denen der Hahnenfußartigen übereinstimmen. Beim Pfeilkraut zum Beispiel sind die Fruchtknoten getrennt und spiralig angeordnet. Manche Einkeimblättrigen haben netznervige Blätter (z. B. die als Zimmerpflanze gehaltene Monstera), bei anderen sind die Gefäßbündel ringförmig angeordnet. Diese und andere Tatsachen lassen die Annahme zu, daß auch die Einkeimblättrigen von den Hahnenfußartigen abstammen (s. S. 88).

Familie Liliengewächse (*Liliaceae*)

An den Liliengewächsen, zu denen zum Beispiel die Weiße Lilie, die Tulpe, die Küchenzwiebel und der Spargel gehören, wollen wir die wichtigsten Merkmale der Einkeimblättrigen kennenlernen (Abb. 128).

Für die Einkeimblättrigen ist die dreizählige Blüte typisch. Die Blütenhülle, bei den Zweikeimblättrigen meist in Kelch und Krone unterteilt, ist hier einheitlich. Die drei äußeren und die drei inneren Hüllblätter sind immer gleich gestaltet und oft auffällig gefärbt. Es sind sechs in zwei Kreisen angeordnete Staubblätter vorhanden. Die drei Fruchtblätter sind zu einem oberständigen Fruchtknoten verwachsen. Die Bestäubung findet durch Insekten statt, die durch die leuchtende Blütenfarbe, oft auch durch Nektar angelockt werden. Die Samen befinden sich in einer dreifächrigen Kapsel (Abb. 129).

Viele Liliengewächse vermehren sich durch Zwiebeln. Diese Erscheinung ist uns von verschiedenen Laucharten, zu denen Küchenzwiebel, Knob-Lauch, Schnitt-Lauch und Winter-Lauch (Porree) gehören, gut bekannt.

Die grünlich-weißen Blüten der Küchenzwiebel sind zu Scheindolden vereinigt; die Laubblätter der Küchenzwiebel sind nicht flach (wie etwa bei der Tulpe), sondern gleichmäßig stielrund (Abb. 130).

Andere Liliengewächse (z. B. Maiglöckchen, Weißwurz, Spargel) besitzen unter-



Abb. 128 Liliengewächse. Oben: Aloe, Drachenbaum; unten: Weißwurz, weiße Lilie, Spargel

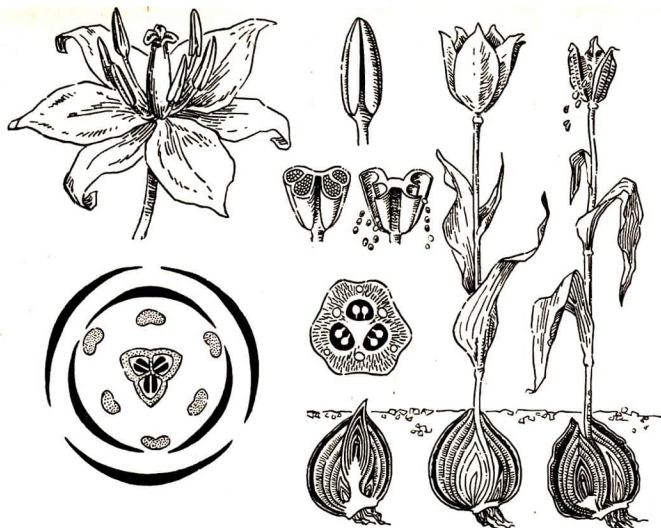


Abb. 129 Tulpe. Links: oben Blüte, unten Blütendiagramm; Mitte: Samenkapsel (ganz, geöffnet, im Querschnitt) Zwiebel; rechts: Pflanze blühend und Samen verstreuend, Zwiebel in Teilung

irdische verdickte Sproßachsen (Grundachsen oder „Wurzelstöcke“). Diese dienen wie die Zwiebeln als Speicherorgane und zur vegetativen Vermehrung.

Wirtschaftlich wichtige Sippen:

Gemüsepflanzen: Winter-Lauch (Porree), Küchenzwiebel, Spargel

Gewürzpflanzen: Knob-Lauch, Schnitt-Lauch u. a.

Zierpflanzen: Tulpe, Hyazinthe, Lilie, Maiglöckchen

Verwandte Familien: Amaryllisgewächse (z. B. Agave, Narzisse, Knotenblume, Schneeglöckchen), Schwertliliengewächse (z. B. Krokus, Schwertlilie, Gladiole).

Familie Süßgräser (*Gramineae*)

Die Süßgräser bilden mit über 4000 Arten eine der artenreichsten Familien der Bedecktsamer.

Die runden Stengel (Halme) sind zwischen den Knoten meist hohl (Abb. 131). Sie können auch, wie beim Mais und Zuckerrohr, mit Mark gefüllt sein. Die hohe Festig-

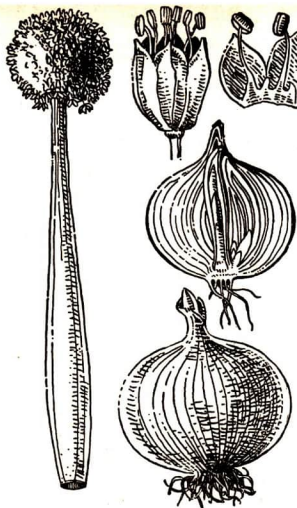


Abb. 130 Küchenzwiebel. Links: Blütenstand; rechts: unten ganze Zwiebel, darüber Längsschnitt durch eine Zwiebel, oben Einzelblüte

keit der Halme erklärt sich aus der besonderen Anordnung des Festigungsgewebes. In die Oberhaut ist mitunter außerdem Kieselsäure eingelagert.

Jedes Blatt besteht aus einer stengelumfassenden Scheide, die in eine Blattspreite übergeht (Abb. 131 links). Am Übergang der beiden Blatt-Teile befindet sich ein Häutchen. Es ist für die einzelnen Arten so charakteristisch, daß es als Bestimmungsmerkmal verwendet wird.

Die unscheinbaren Blüten sind zu Blütenständen (Ährchen) vereinigt (Abb. 132 u. 133). Gegenüber den typischen Blüten der Einkeimblättrigen sind sie rückgebildet. Sie werden durch den Wind bestäubt. Ein Ährchen, das bis zu acht Einzelblüten enthalten kann, wird unten von häutigen Hüllspelzen umgeben. Die Einzelblüte (Abb. 131) be-

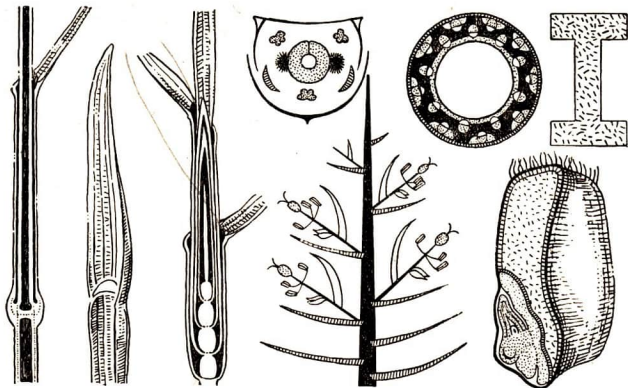


Abb. 131 Süßgras. Von links nach rechts: Stengelstück mit Blattscheide und Knoten; vom Stengel gelöstes Blatt, Längsschnitt durch einen Halm vor dem Schossen, Schema eines Ährchens mit vier entwickelten Blüten, Blüten-diagramm, Keimling, darüber Halmquerschnitt

Abb. 132 Getreidearten
Ähren von Weizen, Roggen,
Gerste; Haferrispe

sitzt eine Deckspelze (oft mit Borsten oder Grannen) und eine Vorspelze. Schwellkörper veranlassen das Öffnen der Blüte. Meistens sind drei Staubblätter vorhanden, die aus der reifen Blüte pendelnd herabhängen. Der vom Wind verbreitete Pollen wird von den zwei federartig verzweigten Narben aufgenommen. Bei den einsamigen Früchten ist die Fruchtwand mit der Samenschale fest verwachsen. Der Keimling liegt dem Nährgewebe seitlich an (Abb. 131 rechts).

Wirtschaftlich wichtige Sippen:

Ährengräser mit stets zwittrigen Blüten:

Getreide: Weizen, Roggen, Gerste

Unkräuter: Quecke

Rispengräser:

Getreide: Hafer, Reis, Hirse, Mais (getrenntgeschlechtlich – einhäusig)

Futtergräser: Unbegrannte Trefe, Wiesen-Rispengras u. a.

Unkräuter: Flughafer, Windhalm u. a.

Einer verwandten Ordnung gehören die Ried- oder Sauergräser (Cyperaceae) an, die vorwiegend auf sauren Böden anzutreffen sind. In ihre harten, scharf schneidenden Blätter ist sehr viel Kieselsäure eingelagert. Sie sind daher als Futtergräser wenig geeignet. Bekannte Vertreter sind das Wollgras, die Simsen und die Seggen.



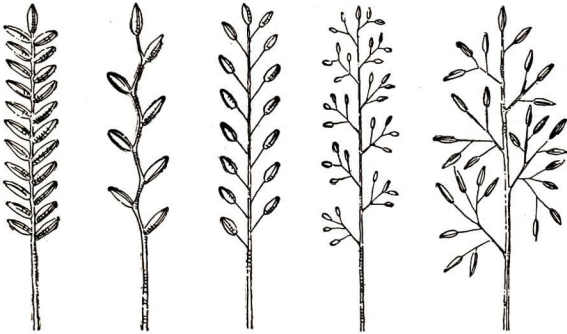


Abb. 133 Blütenstände der Gräser. Geschlossene Ähre, unterbrochene Ähre, einfache Traube (Ährengräser), doppelte Traube (Ährenrispengräser), echte Rispe (Rispengräser)

Aufgaben

1. Suchen Sie Vertreter der im Abschnitt Samenpflanzen genannten Familien! Bestimmen Sie mit Hilfe einer Exkursionsflora die Art! Beginnen Sie auch bei bekannten Arten mit den Haupttabellen, damit Sie sich die Merkmale der Sippen einprägen!
2. Untersuchen Sie Vertreter der genannten Familien! Stellen Sie ursprüngliche und abgeleitete Merkmale zusammen! Zergliedern Sie die Blüten! Stellen Sie die Blütenformel auf und zeichnen Sie das Blütendiagramm!
3. Unterrichten Sie sich über den Anbau und die Verwertung der genannten heimischen Kulturpflanzen!

Nutzpflanzen anderer Vegetationszonen

Auf der Erde lassen sich mehrere Vegetationszonen unterscheiden, die je nach ihrer geographischen Lage, ihrer erdgeschichtlichen Entstehung und auf Grund vieler anderer Faktoren einen eigentümlichen Pflanzenwuchs aufweisen.

Der überwiegende Teil der bisher besprochenen Samenpflanzen gehört zur Flora der nördlichen gemäßigten und kalten Vegetationszone. Einige Vertreter des tropischen und subtropischen Gebietes (z. B. Mais, Kartoffel, Tomate, Kürbis) werden auch in unseren Breiten kultiviert. Andere im Weltmaßstab wichtige Pflanzen aus diesen Gebieten lassen sich bei uns nicht anbauen. Nach der Möglichkeit ihrer Verwendung (Öl, Gewürze u. a.) faßt man die Nutzpflanzen in Gruppen zusammen.

Ölpflanzen

Der Anteil der pflanzlichen Öle und Fette an der Weltproduktion von Fett beträgt etwa 60%. Das Öl ist meist in den Samen der Pflanzen enthalten.

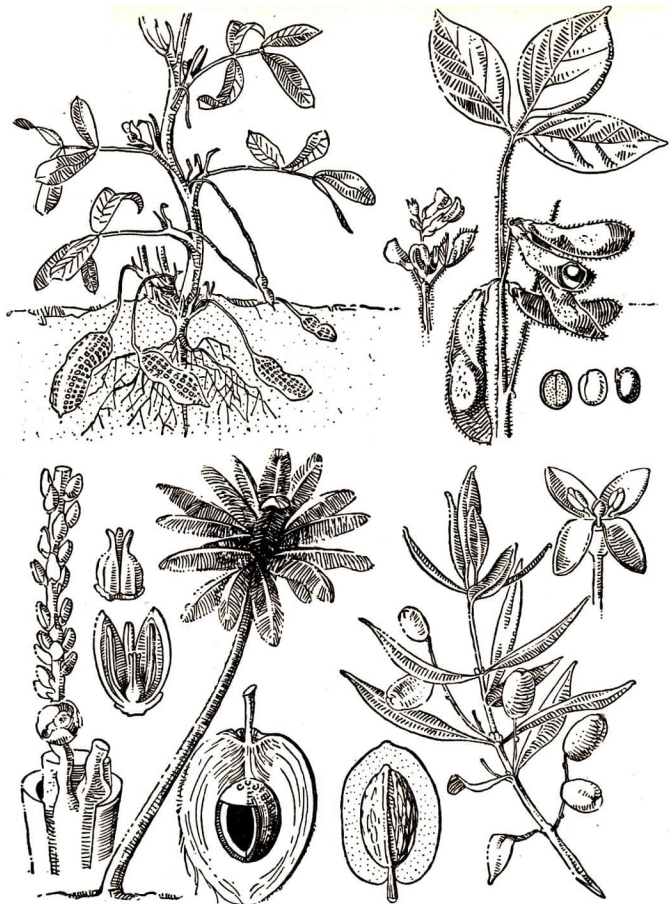


Abb. 134 Ölpflanzen. Oben: Erdnuß, Sojabohne; unten: Kokospalme, Ölbaum

Die wichtigste Ölfrucht ist die **Sojabohne** (Schmetterlingsblütengewächse; Abb. 134 oben rechts). Sie wird in wärmeren Gebieten Asiens und Nordamerikas, aber auch in Afrika und Australien angebaut. Die Sojabohne ist eine Kurztagspflanze, die wenig Ansprüche an den Boden stellt und unserer Buschbohne äußerlich ähnlich ist. Die Samen enthalten bis zu 24% Öl. Da sie außerdem reich an anderen Nährstoffen (Kohlenhydrate, Eiweiß) sind, werden sie auch zu Mehl verarbeitet.

Die Früchte der **Erdnuß** (Abb. 134 oben links), die ebenfalls zu den Schmetterlingsblütengewächsen gehört, entwickeln sich etwa 5 cm tief in der Erde (nach der Befruchtung dringt die Blüte in den Erdboden ein). Die Erdnuß wird vorwiegend in Asien, Afrika und Nordamerika angebaut. Aus den entschalteten Samen wird das hochwertige Erdnußöl gewonnen, das für den Menschen lebensnotwendige Fettsäuren enthält.

Das Erdnußöl findet bei der Margarineherstellung und in anderen Zweigen der Nahrungsmittelindustrie vielseitige Verwendung. Die gerösteten Samen kennen wir als „Erdnüsse“.

Die wichtigste Ölpflanze der Südseeinseln und Indiens ist die **Kokospalme** (Palmen; Abb. 134), deren etwa 2,5 kg schwere Steinfrüchte im Samen fast 60% Fett enthalten. Das Kokosöl kann als Speiseöl, bei der Herstellung von Margarine sowie in der Seifen- und Kunstharzindustrie Verwendung finden. Außerdem werden Kokosraspel zur Herstellung von Gebäck und Süßwaren verwendet.

Eine alte Kulturpflanze der Mittelmeerländer ist der **Ölbaum** (Ölbaumgewächse; Abb. 134). Aus dem Fruchtfleisch und den Samen der Steinfrüchte wird das hochwertige Olivenöl gewonnen.

Im Weltmaßstab spielt weiterhin das Öl der **Baumwollsamens** eine große Rolle (s. S. 115). Es findet als Speiseöl sowie in der chemischen und pharmazeutischen Industrie Verwendung.

Gewürzpflanzen

Gewürze gehören zu den Zusatzstoffen, die die Nahrung schmackhafter machen und die Verdauungsorgane anregen. Ihre wichtigsten Bestandteile sind leichtflüchtige (ätherische) Öle.

Die zermahlenden Pfefferkörner (Steinfrüchte) des kletternden **Pfefferstrauches** kommen als weißer (reifer Samen) oder schwarzer (unreife Früchte) Pfeffer in den Handel. Die Pflanze (4 bis 5 m hoch) wird in Südindien, Indonesien und auf den Sunda-inseln angebaut und meist durch Sproß- und Wurzelstecklinge vegetativ vermehrt (Abb. 135 oben links).

Die „Muskatnuß“ ist der entschaltete Kern einer Steinfrucht des **Muskatnußbaumes** (Ordnung Hahnenfußartige; Abb. 135 oben rechts), der in Indien, Indonesien und Brasilien angepflanzt wird.

Die **Gewürznelken** sind getrocknete Blütenknospen des 10 bis 20 m hohen Gewürznelkenbaumes (Myrtengewächse; Abb. 135), der auf Sansibar und Madagaskar vorkommt. Neben der Verwendung als Gewürz spielt das Nelkenöl eine große Rolle als Antiseptikum in der Zahnmedizin sowie für die Likör-, Parfüm- und Seifenindustrie.



Abb. 135 Gewürzpflanzen. Oben: Pfeffer, Muskatnuß; unten: Gewürznelke, Nelkenpfeffer

Zu den Myrtengewächsen gehört auch der **Nelkenpfefferbaum**, dessen Früchte (Piment) als Kuchengewürz bekannt sind. Er wird vor allem auf Jamaika und Kuba angebaut (Abb. 135 unten rechts).

Neben den Früchten können auch die Rinde oder unterirdische Sproßteile (Rhizome) ätherische Öle enthalten. Die Rinde des Echten oder **Ceylon-Zimtbaumes** (Lorbeer- gewächse) wird von den jungen Zweigen geschält und getrocknet (Abb. 138). Die Volksrepublik China exportiert die Rinde des chinesischen oder **Cassia-Zimtbaumes**. Eines der ältesten Gewürze, der **Ingwer**, wird aus Rhizomteilen einer einkeimblättrigen Staudenpflanze (Ingwergewächse; Abb. 138 oben rechts) gewonnen, die in Süd- und Ostasien angebaut wird.

Genußmittelpflanzen

Genußmittel regen in erster Linie das Gefäß- und Nervensystem an. In größeren Mengen wirken sie giftig und können zu schweren Schädigungen des Organismus führen.

Die Araber bauten schon im 15. Jahrhundert den **Kaffeestrauch** (Rötengewächse; Abb. 136) in Mokka an. Die wichtigsten Anbauggebiete sind heute Südamerika und Westafrika. In den kirschenähnlichen Steinfrüchten liegen zwei Samen, die „Kaffeebohnen“. Sie enthalten das Coffein.

In Asien und Transkaukasien wird der 1 bis 2 m hohe immergrüne **Teestrauch** (Kameliegewächse; Abb. 137) angebaut. Seine getrockneten Blätter kommen als



Abb. 136 Genußmittelpflanzen. Kaffee, Kakao



Abb. 137 Tabak, Tee

schwarzer oder grüner Tee in den Handel. Tee enthält ähnlich wie der Kaffee einen anregenden Stoff, die Coffeinform Tein.

Als die Spanier Mexiko eroberten, lernten sie den Kakao kennen. Seit dem 16. Jahrhundert gewann er auch bei uns immer größere wirtschaftliche Bedeutung. Der etwa 6 bis 8 m hohe **Kakaobaum** (Stinkbaumgewächse; Abb. 136) gedeiht nur in tropischen Gebieten. Wichtige Anbauggebiete sind Südamerika, Westafrika, Ceylon und Indonesien. In den etwa 20 cm langen Früchten befinden sich 40 bis 50 bohnenförmige Samen. Nach dem Entbittern und Rösten wird das Öl herausgepreßt (Kakaobutter) und der Rest zu Kakaopulver zermahlen, aus dem man schmackhafte Getränke herstellen kann. Schokolade enthält eine Mischung von Kakaopulver, Kakaobutter, Zucker und Gewürzen. Im Kakao sind Stoffe enthalten, die die Tätigkeit der Nieren anregen. Er ist besonders wegen des Fettgehalts im Gegensatz zu Kaffee und Tee ein Nahrungsmittel!

Ein weitverbreitetes Genußmittel ist der **Tabak**, der schon den Indianern bekannt war (Abb. 137). Er gehört, wie Kartoffel und Tomate, zu den Nachtschattengewächsen und wird auch bei uns angebaut. Schon 0,05 g des darin enthaltenen anregenden Stoffes Nikotin in reiner Form sind für den Menschen tödlich. Nikotin kann bei ständigem Tabakgenuß zu schweren Erkrankungen führen (Gefäßgift!). Noch gefährlicher sind krebserregende Stoffe des Tabaks. Vor allem für den sich entwickelnden jugendlichen Organismus ist das Nikotin schädlich. Junge Menschen sollten auf keinen Fall rauchen.



Abb. 138 Gewürze und Obst. Oben: Ceylon-Zimt, Ingwer; unten: Ananas, Apfelsine

Zusammensetzung wichtiger Obstsorten

Name	100 g enthalten			Vitamine in 100 g				Mineralstoffe
	Wasser	Kohlenhydrate	Eiweiße	C	B ₁	B ₂	A	
Apfel	82 g	13 g	0,4 g	8 mg	0,05 mg	0,05 mg	—	10 mg Ca
Apfelsine	60 g	8,9 g	0,6 g	50 mg	0,07 mg	0,05 mg	300 I. E.*	40 mg Ca
Erdbeeren	85 g	7,6 g	1,3 g	60 mg	0,03 mg	0,07 mg	200 I. E.	30 mg Ca
Schwarze Johannisbeere	79 g	13,7 g	1,0 g	140 mg	0,09 mg	0,04 mg	400 I. E.	30 mg Ca
Tomate	93 g	3,4 g	0,9 g	25 mg	0,08 mg	0,04 mg	1 600 I. E.	10 mg Ca
Zitrone	53 g	5,5 g	0,5 g	50 mg	0,05 mg	0,02 mg	50 I. E.	10 mg Ca

* I. E. = international festgelegte biologische Maßeinheit (Internationale Einheit)

Obstpflanzen

Die Südfrüchte, zu denen Apfelsine, Zitrone, Banane u. a. gehören, enthalten wie das bei uns heimische Obst Vitamine, organische Säuren und Mineralstoffe.

Zitrone. Früchte 3 bis 7 m hoher Bäume, enthalten Vitamin C, liefern Zitronenöl und Zitronat, werden in den Mittelmeerländern (Italien, Spanien, Ägypten, Griechenland) angebaut.

Mandarine. Früchte (3 bis 6 cm Durchmesser) an Sträuchern, liefern Vitamine, Mandarinenöl, Frischobst; in Japan, China, Indien, USA, den Mittelmeerländern angebaut.

Pampelmuse. Bis etwa 1 kg schwere Früchte hoher Bäume, sind besonders reich an Vitamin C, vor allem in Ländern Südasiens, Kuba und in den USA (Grapefruit) angebaut.

Pomeranze. Man verwendet Blätter, Blüten und Früchte der 6 bis 13 m hohen Bäume als Genußmittel, in der Nahrungsmittelindustrie und Medizin. Anbaubgebiete: Himalaja, Ostafrika, Indien, Mittelmeergebiete.

Apfelsine. Früchte 10 bis 13 m hoher Bäume (Abb. 138); Verwendung als Frischobst (Vitamin Gehalt) und zur Gewinnung ätherischer Öle. Anbaubgebiete: Spanien, Italien, USA, Marokko.

Die genannten Südfrüchte (Citrus-Früchte) gehören zur Familie der Rautengewächse, sie sind entfernt mit dem Lein verwandt.

Banane. Die rinnenförmigen Blattscheiden der aus einem Rhizom entspringenden Blätter bilden bis 7 m hohe Scheinstämme, in denen der Blütenstand emporwächst (Abb. 139). Daraus gehen nach der Befruchtung die großen Fruchtstände mit vielen Einzelfrüchten (samenlose Beeren) hervor. Obstbananen werden gern als Frischobst genossen, sie sind sehr aromatisch, enthalten neben Zucker nur wenig Vitamine (C, E). Hauptanbaubgebiete: Brasilien, China, Australien.

Ananas. Bis zu 4 kg schwere Sammel-Scheinf Früchte krautiger Pflanzen (*Bromeliaceae*) enthalten vor allem Zucker und wenige Vitamine, sie werden als Frischobst, aber auch

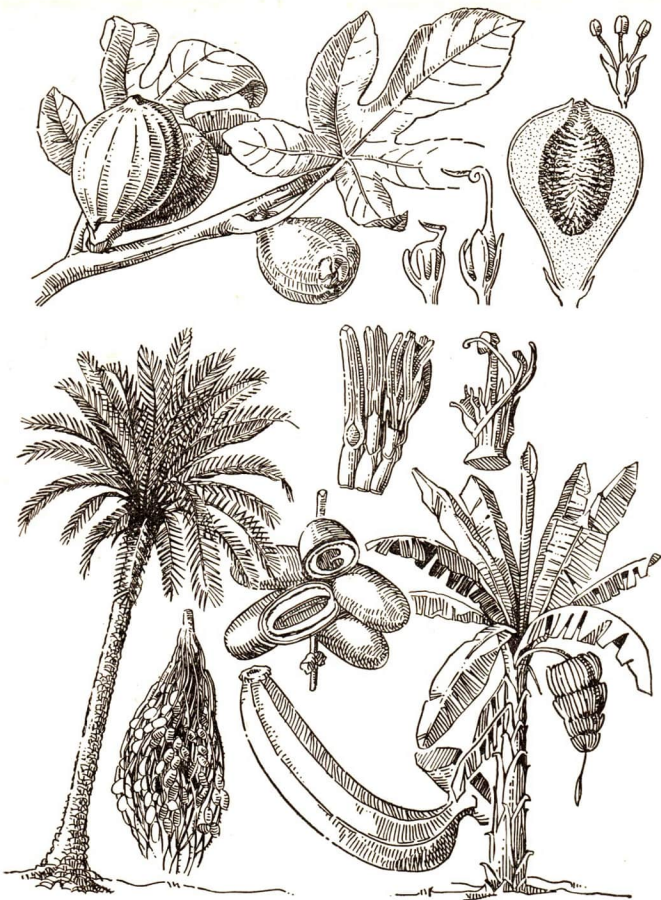


Abb. 139 Obst. Oben: Feige; unten: Dattelpalme, Banane

zur Konservenherstellung verwendet. Hauptanbaugebiete: Hawaii, Brasilien, Mexiko, Kuba (Abb. 138).

Feige. Birnenförmige Scheinfrüchte an 2 bis 4 m hohen Laubbäumen (Maulbeergewächse; Abb. 139), die in Bulgarien und Ungarn schon winterhart sind. Feigen sind sehr zuckerreich, sie werden meist getrocknet gegessen. Hauptanbaugebiete: Kleinasien, Südeuropa.

Datteln. Aus den rispigen Blütenständen der Dattelpalme (Palmen; Abb. 139; 15 bis 30 m hoch) gehen bis zu 200 Einzelfrüchte (Beeren) je Fruchtstand hervor. Sie enthalten 60 bis 70% Zucker, verschiedene Mineralstoffe (P, Ca, Fe) sowie Vitamin A und C. Datteln werden frisch oder getrocknet gegessen. Hauptanbaugebiete sind Irak (90% der Weltproduktion), Kalifornien, Texas, Mexiko, Südafrika und Australien.

Faserpflanzen

Naturfasern tierischer und pflanzlicher Herkunft haben schon seit Jahrtausenden große Bedeutung für den Menschen. Obwohl in den letzten Jahrzehnten die Entwicklung und Produktion synthetischer Fasern großen Aufschwung genommen hat, finden Naturfasern auch heute noch in verschiedenen Wirtschaftszweigen vielseitige Verwendung.

Naturfasern können aus verschiedenen Pflanzenteilen gewonnen werden. **Baumwolle**



Abb. 140 Faserpflanzen. Jute, Ramie



gewinnt man zum Beispiel aus **Samenhaaren** der Baumwollpflanze (Malvengewächse; Abb. 141). Die Samen liefern außerdem hochwertiges Öl (s. S. 118). Die Hauptanbaugebiete für Baumwolle sind: UdSSR, USA, China, Indien, Ägypten, Brasilien und Pakistan.

Aus den **Stengeln** von Jute (Lindengewächse; Ostindien, tropisches Amerika) und Ramie (Nesselgewächse; China, Indien) gewinnt man ebenfalls wirtschaftlich wichtige Fasern. Auch die **Blätter** von Manilahanf (Bananengewächse; Philippinen), Sisalagave (Amaryllisgewächse; Ostafrika, Sunda-Inseln) und Neuseelandflachs (Liliengewächse) liefern Fasern (Abb. 140).

Produktion von Textilfasern (1959)

	Baumwolle	Wolle	Naturseide	Zellwolle	Kunstseide	synthetische Faser
Welt	11 Mill. t	1 414 Mill. t	40 000 t	1,423 Mill. t	1,07 Mill. t	0,575 Mill. t
DDR	Einfuhr 107 699 t	eigenes Aufkommen 8 303,6 t Einfuhr 19 353 t		112 477 t	26 900 t	7 700 t

Kautschukpflanzen

Kautschuk ist ein Bestandteil des Milchsafte zahlreicher Pflanzen, von denen viele in den Tropen heimisch sind (Abb. 142). Den meisten Kautschuk liefert der **Parakautschukbaum** aus der Familie der Wolfsmilchgewächse. Seine Heimat ist Südamerika; Hauptanbaugebiete sind heute Indonesien, die Malayische Halbinsel, Ceylon, Vietnam, Indien, Burma und tropische Gebiete Afrikas und Amerikas. Der Parakautschukbaum erreicht eine Höhe von 17 bis 30 m und einen Stammdurchmesser von 1 m. Der Milchsaft befindet sich in ungegliederten Milchröhren in der Rinde des Baumes und wird durch Anzapfen der Rinde gewonnen.

Kautschuk liefert auch der bei uns als Zimmerpflanze gepflegte **Gummibaum**. Er gehört zur Familie der Maulbeergewächse. Seine Heimat ist Ostindien.



Abb. 142 Kautschukpflanzen. Oben: Gummibaum, Kok-Saghyz; unten: Parakautschukbaum

In der Sowjetunion gewinnt man Kautschuk aus der krautigen **Kok-Saghyz**-Pflanze. Sie gehört zu den Korbblütengewächsen (Gattung Kuhlblume).

Aus dem Milchsafte dieser Pflanzen gewinnt man Kautschuk, der zu Gummi verarbeitet wird.

Produktion von Naturkautschuk und synthetischem Kautschuk

1960	Naturkautschuk	synthetischer Kautschuk
Welt	1,9 Mill. t	1,63 Mill. t
DDR	Einfuhr 23 020 t	Produktion 86 765 t Ausfuhr 49 469 t

Heimische Ölpflanzen

Name	Familie	Samenerträge DDR 1960	Fettgehalt der Samen	Eiweißertrag je ha
Winterraps	Kreuzblütengewächse	177 278 t	44%	3,1 dt
Körnersenf	Kreuzblütengewächse	} 9 465 t	26%	4,1 dt
Öllein	Leingewächse		40%	4,1 dt
Faserlein	Leingewächse	8 503 t	40%	4,1 dt
Mohn	Mohngewächse	2 867 t	42%	2,0 dt
Sommerraps	Kreuzblütengewächse	3 040 t	42%	2,0 dt
Winterrüben	Kreuzblütengewächse	2 115 t	36%	2,7 dt
Sommerrüben	Kreuzblütengewächse	100 t	36%	1,5 dt
Ölsonnenblumen	Kreuzblütengewächse	107 t	30%	1,7 dt

Aufgaben

1. Stellen Sie in einer Tabelle die wichtigsten Herkunftsgebiete der Nutzpflanzen zusammen!
2. Informieren Sie sich in Zeitungen und Zeitschriften über die wirtschaftlichen Verhältnisse in diesen Ländern!
3. Stellen Sie in einer Tabelle die Nutzpflanzen nach verwendeten Organen zusammen!

Wichtige tropische Ölpflanzen

Name	Familie	Herkunft	Hauptanbau- gebiete	Welt- produktion 1957	verwendete Teile	Ölgehalt	Eiweißgehalt
Sojabohne	Schmetterlings- blütengewächse	Südostasien	Südostasien, China, USA, Afrika	25 Mill. t Samen	Samen	16 bis 24%	40%
Erdnuß	Schmetterlings- blütengewächse	Südamerika	Indien, China, Nigeria	14 Mill. t Samen	Samen	40 bis 50%	33%
Baumwolle	Malvengewächse	Tropen, Subtropen	USA, UdSSR, China, Indien, VAR Ägypten, Brasilien	17,6 Mill. t Samen	Samen	30 bis 40%	29 bis 34%
Kokospalme	Palmengewächse	tropisches Asien	Philippinen, Indien, Indo- nesien, Ceylon	3,3 Mill. t Kopra	Samen	60 bis 67%	8%
Ölpalme	Palmengewächse	tropisches Afrika	tropisches West- afrika, Malaya, Indonesien	990 000 t Palmöl	Fruchtfleisch Samen	65 bis 72% 45 bis 55%	

Faserpflanzen

Name	Familie	Herkunft	Hauptanbaugebiete	Produktion		Faserliefernde Teile
				Welt	DDR	
Baumwolle	Malvengewächse	Tropen, Subtropen	UdSSR, USA, China, Indien, Ägypten, Brasilien	11 Mill. t	—	Samen
Lein (Flachs)	Leingewächse	Südwestasien			60 314 t (1960)	Stengel
Hanf	Hanfgewächse	Indien			13 902 t (1960)	Stengel
Jute	Lindengewächse	Indien	Indien, Pakistan	2,05 Mill. t	—	Stengel
Ramie	Nesselgewächse	Ostasien	China, Indonesien, Indien, Brasilien		—	Stengel
Manilahanf	Bananengewächse	Philippinen	Philippinen, Mittelamerika, Australien	140 000 t	—	Blätter
Sisalagave	Amaryllisgewächse	Mexiko	Tanganjika, Kenia, Indonesien, Brasilien	636 000 t	—	Blätter
Neuseelandflachs	Liliengewächse	Neuseeland	Neuseelands, Ostindien		—	Blätter

Pflanzen, die Stärke und Zucker liefern

Name	Familie	Herkunft	Hauptanbaugebiete	Ernteertrag DDR 1959	Ernteertrag je ha DDR 1960	Welt- produktion 1959
Weizen	Sußgräser	Südwestasien, Afrika, Mittelmeer- raum	UdSSR, USA, Kanada	1,4 Mill. t	34,8 dt	248,9 Mill. t.
Reis	Sußgräser	tropisches Asien	China, Indien, Japan	—	—	265,6 Mill. t
Körnermais	Sußgräser	südliches Nord- amerika oder Peru	USA	0,004 Mill. t	23,5 dt	218,7 Mill. t
Roggen	Sußgräser	Südwestasien, Afrika, Mittelmeerraum	UdSSR, Polen	2,1 Mill. t	22,5 dt	38,45 Mill. t
Hafer	Sußgräser	siehe Roggen	USA, UdSSR, Kanada	0,9 Mill. t	28,1 dt	58,2 Mill. t
Gerste	Sußgräser	siehe Roggen	UdSSR, England, Frankreich	1 Mill. t	31,3 dt	83,8 Mill. t
Kartoffel	Nacht- schatten- gewächse	Hochland Peru, Chile	UdSSR, Westdeutschland, DDR, Frankreich	12,4 Mill. t	192,4 dt	270,6 Mill. t
Zuckerrübe (Zuchtform der Runkelrübe)	Gänsefuß- gewächse	Küstengebiete des Mittelmeeres	UdSSR, USA, Frankreich, Westdeutschland, DDR	4,7 Mill. t	287,6 dt	141,6 Mill. t
Zuckerrohr	Sußgräser	wahrscheinlich Indien	Indien, Kuba, Brasilien	—	—	340 Mill. t (1956)

Wichtige Gemüsepflanzen

Name	Familie	Nährstoffe in 100 g			Vitamine in 100 g				Calcium in 100 g
		Kohlen- hydrate	Eiweiße	Fette	C (roh)	B ₁	B ₂	A	
Bohnen (grün)	Schmetterlingsblüten- gewächse	2,6 g	1,1 g	0,1 g	15 mg	0,1 mg	0,15 mg	500 IE	40 mg
Chinakohl	Kreuzblütengewächse	0,4 g	0,7 g	0,1 g	35 mg	0,03 mg	0,04 mg	—	125 mg
Erbsen (grün)	Schmetterlingsblüten- gewächse	8,4 g	3,6 g	0,2 g	25 mg	0,2 mg	0,15 mg	500 IE	40 mg
Grünkohl	Kreuzblütengewächse	4,6 g	2,2 g	0,4 g	120 mg	0,15 mg	0,14 mg	10 000 IE	30 mg
Mohrrübe	Doldengewächse	6,7 g	0,9 g	0,2 g	3 mg	0,06 mg	0,06 mg	8 000 IE	40 mg
Petersilie	Doldengewächse	7,0 g	3,5 g	0,7 g	185 mg	0,12 mg	0,28 mg	8 000 IE	40 mg
Rotkohl	Kreuzblütengewächse	3,8 g	1,3 g	0,2 g	40 mg	0,12 mg	0,10 mg	—	50 mg
Spargel	Liliengewächse	1,6 g	1,3 g	0,1 g	30 mg	0,10 mg	0,07 mg	800 IE	20 mg
Spinat	Gänsefußgewächse	1,4 g	1,8 g	0,2 g	55 mg	0,17 mg	0,25 mg	10 000 IE	130 mg
Weißkohl	Kreuzblütengewächse	3,2 g	1,2 g	0,2 g	40 mg	0,08 mg	0,12 mg	—	50 mg
Zwiebel	Liliengewächse	8,9 g	1,2 g	0,1 g	6 mg	0,05 mg	0,02 mg	50 IE	30 mg

Gesamtanbaufläche für Gemüse 1960 in der DDR 52 983 ha, davon 7 910 209 m² unter Glas



ORGANISMUS UND UMWELT

Das Zusammenleben von Pflanzen und Tieren in der Natur wurde lange Zeit als etwas Selbstverständliches angesehen, so daß es vielen Naturbeobachtern nicht notwendig erschien, es zum Gegenstand von Überlegungen und Untersuchungen zu machen. In jüngerer Zeit aber wurde deutlich, daß die Kenntnis der Ursachen dieses Zusammenlebens wesentlich zum richtigen Verständnis der lebenden Natur beiträgt. Gegenwärtig ist die Untersuchung des Zusammenlebens von Organismen ein wichtiges Fachgebiet der Biologie. Deshalb wollen wir uns mit diesen Fragen beschäftigen.

Das Zusammenleben der Organismen können wir nicht durch das Lesen eines Lehrbuchs und durch den Unterricht im Klassenzimmer allein verstehen lernen. Wir müssen hinausgehen in die Natur und dort arbeiten. Nur durch eigene Untersuchungen und deren Auswertung werden wir einen Einblick in die sehr komplizierten Gesetze gewinnen, von denen das Leben der Organismen in der Natur abhängt.

Ein Teich bietet den Organismen bestimmte Lebensbedingungen, die vom Klima (Temperatur, Licht, Luft, Wasser), vom Boden und von anderen Faktoren abhängen. Dieser Teich stellt einen **Lebensraum** (Biotop) dar. In dem Lebensraum bildet die Vielzahl von Organismen in ihrer Gesamtheit eine **Lebensgemeinschaft** (Biozönose). Der Lebensraum beherbergt von seiner freien Wasserfläche aus über die dicht verwachsene Uferzone bis zu den angrenzenden Wiesen die reiche, vielgliedrige Lebensgemeinschaft Teich.

Im flachen Uferwasser des Teiches hat sich eine besondere Pflanzengemeinschaft, das Teichröhricht, entwickelt. In diesem Abschnitt der Lebensgemeinschaft Teich finden wir bestimmte Pflanzenarten und Tierarten, die unter entsprechenden Umweltbedingungen in jedem Teich auftreten können. Gleiches gilt für das Pflanzen- und Tierleben der übrigen Bereiche (Abb. 143).

Überblick über die Pflanzengemeinschaft Teich

Der Teich von Wasserpflanzen, Süßgräsern und Sauergräsern, Sträuchern und an der äußeren Grenze von Bäumen beherrschter Lebensraum	Zonen Wasserfläche und Randzonen des Teiches sind als eine Einheit aufzufassen. Die einzelnen Zonen sind nach ihren Pflanzengesellschaften benannt	Pflanzengesellschaften Teichrosen- oder Laichkraut-Gesellschaft, Teichröhricht, Großseggen-Wiese, Kleinseggen-Wiese, Sumpfwurz-Pfeifengras-Wiese
--	--	--

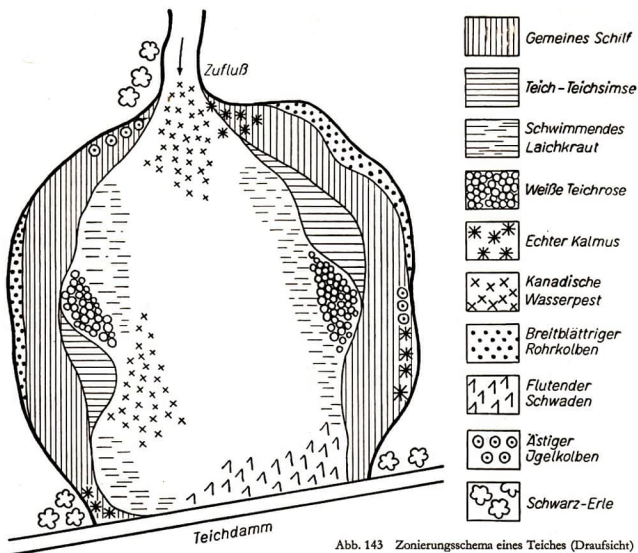


Abb. 143 Zonierungsschema eines Teiches (Draufsicht)

Ebenso wie die Lebensgemeinschaft Teich enthalten andere Lebensgemeinschaften Arten von Organismen, die für sie kennzeichnend sind. Einen Überblick über Lebensgemeinschaften, die sich häufig an einen Teich anschließen, gibt die Abbildung 144.

Die Gemeinschaften von Pflanzen und Tieren bilden sich allmählich; sie sind vor allem von den Lebensbedingungen des jeweiligen Standorts abhängig. Nur solche Samen entwickeln sich, die diesen Bedingungen angepaßt sind. Aus dem mehr oder weniger zufallsbedingten Bestand von Erstbesiedlern entsteht allmählich eine Pflanzen-gemeinschaft.

Der Waldboden eines Kahlschlags wird verhältnismäßig schnell von bestimmten Pflanzen besiedelt, die wiederum ganz bestimmten Tieren eine Lebensgrundlage bieten (s. Übersicht S. 125).

Aufgaben

1. Bringen Sie als Ergänzung zur Tabelle der Kahlschlag-Besiedlung Beispiele, die Sie bei der Beschäftigung mit der Lebensgemeinschaft Wald in der Klasse 8 kennengelernt haben!
2. Nennen Sie Beispiele dafür, daß sich ein ankommender oder im Boden ruhender Samen nicht entwickeln kann!

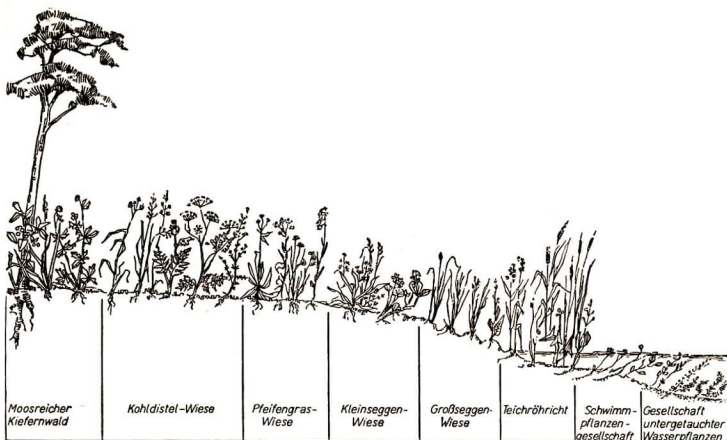
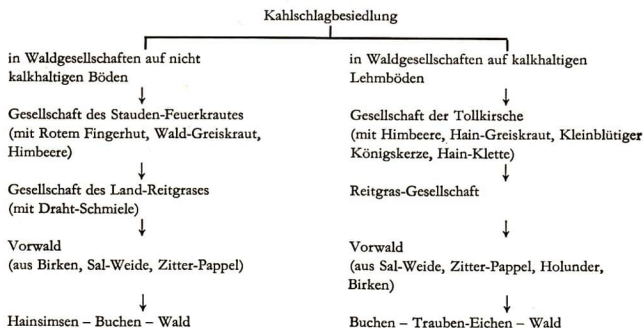


Abb. 144 Zonierungsschema von an einem Teich anschließenden Pflanzengesellschaften (im Querschnitt)



Eine Biozönose ist als Ganzes zu betrachten. Wir finden in ihr bestimmte charakteristische Pflanzen- und Tiergemeinschaften vereinigt, die in den angrenzenden Lebensbezirken selten sind oder ganz fehlen. Sie geben der Lebensgemeinschaft und ihren einzelnen Teilen ein charakteristisches Gepräge.

Innerhalb der Biozöosen gibt es verschiedene Formen eines besonders engen Zusammenlebens von Organismen. Dazu gehören vor allem Parasitismus und Symbiose sowie Kolonien, Schwärme, Rudel, Herden und Staaten bei Tieren. Alle diese Erscheinungen sind Bestandteile von Lebensgemeinschaften.

Eine Biozönose besitzt einen durch die Umweltbedingungen geformten eigentümlichen Aufbau. Jedes Lebewesen ist mit der gesamten Lebensgemeinschaft verbunden, zu der es gehört; jedes Einzelwesen (Individuum), das wir für sich betrachten, lösen wir aus einer Gemeinschaft heraus. Die Gemeinschaft selbst ist an einen Lebensraum gebunden, in dem verhältnismäßig einheitliche Lebensbedingungen herrschen.

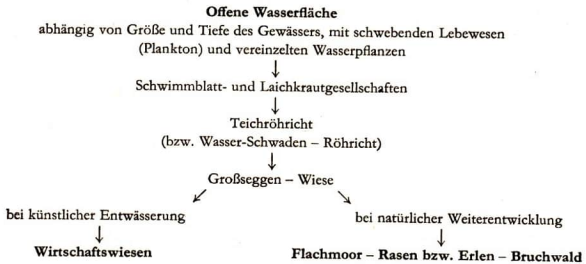
Überblick über die Lebensgemeinschaften Wald und Wiese

Der Wald von Bäumen und Sträuchern beherrschter Lebensraum	Laubwald Nadelwald Mischwald	Buchenwald, Eichen-Hainbuchen- Wald, Eschen-Ahorn- Schlucht-Wald, Bach-Eschen- Erlen-Wald, Ulmen-Mischwald, Ebereschen-Fichtenwald, Buchen- Tannen-Wald, Fichten-Wald, Kiefern-Wald, Höhen- Kiefern-Tannen-Wald
Die Wiese von Süß- und Sauer- gräsern beherrschter Lebensraum	nasse Wiese feuchte Wiese frische Wiese Trocken- oder Mager- rasen	Rohrglanzgras-Wiese, Großseggen- Wiese Kleinseggen-Wiese, Pfeifengras- Wiese, Wiesen-Fuchsschwanz- Wiese Wiesen-Schwingel-Wiese, Glatt- hafer-Wiese Knäuelgras-Wiese, Magerrasen der Aufrechten Trespe, Schaf-Schwingel-Rasen, Fieder- zwenken-Rasen, Borstengras-Rasen

Lebensgemeinschaft und Lebensraum stehen in ständigen engen Wechselbeziehungen miteinander. Sie bilden eine Einheit. Einerseits ist die Entwicklung der Organismen vom Lebensraum abhängig, andererseits wirken die Organismen aber auch auf ihren Lebensraum verändernd ein.

In der Röhrichtgesellschaft des Teichrandes zum Beispiel werden die Überreste der Pflanzen (Schilf, Rohrkolben, Froschlöffel, Binsen, Seggen u. a.) nicht verbraucht. Dadurch hebt sich nach und nach die

Bodenoberfläche über das Flachwasser. Sie tritt schließlich bis über den Wasserspiegel des Teiches. Zunächst kann sich hier ein Weidengebüsch und nach ihm ein Erlenwald entwickeln. Der Teich verlandet (Farbtafel 5). Eine Folge von Pflanzengesellschaften, die sich an einem Ort nacheinander entwickeln, bezeichnet man als Sukzession.



In einer beständigen Lebensgemeinschaft ist durch das Zusammenspiel aller an dem Standort wirkenden Faktoren ein Zustand erreicht, den wir als **biozönotisches Gleichgewicht** bezeichnen. Wenn es gestört wird, ändert sich das Gefüge der Lebensgemeinschaft.

In der Lebensgemeinschaft Wald, mit der wir uns in Klasse 8 beschäftigt haben, kann das Gleichgewicht zeitweilig gestört werden, wenn Schadinsekten in Massen auftreten. Dies hat eine Verminderung ihrer Nahrungspflanzen zur Folge. Die starke Vermehrung der Schädlinge gibt Tieren, die sich von ihnen ernähren, gute Lebensbedingungen. Ameisen, Wanzen, Spinnen, Puppenräuber, insektenfressende Vögel, die parasitären Schlupfwespen und andere Feinde vermehren sich stark. Das wiederum führt zu einer Verminderung der Schädlinge. Das Gleichgewicht wird allmählich wieder hergestellt.

Aufgabe und Frage

Nennen Sie Beispiele für Störungen des biozönotischen Gleichgewichts in Biotopen Ihres Heimatgebietes aus den vergangenen Jahren! Welches waren die Ursachen?

Das biozönotische Gleichgewicht wird häufig durch den Eingriff des Menschen in eine Lebensgemeinschaft absichtlich beeinflusst. Dann kann die ursprüngliche Lebensgemeinschaft nicht weiter bestehen. Als Ergebnis der Maßnahmen des Menschen (etwa durch das Entwässern von Sümpfen, durch Pflanzenbau, Bodenbearbeitung und Düngung) entstehen neue Lebensgemeinschaften. Wir bezeichnen sie als **Kultur-biozönos** und ihre Lebensräume als **Kulturbiotope**. Sie bestehen nur durch die Arbeit des Menschen. In ihnen herrscht ebenfalls ein bestimmtes Gleichgewicht. Wenn der Mensch seinen Einfluß nicht mehr geltend macht, entwickeln sich beispielsweise in der Feldflur auf einer unbearbeiteten Ackerfläche nacheinander verschiedene neue Pflanzen- und Tiergemeinschaften (Unkrautflur – Gehölzanflug – Vorwald – standortgemäße Waldgesellschaft).

Aufgaben und Ziele unserer Arbeit in einer Lebensgemeinschaft

Um die Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, die in einer Lebensgemeinschaft unseres Heimatgebietes wirken, müssen wir die wichtigsten Umweltfaktoren, die am Standort herrschen, genauer untersuchen. Wir müssen uns um die Beantwortung folgender Fragen bemühen:

1. Auf welchem geologischen Untergrund befindet sich die Lebensgemeinschaft? An welche Geländeform ist sie gebunden?
2. In welcher Verbindung steht der Lebensraum unserer Lebensgemeinschaft mit benachbarten Lebensräumen?
3. In welcher Weise wirken Klima und Boden auf die Einzellebewesen und auf die Lebensgemeinschaft als Ganzes?
4. Welche Pflanzenarten sind für die Lebensgemeinschaft charakteristisch? (Auswahl einer abgegrenzten Aufnahmefläche, Feststellen der typischen Pflanzenarten, Anteil der Pflanzenarten an der Lebensgemeinschaft, Schichtung, Wechselbeziehungen zwischen den Pflanzen.)
5. Welche Tierarten leben in unserer Lebensgemeinschaft? (Beobachtungsgruppen bilden! Beobachtungen während des ganzen Jahres durchführen! Artenliste der Tiere nach ihrem Vorkommen in den Jahreszeiten zusammenstellen!)
6. Welchen Einfluß hat der Mensch auf die Lebensgemeinschaft?

Die Bedeutung der Umweltfaktoren

Auf jedes Lebewesen wirken viele verschiedene Faktoren der Umwelt. Sie wirken stets als Gesamtheit auf den Organismus; wenn wir aber einen Einblick in die Abhängigkeit der Organismen von ihren Umweltfaktoren erhalten wollen, müssen wir zunächst die Wirkung der einzelnen Faktoren für sich betrachten.

Jeder Organismus kann nur unter bestimmten Umweltbedingungen leben. Reicht die Wirkung eines Umweltfaktors gerade aus, das Leben der Art zu ermöglichen, so sprechen wir vom **Minimum**. Mit steigendem Einfluß verbessern sich die Lebensbedingungen für die Art. Der günstigste Bereich wird als **Optimum** bezeichnet. Wirkt der Umweltfaktor stärker, so verschlechtern sich die Lebensbedingungen wieder, bis jenseits des **Maximums** das Leben für diese Art unmöglich wird (Abb. 145).

Die optimalen Lebensbedingungen können für verschiedene Arten recht unterschiedlich sein. Für die meisten Arten sind sie aber annähernd gleich.

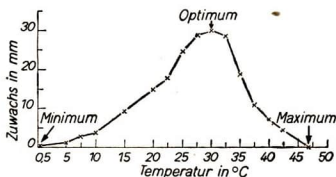


Abb. 145 Zuwachsgrößen der Wurzel einer Lupine in 24 Stunden bei verschiedenen Temperaturen

Aufgabe

Nennen Sie Umweltfaktoren, die auf eine Lebensgemeinschaft einwirken! Erläutern Sie an Beispielen, die Sie bei der Behandlung der Lebensgemeinschaft Wald kennengelernt haben, die Wirkung verschiedener Umweltfaktoren!

Klimafaktoren

Die wesentlichen Angaben über die allgemeinen klimatischen Bedingungen, die auf die von uns zu untersuchende Lebensgemeinschaft einwirken, erfahren wir aus den Veröffentlichungen der örtlichen meteorologischen Stationen (z. B. Durchschnittstemperatur; durchschnittliche Niederschlagsmenge während der Vegetationsperiode und während des Jahres). Um aber den Einfluß der Klimafaktoren (des Lichts, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Luftbewegung) auf eine Lebensgemeinschaft beurteilen zu können, müssen wir das Klima der bodennahen Luftschichten (Kleinklima) kennenlernen. Es kann vom Klima des gesamten Gebietes recht beachtlich abweichen. Das Kleinklima wird von der besonderen Geländeform, der Bodenbeschaffenheit und dem Pflanzenwuchs des Standortes beeinflusst.

Das Licht

Das Licht ist von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung einer Pflanze, es fördert die Chlorophyllbildung, wird zur Assimilation des Kohlenstoffs benötigt (Photosynthese), beeinflusst die Blütenbildung, den Fruchtausatz sowie die Festigkeit der Halme und Stengel (Abb. 146).

Wir können Lichtkeimer (Akelei, Weiderich u. a.) und Dunkelkeimer (Ehrenpreis, Enzian u. a.) unterscheiden. Es gibt Pflanzen, die zu ihrer vollständigen Entwicklung täglich unbedingt eine mehr als zwölfstündige Lichteinstrahlung benötigen (Langtagpflanzen). Andere kommen mit einer kürzeren Lichteinstrahlung aus (Kurztagpflanzen). Dazu gehören verschiedene tropische Nutzpflanzen, die bei uns kultiviert werden und sich



Abb. 146 Lichtstadium. Links: Hirse, die das Lichtstadium nicht durchlaufen hat, rechts: Hirse, die das Lichtstadium durchlaufen hat



Abb. 147 Schichtung des Waldes

erst im Spätsommer oder Herbst voll entwickeln (z. B. Mais). Pflanzen, die in ihrer Entwicklung von der Lichtmenge mehr oder weniger unabhängig sind, bezeichnet man als tagneutrale Pflanzen.

Entwicklung und Verhalten der Tiere werden ebenfalls stark vom Licht beeinflusst. So beginnen beispielsweise die Vögel im März später zu singen als im Mai, weil ihr Gesang offenbar von einem bestimmten Helligkeitsgrad am frühen Morgen abhängt. Es wurde festgestellt, daß langwelliges (rotes) Licht die Entwicklung vieler Tiere fördert, während kurzwelliges (ultraviolette, blaues und grünes Licht) hemmend wirkt. Auch für die Entwicklung der Pflanzen ist die Wellenlänge des Lichts von Bedeutung.

In einer Lebensgemeinschaft ist die Lichtmenge, die den Pflanzen und Tieren zur Verfügung steht, abhängig von der Schichtung der Pflanzengemeinschaft (Abb. 147). So ist der jahreszeitliche Wechsel der Lichtverhältnisse auf einer Wiese anders als in einem Buchenmischwald, in einem Buchenmischwald anders als in einem Fichtenwald. Das hat großen Einfluß auf das Aussehen dieser Lebensgemeinschaften. Das jeweilige Erscheinungsbild einer Pflanzengesellschaft bezeichnet man als **Aspekt**. Für seine Ausbildung sind neben dem Licht auch die anderen Umweltfaktoren von Bedeutung.

In Laubwäldern ist während der Blütezeit der Frühblüher (Busch-Windröschen, Lerchensporn, Lungenkraut, Aronstab, Bingelkraut) der **Frühjahrsaspekt** ausgebildet (Farbtafel 6). Mit zunehmender Belaubung der sie überscheidenden Strauch- und Baumschicht schließen viele dieser Pflanzen ihre Entwicklung ab. Auf dem Waldboden breiten sich Gräser und Kräuter aus, von denen im Frühjahr wenig oder nichts zu bemerken war. Sie bestimmen den **Sommeraspekt** des Laubwaldes. Das Aussehen eines Fichtenwaldes ändert sich während des Jahres kaum, das der Wiesen in der Regel recht deutlich (Abb. 148).

Wir können noch viele andere Anpassungserscheinungen an das Licht feststellen. Ausgesprochene Schattenpflanzen (z. B. Wald-Sauerklee) sind an eine geringe Lichtstärke so weitgehend angepaßt, daß sie sich bei voller Belichtung auf die Dauer nicht normal entwickeln können.

Auffällig blühende Pflanzenarten	April	Mai	Juni	Juli	August
Wiesen-Schaumkraut					
Mehrkjähriges Gänseblümchen					
Gemeine Kuhblume					
Scharfer Hahnenfuß					
Wiesen-Bocksbart					
Weißer Wucherblume					
Wiesen-Kerbel					
Wiesen-Pippau					
Wiesen-Storchschnabel					
Große Bibernelle					
Wiesen-Bärenklau					

weiß gelb blau

Abb. 148 Aspekte einer Wiese

Im Gegensatz zu den Schattenpflanzen werden lichtbedürftige Pflanzen, die von lichten Stellen an Bestandsrändern, auf Kahlschlägen oder Lichtungen in geschlossene Pflanzenbestände eindringen, durch die zunehmende Beschattung in ihrer Entwicklung stark gehemmt. Sie bilden zarte, oft nur blaßgrüne Blätter, schwache, aufgeschossene Stengel aus und kommen nicht zur Blüte (z.B. Stauden-Feuerkraut, Draht-Schmiele). Die Folgen ungenügender Belichtung sind uns bekannt (Abb. 149 und 150).

Der stark formende Einfluß des Lichtes läßt sich auch am unterschiedlichen Bau der Blätter eines Baumes nachweisen. Die

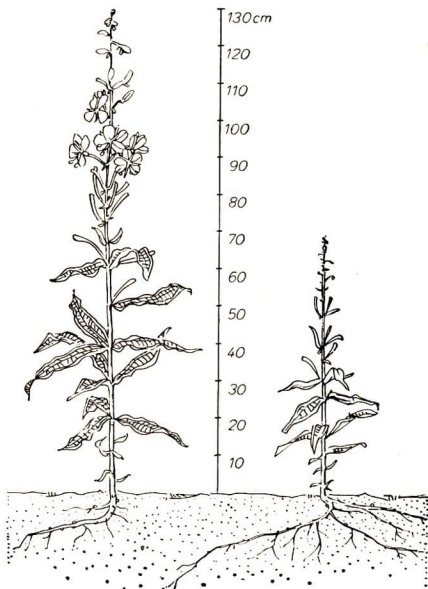


Abb. 149 Stauden-Feuerkraut bei unterschiedlicher Belichtung



Abb. 150

Anpassung an unterschiedliche Standortbedingungen (Licht).
Links: frei stehender Baum, rechts: Baum im Bestand

äußeren, stärker besonnten Blätter der Rot-Buche zum Beispiel weisen mehrschichtige Gewebe auf (Sonnenblätter, Abb. 151), die der Assimilation dienen. Die inneren und unteren Blätter besitzen nur ein einschichtiges Assimilationsgewebe (Schattenblätter, Abb. 151).

Wenn Licht und Schatten die Entwicklungs- und Lebensvorgänge der Pflanzen im Wechsel der Tages- und Jahreszeiten so entscheidend beeinflussen, dann können entsprechende Wirkungen auf den Entwicklungsgang der pflanzenfressenden Tiere und der blütenbesuchenden Insekten nicht ausbleiben. Wir kennen unmittelbare Reaktionen der Tiere auf Lichtreize. So hat eine größere Lichtstärke häufig eine intensivere Färbung von Haut, Haaren, Federn und Schuppen der Tiere zur Folge. Manche Tiere finden wir vorwiegend auf einem ihrer Körperfarbe entsprechenden Untergrund (z. B. Feldheuschrecken). Unter den Schmetterlingen

gibt es Nachtfalter (z. B. Kiefernspinner, Abendpfaue, Kohleule) und Tagfalter (z. B. Pfaue, Kleiner Fuchs, Zitronenfalter), deren Lebensweise vom Wechsel der Licht- und Temperaturbedingungen abhängt. Einige Tiere kennen wir als Dämmerungstiere (z. B. Fledermäuse, Eulen). Höhlen- oder Erdbewohner scheuen ebenfalls helles Licht (z. B. Maulwurf; Dachs, Iltis). Bei den Vögeln wird die Mauser im Herbst unter anderem auch vom abnehmenden Tageslicht beeinflusst.

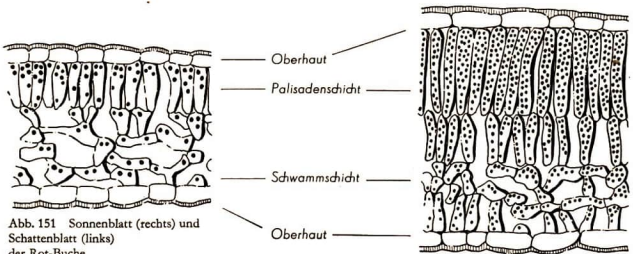


Abb. 151 Sonnenblatt (rechts) und Schattenblatt (links) der Rot-Buche

Aufgaben

1. Führen Sie mit einem elektrischen Belichtungsmesser in regelmäßigen Abständen (einmal wöchentlich morgens, mittags, abends) am Rande und im Zentrum der Lebensgemeinschaft sowie auf einer benachbarten Freifläche Lichtmessungen durch! – Nehmen Sie an diesen Stellen gleichzeitig Temperaturmessungen vor (s. S. 135)!
2. Im Wald erzielen wir gut vergleichbare Werte bei Verwendung von Photopapier (Tageslichtpapier) nach folgendem Verfahren:
 - a) Ein Blatt Photopapier wird künstlich belichtet, bis es leicht gebräunt ist, danach fixiert, gewässert und getrocknet. Das Blatt dient als Vergleichspapier.
 - b) Ein zweites Blatt wird im Freiland belichtet, bis es die gleiche Bräunung erreicht wie das Vergleichspapier. Die dazu notwendige Zeit wird gestoppt.
 - c) In gleicher Weise verfahren wir mit einem Blatt Photopapier am Rande und im Zentrum unserer Beobachtungsfläche.

Beispiel:

Juni 1960 – Buchen-Wald – bewölkter Himmel

Meßpunkt	Belichtungsdauer	Lichtstärke im Vergleich zum Freiland
Freiland	3 s	—
Waldrand	30 s	$\frac{1}{10}$
Waldinneres	5 min	$\frac{1}{100}$

3. Betrachten Sie unter dem Mikroskop Schnitte von Lichtblättern und Schattenblättern einer Pflanze! Zeichnen Sie!

Die Temperatur

Die Zeit der günstigsten Wachstums- und Entwicklungsbedingungen für die Lebewesen unserer geographischen Breite, die Vegetationsperiode, ist in erster Linie von der Temperatur abhängig. Die Vegetationsperiode umfaßt die Zeit des Jahres, in der die Tagesmitteltemperaturen über 5 °C liegen. Ihre Länge wird vor allem durch die geographische Breite sowie durch die Lage zum Meer und die Höhenlage bedingt. Des weiteren sind die Hanglage und die Hangrichtung von Bedeutung.

Wir kennen viele Beispiele aus der Entwicklung der Lebewesen, die uns die große Bedeutung der Temperatur zeigen. Denken wir nur an so wichtige Etappen im Lebenslauf der Bäume wie Blattentfaltung, volle Belaubung, Beginn der Blüte, Vollblüte, erste reife Früchte, Laubfärbung und Blattfall.

Fast alle bei uns heimischen Blütenpflanzen blühen während des Frühjahrs und Sommers. Es gibt jedoch auch Ausnahmen. So blühen beispielsweise manche Ackerunkräuter, wie Acker-Stiefmütterchen, Vogel-Miere, Ehrenpreis-Arten u. a., bis zum Beginn des Schneefalls. Sie überdauern die Frostperiode und blühen bereits an den ersten wärmeren Vorfrühlingstagen wieder.

Im Herbst erfolgt bei überwinternden Pflanzen eine Abhärtung gegen tiefe Temperaturen. Die Pflanzen werden allmählich frosthart. Wintergetreide zum Beispiel verträgt im Spätherbst bereits Temperaturen bis zu – 10 °C. Später erhöht sich unter der Einwirkung tiefer Temperaturen die Frosthärte noch mehr. Zu Beginn des Frühlings nimmt sie wieder ab. Deshalb sind Fröste im Mai (Spätfröste) besonders gefährlich. Unsere

immergrünen Nadelhölzer vertragen unter normalen Verhältnissen (also nach Abhärtung im Herbst) ohne Schaden sogar eine Eisbildung in ihren Geweben. Werden ihre Blätter aber im Sommer künstlich abgekühlt, so sterben sie bereits bei Temperaturen unter -10°C ab.

Die Bodentemperaturen bestimmen den Zeitpunkt der Keimung. Manche Samen brauchen eine Frostperiode (z. B. Samen von Kiefer und Birke), ehe sie keimen können.

Am Wintergetreide haben wir in früheren Schuljahren die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung von Pflanzen („Jarowisationsstadium“) kennengelernt.

Für die Organismen der Gewässer sind die physikalischen Eigenschaften des Wassers von großer Bedeutung. Wasser hat ein sehr hohes Wärmespeichervermögen. Es erwärmt sich sehr langsam und gibt dementsprechend seine Wärme nur allmählich wieder ab. Es ist im Sommer kühler als die Luft, hat aber im Herbst meist eine höhere Temperatur.

Mit steigender Erwärmung nimmt die Löslichkeit des für die Atmung der Wassertiere notwendigen Sauerstoffs ab. Während ein Liter Wasser bei 0°C noch $0,049\text{ l}$ Sauerstoff enthält, ist bei 30°C nur noch etwa die Hälfte davon enthalten. Steigt die Temperatur eines Gewässers über 48°C , so wird seine Lebensgemeinschaft artenärmer.

Das Wasser hat seine größte Dichte bei 4°C . Deshalb frieren stehende, nur wenige Meter tiefe Gewässer selbst bei strengem Frost sehr selten aus. Manche Organismen können das völlige Ausfrieren ihres Wohngewässers überstehen: Einzeller beispielsweise bilden Dauerformen und Schwämme Keimkörper, aus denen sich bei Erwärmung des Wassers junge Organismen entwickeln (Abb. 63 und 64).

Die Auswirkungen der Temperatur auf die Organismen eines Lebensraumes werden von der Hanglage und Hangneigung des Standorts bestimmt. Sie sind außerdem wesentlich von der Dichte und der Schichtung der Pflanzengemeinschaft abhängig. In allen Wäldern wird die Baumschicht am stärksten erwärmt, die darunter liegenden Schichten weisen ein ausgeglicheneres Bestandsinnenklima auf. Der Temperaturausgleich innerhalb der Lebensgemeinschaft hängt vor allem von der Anzahl der Schichten und von ihrer Höhe ab.

In baumlosen offenen Biotopen treten häufig große Temperaturschwankungen auf. Überall dort, wo eine niedrige, nicht geschlossene Pflanzendecke zu finden ist, besonders in Steppen, an steilen Südhängen und auf Felsen, ist die Ein- und Ausstrahlung von großer Wirkung auf das Leben der Pflanzen- und Tierwelt. Starke Sonneneinstrahlung bewirkt eine Temperaturerhöhung an der Bodenoberfläche, die bis 30°C über der Temperatur in höheren Luftschichten liegen kann. In klaren Nächten erfolgt wegen der ungehinderten Ausstrahlung eine entsprechend starke Abkühlung. Diesen Lebensbedingungen sind nur bestimmte Trockenpflanzen (Xerophyten) angepaßt (s. S. 138).

Auch aus dem Tierreich sind uns zahlreiche Anpassungserscheinungen an die Temperatur bekannt. Die Tagfalter zum Beispiel setzen sich senkrecht zu den einfallenden Sonnenstrahlen nieder und 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.

Bei Vögeln und Säugetieren ist der Wechsel zwischen Sommer- und Winterkleid (Mauser, Haarwechsel) eine Anpassung an die Temperaturverhältnisse. (Es wurde schon

erwähnt, daß die Mauser auch vom Lichtfaktor beeinflußt wird.) Färbung, Form und vor allem die Lebenstätigkeit wechselwarmer Tiere sind in der Regel temperaturbedingt. Viele Reptilien (z. B. Zauneidechse und Ringelnatter) benötigen bestimmte Temperaturen für ihre Stoffwechselprozesse. Sie bevorzugen in einem Biotop sonnige Plätze. Bei lang anhaltender starker Sonneneinstrahlung vermindert sich jedoch ihre Lebenstätigkeit wieder. Die Tiere suchen dann schattige Verstecke auf und verfallen in einen Sommerschlaf.

Während der kalten Jahreszeit halten viele Tiere Winterruhe im Boden, in Bodennähe unter abgestorbenen Pflanzenteilen, in Höhlungen, unter der Borke, in Baumstubben und in Schlafnestern. Feuchtlufttiere und Fische überwintern im Bodenschlamm der Gewässer. Sie verfallen dabei in Kältestarre. Manche Säugetiere sind Winterschläfer (Igel, Hamster, Fledermäuse u. a.).

Die Temperatur beeinflußt im Zusammenhang mit allen anderen Umweltfaktoren das gesamte Pflanzenleben sowie die Stoffwechselprozesse und das Verhalten der Tiere.

Aufgaben und Fragen

1. Ermitteln Sie die Temperaturen an bestimmten Meßpunkten der Lebensgemeinschaft (siehe Aufgabe 1 S. 133)! Messen Sie zu folgenden Tageszeiten: zwischen 6.00 und 7.00 Uhr, zwischen 10.00 und 11.00 Uhr, zwischen 14.00 und 15.00 Uhr sowie zwischen 18.00 und 19.00 Uhr! Die Meßstellen sollen in 1,50 bis 2,00 m Höhe im Schatten liegen. Werten Sie die Ergebnisse graphisch aus!
2. Führen Sie gleichzeitig und an gleichen Meßpunkten mit einem Bodenthermometer Messungen in 3 bis 5 cm Bodentiefe durch!
3. Welche Pflanzen im Biotop weisen Anpassungsmerkmale an besonders trockene und wärmebegünstigte Standorte auf? (Führen Sie auch mikroskopische Untersuchungen durch!)
4. Suchen Sie Überwinterungsstellen von Tieren!

Das Wasser

Das Wasser gelangt aus der Atmosphäre in verschiedenen Formen auf die Erdoberfläche (z. B. als Regen, Tau, Nebel, Schnee, Hagel). Es beeinflußt zusammen mit der Bodenfeuchtigkeit die Entwicklung der Pflanzen und Tiere eines Lebensraumes (Abb. 152).

Regen. Neben der Regenmenge innerhalb einer Vegetationsperiode ist vor allem die zeitliche Verteilung des Regens von großer Bedeutung. Plötzliche starke Regengüsse richten oft erhebliche Schäden an. Die Wassermengen dringen nicht in den Boden ein und können von den Pflanzen nicht genutzt werden. Länger andauernde Regen (Landregen), in Abständen über die Vegetationsperiode verteilt, wirken sich dagegen günstig aus. Bedeutsam ist nur der Teil des Niederschlagswassers, der in den Boden eindringt und von den Wurzeln aufgenommen wird. Die Bodenfeuchtigkeit wird von der Pflanzenbedeckung eines Standorts stark beeinflußt.

Tau und Nebel. Tau und Nebelniederschlag erhöhen die Luftfeuchtigkeit und setzen die Verdunstung herab. In den Bergen und in Küstengebieten kommt es häufig zu Nebelbildungen. In diesen Gegenden entwickeln sich besonders moos- und flechtenreiche Pflanzengemeinschaften.

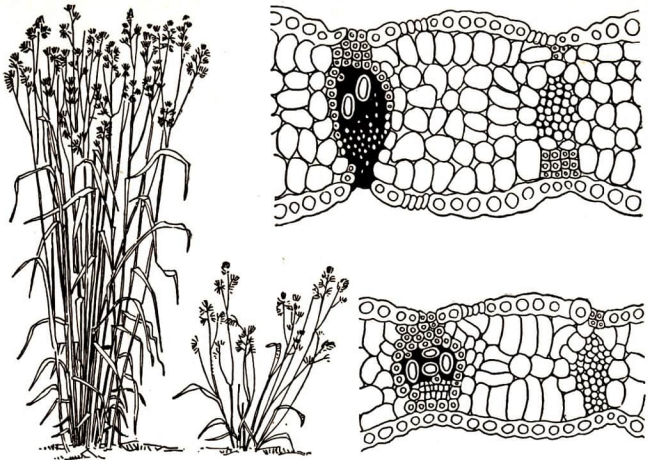


Abb. 152 Anpassung an Feuchtigkeit. Links: Pflanzen feuchter und trockener Standorte, daneben Blattquerschnitte

Schnee. Während starker Frostperioden schützt eine Schneedecke die im oder am Boden überwinternden Pflanzen und Tiere gegen Kälte. In der Tauwetterperiode wird der Boden durch das Schmelzwasser gleichmäßig durchfeuchtet. Waldgebiete haben besondere Bedeutung für den Wasserhaushalt ihrer weiteren Umgebung, in ihnen erstreckt sich die Schneeschmelze über einen längeren Zeitraum als im Freiland. Starke Schneefälle, vor allem schwerer nasser Schnee können an Waldbäumen durch Schneebruch erhebliche Schäden anrichten.

Die Formen der **Anpassung von Pflanzen und Tieren an die Bewässerung** beziehungsweise die Durchfeuchtung ihres Standortes sind mannigfaltig.

Wurzeltypen. Die Durchfeuchtung des Bodens beeinflusst wesentlich die Bewurzelung. Wir unterscheiden zwei verschiedene Typen:

Extensive Bewurzelung: Die Wurzeln sind sehr lang und wenig verzweigt. Sie durchdringen einen großen Bodenbereich bis in größere Tiefen. (Holzgewächse und Kräuter, z. B. Birke, Kiefer, Luzerne.)

Intensive Bewurzelung: Die Wurzeln sind dicht und stark verzweigt. Sie durchdringen meist einen relativ kleinen Raum. (Vor allem Horstgräser wie Schmielen, Pfeifengras, Schwingel, Trespen, Lieschgras.)



Abb. 153 Gemeiner Wasser-Hahnenfuß mit unterschiedlich ausgebildeten Blättern

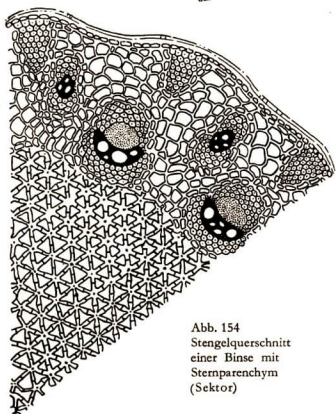


Abb. 154
Stengelquerschnitt
einer Binse mit
Sternparenchym
(Sektor)

Wir kennen ausgesprochene **Wasserpflanzen** (Hydrophyten), die als Tauchpflanzen (z. B. Laichkräuter, Tausendblatt, Wasserpest) oder als Schwimmpflanzen (z. B. Mummel, Weiße Teichrose, Froschbiß) bestimmte Lebensräume besiedeln.

Wie Abbildung 153 zeigt, sind bei einigen Wasserhahnenfußarten die untergetauchten Blätter fädig zerteilt. Sie entnehmen dem Wasser Nährstoffe und übernehmen damit eine Funktion der Wurzel. Die assimilierenden Schwimmblätter sind flächig ausgebildet. Die Entwicklung beider Blattformen ist vom Wasserstand abhängig. Im flachen Wasser des Gewässerrandes werden häufig nur flächige Blätter gebildet.

Am Rande des Gewässers wachsen Pflanzen, deren beblätterte Sprosse oft weit aus dem seichten Wasser herausragen (z. B. Pfeilkraut, Froschlöffel, Schwanenblume, Wasser-Pferdesaat). Sie werden als Sumpfpflanzen be-

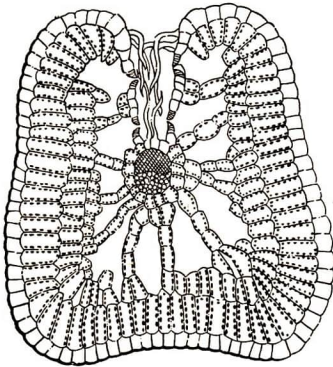


Abb. 155 Querschnitt durch ein Blatt des Heidekrauts

einem mittleren Feuchtigkeitsgehalt angepaßt (Mesophyten).

Pflanzen trockener Standorte, die **Trockenpflanzen** (Xerophyten), besitzen in der Regel eine stark ausgebildete Bewurzelung, versenkte Spaltöffnungen, kleine Blattflächen und häufig starke Behaarung. Die Außenwände der Oberhautzellen sind verdickt (Abb. 155).

Manche Tiere leben ständig im Wasser. Wir bezeichnen sie als **Wassertiere**. Ihr Körperbau und ihre Lebensweise sind ihrer Umwelt sehr stark angepaßt. Nur wenige überstehen das Austrocknen ihres Wohngewässers. Viele Tiere, die vornehmlich in Gewässern leben, kommen auch auf feuchten Wiesen, in Sümpfen und Mooren vor. Diese Gebiete haben einen feuchten Untergrund. Oft finden sich in diesen Lebens-

zeichnet. Andere Sumpfpflanzen, die mit ihren Wurzeln ständig im Wasser oder im wasserdurchtränkten Boden stehen, sind beispielsweise Rohrkolben, Schilf, Kalmus, Groß-Segge, Wasser-Schwertlilie. Stengel und Blätter dieser Pflanzen weisen meist ein besonderes Durchlüftungssystem auf (Abb. 154).

Arten, die auf feuchtem Boden und bei hoher Luftfeuchtigkeit am besten gedeihen, bezeichnet man als **Feuchtpflanzen** (Hygrophyten). Dazu gehören die krautigen Waldschattenpflanzen (z. B. Lerchensporn, Waldmeister, Wald-Sauerklee, Hexenkraut, Wald-Frauenfarn) und viele Pflanzen nasser Wiesen (Sumpf-Dotterblume, Kleiner Baldrian, Sumpf-Hornklee u. a. m.).

Die meisten der bei uns heimischen Arten, zum Beispiel viele Wiesenpflanzen und Ackerunkräuter, welken und kümmern erst bei länger anhaltender Trockenheit. Sie sind

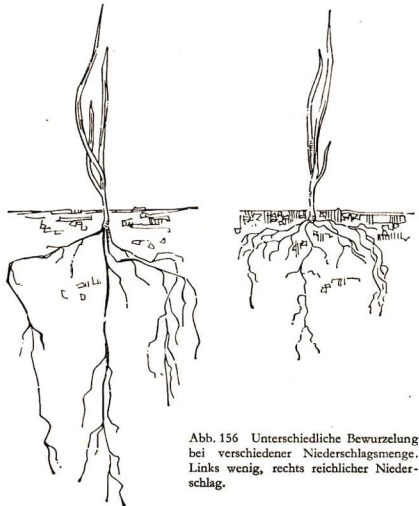


Abb. 156 Unterschiedliche Bewurzelung bei verschiedener Niederschlagsmenge. Links wenig, rechts reichlicher Niederschlag.

räumen kleine offene Wasserflächen, die Feuchtigkeit benötigenden Tieren eine Lebensmöglichkeit bieten.

Weiterhin gibt es Tiere, die ohne eine ständig vorhandene Luftfeuchtigkeit nicht leben können, die **Feuchtlufttiere**, beispielsweise Nacktschnecken, Regenwürmer, Molche, Salamander, Frösche und Kröten. **Trockenlufttiere** kommen mit einer geringen Luftfeuchtigkeit aus (z. B. Eidechsen und Schlangen). Beide Gruppen unterscheiden sich vor allem durch ihre Körperbedeckung.

Vergleichen wir einen Frosch mit einer Zauneidechse, so erkennen wir deutlich den Unterschied zwischen Feuchtlufttieren und Trockenlufttieren. Frösche besitzen eine drüsenreiche, meist schleimabsondernde Haut. Die Haut einer Zauneidechse dagegen ist drüsenarm und mit Hornschuppen bedeckt. Sie stellt einen guten Verdunstungsschutz dar. Vor Austrocknung können Tiere auch durch Kalkgehäuse (Schnecken) oder Chitinpanzer (Insekten) geschützt sein.

Trockengebiete sind ärmer an Arten als feuchte Lebensräume. Waldgebiete weisen in der Regel eine beständigere und höhere Feuchtigkeit auf als die offenen Lebensräume. Sie beherbergen zahlreiche Arten.

Aufgaben und Fragen

1. Wie hoch sind die jährlichen Niederschlagsmengen in dem Gebiet, in dem der zu untersuchende Biotop liegt?
2. Führen Sie mit einem Hygrometer Feuchtigkeitsmessungen an den Punkten der Lebensgemeinschaft durch, an denen auch die übrigen Untersuchungen (s. S. 135) ausgeführt werden!
3. Untersuchen Sie die Bewurzelung einiger Pflanzen der Aufnahme fläche in der Biozönose! Welche Beziehungen bestehen zur Durchfeuchtung des Bodens?
4. Betrachten Sie Stengelquerschnitte von Mummel, Laichkraut und einer Binse unter dem Mikroskop! Vergleichen Sie die Zwischenzellräume!
5. Stellen Sie fest, welche Pflanzenarten der Lebensgemeinschaft den Feuchtigkeitsverhältnissen am besten angepaßt erscheinen!

Der Wind

Der Wind hat großen Einfluß auf die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaft. Sporen, Pollenkörner, flugfähige Samen und Früchte werden durch ihn verbreitet.

Die meisten Waldbäume unserer Heimat sind Windblütler. Die Luft erwärmt sich tagsüber in den Kronen der Bäume und steigt empor. Sie bringt den Pollen, der bei manchen Arten (z. B. Kiefer, Abb. 106) besondere Luftsäckchen als Flugapparate trägt, in die Wipfelbereiche zu den weiblichen Blüten. Der Flug der Vögel und Insekten, die zum Beispiel Schädlinge vertilgen und Blüten bestäuben (Bienen, Hummeln), wird ebenfalls vom Wind beeinflusst. In offenem Gelände sind die Tiere dem Wind besonders ausgesetzt.

An Meeresküsten und auf Berggipfeln wehen oft sehr heftige Winde. Dort ist die Schliffwirkung des Windes, verstärkt durch mitgeführte Sandkörnerchen, Eis- und Schneekristalle, so groß, daß auf der Windseite der Bäume und Sträucher die neuen Triebe geschädigt werden. Es bilden sich Windformen (Abb. 157). Oft kommt es zu Windbrüchen; Bäume werden entwurzelt und Äste abgerissen. Es entstehen zunächst aufgelockerte Bestände; schließlich findet man in diesen Gebieten gar keine Bäume mehr. Diese Erscheinung finden wir in unserer Republik beispielsweise am Brocken; er beherrscht oberhalb der Waldgrenze dem Wind angepaßte Pflanzengemeinschaften.

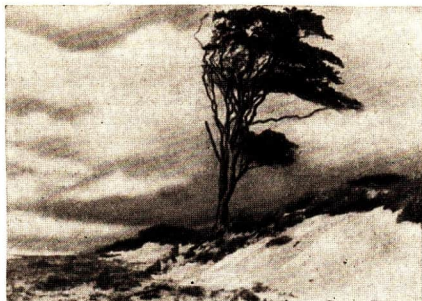


Abb. 157 Der Einfluß des Windes
auf die Gestalt der Pflanzen
(Windflüchter an der Ostseeküste)

Auf Dünen und Sandfeldern trägt der Wind Bodenteilchen ab, die an anderen Stellen aufgelagert werden. Dadurch können sich die Lebensbedingungen für die Pflanzen und Tiere zweier Lebensräume stark verändern.

Die Zusammensetzung mancher Lebensgemeinschaften kann auch durch Schnee-
verwehungen während des Winters beeinflußt werden. Bestimmte Teile der Boden-
oberfläche sind durch Verwehungen mit einer mächtigen Schneeschicht bedeckt, die
lange liegenbleibt und die Pflanzen vor Frost schützt. Andere Abschnitte der Pflanzen-
decke werden dagegen freigeweht, ihnen fehlt dieser natürliche Frostschutz, sie können
geschädigt werden.

Aufgaben und Fragen

1. Welche Pflanzenarten der untersuchten Lebensgemeinschaft sind Windblütler? Erläutern Sie entsprechende Anpassungsmerkmale!
2. Bei welchen Pflanzenarten der Lebensgemeinschaft ist die Verbreitung der Samen und Früchte vom Wind abhängig?
3. Führen Sie mit dem Windmesser in einem offenen Gelände, am Waldrand und im Waldinneren Windmessungen durch!

Der Boden

Als Boden bezeichnet man die oberste Verwitterungsschicht der festen Erdrinde, die unter dem Einfluß von Luft, Wasser und Bodenorganismen zum Träger der Fruchtbarkeit wird. Die Pflanzen sind mit ihren Wurzeln im Boden verankert; sie entziehen ihm Wasser und Nährsalze. Viele Wurzeln geben Stoffe ab, die den Boden verändern. Einmal wirkt also der Boden stark auf die Pflanzenwelt einer Lebensgemeinschaft ein, zum anderen beeinflussen die Pflanzen die Eigenschaften des Bodens.

Deshalb untersuchen wir den Boden der Lebensgemeinschaft. Wir entnehmen Bodenproben aus der Biozönose und vergleichen sie mit Proben von den Feldern des landwirt-

schaftlichen Betriebes, den wir beim Unterricht in der Produktion aufsuchen, und aus dem Schulgarten.

Der Boden setzt sich aus festen Bestandteilen verschiedener Art und Größe zusammen. Dazu gehören mineralische Bestandteile (z. B. Steine, Kies, Sand und feinere Bodenteile) und der Humus. Zwischen den Bodenteilchen befinden sich Hohlräume, die mit Bodenwasser oder Bodenluft gefüllt sind.

Es gibt unterschiedliche Bodenarten; wir können sie mit verschiedenen Methoden bestimmen: mit der Fingerprobe, dem Siebverfahren und der Schlämmanalyse.

Bestimmung der Bodenart durch **Fingerprobe**

Bodenart	Ergebnis
Sandboden	hinterläßt an der Hand beim Reiben keine Reste
lehmiger Sandboden	deutlich plastisch, zwischen den Handflächen zu Kugeln formbar, über Bleistiftstärke ausrollbar
sandiger Lehm-boden	auch unter Bleistiftstärke ausrollbar
Lehmboden	sehr plastisch, kleine Figuren mit Armen und Beinen können geformt werden, bei starkem Druck Sandkörnchen fühlbar
lehmiger Ton-boden	Schmierflächen glänzend, kleine Sandkörnchen fühlbar
Tonboden	Schmierflächen fettigglänzend, sehr gut formbar

Siebverfahren. Mit dem Siebverfahren ermitteln wir die Zusammensetzung des Bodens aus Bestandteilen unterschiedlicher Korngröße. Wir unterscheiden

Steine: über 20 mm Korngröße

Kies: 20 bis 2 mm Korngröße

Feinerde: unter 2 mm Korngröße

Beim Siebverfahren wird eine lufttrockene Bodenprobe mit zwei Sieben verschiedener Lochweite (20 mm und 2 mm) untersucht. Die Bodenprobe wird vor dem Sieben gewogen, Klumpen werden zerrieben. Beim Sieben bleiben im größeren Sieb Steine, im feineren Sieb Kies zurück. Bodenteile, die durch das zweite Sieb fallen, bilden die Feinerde. Diese wird gewogen und ihr Anteil am Boden errechnet. Je größer der Feinerdeanteil ist, desto wertvoller kann der Boden sein.

Schlämmanalyse. Mit Hilfe der Schlämmanalyse ermitteln wir den Anteil der abschlämbaren Teile in der Feinerde.

50 g des lufttrockenen Feinbodens, den wir bei der Siebprobe gewonnen haben, werden in einer Schale mit Wasser unter Umrühren aufgekocht. Nach dem Abkühlen wird die Probe in einen Standzylinder von 30 cm Höhe gegossen, der 5 cm über dem Boden eine verschließbare Öffnung hat. Der Zylinder wird bis zum Rand mit Wasser aufgefüllt, der Inhalt umgerührt und zehn Minuten stehen gelassen. In dieser Zeit setzen sich die gröberen Bestandteile (Sand) ab, die feineren Bestandteile (Ton) schweben noch im Wasser. Die so abgeschlämten Teilchen läßt man mit dem Wasser aus der seitlichen Öffnung ausfließen. Damit alle abschlämbaren Teile vollständig entfernt werden, müssen wir den Bodensatz so lange abschlämmen, bis das Wasser klar bleibt.

Der abgesetzte Sand wird anschließend in einer Porzellanschale getrocknet und gewogen. Die Differenz zur Menge des Feinbodens zeigt den Anteil abschlämmbarer Teile an. Er wird in Prozent angegeben.

Bodenarten nach dem Anteil der abschlämmbaren Bodenteile

Abschlämmbare Feinbodenteile	Bodenart	Einstufung
10% und weniger	Sandboden	leichte Böden, schnelle Wasserführung, geringer Nährstoffgehalt
10 bis 25%	anlehmiger bis lehmiger Sandboden	
25 bis 30%	stark sandiger Lehm Boden	mittlere Böden, gute Wasserführung, steigender Nährstoffgehalt, gute und beste Ackerböden
30 bis 35%	sandiger Lehm Boden	
35 bis 65%	Lehm Boden	
65 bis 75%	lehmiger Tonboden	schwere bis sehr schwere Böden, schlechte Wasserführung, kalt, schwer bearbeitbar, oft nur für Grünland geeignet
75% und mehr	Tonboden	

Die Schlämmanalyse zeigt das Verhältnis zwischen Sand und abschlämmbaren Teilchen, das für die Beurteilung des Bodens von Bedeutung ist.

Korngrößen der Feinerde

Bodenbestandteile	Korngrößen
Grobsand	2 bis 0,2 mm
Feinsand	0,2 bis 0,02 mm
Trennung durch	
Schluff (Staub)	0,02 bis 0,002 mm } abschlämmbare unter 0,002 mm } Teilchen
Ton	
Schlämmanalyse	

Humus. Zu den festen Bestandteilen des Bodens gehört auch der Humus. So bezeichnet man die dunkel gefärbte organische Substanz des Bodens, die durch chemische Umsetzung pflanzlicher und tierischer Reste entsteht. Man unterscheidet einen mit Basen gesättigten milden Humus vom ungesättigten oder sauren Humus. Milder Humus hat vorzügliche Eigenschaften; ist er gut mit mineralischen Bestandteilen vermischt, so bezeichnet man ihn als Mull (Vorkommen in Laubmischwäldern). Saurer Humus entsteht vor allem in Nadelwäldern. Er bildet Auflagedecken (Rohhumus) auf dem Boden und zersetzt sich sehr langsam. Torf ist eine Humusform, die sich in Mooren, Erlenbrüchen und nassen Wiesen findet.

Die Reste verschiedener Pflanzen zersetzen sich unterschiedlich gut. Die folgende Übersicht ordnet häufige Waldpflanzen nach dem Grad ihrer Zersetzbarkeit.

beste Zersetzung

Ulme und Schwarz-Erle	Große Brennessel
Esche	Kleinblütiges Springkraut
Robinie	Himbeere
Hainbuche	Brombeere
Berg-Ahorn	Heidelbeere
Linde	Knäuelgras
Eiche und Birke	Land-Reitgras
Zitter-Pappel	Gemeines Straußgras
Rot-Eiche	Schaf-Schwengel
Rot-Buche	Weiches Honiggras
Douglasie	Rasen-Schmiele
Tanne	Adlerfarn
Fichte	Draht-Schmiele
Kiefer	Sumpf-Reitgras
Lärche	Pfeifengras

schlechteste Zersetzung

Erkennen der Humusformen

Humusform	Farbe des Filtrats
milder Humus	wasserhell
saurer Humus	dunkelbraun
Gemisch von mildem und saurem Humus	hellgelb

Einteilung der Böden nach dem Humusgehalt

Bezeichnung	Humusgehalt	
	schwere Böden (Ton, Lehm)	leichte Böden (Sand)
humusarmer Boden	bis 2%	bis 1%
humushaltiger Boden	2 bis 5%	1 bis 2%
humoser Boden	5 bis 10%	2 bis 4%
humusreicher Boden	10 bis 15%	4 bis 8%
anmooriger Boden	15 bis 20%	8 bis 15%
Humusboden	über 20%	über 15%

Aufgaben und Fragen

1. Glühen Sie abgewogene Anteile der lufttrockenen Bodenproben, die Sie der Biozönose entnommen haben, in Porzellantiegeln aus! Wägen Sie die ausgeglühten Proben! Stellen Sie die Gewichtsdimensionen fest! Sie ergeben den ungefähren Humusanteil (Ergebnis in % angeben!). Ordnen Sie mit Hilfe der Tabelle den untersuchten Boden ein!
2. Anteile der gleichen Bodenproben werden in Reagenzgläsern mit 2%iger Ammoniaklösung vermischt, kräftig geschüttelt und abfiltriert. An der Farbe des Filtrats erkennen Sie die Humusform (s. Tabelle S. 143).
3. Erklären Sie, warum auf feuchten Wiesen und Äckern saurer Humus entsteht!
4. Wie wirkt man der Bildung von saurem Humus entgegen?

Bodenwasser. Das Bodenwasser tritt als Grundwasser, Sickerwasser und Haftwasser auf.

Die Formen des Bodenwassers

Wasserform	Kennzeichen
Sickerwasser	Bodenwasser, das sich der Schwerkraft folgend abwärts zum Grundwasser bewegt; aus feuchten Erdklumpen auspreßbar, bei und nach starken Niederschlägen und bei Wasserzufluß im Boden über dem Grundwasserspiegel reichlich vorhanden, in Trockenzeiten fehlend
Haftwasser	Bodenwasser, das in Kapillaren des Bodens, an der Oberfläche der Bodenteile und innerhalb der Ton- und Humusteile festsetzt; nicht durch Druck auspreßbar, auch in scheinbar trockenem Boden zum Teil noch vorhanden
Grundwasser	Wasseransammlung im Boden über einer wasserundurchlässigen Schicht; eingesickertes Wasser der Niederschläge und Gewässer; obere Grenze ist der Grundwasserspiegel

Grund- und Sickerwasser sind von den Pflanzenwurzeln leicht aufnehmbar. Haftwasser ist nur teilweise für die Pflanzen verfügbar, da die Saugkraft der Wurzeln nicht ausreicht, den Bodenteilchen alles Wasser zu entziehen.

Die einzelnen Bodenarten vermögen verschieden viel Wasser aufzunehmen und festzuhalten. Ton-, Lehm- und Humusböden weisen ein hohes, Sandböden ein geringes Wasserhaltevermögen auf.

Ein Boden mit hohem Wasserhaltevermögen läßt Wasser nur langsam durchsickern. Bei einem geringen Wasserhaltevermögen ist die Wasserdurchlässigkeit sehr groß.

Aufgabe

Beschaffen Sie verschiedene lufttrockene Bodenproben (beispielsweise Sandboden, Lehm Boden, Tonboden)! Verschließen Sie Glasrohre von etwa 2 cm $\varnothing$ an einem Ende mit einem Mulläppchen und füllen Sie sie bis zur Hälfte mit den Bodenproben (stoßen Sie die Glasrohre nach dem Füllen leicht auf, damit die Bodenteilchen dicht lagern)! Befestigen Sie die gefüllten Glasrohre an einem Stativ und setzen Sie unter jedes Glasrohr ein Becherglas! Gießen Sie auf alle Bodenproben die gleiche Menge Wasser! Beobachten Sie, wie schnell das Wasser durchsickert!

Bodenluft. Manche Hohlräume des Bodens sind mit Luft gefüllt. Der Anteil der Bodenluft ist in den verschiedenen Böden unterschiedlich hoch. Die Bodenluft ist für die Atmung der Pflanzenwurzeln, die Bodentiere und das Bakterienleben sehr wichtig.

Die Bodenstruktur

Die Lage der einzelnen Bodenteilchen zueinander ist unterschiedlich. Sind mineralische Bestandteile der Feinerde durch Pilze und andere Bodenorganismen sowie durch chemische Vorgänge mit Humusteilchen zu Krümeln zusammengeballt, so besitzt der Boden Krümelstruktur. Hierbei bilden jeweils 20 bis 50 Bodenteilchen Krümel mit einem Durchmesser von 1 bis 5 mm. Liegen die Teilchen dagegen einzeln und dicht beieinander, so sprechen wir von Einzelkornstruktur (Abb. 158). Boden mit einer guten Krümelstruktur bezeichnet man als garen Boden.

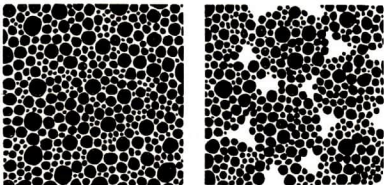


Abb. 158 Bodenstruktur. Links: Boden mit Einzelkornstruktur; rechts: Boden mit Krümelstruktur

Gegenüberstellung von Einzelkornstruktur und Krümelstruktur

Einzelkornstruktur	Krümelstruktur
Hohlräume für Luft und Wasser unter 50%	Hohlräume für Luft und Wasser 50 bis 65%
enge Lagerung der Einzelteilchen	zwischen Krümeln größere und kleinere Hohlräume
geringe Durchlüftung	gute Durchlüftung
Behinderung der Wasserbewegung	ungehinderte Wasserbewegung
Pflanzenwurzeln dringen schwer in den Boden ein	ungehindertes Wachstum der Pflanzenwurzeln
schlechte Erwärmung	gute Erwärmung

Die Wurzeln der Pflanzen können sich in einem Boden mit Krümelstruktur gut entwickeln. Selbst in Trockenzeiten sind Wasser und Nährstoffe ausreichend vorhanden. Bei Regen findet nur eine geringe Strukturveränderung statt. In den luftgefüllten Hohlräumen ist eine intensive Tätigkeit vieler Mikroorganismen des Bodens möglich.

Schon diese wenigen Beispiele zeigen, daß sich die Bodenstruktur wesentlich auf die Entwicklung der Pflanzen auswirkt. Daher wird die Bodenstruktur in Kulturbiozösen durch Bodenbearbeitung, Düngung und Fruchtwechsel erhalten und verbessert.

Boden und Ausgangsgesteine. Der Nährstoffgehalt des Bodens hängt weitgehend von den Ausgangsgesteinen ab, aus denen er durch Verwitterung entstanden ist.

Abhängigkeit der Bodeneigenschaften vom Gestein

Ausgangsgesteine	Gesteinsarten	Bodeneigenschaften
Quarz-Gesteine (Kieselgesteine)	Sandsteine, Quarzite	hoher Quarzsandgehalt (SiO_2), zur Versauerung neigend
Silikat-Gesteine	Schiefer, Letten, Granite, Gneise u. a. Eruptivgesteine	Anreicherung mit Aluminium- und Eisenverbindungen, vorwiegend lehmige und tonige Böden
Kalkgesteine	Kalkstein, Dolomit, Marmor, Gips	reich an Calciumcarbonat (CaCO_3)

Durch die im wesentlichen klimabedingten Verwitterungsvorgänge und Stoffwanderungen im Boden entstehen verschiedene **Bodentypen** (z. B. Schwarzerden, Bleicherden, Braunerden, Humuskarbonatböden und Gleyböden; Farbtafel 7).

Auf Schwarzerdeböden sind Grasflächen, besonders Steppen, die natürlichen Pflanzengemeinschaften. Auf Bleicherden finden wir vorzugsweise Nadelwälder und Heiden, Braunerden entstehen unter Laubmischwäldern, Humuskarbonatböden unter Laubwäldern und Trockenrasen. Wenn an Standorten zeitweise ein hoher Grundwasserspiegel vorhanden ist, entstehen Gleyböden oder gleyartige Böden. Sie tragen nasse bis feuchte Wiesen und häufig auch Auenwälder.

Säuregrad des Bodens. Das Bodenwasser kann sauer, basisch (alkalisch) oder – sehr selten – neutral reagieren.

Die Kleinstlebewesen des Bodens und viele Pflanzen stellen ganz bestimmte Ansprüche an den Reaktionszustand des Bodens (Abb. 159). Bodenbakterien beispielsweise können sich in sauren Böden nur schlecht entwickeln. Dadurch wird die Zersetzung von organischen Stoffen im Boden verzögert.

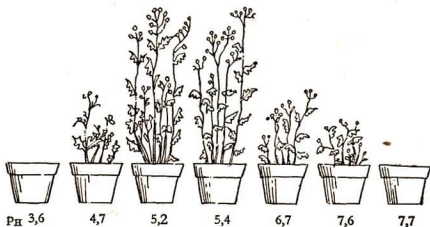


Abb. 159 Pflanzen bei unterschiedlichem Säuregrad des Bodens

Wir bestimmen den Säuregrad des Bodens mit Hilfe von Unitest-Papier. 10 g lufttrockene Feinerde werden mit 25 ml destilliertem Wasser verrührt und filtriert. Ein Streifen des Indikator-Papiers wird 20 bis 30 Sekunden in das Filtrat getaucht. Die entstandene Färbung des Papiers wird mit der Farbskala verglichen, die der Packung beigegeben ist.

Kalk (Calciumcarbonat) kann im Boden auch durch verdünnte Salzsäure nachgewiesen werden. Man gibt einige Tropfen davon auf etwas lufttrockenen Boden.

Es gibt bei
weniger als 1% Kalkgehalt keine Reaktion
1 bis 4% Kalkgehalt kurze, schwache Reaktion (Gasbläschenentwicklung)
über 5% Kalkgehalt lang anhaltende, starke Reaktion.

Das Bodenprofil

Frische Stichwände eines Grabens, einer Sand-, Lehm- oder Baugrube lassen eine deutliche Schichtung des Bodens erkennen. Den Aufbau der Schichten bezeichnet man als Bodenprofil, die einzelnen Schichten als Bodenhorizonte.

Ein vollständiges Profil gliedert sich in der Regel in mehrere Horizonte (Farbtafel 7).

A₀-Horizont: Auflagerung von reinem oder fast reinem organischem Material (vor allem in Wäldern)
A₁-Horizont: humusreicher, tief dunkelbrauner bis braunschwarzer oberster Horizont
A₂-Horizont: durch Auswaschung von Eisenverbindungen gebleichter, weißlichgrauer bis braungrauer Horizont
B-Horizont: Einwaschungshorizont (falls A₂ vorhanden), schwärzlich bis braun oder rotbraun
C-Horizont: unverändertes Gestein oder nicht durch Verwitterung beeinflusstes Bodenmaterial
G-Horizont: Gley-Horizont – durch Grundwasser beeinflusster Bodenhorizont, grau oder weißlichgrüne Grundfarbe, fuchsrote oder rostfarbene Flecke

Bei der Arbeit in der Lebensgemeinschaft legen wir ein Bodenprofil frei und untersuchen es.

Beschreibung eines Bodenprofils aus einem Trauben-Eichen-Buchen-Wald in Thüringen

Aufnahme des Profils: 29. 4. 1959

Ort der Aufnahme: Aufnahmefläche 6

Vorausgegangene Witterung: reichliche Niederschläge an den beiden vorhergehenden Tagen

Ausgangsgestein: Unter-Kulm

Bodentyp: ausgewaschene (podsolige) Braunerde

A₀ gut ausgebildete Streuschicht, etwa 3 cm stark; feuchtes, unverändertes Buchenlaub, Holz- und Rindenteile, Bucheckern und Fruchtschalen; locker, etwa 1 cm starke Vermoderungsschicht aus zerkleinerten, halbzersetzten Blättern, Holz- und Rindenteile

A₁ 0 bis 6 cm, frisch fast schwarz, starke Humusanreicherung, lehmig, krümelig, ohne Steine und Grus, sehr reich durchwurzelt

A₂ bis 13 cm, frisch dunkelbraun (oben) bis graubraun (unten), lehmig, gut krümelig, sehr steinig und grusreich, reichlich durchwurzelt

B bis 60 cm, sehr frisch ockerfarbener Lehm zwischen vielen, teilweise sehr großen Steinen, keine Farbunterschiede, mäßig von Baumwurzeln durchsetzt

C ab 60 cm zerklüfteter Kulm-Schiefer

Bodenart: steiniger und grusiger Lehm bis Feinlehm

Aufgaben und Fragen

1. Graben Sie ein Bodenprofil! Gehen Sie bei flachgründigen Böden bis auf das anstehende Gestein, bei grundwasserbeeinflussten Böden bis zum Grundwasser und bei leicht zu durchdringenden Bodenarten (Sand, Kies, Lehm, Ton) bis 1,50 m Tiefe! Das Profil muß so breit sein, daß alle Bodenschichten gut sichtbar sind und Bodenproben aus verschiedenen Horizonten entnommen werden können.
2. Beschreiben Sie nach den Erläuterungen (Farbtafel 7, Schema und Beispiel) die Bodenhorizonte möglichst genau (Mächtigkeit, Farbe, Bodenart, Durchwurzelung, Durchfeuchtung)! Fertigen Sie eine Skizze in verkleinertem Maßstab an!
3. Entnehmen Sie aus dem A- und B-Horizont des Bodenprofils Bodenproben! Trocknen Sie diese nach entsprechender Kennzeichnung an der Luft!
4. Untersuchen Sie die getrockneten Bodenproben nach dem Siebverfahren auf ihren Feinerdeanteil!
5. Führen Sie mit dem Feinboden die Schlämmanalyse zur Bestimmung der Bodenart durch!
6. Ermitteln Sie mit einem weiteren Teil des gleichen Bodens das Wasserhaltevermögen beziehungsweise die Wasserdurchlässigkeit!
7. Bestimmen Sie den Säuregrad lufttrockener Bodenproben aus dem Bodenprofil ihrer Biozönose!
8. Warum werden saure Wiesen und Äcker gekalkt?

Die Bodenlebewesen

Es gibt viele Arten von Bodenorganismen, sie spielen eine große Rolle im Stoffkreislauf jeder Lebensgemeinschaft.

Übersicht über die Bodenlebewesen

Mikroorganismen	Bakterien, Pilze, Algen, Urtiere
kleinere Tiere	Würmer, Milben, Asseln, Insekten und ihre Larven
größere Tiere	Maulwurf, Hamster und andere Nager

Die Anzahl der Bodenlebewesen, ihre Ortsveränderung, Tiefenverteilung und Aktivität hängt von vielen Faktoren ab, so von der Jahreszeit (s. S. 15), von Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, Säuregrad, Bewurzelung und dem Anteil an organischer Substanz im Boden.

In 1 g Boden können mehrere Millionen Bakterien, 100 000 Pilze, 50 000 Algen und 10 000 Urtiere leben. Im allgemeinen nimmt die Anzahl der Bodenlebewesen ab, je tiefer wir in den Boden eindringen. Ausnahmen bilden beispielsweise Wüstengebiete (Karakum), in denen an der Oberfläche nahezu keine, in 90 cm Tiefe dagegen bis 26 000 Bakterien je Gramm Bodensubstanz festgestellt wurden.

Anzahl der Bakterien im Boden

Boden	Oberfläche	20 cm Tiefe	50 cm Tiefe	1 m Tiefe
Waldboden	2 ½ Millionen	1 ½ Millionen	¾ Millionen	¼ Million
Wiesenboden	10 Millionen	2 ½ Millionen	¾ Million	—

Das Organismenleben im Boden ist für die Bodenfruchtbarkeit sehr wichtig. Die Mikroorganismen, vor allem Bakterien und Pilze, bauen durch Gärung, Fäulnis und Verwesung die abgestorbenen Pflanzen und Tiere des Biotops sowie deren Ausscheidungsprodukte ab. Das dabei frei werdende CO_2 wird der Atmosphäre zugeführt. Die Bodenbakterien und Pilze können durch Fermente Eiweiß-, Stärke- und Zuckermoleküle in ihre Bausteine aufspalten. Dadurch regulieren sie die Mineralisation und Humusbildung sowie die Kompostierung des Wirtschaftsdüngers. Die Bodentiere verbessern durch Lockerung und Mischung des Bodens und durch Zerkleinerung größerer Teile die Bodenstruktur.

Viele Tiere sind einseitig an das Leben im Erdboden angepaßt. Das trifft vor allem auf zahlreiche Milben, Tausendfüßer und Ur-Insekten zu (primäre Bodentiere). Sie sind stammesgeschichtlich alte Arten. Andere Tiere, wie Halbnacktschnecken, blinde Schnecken, Spinnen, Weberknechte und manche flugfähige Insekten, haben sich erst später dem Bodenleben angepaßt (sekundäre Bodentiere). Manche Bodentiere finden wir auch in anderen Lebensräumen, vor allem an Fels-, Schotter-, Sand- und Schlammuffern fließender Gewässer (z. B. Strudelwürmer, Schnurwürmer, Rädertiere, Ringelwürmer, niedere Krebse, Springschwänze, Hundertfüßer, Asseln und verschiedene Insekten).

Obwohl die Bodentiere sehr verschiedenen systematischen Gruppen angehören, ähneln sie sich infolge ihrer ähnlichen Lebensweise äußerlich oft recht stark, wir können im wesentlichen vier Typen unterscheiden:

Grabende Tiere	wurmförmige Gestalt oder Grabbeine
Streubewohner	wurmförmige oder asselförmige Gestalt
Spaltenbewohner	kurze zylindrische, hantelförmige oder kugelige Gestalt
Bodenwassertiere	außerordentlich geringe Körpergröße

Die Bodentiere sind meist durch folgende Merkmale gekennzeichnet: geringe Beweglichkeit (z. B. Flügelrückbildung bei Insekten), keine Fernsinnesorgane (Reduktion der Augen), gut entwickelte Tastorgane, Hautatmung, vorherrschend meist schwache Färbung, keine auffällige Zeichnung, häufig Brutpflege, individuenreiche Kolonien fehlen.

Neben vollständig entwickelten Bodentieren wirken auch die Larven verschiedener Arten auf den Stoffkreislauf in den Bodenschichten ein.

Aufgaben

1. Sieben Sie lufttrockene Bodenproben aus der Biozönose! Durchmustern Sie die ausgesiebte Substanz mit dem Mikroskop auf Kleinlebewesen!
 2. Rühren Sie Regenwurmausscheidungen mit destilliertem Wasser an! Untersuchen Sie diese unter dem Mikroskop!
 3. Schichten Sie in einem Glas abwechselnd dunklen Boden (Gartenerde) und hellen Sand übereinander! Besetzen Sie das Gefäß im Frühjahr oder im Sommer mit mehreren unverletzten großen Regenwürmern! Halten Sie die obere Schicht des Bodens mäßig feucht und stellen Sie das Glas nicht ins direkte Sonnenlicht! Legen Sie ab und zu einige Blätter (Salat, Sellerie, Möhre) als Futter auf die Bodenoberfläche!
- Beobachten Sie, wie die Würmer die Bodenschichten im Laufe einiger Monate verändern!

Das Zusammenwirken der Standortfaktoren

Die Standortfaktoren, deren Einfluß wir bisher isoliert betrachtet haben (s. S. 128 ff.), wirken als Gesamtheit auf die Organismen der Lebensgemeinschaft ein. Oft hat ein Standortfaktor überragende Bedeutung, in besonders trockenen Lebensräumen zum Beispiel das Wasser.

Manche Lebewesen sind eng an bestimmte Umweltbedingungen gebunden. Sie kommen deshalb nur in begrenzten Biotopen vor (z. B. die Salzmiere nur am Meeresstrand). Andere Arten hingegen können unter recht unterschiedlichen Bedingungen leben. Wir finden sie deshalb in den verschiedenen Lebensgemeinschaften (z. B. die Große Brennnessel in Wäldern, an Ufern, auf Schuttplätzen, in Erlenbrüchen und anderswo). Die einzelnen Arten haben also unterschiedliche Bedeutung für die Kennzeichnung einer Lebensgemeinschaft.

Viele Arten sind in der Natur durchaus nicht dort am häufigsten anzutreffen, wo sie optimale Lebensbedingungen vorfinden. Oft werden sie auf den ihnen am besten zusagenden Standorten von anderen Arten verdrängt oder können sich gar nicht erst ansiedeln.

Die Gemeine Kiefer ist eine Lichtholzart. Sie kann auf tiefgründigen, schwach sauren, lehmigen Böden gut gedeihen. Ohne Hilfe des Menschen wird sie dort aber von Schattenholzarten verdrängt (z. B. von der Rot-Buche und der Fichte). Unter natürlichen Bedingungen hält sich die Kiefer daher nur in Lebensräumen, in denen sie den anspruchsvolleren Schattenholzarten durch ihre Anspruchslosigkeit überlegen ist (z. B. auf Dünen und in Mooren).

Aufgabe und Fragen

Welche Arten der untersuchten Lebensgemeinschaft kennen Sie auch von anderen Standorten? Welche kommen an anderen Standorten nicht vor? Versuchen Sie, Ihre Feststellungen zu begründen!

Die Vergesellschaftung der Pflanzen eines Standortes

Die Mitglieder einer Pflanzengesellschaft nutzen gemeinsam die Lebensbedingungen ihres Standortes. Sie bedrängen sich dabei gegenseitig durch ihre Sprosse und durch ihr Wurzelsystem. Die verschiedenen Arten sind entsprechend ihren Besonderheiten besser oder schlechter geeignet, sich unter bestimmten Bedingungen durchzusetzen. Länger lebende Pflanzen sind im allgemeinen gegenüber kurzlebigen im Vorteil. Schneller keimende und wachsende Arten sind solchen mit langsamer Jugendentwicklung überlegen.

Die Konkurrenz zwischen den Arten ist unterschiedlich, beispielsweise stehen Arten mit gleichem Lebensrhythmus (z. B. Frühblüher) untereinander mehr im Wettbewerb als solche, deren Hauptentwicklung zu verschiedenen Zeiten der Vegetationsperiode erfolgt.

Zur Untersuchung der Zusammensetzung einer Pflanzengemeinschaft wählen wir eine Probefläche aus, auf der das Typische der Gesellschaft gut zum Ausdruck kommt. Diese Probefläche ist unser hauptsächliches Untersuchungsgebiet. Sein Pflanzenbestand wird ermittelt. Wir bezeichnen diese Arbeit als Bestandsaufnahme und nennen die Probefläche deshalb auch Aufnahmefläche. Bei den Untersuchungen sind einige Erscheinungen besonders zu beachten.

Deckungsgrad und Artmächtigkeit. Bei der Unter-

tualen Anteil, den die von der Art bedeckte Fläche an der Probestfläche hat. Die Arten, die in den einzelnen Schichten der Pflanzengesellschaft den größten Deckungsgrad aufweisen, werden als vorherrschende (dominante) Arten bezeichnet.

Die Artmächtigkeit drücken wir durch folgende Zeichen oder Zahlen aus:

- + wenig vorhanden, geringer Bedeckungsanteil

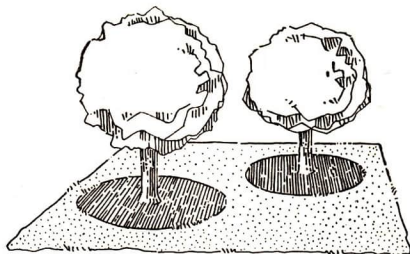


Abb. 160 Deckungsgrad (Schema)

- 1 reichlich vorhanden, jedoch weniger als 5% der Aufnahme­fläche bedeckend
- 2 sehr zahlreiche Exemplare, etwa 5 bis 25% der Aufnahme­fläche bedeckend
- 3 25 bis 50% der Aufnahme­fläche bedeckend, beliebige Individuenzahl
- 4 50 bis 75% der Aufnahme­fläche bedeckend, beliebige Individuenzahl
- 5 75 bis 100% der Aufnahme­fläche bedeckend, beliebige Individuenzahl

Wenn man alle auf einer Probefläche vorkommenden Pflanzenarten in einer Liste zusammengestellt hat, werden sie nach ihrer Artmächtigkeit geordnet. Auf diese Weise entsteht ein Überblick über Aufbau und Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft. In geschichteten Pflanzengesellschaften führen wir die Arten der einzelnen Schichten gesondert auf.

Tabelle einer Bestandsaufnahme

Aufnahme Nr. 8		Hangrichtung und -neigung: S 1 bis 2%	
18. 10. 1959 – nach wochenlanger Trockenheit		Probefläche in m ² : 400	
Meßtischblatt: Langenberg, Ortsflur: Roschütz NO 300 m		Boden: Sandiger Lehm­boden	
Höhe ü. M. in m: 210		Bewirtschaftung: Zuckerrübenacker	
Weißer Gänsefuß	2	Acker-Hellerkraut	+
Acker-Kratzdistel	2	Acker-Vergißmeinnicht	+
Acker-Winde	2	Quendelblättriges Sandkraut	+
Acker-Senf	2	Acker-Stiefmütterchen	+
Schwarzer Nachtschatten	1 ... 2	Schlitzblättriger Storchschnabel	+
Echte Kamille	1 ... 2	Ampfer-Knöterich	+
Vierstrahliges Knopfkraut	1	Stengelumfassende Taubnessel	+
Rauhe Gänse­distel	1	Acker-Hundskamille	+
Purpurrote Taubnessel	1	Gänse-Fingerkraut	r
Gemeine Quecke	1	Wege-Rauke	r
Geruchlose Strandkamille	1	Gemeine Kuhblume	r
Gemeines Hirtentäschel	1	Sand-Mohn	r
Sonnenwend-Wolfsmilch	1	Kleiner Storchschnabel	r
Echter Erdrach	1	Gemeines Kreuzkraut	r
Vogel-Miere	1		

Die Bestandsaufnahme erlaubt uns eine Kennzeichnung der untersuchten Pflanzengemeinschaft, wenn wir sie mit Ergebnissen vergleichen, die auf Grund langjähriger wissenschaftlicher Untersuchungen festgelegt wurden.

Pflanzen als Standortanzeiger

Es gibt in jeder Biozönose Gruppen von Pflanzen, die an die Umweltfaktoren einheitliche Ansprüche stellen. Sie werden nach der Pflanzenart benannt, bei der die Eigenschaften dieser Gruppe besonders deutlich ausgeprägt sind. Solche Pflanzengruppen zeigen uns gewissermaßen die Standortbedingungen eines Lebensraumes an. Man bezeichnet sie deshalb als **Zeigergruppen**.

Ein bekannter Standortanzeiger des Waldes ist die Lerchensporn-Gruppe.

Lerchensporn-Gruppe

Vorkommen und Verbreitung: Frühblüher in schattigen Laubwäldern Mitteleuropas. Keine Bindung an bestimmte Baumarten. Standortansprüche: Waldböden mit guter Krümelstruktur, guter Durchlüftung, gutem Humuszustand, reichlicher Nährstoffversorgung.

Arten: Hohler Lerchensporn, Gefingierter Lerchensporn, Bären-Lauch, Wald-Goldstern, Scheidiger Goldstern, Frühlings-Knotenblume, Busch-Windröschen, Gelbes Windröschen.

In ähnlicher Weise lassen sich auch einzelne Arten zusammenstellen, die wichtige Standortfaktoren anzeigen (z. B. Staunässe, Kalk, salzreiche Böden). Sie werden als **Zeigerpflanzen** bezeichnet.

Beispiele für Zeigerpflanzen

Standortfaktoren	Wiesenpflanzen	Ackerunkräuter
Säuregrad des Bodens: vorwiegend schwach saure Böden besiedeln	z. B. Wiesenhafer, Scharfe Segge, Hopfen- Schneckenklee, Wiesen- Pippau	z. B. Feld-Ehrenpreis, Acker-Sinai
Stickstoffhaushalt: Vorwiegend stickstoffreiche Böden besiedeln	z. B. Wiesen-Fuchsschwanz- gras, Fuchs-Segge, Zaun- Wicke, Wiesen-Kerbel	z. B. Rote Taubnessel, Kletten-Labkraut, Hühnerhirse

Aufgaben

1. Versuchen Sie, in der untersuchten Lebensgemeinschaft Zeigergruppen festzustellen! Stellen Sie bei diesen Untersuchungen Vergleiche zu benachbarten Gebieten an! Erklären Sie die Unterschiede!
2. Nennen Sie Beispiele dafür, daß Pflanzen als Standortanzeiger Bedeutung haben.

Die Lebensformen der Pflanzen

Bei der Untersuchung einer Lebensgemeinschaft lernen wir Pflanzen kennen, die in unterschiedlicher Weise die Zeiten der ungünstigen Lebensbedingungen (in unserer Heimat ist das der Winter.) überdauern. Einjährige Pflanzen zum Beispiel überwintern ausschließlich als Samen, Bäume und Sträucher dagegen auch als vollständige Pflanzen. Sobald günstigere Lebensbedingungen vorhanden sind, keimt der Samen; bei Bäumen und Sträuchern entfalten sich aus den Knospen der Zweige neue Blätter und Blüten.

Alle Pflanzenarten, die in der Anlage und Ausbildung der Organe, mit denen sie den Winter überdauern, gleiche Anpassungserscheinungen aufweisen, bilden eine Lebensform-Gruppe. Die Unterscheidung der einzelnen Gruppen richtet sich nach der Lage der Überdauerungsorgane zum Boden (Abb. 161).

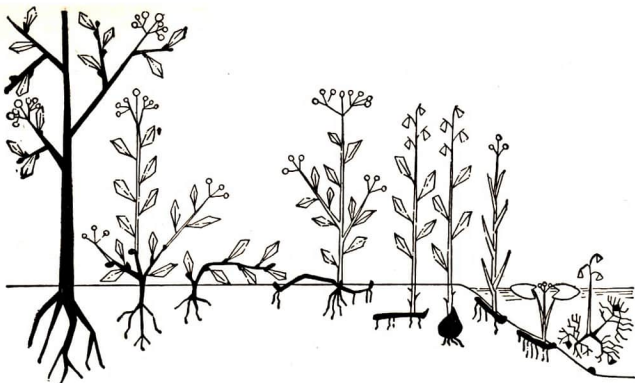


Abb. 161 Lebensformen der Pflanzen. Von links nach rechts: Luftpflanzen (Baum), zwei Zwergpflanzen, Erdschürfpflanze, zwei Erdpflanzen, Wasserpflanzen (zwei Wassererdpflanzen, eine Schwimmpflanze)

Luftpflanzen. Bäume: Holzgewächse mit aufrechtem Stamm. Erneuerungsknospen an ausgewachsenen Pflanzen mehr als 2 m über dem Boden. — Sträucher: Holzgewächse ohne oberirdischen Stamm. Erneuerungsknospen an ausgewachsenen Pflanzen etwa 0,25 bis 2 m über dem Boden.

Zwergpflanzen. Krautige Pflanzen und Zwergsträucher mit ausdauernden Trieben. Erneuerungsknospen 0,25 bis 0,30 m über dem Boden, dadurch Schneeschutz im Winter (Heidekraut, Heidelbeere, Preiselbeere, Immergrün, Mauerpfeffer, Große Fetthenne).

Erdschürfpflanzen. Erneuerungsknospen unmittelbar an der Erdoberfläche, durch lebende und abgestorbene Blätter oder durch Schnee geschützt. (Rosettenpflanzen wie Kuhblume, Gänseblümchen, Großer Wegerich; viele Gräser; Halbrosettenpflanzen wie Scharfer Hahnenfuß, Schafgarbe; Stengelpflanzen wie Knotige Braunwurz, Lungenkraut, Wiesen-Schaumkraut).

Erdpflanzen. Erneuerungsknospen unter der Erdoberfläche an Knollen (Türkenbund, Lerchensporn, Orchideen), Zwiebeln (Goldstern, Tulpe), unterirdischen Sproßverdickungen (Anemone, Schilf). Die oberirdischen Organe der Erdpflanzen sterben im Winter vollständig ab.

Wasserpflanzen. Erneuerungsknospen im Wasser untergetaucht: Schwimmpflanzen (Wasserlinsen, Tausendblatt), Wassererdpflanzen (Weiße Teichrose, Pfeilkraut).

Einjährige Pflanzen. Sie überdauern ungünstige Zeiten in Form von Samen oder Früchten (viele Ackerunkräuter: Kornblume, Acker-Hahnenfuß, Winden-Knöterich, Garten-Wolfsmilch). Manche einjährige Pflanzen keimen im Herbst und überwintern als junge Pflanzen (Wintergetreide, Gemeiner Windhalm, Hirtentäschel).

Die Lebensformen der Pflanzen werden auch mit wissenschaftlichen Fachausdrücken benannt. Die Erdschürfpflanzen beispielsweise heißen Hemikryptophyten, die Erdpflanzen Geophyten.

In den verschiedenen Lebensgemeinschaften sind meist unterschiedliche Lebensformgruppen vertreten.

Fichtenwald auf saurem Boden. Das äußere Bild wird bestimmt durch immergrüne Luftpflanzen (Nadelbäume), große Herden von Zwergsträuchern (z. B. Heidelbeere), truppweises Auftreten von Horstpflanzen (z. B. Draht-Schmiele).

Trockene Rasenfläche (Magerrasen) am Berghang (Südseite): Die charakteristischen Lebensformen sind: Erdschürfpflanzen (z. B. Fieder-Zwenke, Stengellose Kratzdistel, Golddistel, Wiesen-Salbei, Weide-Wegerich, Gemeiner Wundklee, Berg-Klee) und Erdpflanzen (z. B. Knolliger Hahnenfuß, Große Händelwurz, Großes Zweiblatt) sowie wenige einjährige Pflanzen (z. B. Augentrost, Wiesen-Lein).

Verlandungszone eines Teiches. Die charakteristischen Lebensformen sind: Schwimmpflanzen (z. B. Laichkräuter, Wasser-Hahnenfuß) sowie Wasserepiphyten (z. B. Weiße Teichrose, Pfeilkraut, Froschlöffel, Schilf, Rohrkolben, Igelkolben, große Seggen) und Luftpflanzen (z. B. Schwarz-Erle).

Wintergetreidefeld auf saurem Sandboden. Die charakteristischen Lebensformen sind: einjährige Pflanzen (z. B. Saat-Roggen, Einjähriger Knäuel, Acker-Sinai, Echte Kamille, Efeu-Ehrenpreis, Sand-Mohn, Schmalblättrige Wicke) und wenige Erdpflanzen (z. B. Acker-Kratzdistel).

Aufgaben

1. Ermitteln Sie mit Hilfe einer Exkursionsflora, welche Pflanzen der verschiedenen Lebensformgruppen an der Zusammensetzung der von Ihnen untersuchten Lebensgemeinschaft beteiligt sind!
2. Stellen Sie den prozentualen Anteil der verschiedenen Lebensformen fest!

Beziehungen zwischen den Pflanzen einer Lebensgemeinschaft

An einigen Beispielen haben wir bereits erläutert, daß die Zusammensetzung einer Pflanzengesellschaft auch von den Wechselbeziehungen zwischen den Pflanzen abhängt. Einige dieser Beziehungen sind uns aus früheren Schuljahren bekannt.

Symbiose und Schmarotzer. Besonders enge Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen finden wir bei Symbiosen sowie zwischen Schmarotzern und ihren Wirten. Von den Pilzen eines Waldes leben meist 40 bis 70% in **Symbiose** mit bestimmten Waldbäumen. Sie bilden ein dichtes Flechtwerk um deren feine Wurzeln und dringen in die Wurzelzellen oder die Zwischenzellräume ein (Mykorrhiza; s. S. 50).

An den Wurzeln der Erle treten Wucherungen auf, die von Strahlenpilzen hervorgerufen werden. Diese Organismen können Luftstickstoff binden, der dem Baum zugute kommt. Die Knöllchenbakterien der Schmetterlingsblütengewächse (z. B. an den Wurzeln der Lupine) wirken ähnlich. Für die Land- und Forstwirtschaft sind diese Symbiosen von Nutzen, da der überschüssige Stickstoff an den Boden abgegeben wird.

Flechten stellen eine Symbiose aus Pilzen und Algen dar (s. S. 49). Da sie sehr anspruchslos sind, finden wir sie auch auf ärmsten, äußerst mageren und trockenen Sandböden unserer Kiefernwälder, auf nacktem Gestein und auf der Rinde von Bäumen.

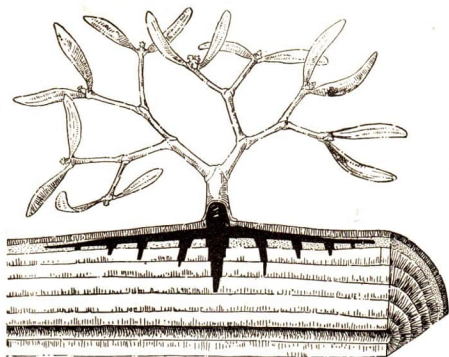


Abb. 162 Die Mistel senkt ihre Saugwurzeln (schwarz) in die Wirtspflanze

Bei den pflanzlichen **Schmarotzern** (Parasiten) unterscheiden wir zwischen Vollschmarotzern und Halbschmarotzern. Vollschmarotzer sind blattgrünlos; sie entziehen alle Nährstoffe ihren Wirtspflanzen. Halbschmarotzer assimilieren das Kohlendioxyd mit Hilfe von Blattgrün selbst, entnehmen aber ihren Wirten Nährsalze und Wasser.

Halbschmarotzer finden wir auf manchen Wiesen (z. B. Arten von Augentrost, Klappertopf und Läusekraut) und in Wäldern (z. B. Wachtelweizen). Ihre Wirte sind Gräser, Schmetterlings-

blütengewächse, Heidekraut, Nadel- und Laubhölzer. Bekannte Halbschmarotzer sind die Misteln, die auf Laub- und Nadelbäumen wachsen (Abb. 162).

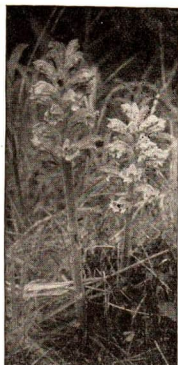
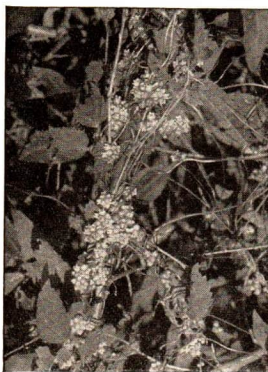


Abb. 163 Schmarotzende Samenpflanzen. Kleeseide, Schuppenwurz, Sommerwurz

Von den Vollscharotzern ist bei uns die artenreiche Familie der Sommerwurzgewächse verbreitet (Abb. 163). Die einzelne Arten, meist von bleicher, gelbbraunlicher Farbe, sind an verschiedene Wirte gebunden und kommen infolgedessen in unterschiedlichen Pflanzengemeinschaften vor. Für die Landwirtschaft ist die Kleine Sommerwurz (Kleeteufel) von besonderer Bedeutung, weil sie auf Rot-Klee schmarotzt. An den Wurzeln von Laubbäumen und Sträuchern lebt die Schuppenwurz (Abb. 163). Sie ist in Gebüsch und Laubwäldern verbreitet. Die windenden Seide-Arten (Abb. 163) sind Schädlinge verschiedener Kulturpflanzen (z. B. schmarotzt die Lein-Seide auf Lein).

Zahlreiche Pilze sind Scharotzer (z. B. Rost-, Brand-, Mutterkornpilze (s. S. 48); die Hexenbesen auf Nadel- und Laubbäumen werden ebenfalls durch Pilze hervorgerufen).

Fäulnisbewohner. Die Fäulnisbewohner (Saprophyten) leben von vermodernder organischer Substanz. Zu den bekanntesten Arten gehört der Gewöhnliche Fichten-spargel. Er lebt in Symbiose mit Pilzen.

Kletterpflanzen. Die Kletterpflanzen besitzen wenig standfeste Sprossachsen. Sie klettern an anderen Pflanzen empor und bringen dadurch ihre Blätter und Blüten in günstige Lichtverhältnisse. Wir unterscheiden windende Pflanzen (z. B. Gemeiner Hopfen, Geißblatt-Arten, Seide-Arten, Ufer-Zaunwinde, Acker-Winde, Hecken- und Winden-Knöterich) und rankende Pflanzen (z. B. Erbsen-, Wicken- und Platterbsen-Arten, Zaunrübe, Weiße Waldrebe). Weitere Gruppen sind Wurzelkletterer (z. B. Efeu) und Spreizklimmer (z. B. Brombeere, Kletten-Labkraut, Bittersüßer Nachtschatten).

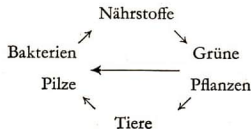
Aufgaben

1. Erläutern Sie verschiedene Formen des Kletterns bei Pflanzen als Anpassung an die Verhältnisse ihrer Standorte!
2. Erklären Sie, worauf die Bewegungen der Kletterpflanzen beruhen! Nennen Sie Beispiele!
3. Nennen Sie Pflanzenteile, die sich zu Kletterorganen umgebildet haben!
4. Nennen Sie Beispiele für die Beziehungen zwischen den Pflanzen einer Lebensgemeinschaft!

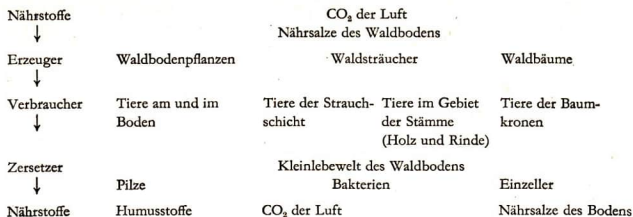
Wechselbeziehungen zwischen Erzeugern, Verbrauchern und Zersettern

Die Mitglieder einer Biozönose lassen sich entsprechend ihrer Beziehung zur gesamten Lebensgemeinschaft in drei große Gruppen einteilen. Die grünen Pflanzen sind die **Erzeuger** (Produzenten) der organischen Substanz. Von ihnen leben die Tiere, die **Verbraucher** (Konsumenten) der erzeugten organischen Substanz. Schließlich bauen die **Zersetzer** oder Zerstörer (Destruenten) die von der Pflanze aufgebaute organische Substanz wieder ab. Sie zerlegen alle abgestorbenen Organismen oder Organismen-teile bis in ihre anorganischen Ausgangsstoffe, die dem Boden und der Luft zugeführt werden. Zu den Zersetzern gehören vor allem Bakterien und Pilze.

In einfachster Form läßt sich der Stoffkreislauf so darstellen:



Stoffkreislauf in einem Laubmischwald



Auf Wiesen und Feldern entnehmen der Mensch und seine Haustiere durch Ernte, Mahd und Weidegang den größten Teil der durch die Erzeuger (Kulturpflanzen, Gräser) gebildeten Stoffe. Die für den Bestand der Kulturbiozönose notwendige Bodenstruktur wird durch Bodenbearbeitung erreicht. Die fehlenden Nährstoffe werden dem Boden durch Düngung wieder zugeführt. Das Gleichgewicht des ganzen Gefüges muß in Kulturbiozönosen also künstlich aufrechterhalten werden.

Beziehungen zwischen Pflanzen und Tieren sowie zwischen Tieren und Tieren

In der Regel dienen die Pflanzen den Tieren als Nahrungsgrundlage, nur sehr selten ist es umgekehrt („fleischfressende Pflanzen“).

Die besondere Bedeutung der Pflanzen für die gesamte Lebensgemeinschaft wurde folgendermaßen charakterisiert:

„Wie viele Tiere fressen Blätter oder Zweige, Knospen, Blüten oder Früchte. Wie viele beschränken sich auf das Holz, auf die Rinde, auf das Mark oder auf die Wurzeln der Pflanzen! Sie alle zehren von dem Nahrungsschatz, den die Pflanzenwelt aufgespeichert hat, und dienen selbst wieder für eine unendliche Mannigfaltigkeit anderer Tierformen als Nahrung. ... Alles, was da raubt, was Blut saugt, was parasitiert, ist in letzter Linie auf Tiere angewiesen, die sich von Pflanzen ernähren. Mag ein Raubtier sich auch selbst von Raubtieren ernähren, diese von Insektenfressern, die gefressenen Insekten wiederum Spinnen oder andere räuberische Gliedertiere fressen, irgendwo langen wir doch immer wieder in dieser Kette der Verknüpfungen bei der Pflanzenwelt an. Es kann gar kein Zweifel darüber herrschen, daß sie bei den landbewohnenden Tieren jedenfalls die Urnahrung darstellt.“

Pflanzenfresser. Pflanzenfresser, deren Leben unmittelbar vom Vorkommen bestimmter Nahrungspflanzen abhängig ist, sind in allen Tierstämmen vertreten. Sie sind besonders eng an bestimmte Pflanzengesellschaften gebunden und beeinflussen die Pflanzengesellschaft sehr stark.

Blütenbestäubung. Viele Insekten, aber auch andere Tiere, nähren sich von Nektar und Blütenstaub. Sie haben als Bestäuber der Blüten für die Lebensgemeinschaft Bedeutung. Der weitaus größte Teil aller Blütenpflanzen unserer Heimat wird durch

Tiere bestäubt. Häufig entsprechen Blüten und Besonderheiten bestimmter Insekten einander besonders gut. Die Farben der Blüten entsprechen dem Farbensinn, ihr Duft dem Geruchssinn ihrer Bestäuber. Die Blütenformen sind meist von geringerer Bedeutung als Farbe und Duft der Blüte.

Der Bestand vieler Pflanzen in ihren natürlichen Lebensräumen ist ohne geschlechtliche Fortpflanzung (das heißt ohne Blütenbesucher!) unmöglich. Fehlten die Bestäuber in der Lebensgemeinschaft, so könnten diese Pflanzen in ihr nicht bestehen. Damit fehlte allen Tieren, die von ihnen unmittelbar oder mittelbar abhängen, die Lebensmöglichkeit.

Samenverbreitung. Viele Tiere tragen zur Erhaltung von Pflanzenarten bei, indem sie deren Samen verbreiten (z.B. Vögel, Säuger und Ameisen.)

Die ernährungsbiologischen Bindungen zwischen den Lebewesen einer Biozönose sind nicht leicht zu übersehen. Während die Pflanzen und Tiere verschiedene Entwicklungsstadien durchlaufen, verändern sich ihre Beziehungen untereinander und zu den anderen Umweltfaktoren. So benötigen zum Beispiel Insektenlarven andere Lebensbedingungen als die Vollinsekten. Damit ändert sich auch ihre Wirkung auf das Gesamtgefüge der Lebensgemeinschaft.

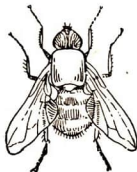
Nahrungsketten und Kettengemeinschaften. Die Beziehungen zwischen Pflanzen und Tieren sind oft weit komplizierter, als das bei den bisher aufgeführten Beispielen zum Ausdruck kam.

Wir versuchen, in der Lebensgemeinschaft verschiedene Formen der Vergesellschaftung zwischen Tieren verschiedener Arten festzustellen.

Nahrungsketten. Oft stehen viele Arten von Tieren in ernährungsbiologischer Abhängigkeit. So kann etwa von einer Pflanze eine bestimmte Tierart als Verbraucher leben. Das Tier dient einem Räuber oder Parasiten als Nahrung, der wiederum von einem anderen Tier verfolgt wird, von dem ein weiteres (z. B. als Schmarotzer, jetzt „Überschmarotzer“ genannt) lebt (Abb. 164).



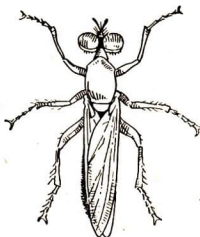
Kiefernneule



Raupenfliege



Schlupfwespe



Raubfliege

Abb. 164 Beispiel für eine Nahrungskette

Beispiele für Nahrungsketten

Erzeuger	Verbraucher	Räuber bzw. Schmarotzer	Verfolger, Schmarotzer bzw. Überschmarotzer
Kiefer	Kieferneule	Kieferneulenraupenfliege	Schlupfwespen, insektenfressende Vögel, Spinnen, Raubfliegen
Buche	Buchengallmücke	Schlupfwespen	wie oben und Raubwespen
Laub- und Nadelhölzer, Sträucher, Gräser und andere krautige Pflanzen	Pflanzenläuse	Larven von Schwebfliegen und Florfliegen, Marienkäfer	wie oben
Pflanzen des Teiches	verschiedene Insektenarten	Libellen, Vögel	Eisvögel, Bachstelze, Schwalben, Raubvögel, Fische, Spinnen, Milben, Schlupfwespen
Pflanzen des Grünlandes	wildlebende Säuger und Vögel	blutsaugende Insekten, Eingeweidewürmer, Haarlinge, Federlinge, Raubvögel	Haarlinge, Saugwürmer

Die Zahl solcher Nahrungsketten ist in allen Lebensgemeinschaften sehr groß. Viele lassen sich auch noch weiter fortführen.

Kettengemeinschaften. Kettengemeinschaften entstehen dadurch, daß verschiedenartige Tiere auf einer Pflanzenart leben.

Das Echte Springkraut zum Beispiel, das an feuchten Waldstellen des Berglandes wie der Ebene meist in größeren Beständen auftritt, dient einer Anzahl Insektenarten als Nahrungspflanze, so den Raupen des Mittleren Weinschwärmers, verschiedener Spanner-Arten und eines Wicklers. Außerdem leben von dieser Pflanze Blattläuse sowie Larven einer Gallmücke, einer Blattwespe und einer Fliege, die in den Blättern minieren.

Aufgaben

Stellen Sie an einer charakteristischen Pflanzenart der Lebensgemeinschaft fest, welche Tiergemeinschaft von ihr lebt! Nennen Sie ein Beispiel für eine Nahrungskette! Geeignete Pflanzen sind zum Beispiel: Kiefer, Fichte, Eiche, Buche, Erle, Schilf, Rohrkolben, Weiße Teichrose, Gräser, Getreide, Hackfrüchte und Ackerunkräuter.

Weitere Tiergesellschaften. Von den Beziehungen zwischen Tieren gleicher Art sind an erster Stelle die Paarungsbeziehungen zwischen den Geschlechtern zu nennen sowie die Bindungen zwischen Elterntieren und Jungtieren. Durch Brutpflege entstehen verschiedene Formen von Tierfamilien (z. B. Rebhühner, Singvögel, Stichlinge) und Tierstaaten (z. B. Ameisen, Bienen).

Viele Vergesellschaftungen haben keine unmittelbare Beziehung zur Fortpflanzung, beispielsweise die Platzgemeinschaften (z. B. Kleinkrebse an Steinen, Felsen, Holz), Überwinterungsgemeinschaften (z. B. Fledermäuse, Kreuzottern, Feuersalamander), Wandergemeinschaften (z. B. Raupen des Kohlweißlings und der Nonne, Maikäfer, Heuschrecken, Tagfalter, Zugvögel), Schlafgemeinschaften (z. B. Krähen, Fledermäuse, Stare) und Fraßgemeinschaften (z. B. Fliegen an Aas, saugende Insekten an Blüten und Baumsaft).

Gemeinschaften gewährleisten häufig größeren Schutz und bessere Sicherheit für die Einzeltiere, besonders für das Jungtier. Jungfische, Jungspinnen, Kaulquappen, Mücken- und Fliegenlarven schließen sich oft zu großen Kindergesellschaften zusammen. Häufig sind die Eier dieser verschiedenen Tierarten an dem gleichen, für sie günstigen Ort abgelegt worden.

Aufgaben und Fragen

1. Beschreiben Sie einige auffällige und für die von Ihnen untersuchte Biozönose typische Formen der Vergesellschaftung von Tieren!
2. Welche Tierarten der Lebensgemeinschaft leben von mehreren Pflanzenarten?
3. Versuchen Sie die Urheber von Schäden an Pflanzen festzustellen (z. B. Fraßschäden an Blättern und Sprossen, Minen, Schälstellen, Fegestellen)!
4. Welche Tierarten der Lebensgemeinschaft halten sich zeitweise auch in anderen Lebensgemeinschaften auf? Welche Gründe können Sie dafür angeben?
5. Untersuchen Sie verwitterte Baumstümpfe und die Rinde kranker und gefällter Bäume sowie den Inhalt von Gallen an Sproßachsen und Blättern!
6. Beobachten Sie in der Feldflur, auf Wiesen und am Teich Abhängigkeit, Anpassungserscheinungen und Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und pflanzenfressenden beziehungsweise blütenbesuchenden Tierarten!
7. Was wissen Sie über den Einsatz des Pflanzenschutzdienstes in Ihrer engeren Heimat? Welche Forstschädlinge treten in den Wäldern Ihrer Heimat auf?

Störung des biozönotischen Gleichgewichts durch Tiere

Viele Tierarten finden besonders in Kulturbiozönosen günstige Lebensbedingungen. Es besteht die Gefahr, daß sie sich in kurzer Zeit außerordentlich vermehren und große Schäden anrichten. Das versucht der Mensch zu verhindern. Wenn dennoch eine Massenvermehrung eintritt, müssen die Schädlinge bekämpft werden. Es gilt dann in der Biozönose das gestörte Gleichgewicht möglichst schnell wieder herzustellen.

Der Mensch bekämpft die Schädlinge durch chemische Mittel und durch den Schutz ihrer natürlichen Feinde. Er bemüht sich, durch sinnvolle Anwendung von chemischen Mitteln die Schädlingsbekämpfung gezielt durchzuführen und die Lebensgemeinschaft nicht zu schädigen. Ziel jeder Bekämpfung ist es, die Schädlinge zu vernichten und die anderen Tierarten zu schonen.

Bei der chemischen Schädlingsbekämpfung kann ungewollt eine ungünstige Einwirkung auf die Lebensgemeinschaft erfolgen. Durch die Gifte werden oft nicht nur die Schädlinge abgetötet, sondern auch ihre natürlichen Feinde. So ist es zu verstehen, daß schon kurz nach der Anwendung chemischer Bekämpfungsmittel mitunter pflanzenschädigende Insekten und Milben in verstärktem Maße die Kulturpflanzen befallen haben. Das liegt vor allem daran, daß bei gleich starker Vernichtung von Schädlingen und Nützlingen die Zahl der Schädlinge viel rascher und in viel stärkerem Maße wieder zunimmt als die der Nützlinge. Die Schädlinge finden schneller günstige Lebensbedingungen (z. B. Nahrung) als die Nützlinge.

Viele Tierarten nützen dem Menschen durch Vernichtung der Schadinsekten, so Singvögel, Raupenfliegen, Schlupfwespen, Larven der Florfliegen und Schwebfliegen sowie Marienkäfer und ihre Larven. Ihre „Hilfe“ bezeichnen wir als biologische Schädlingsbekämpfung. Sie erreicht unter Kontrolle des Menschen eine andauernde Wirkung, genügt allein allerdings nicht. Bei starker Schädlingsvermehrung (bei „Kalamitäten“) muß der Mensch mit chemischen Mitteln eingreifen, am besten mit auslesend (selektiv) wirkenden Präparaten, die nur bestimmte Tierarten schädigen und vernichten.

Wie groß die Anzahl der Schadinsekten in der Kulturlandschaft ist, zeigen folgende Zahlen: In unserer Heimat leben rund 28 500 Insektenarten, davon wurden etwa 7 200 Arten als Schädlinge erkannt, von denen ungefähr 6 000 Arten auf Kulturpflanzen leben. Nur wenige Arten sind Nützlinge.

Gegen Schädlinge können zur biologischen Bekämpfung folgende Maßnahmen ergriffen werden:

1. Schutz nützlicher Wirbeltiere. Schonung und Schutz für Erdkröte, Igel, Spitzmäuse, Raubtiere (z. B. Dachs, Wiesel) u. a. – Vogelschutz (auch für Raubvögel!); Anbringen von Nistkästen, Erhaltung der natürlichen Nistgelegenheiten – Förderung der Verbreitung von Fledermäusen.
2. Schutz nützlicher Insekten. Schonung und Schutz für diejenigen parasitisch und räuberisch lebenden Insekten, die in der Lebensgemeinschaft die übermäßige Vermehrung der Schädlinge hemmen. (Den Ausbruch einer Massenvermehrung können sie allerdings nicht verhüten).

Besondere Bedeutung für den Wald hat die Rote Waldameise. Durch wissenschaftliche Untersuchungen wurde festgestellt, daß 40 Kolonien dieses Insekts etwa 20 ha Stangenholz vor Schäden durch die Forleule bewahren können. (Tritt eine Massenvermehrung des Schädlings in benachbarten Beständen ein, so bleiben die Ameisen gegen den Zuflug machtlos.) Man setzt Kolonien in die Wälder ein. Die Rote Waldameise steht unter Naturschutz!

3. Einführung von nicht heimischen Nützlingen. Die eingeführten Nützlinge wirken sich anfangs am stärksten aus. Sie haben zunächst keine natürlichen Feinde in der Lebensgemeinschaft und besitzen ein Übergewicht gegenüber ihren Beutetieren. Wenn die Einbürgerung gelingt, ist mit einem Nachlassen ihres Nutzens zu rechnen. Es ist schwer, geeignete Arten zu finden. (Beispiele: Aussetzen von Puppenräubern zur Vernichtung von Raupen und Puppen schädlicher Schmetterlinge; Aussetzen einer räuberisch lebenden Wanzenart zur Bekämpfung des Kartoffelkäfers.)

4. Verwendung von Mikroorganismen und Viren. Manche Pilze, Bakterien und Viren erzeugen bei schädlichen Insekten und Nagetieren Krankheiten, die deren Massenvermehrung einschränken und sogar beenden können. (Beispiele: Engerlingsbekämpfung durch Pilze; Bekämpfung der Nonnenraupen durch Viren.)

Grundsätzlich ist zu den beiden letzten Möglichkeiten zu sagen, daß die Wirkung der Nützlinge um so schneller nachläßt, je stärker sie war. Die Nützlinge erschöpfen ihre Nahrungsquelle, so daß sich nach gewisser Zeit ein Gleichgewichtszustand einstellt. Bei wiederholter Massenvermehrung der Schädlinge ist das erneute Eingreifen des Menschen notwendig.

Solange sich die Schadinsekten unter normalen Bedingungen in normaler Zahl vermehren, vermögen die Nützlinge, die ebenfalls in angemessener Zahl vorhanden sind, das biozönotische Gleichgewicht aufrecht zu erhalten. Von großer Bedeutung sind dabei Parasiten, die auf bestimmte Schädlinge spezialisiert sind, zum Beispiel Raupenfliegen, die von Nonnen und Kieferneulen leben.

Unter bestimmten Umweltbedingungen, zum Beispiel bei besonders günstigen Witterungsumständen, kann eine Massenvermehrung der Schadinsekten einsetzen. Es würde eine Reihe von Jahren dauern, bis die Nützlinge (Räuber und Parasiten) sich so stark vermehrt haben, daß sie die Massen der Schädlinge merklich vermindern könnten. Diese Verzögerung würde das Ende der bestehenden Biozönose bedeuten. Deshalb muß der Mensch eingreifen.

Über sieben Jahre lang währte beispielsweise die ungehemmte Massenvermehrung des Borkenkäfers, ehe der Einfluß seiner natürlichen Feinde spürbar wird. Die Borkenkäfer-Kalamitäten nach Sturmschäden oder Schneebruch sind ein Beispiel dafür.

Manche Nützlinge sind auf einen oder wenige Schädlinge spezialisiert. Andere Nützlinge nähren sich von mehreren schädlichen Tierarten; sie sind in der Lebensgemeinschaft zu allen Zeiten mit vielen Individuen vertreten. Bei Beginn einer verstärkten Schädlingsvermehrung wirken sie sofort ausgleichend. Solche Nützlinge finden sich aber nur in artenreichen Lebensgemeinschaften. Deshalb sind artenreiche Biozönosen stabiler und ausgeglichener als solche mit einseitigen Lebensbedingungen.

Aufgaben und Fragen

1. Nennen Sie Beispiele für Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Tieren einer Lebensgemeinschaft!
2. Welchen Einfluß nimmt der Mensch auf Lebensgemeinschaften?
3. Welche Beziehungen bestehen zwischen den grünen Pflanzen, den Tieren und den Zersettern einer Lebensgemeinschaft?
4. Überlegen Sie, welche Folgen es für eine Lebensgemeinschaft hätte, wenn einzelne Faktoren im Kreislauf der Stoffe geändert würden!

In der Lebensgemeinschaft besteht ein gewisses Gleichgewicht zwischen den einzelnen Faktoren. Wenn sich einige Faktoren stark ändern, wird das Gleichgewicht gestört (z. B. bei einer Insekten-Kalamität im Wald). Erst allmählich spielt es sich wieder ein.

Eingriffe in die Standortverhältnisse führen zu weiterreichenden Änderungen der Lebensgemeinschaft. Das Dränieren einer nassen Wiese zum Beispiel ändert die Wasserverhältnisse so stark, daß die bisherige Lebensgemeinschaft nicht mehr bestehen kann. Die dem nassen Standort angepaßten Arten gehen zugrunde und werden durch andere ersetzt. Während bisher Sauergräser vorherrschten, finden nunmehr Süßgräser entsprechende Lebensbedingungen. Die alte Lebensgemeinschaft wird durch eine neue abgelöst. Eine solche Folge von Lebensgemeinschaften bezeichnen wir als Sukzession (s. S. 127).

In nährstoffreichen stehenden Gewässern befinden sich Nährstoffe, Erzeuger, Verbraucher und Zersetzer nicht völlig im Gleichgewicht. Nur selten werden lebende grüne Pflanzen gefressen. Sie sterben ab, sinken zu Boden und dienen dann erst den Tieren als Nahrung. Die Zersetzer können aber bei weitem nicht die große Masse der abgestorbenen Pflanzensubstanz abbauen. Das stehende Gewässer verlandet. An die Stelle des Teiches oder Sees tritt der Sumpf oder das Moor. Die Lebensgemeinschaft verändert sich ohne Zutun des Menschen in gesetzmäßiger Reihenfolge (s. Farbtafel 5).

Der Einfluß des Menschen auf die Lebensgemeinschaft

In allen Biotopen unserer Heimat hat der Mensch im Laufe langer Zeiträume entscheidende Veränderungen vorgenommen. Aus baumlosen offenen Lebensräumen und ursprünglichen Wäldern der Nacheiszeit sind Halbkulturbiozönosen und Kulturbiozönosen geworden. Durch Rodung, Brand, Aufforstung, Beweidung, Be- und Entwässerung entstanden neue Lebensgemeinschaften (z. B. Felder, Wiesen, Weiden, Fischteiche und Forstgesellschaften). Sie wurden im Laufe der Zeit immer intensiver genutzt.

Natürliche Lebensgemeinschaften sind in unserer Heimat noch manche Wälder, stehende Gewässer, Moore, Sümpfe und – auf sehr mageren Standorten – Trockenrasen (s. Farbtafel 6). Sie werden vorwiegend von den Klima- und Bodenfaktoren und dem Einfluß der bodenständigen Organismen geformt. Der Einfluß des Menschen wird nur indirekt, von den benachbarten Kulturbiozönosen aus, wirksam.

Halbnatürliche Lebensgemeinschaften sind beispielsweise verschiedene vom Menschen genutzte Wiesentypen (Trockenrasen, Magerwiesen, Flachmoorwiesen, Bergsumpfwiesen). Würde die Nutzung durch den Menschen (z. B. durch einmalige Mahd oder Schafweide) aufhören, so entstünde allmählich wieder Wald. Manche Pflanzen (z. B. seltene Orchideen, Enzian-Arten auf Moorwiesen) müßten konkurrenzkräftigeren Sippen (z. B. Weide, Faulbaum, Erle, Birke, Kiefer) weichen. – Erfolgt jedoch eine intensivere Nutzung, dann gelangen Wiesenpflanzen zur Herrschaft.

Kulturbiozönosen sind durch den Einfluß des Menschen entstanden, sie können auch nur durch ihn erhalten werden. Durch Bodenbearbeitung, Düngung, Schädlings- und Unkrautbekämpfung, Beweidung, Mahd und Ernte wirkt der Mensch auf das Gefüge dieser Lebensgemeinschaften ein.

Fettwiesen werden in der Regel im Laufe einer Vegetationsperiode zweimal gemäht. Diese Bedingungen führten zu einer Auslese: Manche Pflanzenarten entwickeln sich vor dem ersten Schnitt bis zur Samenreife, einige wenige im Hochsommer zwischen erstem und zweitem Schnitt und einige erst im Herbst. Auch bei den Wiesentieren hat eine Auslese der Arten stattgefunden.

Durch den ständig steigenden Holzverbrauch gingen die Bestände der langsamer wachsenden Laubbäume immer mehr zurück. Die **Forstwirtschaft** schuf bis ins 20. Jahrhundert hinein in immer stärkerem Maße großflächige, gleichförmige, lückenlose und gleichaltrige Reinbestände. Diese sind durch Schädlingsbefall, Windbruch und andere Erscheinungen besonders gefährdet. In unserer Republik ist man deshalb bestrebt, unter Beachtung der biologischen Gegebenheiten einen standortgerechten, leistungsfähigen Wald aufzubauen. Er besteht aus Mischbeständen oder kleineren Flächen gleichaltriger Reinbestände.

Die **Teichwirtschaft** berücksichtigt seit langem lebensgemeinschaftliche Zusammenhänge, weil nur so der Ertrag der Gewässer erhalten werden kann. Die regelmäßige Entnahme von Fischen bedeutet für die Lebensgemeinschaft einen Verlust an organischer Substanz. Der Mensch führt deshalb dem Teich Nährstoffe zu. Der Teich wird trockengelegt, der Boden umgebrochen, gedüngt und mit Futterpflanzen bebaut. Die Futterpflanzen sterben bei nachfolgender Überflutung ab und werden zersetzt. Sie dienen den Fischen als Nahrung. Bei stehenden Gewässern, die nicht abgelassen werden können, mäht man Wasser- und Sumpfpflanzen (z. B. Laichkräuter, Wasser-Hahnenfuß) unter Wasser ab. Dadurch wird eine Nährstoffanreicherung des Gewässers erreicht.

Wir sehen gegenwärtig überall Eingriffe des Menschen in das Gefüge der Kulturlandschaft, seines Lebensraumes, den er geschaffen hat. Die Bewirtschaftung jedes Bodens ist von seiner natürlichen Beschaffenheit abhängig. Innerhalb der dadurch gegebenen Grenzen bestimmt die menschliche Wirtschaft weitgehend die Leistungsfähigkeit und die Ertragsnachhaltigkeit des Standortes. Der Mensch kann durch pflegende Maßnahmen den Standort nicht nur in seiner natürlichen Produktionskraft erhalten, sondern sogar noch wesentlich verbessern. Andererseits kann er ihn aber auch durch einseitige Überbeanspruchung und Raubbau verwüsten und bis zum nutzlosen Ödland verschlechtern. So wird die Kenntnis der Zusammenhänge und Wechselwirkungen in der Natur zur wirtschaftlichen und kulturellen Notwendigkeit.

Der Naturschutz in der Deutschen Demokratischen Republik

Die Erhaltung des biologischen Gleichgewichts in unserer heimatlichen Natur hat große Bedeutung für das Leben unseres Volkes. Deshalb kommt dem Naturschutz große Bedeutung zu.

Das Gesetz zur Erhaltung und Pflege der heimatlichen Natur vom 4. August 1954 enthält nicht nur Bestimmungen, die den Schutz seltener Lebewesen sichern. Es fordert vielmehr den Schutz der gesamten Natur. Bei der Neugründung von Städten und

großen Industriebetrieben sowie in der Land- und Forstwirtschaft sind Natur- und Landschaftsschutz zu berücksichtigen. Eine besondere Bedeutung kommt den Naturschutzgebieten zu. Sie werden nach ganz bestimmten Gesichtspunkten ausgewählt; sie sollen geeignet sein, „der naturwissenschaftlichen Forschung insbesondere zur Beobachtung der Pflanzen- und Tiergemeinschaften in ihrer natürlichen Umwelt zu dienen oder das Studium der natürlichen Entwicklung der Boden- und Landschaftsformen zu fördern“.

Solche wissenschaftlichen Arbeiten zeigen Wege zur Verbesserung unserer Land- und Forstwirtschaft. Sie sind die Voraussetzung für eine harmonische Landschaftsgestaltung, die für Mensch, Tier und Pflanze erforderlich ist. In unserer Republik sollen etwa 10% der Gesamtfläche unseres Landes den Werktätigen als Erholungsgebiete zur Verfügung stehen. Solche Gebiete sind Landschaften und Landschaftsteile, „die besondere nationale Bedeutung haben oder die besondere Eigenart oder Schönheit aufweisen“. Ihr Charakter darf nicht verändert werden. Sie unterliegen als Landschaftsschutzgebiete den Bestimmungen des Naturschutzgesetzes.

Der Bestand seltener, vom Aussterben bedrohter Pflanzen- und Tierarten kann nicht immer dadurch erhalten werden, daß menschliche Eingriffe an den betreffenden Standorten unterbleiben. Oft hätte dies gerade das Gegenteil dessen zur Folge, was erreicht werden soll. Eine Pflanzen- oder Tierart wird nur dann geschützt, wenn die für ihr Gedeihen notwendige Lebensgemeinschaft erhalten bleibt.

Aufgaben und Fragen

1. Stellen Sie fest, welche charakteristischen Landschaftsteile Ihrer Heimat noch in einem naturnahen Zustand sind!
 - a) Kartieren Sie diese (z. B. Wälder, Mooregebiete, Sümpfe, Erlenbrüche, Teiche und Seen und ihre Verlandungszonen, Trockenrasen)!
 - b) Worin besteht der Einfluß des Menschen auf diese Standorte?
 - c) Ist durch die gegenwärtigen Wirtschaftsmaßnahmen das Bestehen der dort vorhandenen Lebensgemeinschaften gewährleistet?
 - d) Welche Pflanzenarten kennzeichnen die Pflanzengesellschaften dieser Standorte?
 - e) Welche der vorkommenden Pflanzen- und Tierarten stehen unter Naturschutz?
2. Wo befinden sich in der Heimatlandschaft Kleingewässer und Naßflächen (z. B. stehende Gewässer, Altwässer, Bachränder, Brüche, Moore), die als natürliche Wasserspeicher anzusehen sind und wichtige Regulatoren im Wasserhaushalt der Landschaft darstellen? (Eine Kartierung und Beschreibung dieser Biotope ist besonders zu empfehlen.)
3. Gibt es in der näheren Umgebung Ihres Wohnortes Naturschutzgebiete?

Beispiele für die Zusammensetzung verschiedener Waldgesellschaften

Name der Waldgesellschaft	Vorkommen und Verbreitung	natürliche Arten der Baumschicht	charakteristische Arten der Strauchschicht (dazu Jungwuchs der natürlichen Baumarten)	einige charakteristische Arten der Krautschicht
Kiefernwald (moosreich)	vorwiegend Sandgebiete der Ebene, auf sauren Böden	Kiefer, stellenweise je nach Standort Stiel- oder Trauben-Eiche, Hänge-Birke, Moor-Birke, Zitter-Pappel, Eberesche	Gemeiner Wacholder, Faulbaum	Keulen-Bärlapp, Flacher Bärlapp, Wintergrün-Arten, Draht-Schmiele, Heidelbeere, Preiselbeere, Gemeines Heidekraut, Wiesen-Wachtelweizen, Niederliegender Dreizahn, Haar-Hainsimse, Rot-Schwingel, Behaarter Ginster, Schaf-Schwingel
Buchenwald	auf kalkreichem Gestein im Bergland	Rot-Buche, beigemischt je nach Standort Weiß-Tanne, Beeren-Eibe, Trauben-Eiche, Hainbuche, Vogel-Kirsche, Ahorn- und Linden-Arten, Esche	Seidelbast, Gemeine Haselnuß, Sal-Weide, Weißdorn-Arten, Rosen-Arten, Schlehe, Roter Hartriegel, Liguster, Holunder-Arten, Schneeball-Arten	Türkenbund-Lilie, Dreilappiges Leberblümchen, Ausdauerndes Bingelkraut, Wald-Sanikel, Gold-Taubnessel, Berg-Weidenröschen, Wald-Flattergras, Schmalblättrige Hainsimse, Vielblütige Weißwurz, Frühlings-Platterbse, Bräunliche Nestwurz, Einblütiges und Nickendes Perlgras, Gemeiner Wurmfarn, Wald-Meister, Ährige Teufelskralle, Zarter Mauerpfeffer, Wald-Reitgras, Wald-Haargerste, Maiglöckchen, Vierblättrige Einbeere, Hohler Lerchensporn
	auf Silikatböden im Bergland	Rot-Buche; beigemischt je nach Standort Weiß-Tanne, Berg- und Spitz-Ahorn, Berg-Ulme, Eberesche, Esche	Sal-Weide, Trauben-Holunder, Rote und Schwarze Heckenkirsche, stellenweise Seidelbast	
	auf sauren Böden über Sandstein, Quarzsand, Grauwacke in der Ebene und im Bergland	Rot-Buche; beigemischt je nach Standort Stiel- oder Trauben-Eiche, Weiß-Tanne, Gemeine Kiefer, Hänge-Birke, Zitter-Pappel	Sal-Weide, Trauben-Holunder, stellenweise Wacholder, Besenginster, Faulbaum	

Beispiele für einige häufiger vorkommende Wiesenarten, die nach den vorherrschenden Gräsern benannt sind

Bezeichnung der Wiese	Wasser- und Nährstoffverhältnisse	bestandsbildende Stütz- und Sauergräser (Beispiele für charakteristische Arten)	Kräuter (Beispiele für charakteristische Arten)	Vorkommen	wirtschaftlicher Wert
Pfingstgras — Wiese	Feuchte Wiesen: (hinsichtlich des Wasserhaushaltes die besten Wiesen) nährstoffarm	vorherrschend Blaues Pfingstgras, stellenweise Borstengras, Rasengras, Hirse-Schmieie, Wolliges Segge, Wolliges Honiggras	Gemeiner Teufelsabbiss, Kümmelsilge, Wald-Engelwurz, Sumpfkrautdistel, Sumpf-Schafgarbe, Wassernabel, Blutwurz	wenigstens zeitweise nasse Standorte, nicht unbedingt Dauernässe, im Sommer oft trockener Boden	einschränkende Mahnwiese, schlechtes Heu, oft als Streuwiese genutzt, bei guter Pflege (Düngung) bis 80 dz/ha
Wiesen-Fuchschwanzgras — Wiese	Feuchte Wiesen: nährstoffreich	vorherrschend Wiesen-Fuchschwanzgras Untergräser: Rot-Schwingel, Wolliges Honiggras, Gemeines Rispengras, Weißes Straußgras, Wiesen-Rispengras, Wiesen-Kammgras	Wiesen-Schaukraut, Wiesen-Platterbse, Spitz-Wegerich, Rot-Klee, Efeu-Gundermann, stellenweise: Wiesen-Knöterich, Pfennig-Gilbweiderich, Kriechender Hahnenfuß	in feuchteren Lagen und auf schweren Böden (Überschneemungswiesen)	unkrautarm, sehr gute hochwüchsige Wiesenform, meist ohne Klearten, gutes Heu bei rechtzeitiger Mahd, 100 dz/ha

Bezeichnung der Wiesen	Wasser- und Nährstoffverhältnisse	bestandsbildende Süß- und Sauergräser (Beispiele für charakteristische Arten)	Kräuter (Beispiele für charakteristische Arten)	Vorkommen	wirtschaftlicher Wert
Trockenrasen der Aufrechten Trespe (umfaßt zahlreiche Rasengesellschaften)	Trocken- und Magerassen: trocken, schwach sauer bis kalkreich	Aufrechte Trespe, Rauher Wiesenhafer, Frühlings-Segge, Schaf-Schwingel, Gemeines Bartgras, Zierliches Schillergras und Pyramiden-Schillergras, Glanz-Lieschgras, Fieder-Zwenke, Erd-Segge	zahlreiche Arten, z. B. Geineier Wundklee, Skabiosen-Flockenblume, Karthäuser-Nelke, Gelbes Sonnenröschen, Schopfiges Kreuzblümchen, Wiesen-Salbei, Kleiner Wiesenknopf, Graslilien, Odermennig, Knäuel-Glockenblume, Berg-Klee, Stengellose Kratzdistel, Tauben-Skabiose, Knolliger Hahnenfuß	reiche Entfaltung in trockenem und warmem Klima, Vorkommen zahlreicher seltener und in ihrer Verbreitung aufschlußreicher Arten, charakteristische Flächen stehen unter Naturschutz	einschürige Mähwiese, ziemlich hartes Heu, 15 bis 35 dz/ha, bei extensiver Beweidung stellen sich artenreiche Schlehen- und Hartriegel-Gebüsche ein.

Übersicht über das System der Organismen

Reich Kernlose (*Akaryobionta*)

Einzeller, Kolonien oder einfache Zellverbände; Zellen ohne echte Zellkerne und Farbstoffkörper. Verbreitung durch Dauersporen. Vermehrung durch Spaltung; vielleicht auch geschlechtliche Vorgänge.

Stamm Spaltpflanzen (*Schizophyta*)

Klasse Bakterien (*Schizomycota*)

Ernährung heterotroph, selten autotroph. Von größter Bedeutung für Mensch und Natur (z. B. Krankheitserreger und Bodenbakterien). Fast überall verbreitet. Etwa 50 Familien mit 200 Gattungen und 1500 Arten¹.

Z. B.: Knöllchenbakterien, Tuberkulosebakterium, Milzbrandbazillus

Klasse Blaualgen (*Cyanophyceae*)

Ernährung meist autotroph. Grüne, blaue und andere Farbstoffe, die im Plasma verteilt sind. Im Wasser (bes. im Süßwasser) und an feuchten Stellen auf dem Lande. Etwa 25 Familien mit 150 Gattungen und 2000 Arten.

Z. B.: Schwingelge

Reich Protisten (*Protobionta*)

Einzeller, Kolonien, einfache Zellverbände und zum Teil hochentwickelte Zellverbände von pflanzenähnlichem Bau. Echte Zellkerne und Farbstoffkörper vorhanden. Vermehrung durch Teilung, bei vielen Formen geschlechtliche Fortpflanzung. Verbreitung meist durch Sporen.

Stamm Rotalgen (*Rhodophyta*)

Fast ausschließlich Vielzeller; Zellfäden oder mannigfach gegliederte Körper. Ernährung autotroph; Blattgrün sowie gelbe, rote und blaue Farbstoffe vorhanden. Vor allem in warmen Meeren verbreitet; oft in größeren Tiefen (60 bis 200 m). Vermehrung ungeschlechtlich und geschlechtlich. Etwa 50 Familien mit 500 Gattungen und 4000 Arten.

Z. B.: „Irländisches Moos“, Froschlaichrotalge

Stamm Braunalgen (*Phaeophyta*)

Einzeller, Kolonien und oft sehr vielgestaltige Körper. Ernährung fast ausschließlich autotroph; Blattgrün sowie gelbe und braune Farbstoffe vorhanden. Vermehrung ungeschlechtlich und geschlechtlich.

¹ Die Anzahl der Familien, Gattungen und Arten soll einen Überblick über die Mannigfaltigkeit der betreffenden Sippe geben. Die Zahlen betreffen die zur Zeit bekannten, in der Gegenwart lebenden Sippen.

Unterstamm Goldalgen (*Chrysophytina*)

Einzeller, Kolonien, auch fadenförmig. Vielfach Gehäuse bildend, oft mit Kieselsäure- oder Kalkeinlagerung. Im Meer und im Süßwasser. Etwa 65 Familien mit 300 Gattungen und 10 000 Arten.

Z. B.: Kieselalgen

Unterstamm Braunalgen (*Phaeophytina*)

Zellfäden oder reichgegliederte Körper. Vorwiegend im Meer. Vermehrung ungeschlechtlich und geschlechtlich; zum Teil Generationswechsel. Etwa 40 Familien mit 240 Gattungen und 1500 Arten.

Z. B.: Blasentang

Stamm Rotäugelein (*Euglenophyta*)

Einzeller, meist mit einer Geißel. Ernährung autotroph oder heterotroph; Blattgrün und gelbe Farbstoffe meist vorhanden. Vorwiegend im Süßwasser, seltener im Brackwasser oder Meer. Vermehrung ungeschlechtlich durch Längsteilung; geschlechtliche Fortpflanzung nicht eindeutig festgestellt. 6 Familien mit etwa 25 Gattungen und 400 Arten.

Z. B.: Rotäugelein

Stamm Grünalgen (*Chlorophyta*)

Einzeller, Zellkolonien, Zellfäden und vielgestaltige Körper. Ernährung autotroph; Blattgrün und gelbe Farbstoffe vorhanden. Vorwiegend im Süßwasser, seltener im Meer oder an feuchten Stellen auf dem Lande. Vermehrung ungeschlechtlich und geschlechtlich; zum Teil Generationswechsel. Etwa 60 Familien mit 250 Gattungen und 5000 Arten.

Z. B.: Kugelalge, Meersalat, Schraubenalge, Armlauchteralge

Stamm Pilze (*Mycophyta*)

Einzeller oder vielzellige Fadengeflechte. Ernährung heterotroph; keine Assimilationsfarbstoffe vorhanden. Fäulnisbewohner oder Schmarotzer. Vermehrung geschlechtlich und ungeschlechtlich. Verbreitung meist durch Sporen. Vorwiegend auf dem Lande, seltener im Wasser. Etwa 160 Familien mit 3400 Gattungen und 50 000 Arten.

Unterstamm Schleimpilze (*Myxophytina*)

Nackte Zellen, amöbenähnlich beweglich, oft zu vielkernigen Plasmamassen verschmelzend. Sporen mit Zellulosemembran; bewegliche Sporen mit Geißeln. Vermehrung geschlechtlich und ungeschlechtlich.

Z. B.: Erreger der Kohlhernie, Lohblüte

Unterstamm Echte Pilze (*Mycophytina*)

Mit Chitin- oder Zellulosemembran, selten nackt.

Klasse Eipilze (*Oomycetes*)

Fadengeflecht vielkernig, nicht durch Querwände unterteilt. Membran aus Zellulose. Bewegliche Sporen mit Geißeln. Im Wasser, in der Erde oder in Pflanzen (Schmarotzer).

Z. B.: Wasserschimmel, Erreger der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel

Klasse Jochpilze (*Zygomycetes*)

Fadengeflecht in der Jugend ohne, später mit Querwänden. Membran aus Chitin. Keine beweglichen Sporen. Auf dem Lande; Fäulnisbewohner oder Schmarotzer in Pflanzen und Tieren.

Z. B.: Kopfschimmel

Klasse Schlauchpilze (*Ascomycetes*)

Fadengeflecht mit Querwänden. Membran aus Chitin. Sporen entstehen in Schläuchen (meist je 8). Keine beweglichen Sporen. Auf dem Lande (zum Teil Flechten bildend).

Z. B.: Gießkannenschimmel, Pinselschimmel, Mutterkornpilz, Morchel, Lorchel, Pilz der Lackmusflechte

Klasse Ständerpilze (*Basidiomycetes*)

Fadengeflecht mit Querwänden. Membran aus Chitin. Sporen entstehen auf Ständern (meist je 4). Keine beweglichen Sporen. Auf dem Lande (ganz selten Flechten bildend).

Z. B.: Kartoffelbovist, Hallimasch, Champignon, Steinpilz, Schwarzrost

Stamm Urtierchen (*Protozoa*)

Einzeller, viele koloniebildend. Ernährung heterotroph; keine Assimilationsfarbstoffe vorhanden. Oft Fäulnisbewohner oder Schmarotzer. Vermehrung ungeschlechtlich durch Teilung, teilweise auch geschlechtliche Fortpflanzung. Im Wasser und auf dem Lande. Etwa 20 000 Arten.

Klasse Geißelträger (*Flagellata* oder *Mastigophora*)

Meist mit zwei oder mehr Geißeln. Freischwimmend oder festsitzend. Zahlreiche Schmarotzer. Z. B.: Kragengeißeltiere, Erreger des Verkalbens der Rinder, Erreger der Schlafkrankheit

Klasse Wurzelfüßer (*Rhizopoda*)

Teils nackt, teils beschalt; zum Teil mit Skeletten aus Kieselsäure. Körper ohne feste Form. Bewegung mit Hilfe von Plasmaausstülpungen. Freilebend im Süßwasser und im Meer, auch Schmarotzer.

Z. B.: Amöben des Süßwassers, Erreger der Amöbenruhr, Kammerlinge, Strahlentierchen

Klasse Sporentierchen (*Sporozoa*)

Schmarotzer in Tieren und Menschen.

Z. B.: Erreger der Kokzidiose, Erreger der Malaria

Klasse Wimpertierchen (*Ciliata*)

Vielgestaltiger Zellkörper mit zahlreichen Wimpern zur Fortbewegung und zum Herbeistrudeln der Nahrung. Zellafter, Zellmund und pulsierende Bläschen; Großkern und Kleinkern. Vermehrung ungeschlechtlich durch Querteilung oder Knospung; auch geschlechtliche Fortpflanzung. Höher entwickelt als die anderen Einzeller. Im Wasser freischwimmend oder festsitzend, wenige Schmarotzer.

Z. B.: Pantoffeltierchen, Trompetentierchen

Reich Pflanzen (*Cormobionta*)

In Sproß- und Wurzel gegliederte Vielzeller. Fast immer mit Assimilationsfarbstoffen. Echte Gewebe. Mit Spaltöffnungen, Leit- und Stützgeweben. Stets mit Generationswechsel. Meist Festlandsbewohner, selten im Süßwasser, sehr selten im Meer.

Stamm Nachtsprosser (*Psilophyta*)

Ausgestorbene Gruppe einfacher Uferpflanzen (Silur und Devon). Beginnende Herausbildung des Sprosses. Noch keine echten Wurzeln. Verbreitung durch Luftsporen.

Z. B.: *Rhynia*

Stamm Moose (*Bryophyta*)

Geschlechtliche Generation meist in Sproßachse und Blätter gegliedert, ohne Wurzeln. Sporengeneration auf der Geschlechtsgeneration, von dieser ernährt. Verbreitung durch Luftsporen, zum Teil durch Brutknospen. Etwa 130 Familien mit 930 Gattungen und 25 000 Arten.

Klasse Laubmoose (*Bryopsida*)

Geschlechtliche Generation stets beblättert, meist strahlig gebaut, Blätter mit Mittelrippe. Sporenkapsel mit Haube (Teil des ♀ Geschlechtsorgans).

Z. B.: Torfmoose, Goldenes Frauenhaar

Klasse Lebermoose (*Hepaticopsida*)

Geschlechtliche Generation beblättert oder einen flachen Körper bildend, überwiegend zweiseitig – symmetrisch. Sporenkapsel ohne Haube, durchbricht erst kurz vor der Reife die vergrößerte Wand des ♀ Geschlechtsorgans.

Z. B.: Brunnenlebermoos, Peitschenlebermoos

Stamm Farnpflanzen (*Pteridophyta*)

Sporengeneration in Sproß und Wurzel gegliedert. Geschlechtsgeneration einen einfachen, mehr oder weniger flächigen Körper bildend. Verbreitung durch Luftsporen. Etwa 20 Familien mit 300 Gattungen und 10 000 Arten.

Klasse Bärlappe (*Lycopside*)

Sproßachse dicht mit schmalen Blättern besetzt. Sporenkapseln in der Achsel von Sporenblättern. Sporen gleich oder ungleich. Hauptentwicklung im Karbon mit baumförmigen Sippen. Auch samentragende Sippen, die aber bald wieder ausstarben. Heute lebende Sippen klein und verhältnismäßig einförmig. Drei Familien mit vier Gattungen und etwa 1200 Arten.

Z. B.: Keulen-Bärlapp, Moosfarn

Klasse Schachtelhalme (*Sphenopsida*)

Sproßachse gegliedert. Bei den heute lebenden Sippen Blätter zu gezähnten Scheiden verwachsen; Seitensprosse wirtelig angeordnet. Sporenähre endständig. Eine Familie mit einer Gattung und etwa 30 Arten.

Z. B.: Acker-Schachtelhalm

Klasse Farne (*Pteropsida*)

Bei heute lebenden Sippen Sproßachse meist unterirdisch. Große, meist gefiederte Blätter (Wedel). Sporenkapseln auf der Unterseite der Blätter, meist zu Häufchen vereinigt. Fruchtbare und unfruchtbare Blätter oder Blatteile manchmal unterschiedlich gestaltet. Etwa 25 Familien mit 250 Gattungen und 10 000 Arten.

Z. B.: Gemeiner Wurmfarne, Schwimmpfarne

Stamm Samenpflanzen (*Spermatophyta*)

Holzige oder krautige Pflanzen mit stark differenzierten Geweben. Befruchtung in Samenanlagen. Verbreitung durch Samen.

Unterstamm Nacktsamer (*Gymnospermophytina*)

Holzgewächse; keine echten Leitgefäße. Samenanlagen frei liegend (nackt).

Klasse Farnsamer (*Pteridospermopsida*)

Ausgestorbene Sippe (Karbon bis Perm), die zwischen Farnen (äußerer Bau) und Samenpflanzen (Samenbildung, Dickenwachstum der Stämme) steht. Bäume oder Lianen.

Klasse Cordaiten (*Cordaitopsida*)

Ausgestorbene Sippe (Karbon bis Perm); meist hohe Bäume, die Wälder bildeten. Blüten in kätzchenförmigen Blütenständen.

Klasse Ginkgobäume (*Ginkgopsida*)

Bäume. Fächerförmige Blätter mit gabelig angeordneten Nerven. Nur eine lebende Art. Im Jura und zu Beginn der Kreidezeit reich entfaltet.

Klasse Nadelhölzer (*Coniferopsida*)

Bäume oder Sträucher. Blätter nadel- oder schuppenförmig. Etwa 10 Familien mit 50 Gattungen und 600 Arten.

Z. B.: Kiefern, Tannen, Lebensbäume

Unterstamm Bedecktsamer (*Angiospermophytina*)

Samenanlagen in Fruchtknoten eingeschlossen. Leitgewebe mit echten Gefäßen. Etwa 300 Familien mit 10 000 Gattungen und 200 000 Arten.

Klasse Zweikeimblättrige (*Dicotyledonopsida*)

Zwei Keimblätter. Blätter netznervig. Meist eine mit Nebenwurzeln ausgestattete Hauptwurzel-Leitbündel ringförmig angeordnet. Etwa 260 Familien mit 7 000 Gattungen und 150 000 Arten.
Z. B.: Magnoliengewächse, Hahnenfußgewächse, Rosengewächse, Schmetterlingsblütengewächse, Korbblütengewächse

Klasse Einkeimblättrige (*Monocotyledonopsida*)

Ein Keimblatt. Blätter längsnervig. Meist stirbt die Hauptwurzel frühzeitig ab und wird durch viele Beiwurzeln (Adventivwurzeln) ersetzt. Leitbündel zerstreut angeordnet. Etwa 45 Familien mit 3 000 Gattungen und 50 000 Arten.

Z. B.: Palmen, Gräser, Orchideen

Vergleichende Übersicht über den Generationswechsel der Moose, Farnepflanzen und Samenpflanzen

	Moose	Farne	Moosfarne	Nachtsamige	Bedecktsamige
geschlechtliche Generation = Gametophyt	Spore ↓ Moospflanze → ♂ Geschlechtsorgan → Eizelle → ♀ Geschlechtsorgan → Eizelle	Spore ↓ Prothallium → ♂ Geschlechtsorgan → Eizelle → ♀ Geschlechtsorgan → Eizelle	Mikrospore ↓ Prothallium in der Spore → ♂ Geschlechtsorgan → Eizelle → ♀ Geschlechtsorgan → Eizelle	Mikrospore (Pollenkorn) ↓ Prothallium wenigzellig → generative Zelle → ♂ Geschlechtszelle ↓ Prothallium vielzellig, in der Samenanlage → ♀ Geschlechtsorgan → Eizelle	Mikrospore (Pollenkorn) ↓ Embryosack nach der Teilung → generative Zelle → ♂ Geschlechtszelle ↓ Eizelle mit Gehilfinnen → Eizelle
	befruchtete Eizelle ↓ gestielte Mooskapsel ↓ Spore	befruchtete Eizelle ↓ Farnepflanze ↓ Spore	befruchtete Eizelle ↓ Moosfarn ↓ Mikrospore ↓ Makrospore	befruchtete Eizelle ↓ Same ↓ Nachtsamige Pflanze ↓ Mikrospore ↓ Makrospore	befruchtete Eizelle ↓ Same ↓ Bedecktsamige Pflanze ↓ Mikrospore ↓ Makrospore
ungeschlechtliche Generation = Sporophyt					

SACHWÖRTERVERZEICHNIS

Das Zeichen * weist auf eine Abbildung hin.

- Abstammungsgemeinschaft 5*
 Amöbe 52, 53 f.
 Armleuchteralgen 34
 Artmächtigkeit 151
 Aspekt 130 f.
 Assimilationsfarbstoffe 17, 26, 61
 Bakterien 13* ff., 148
 Balgfrüchte 89 f.
 Bärlappe 76* ff.
 Bärlappsamer 77*, 80*
 Bedecktsamer 81, 84 ff.
 Befruchtung 82, 85*
 Biotop 123
 Biozönose 123 ff., 165
 biozönotisches Gleichgewicht 127, 161
 Blaulalgen 13, 20* ff.
 Blütendiagramm 87*
 Blütenformel 87
 Boden
 — Lebewesen 148 f.
 — Luft 145
 — Profil 147
 — Struktur 145*
 — Typen 146
 — Wasser 144
 Buchengewächse 94 f.
 Dämmerungstiere 132
 Dauersporen 16*, 134
 Deckungsgrad 151*
 Doldengewächse 91 ff.
 Einkeimblättrige 100 ff.
 Eipilze 44 ff.
 Embryosack 85*
 Erdsproß 72*, 75
Euglena viridis 36 ff.
 Farne 16, 64, 70* ff.
 Farnsamer 80* ff.
 Faserpflanzen 112* ff., 119
 Fäulnisbewohner 16, 157
 Feuchtlufttiere 139
 Flechten 49*
 Flußalge 35* f.
 Formationstabelle 8 f.
 Gametophyt 67
 Geißelalgen 27 f.
 Geißelträger 51* ff.
 Generationswechsel 39, 79, 175
 Genußmittelpflanzen 109* f.
 Getreiderost 48*
 Gewürzpflanzen 107 ff., 111*
 Gießkannenschimmel 45*
 Goldalgen 38*, 40*
 Hahnenfußartige 87 f.
 Humus 142 f.
 Individualentwicklung 7
 Insektenblütler 84
 Jochpilze 45*
 Kältestarre 135
 Kammerlinge 55* f.
 Kautschukpflanzen 115 ff.
 Kernlose 13 ff., 25
 Kettengemeinschaften 159 f.
 Klettfrüchte 89 f.
 Kohlhernie 44*
 Konjugation 60* f.
 Kokzidiose 57* f.
 Kopfschimmel 55*
 Korbblütengewächse 98* f.
 Kraushaarialge 33
 Kugelalge 28* ff.
 Kulturbiotop 127
 Kulturbiozönose 127, 165
 Laubmoose 65* ff.
 Lebensform — Gruppen 153 ff.
 Lebensgemeinschaft 123 ff., 165
 Lebensraum 123
 Lebermoose 64*, 69*
 Leingewächse 93 f.
 Licht 129* ff.
 Liliengewächse 100 ff.
 Lippenblütengewächse 96* ff.
 Makrosporen 75, 85
 Malaria 57* f.
 Mikrosporen 75, 85
 Moosfarne 79
 Mutterkornpilz 46* f.
 Myzel 42*
 Nachtfalter 132
 Nachtsamer 81 ff.
 Nachtsprosser 61 ff.
 Nahrungsketten 159*
 Naturschutz 76, 165 f.
 Nützlinge 162
 Obstpflanzen 91, 111* ff.
 Ölpflanzen 93*, 105 ff., 117 f.
 Pantoffeltierchen 58 ff.
 Penicillin 45
 Pinselschimmel 45*
 Pflanzengemeinschaft 123
 Photosynthese 17
 Pollen 82, 83*, 85*
 Prothallium (Vorkeim) 72* f.
 Protonema 66* f.
 Rhizoiden 65
 Rosengewächse 88 ff.
 Samenanlage 81, 84 f.
 Schadinsekten 127, 161 ff.
 Schattenpflanzen 130 f.
 Scheinfrüchte 90*
 Schlafkrankheit 51* f.
 Schlämmanalyse 141
 Schlauchalgen 34
 Schlauchpilze 45*
 Schleimpilze 44*
 Schließfrüchte 91, 93*
 Schmarotzer 15, 50, 52, 155 f.
 Schraubenalge 53*
 Schwimmpflanzen 137*
 Siebverfahren 141
 Sippe 12
 Sommerschlaf 135
 Spaltfrucht 93*
 Sporangien 72* f.
 Sporentierchen 56* ff.
 Sporophyt 67
 Ständerpilze 46* ff.
 Standortanzeiger 72, 152 f.
 Stammbaum 7*, 10*, 11*
 Stammesentwicklung 7
 Steinfrucht 90
 Strahlentierchen 55* f.
 Sukzession 127, 164
 Sumpfpflanzen 137* f.
 Süßgräser 102 ff.
 Symbiose 49* f., 155
 System der Organismen 6, 11
 Tagfalter 132, 134
 Tauchpflanzen 137*
 Temperatur 133 ff.
 Tiergemeinschaften 160 f.
 Trockenlufttiere 139
 Trockenpflanzen 134, 138*
 Urtierchen 25, 50 ff.
 Wasser 135 ff.
 Wasserpflanzen 137*
 Wassertiere 138
 Wimpertierchen 58* ff.
 Wind 139 ff.
 Windblütler 82, 84, 94, 95*
 Wurzelfuß 53* ff.
 Wurzeltypen 136
 Zapfenblüte 81* ff.
 Zeigergruppen 152
 Zeigerpflanzen 153
 Zellkolonien 18, 28



Tafel 1 Meeresalgen

Oben: links Blasentang (Braunalge), rechts Meersalat (Grünalge);
 unten: links Zitzen-Rotalge, Mitte Laminaria (Braunalge), rechts Secampfer (Rotalge)



Tafel 2 Hahnenfußgewächse

Links: Kriechender Hahnenfuß; oben: Weiße Waldrebe (rechts Fruchtstand), Blauer Eisenhut;
unten: Feld-Rittersporn (rechts geöffnete Frucht), Wald-Akelei

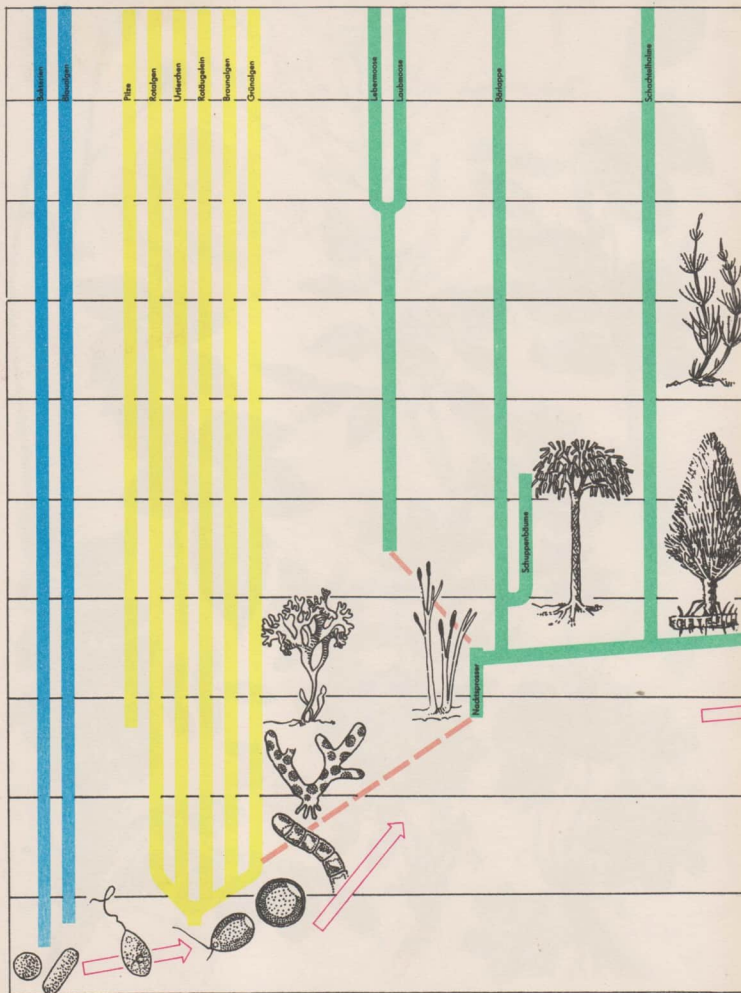
Delphinium consolida

Hagebutte

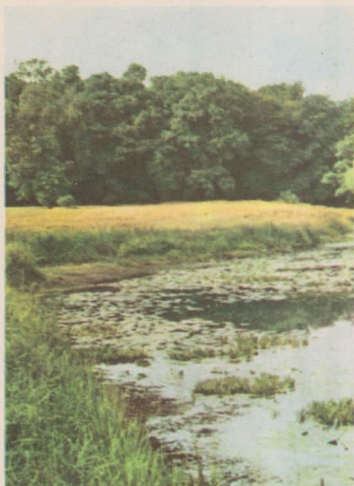


Tafel 3 Rosengewächse

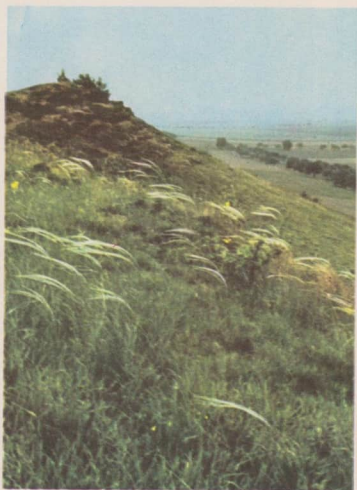
Oben: links Hunds-Rose, Mitte Wald-Geißbart, rechts Zuchtform der Rose;
unten: links Gemeiner Frauenmantel, Mitte Gänse-Fingerkraut, rechts Großer Wiesenknopf



Tafel 4 Überblick über die Entwick



Tafel 5 Verlandungsgesellschaften. Oben: links verlandendes Gewässer (toter Flußarm), rechts Erlenbruchwald;
unten: links Kohl-Kratzdistel-Wiese, rechts Hochmoor

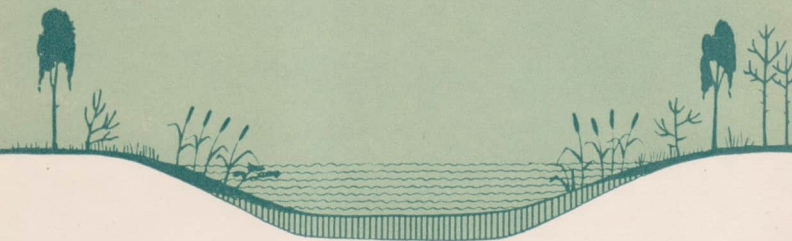


Tafel 6 Oben: Buchenwald (links Sommeraspekt, rechts Bodenschicht im Frühjahrsaspekt);
unten: links Unkrautgesellschaft am Ackerrand, rechts Trockenräs

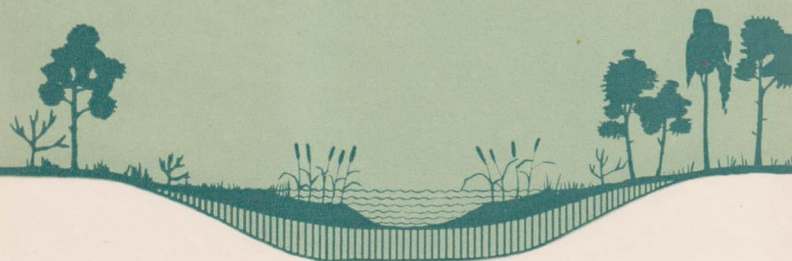


Tafel 7 Bodentypen. Von links nach rechts: Moorterboden (Gleyboden), Schwarzerde, Braunerde, Bleicherde (Podsolboden)

FLACHMOOR-UND HOCHMOORBILDUNG

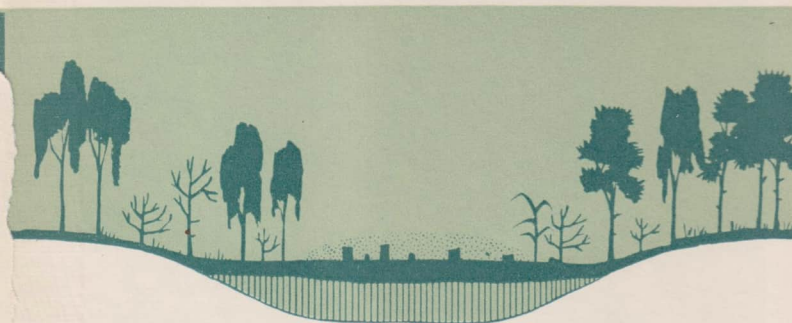


BEGINNENDE VERLANDUNG

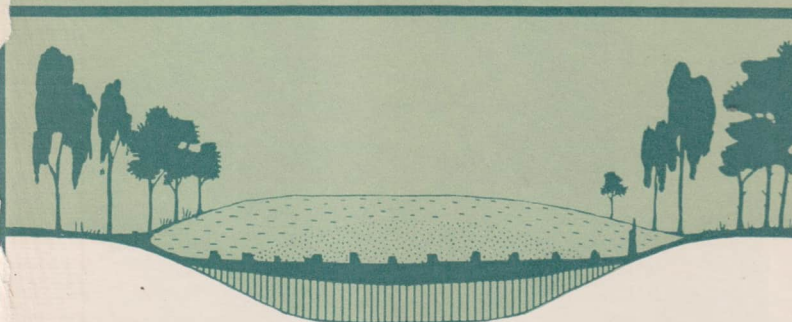


FLACHMOORBILDUNG

NG ÜBER EINEM VERLANDENDEN SEE



HOCHMOORBILDUNG



AUSGEBILDETES HOCHMOOR

010956-3

5,20 DM