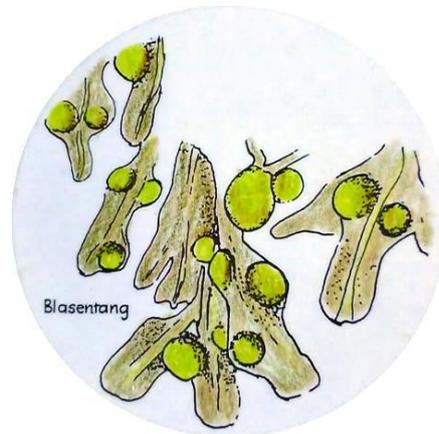


Zu den Braunalgen gehören 1850 Arten.

Häufige Arten sind z.B.:

- Blasentang
- Knotentang
- Flügeltang
- Gabelzweigtang
- Zuckertang
- Riesentang
- Spiraltang
- Palmentang
- .....

## Braunalgen



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deiningger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Layout), 2019

Ihre Farbe bekommen Braunalgen durch einen braunen Farbstoff. Dieser überdeckt das grüne Chlorophyll.

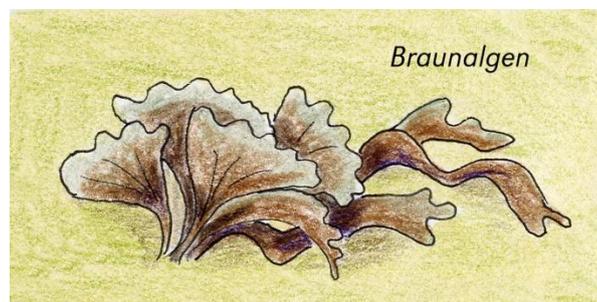
Damit fangen sie in tieferen Gewässern das Sonnenlicht besser ein und können so durch Fotosynthese ihre Nahrung selbst herstellen.

Manche Braunalgen sind essbar und werden als Gemüse zubereitet. Einzelne Braunalgen haben eine heilende Wirkung.

Braunalgen werden zur Herstellung von Kunstleder und Linoleum verwendet, aber auch als Geliermittel von Pudding und Speiseeis. Es werden daraus auch Kosmetikprodukte hergestellt.

Sogar die Asche verbrannter Algen (Pottasche) kann sehr vielfältig verwendet werden, z. B. zur Glasherstellung oder als Düngemittel.

In 1,7 Milliarden Jahren alten Gesteinen fand man wahrscheinlich Abdrücke von Braunalgen. Die Braunalgen wären dann also die ersten Großalgen der Erde gewesen. Manche Wissenschaftler\*innen meinen aber, dass Braunalgen aus den Rot- und Grünalgen entstanden sind.

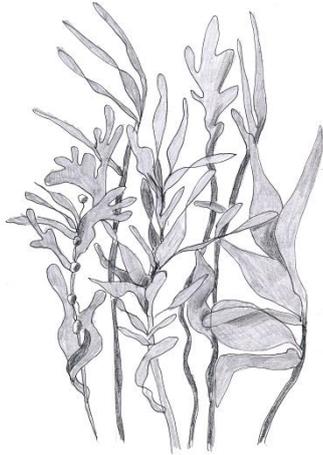


Die meisten Braunalgen leben in Küstengebieten von Meeren und sind an Steinen und Felsen festgewachsen.



Manche Braunalgen sind mit Schleim überzogen. Das schützt sie vor dem Austrocknen.

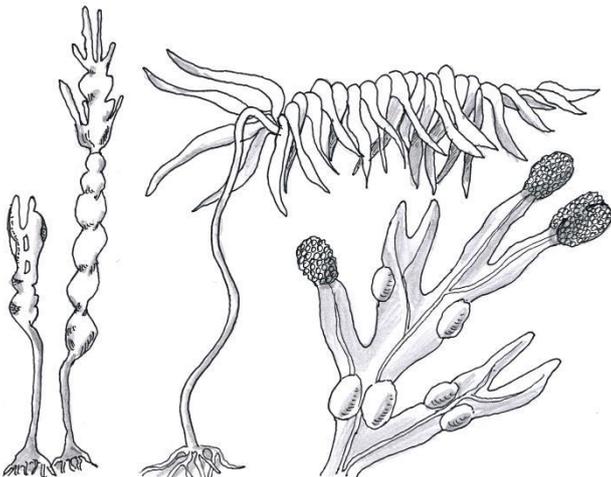
So können sie bei Ebbe längere Zeit außerhalb des Wassers überleben.



Braunalgen sind sehr formenreich.

Sie können klein, verzweigt und fadenartig sein.

Einige Braunalgen, wie der Riesentang, können bis zu 100 m lang werden. Sie können Unterwasserwälder bilden.

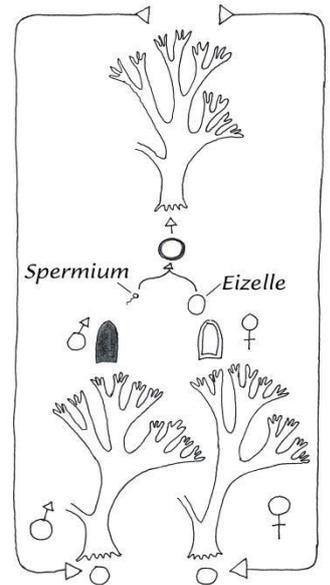


Zuckertang Riesentang Blasentang

Bei den Braunalgen gibt es zwei verschiedene Arten der Vermehrung:

Wenn sie sich geschlechtlich vermehren, vereinigen sich männliche und weibliche Zellen.

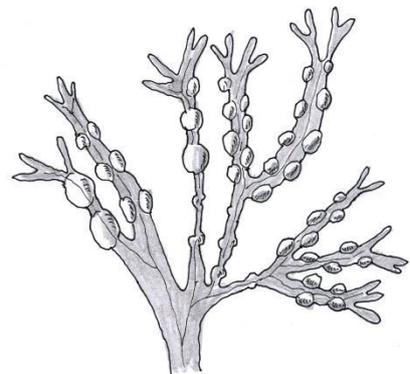
Braunalgen können sich aber auch einfach teilen, indem ein Pflanzenteil abfällt.



Die Zellwand einer Braunalge ist sowohl stabil als auch flexibel.

Zellulose in der Zellwand macht die Braunalge stabil. Beweglich ist sie durch ein schwabbeliges Gelee. Dieses befindet sich auch in der Zellwand.

Oft hat ihre Oberfläche mit Luft gefüllte Kammern, so dass sie im Wasser schweben können.



Blasentang

Manche Forscher sehen die Goldalgen als eigene Abteilung, andere als Klasse im Reich der Einzeller.

Zu den Goldalgen gehören drei Gruppen:

- Goldbraune Algen
- Kieselalgen
- Goldgrüne Algen

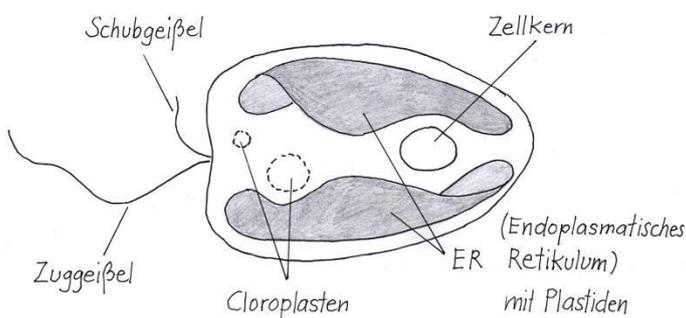
## Einzeller: Goldalgen



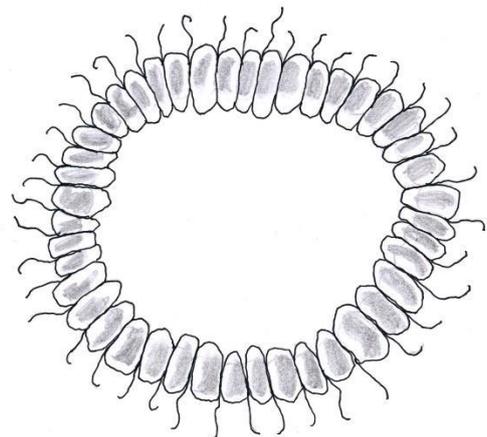
© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deininger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Layout), 2019

Die meisten Goldalgen können ihre Nahrung aus Wasser und Kohlendioxid herstellen, wenn Sonnenlicht sie erreicht («Fotosynthese«).

Bei vielen Arten ist es so, dass sie am Tag Fotosynthese betreiben und gleichzeitig andere Kleinstlebewesen fressen. In der Nacht, wenn das Sonnenlicht für die Fotosynthese fehlt, ernähren sie sich ganz wie Tiere.



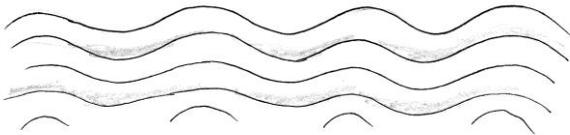
Goldalgen haben in der Regel zwei Blattgrünkörner mit grünem Farbstoff (Chlorophyll). Dieser ist aber von einem roten Farbstoff (Karotin) oder einem braunen überdeckt. Daher kommen die gold-braune Färbung und der Name der Goldalgen.



Kranz-Goldalge

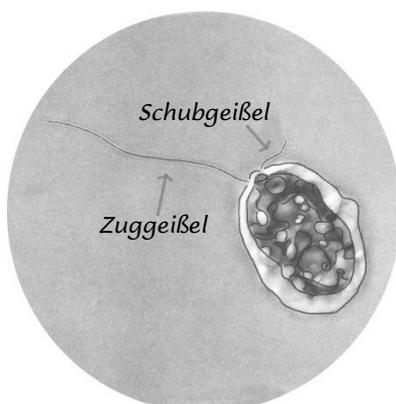
Goldalgen leben hauptsächlich im Süßwasser - besonders in hellem und kühlem Wasser.

Seltener leben sie im Brackwasser und im salzigen Wasser (Meer).



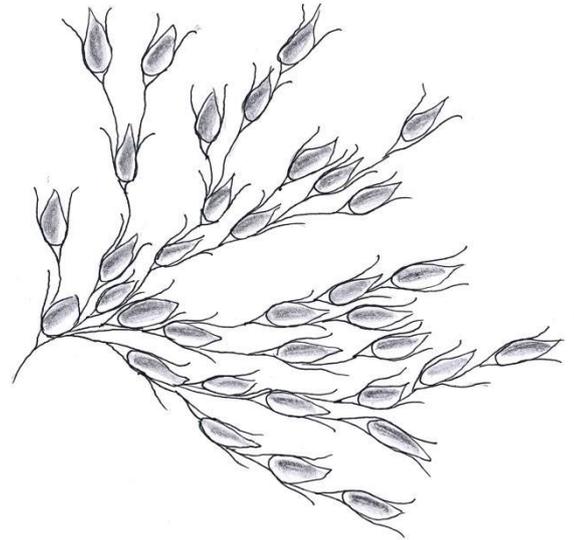
Goldalgen haben meistens zwei unterschiedlich lange Geißeln:

- eine längere Zuggeißel - mit ihr rudert die Alge vorwärts.
- eine kürzere Schubgeißel - sie unterstützt die Vorwärtsbewegung der Alge, indem sie schiebt.



*Ochromonas verrucosa*

Goldalgen vermehren sich hauptsächlich ungeschlechtlich durch Zellteilung.



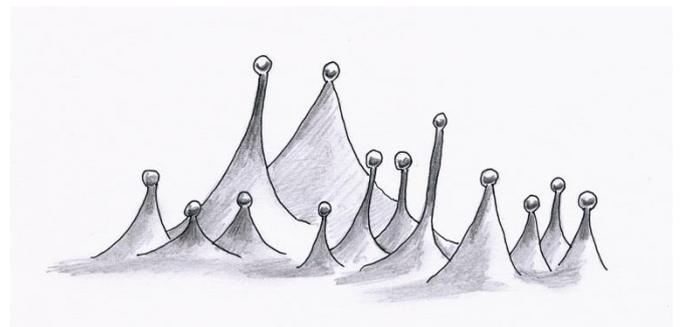
*Dinobryon* (Bäumchen-Goldalge)

Goldalgen werden zu den pflanzlichen Einzellern gezählt.

Einzeller haben eigentlich immer eine stabile Zellwand aus Zellulose.

Die meisten Goldalgen haben aber keine stabile Zellwand, sondern eine flexible Membran.

Viele Arten leben alleine, manche leben in Kolonien zusammen.



Goldalgen-Kolonie

Kieselalgen gehören zu den pflanzlichen Einzellern.

Die Klasse wurde bisher so unterteilt:

- spiegelsymmetrische  
»Pennales«
- kreissymmetrische  
(radiärsymmetrische)  
»Radiales«

Heute kennt man etwa 6.000 Arten. Wissenschaftler\*innen schätzen aber, dass es 100.000 Arten von Kieselalgen gibt. Wahrscheinlich wird es eine neue Unterteilung geben.

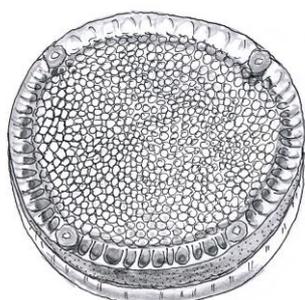
## Einzeller: Kieselalgen



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deininger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Layout), 2019

Kieselalgen tragen ihren Namen wegen ihrer gläsernen Zellhülle, die aus Kieselsäure ( $\text{SiO}_2$ ) besteht. Die Zellhülle nennt man »Frustel«. Sie ist immer schachtelförmig und besteht aus zwei Teilen: Unterteil und Deckel.

Kieselalgen können ihre Nahrung aus Wasser und Kohlendioxid herstellen, wenn Sonnenlicht sie erreicht (Fotosynthese).



*Eupodiscus radiatus*

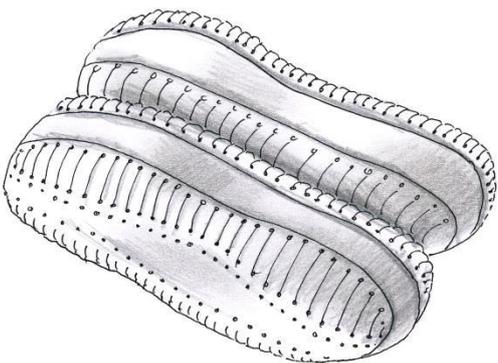
Kieselalgen sind auf jeden Fall seit dem Kambrium - vor 560 Millionen Jahren - bekannt. Manche Forscher\*innen vermuten sogar, dass es die ersten Kieselalgen schon vor 690 bis 1150 Millionen Jahren gab!



Die allermeisten Kieselalgen leben im Meer, in Süßwasser-Seen oder Flüssen. Viele Kieselalgen lassen sich mit der Strömung treiben. Andere leben am Boden eines Gewässers, auf Steinen oder Wasserpflanzen.

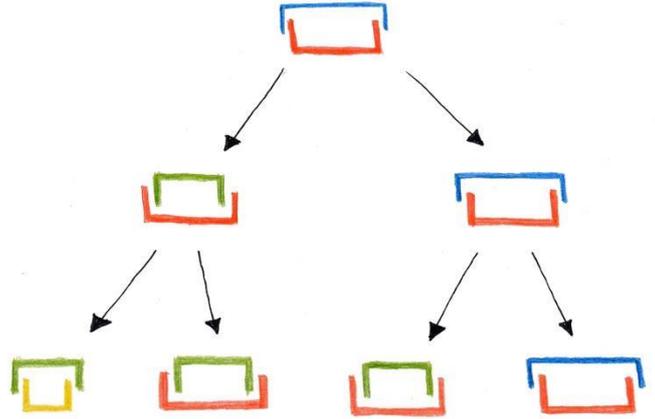


Kieselalgen sind einzellig und haben meist keine Geißeln. Viele der spiegelsymmetrischen Kieselalgen (Pennales) können auf einer festen Unterlage kriechen - mit einer Geschwindigkeit von zwei hundertstel Millimetern pro Sekunde ( $20\mu\text{m/s}$ ).

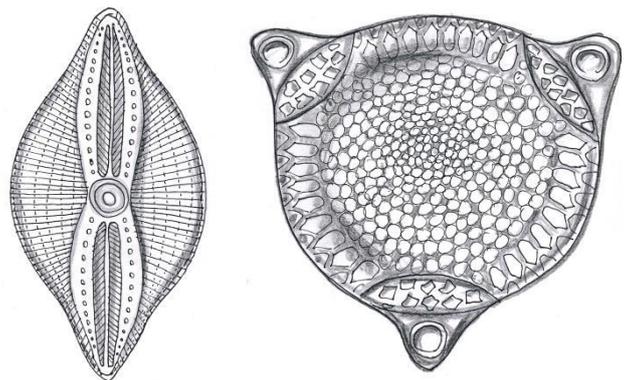


*Diploneis sp.*

Die Kieselalgen pflanzen sich hauptsächlich ungeschlechtlich durch Zellteilung fort. Dabei bekommt jede Tochterzelle einen der beiden Schalen-teile und bildet die andere Hälfte neu. Diese wird allerdings kleiner. Werden die Tochterzellen zu klein, vermehren sich die Kieselalgen geschlechtlich.



Kieselalgen haben wunderschöne Formen. Manche sind spiegelsymmetrisch. Ihre Formen sind stab-, schiffchen-, s-förmig oder gebogen. Andere Kieselalgen sind kreis-symmetrisch. Diese sind rund, drei- oder viereckig.



Pennales- und Radiales-Kieselalge (Haeckel)

Zu den Grünalgen gehören 7000 Arten.

Häufige Arten sind:

- Meersalat
- Schraubenalge
- Wimperkugel
- Hüllengeißelalge
- Kraushaaralge
- Eudorina
- Chlamydomonas
- Volvox
- ...

# Grünalgen



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deining-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Layout), 2019

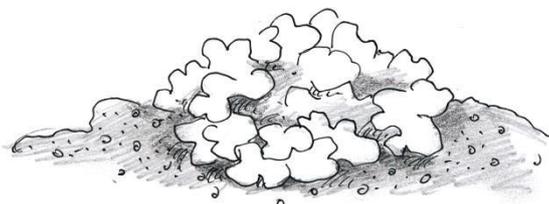
6

Ihre grünliche Farbe erhalten Grünalgen durch Chlorophyll (Blattgrün).

Mit Hilfe von Chlorophyll stellen Grünalgen durch Fotosynthese ihre Nahrung selbst her.

Genauso wie die Grünalgen machen das alle Wasser- und Landpflanzen. Deshalb gelten sie als deren Vorläufer.

Große Grünalgen werden in Ostasien als Suppen und Gemüse verzehrt. Hier ein Meersalat.



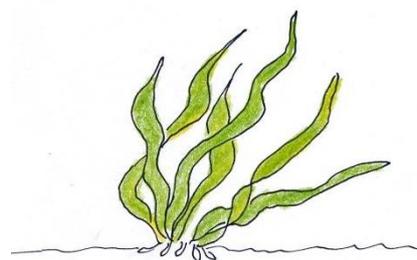
Meersalat

3

Grünalgen leben seit etwa 1,4 bis 1,2 Milliarden Jahren auf der Erde.

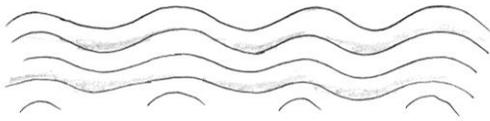
Grün- und Rotalgen sind etwa zur gleichen Zeit entstanden. Derzeit wird erforscht, ob Braunalgen aus den Grün- und Rotalgen entstanden sind. Es kann aber auch sein, dass die Braunalgen die ältesten Großalgen der Erde sind.

Vor etwa 700 bis 450 Millionen Jahren begannen Grünalgen oder deren Nachfolgerinnen die Uferbereiche von Süßwasserseen und -flüssen zu besiedeln.

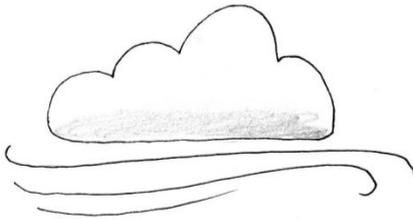


Grünalgen sind meist sehr klein. Sie lassen sich in den Meeresströmungen treiben.

Grünalgen kommen auch im Süßwasser vor.



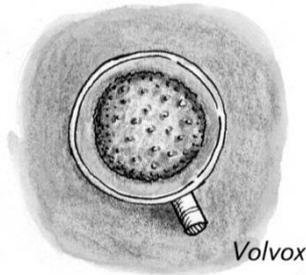
Es gibt sogar Grünalgen in der Luft.



Manche leben eng verbunden in Flechten und mit Wassertieren.

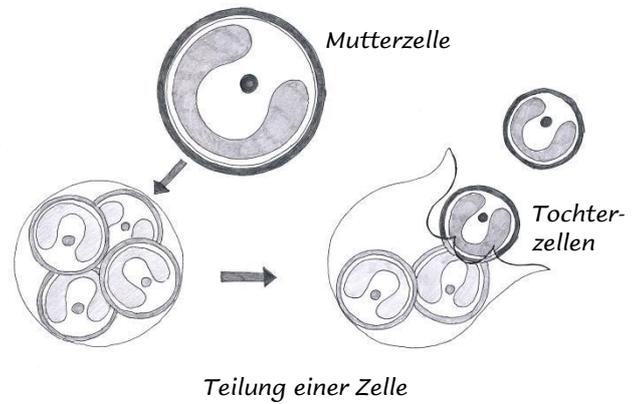
Grünalgen kommen in verschiedensten Formen und Größen vor. Meist sind sie sehr klein und bestehen nur aus einer Zelle. Man kann sie nur mit dem Mikroskop sehen.

Es gibt auch Grünalgen, die in Kolonien zusammenleben. Volvox ist eine Kugel, die aus vielen tausend Grünalgen besteht.



Auch andere Grünalgen sind größer und bestehen aus vielen Zellen. Sie können wie Fäden aussehen, andere sind kugelförmig, oder ähneln den Blättern der Landpflanzen.

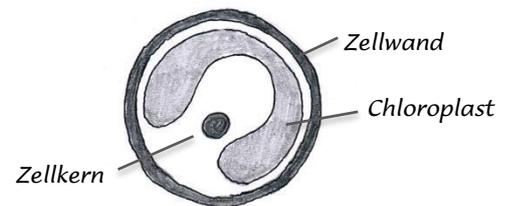
Grünalgen pflanzen sich ungeschlechtlich und geschlechtlich fort. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung erfolgt meist durch Teilung.



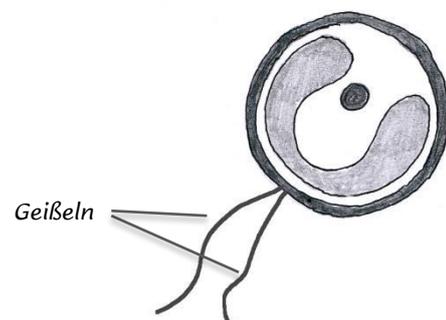
Aus jedem Teil entsteht eine neue Alge.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung werden männliche und weibliche Geschlechtszellen gebildet. Diese verschmelzen miteinander.

Grünalgen bestehen aus Zellen mit einer festen Zellwand (Zellulose) und mindestens einem festen Zellkern.



In Zeiten, in denen sie sich vermehren, bilden sie Geißeln, mit denen sie sich fortbewegen können.



Die Klasse der Bärlappe gehört zur Abteilung der Farnpflanzen.

Diese Klasse wird nur in eine Ordnung unterteilt, nämlich die »Schachtelhalmartigen«. Diese werden in drei Familien gegliedert:

- Bärlappgewächse (Forscher\*innen sind sich nicht einig: Es soll zwischen 9 und 390 Arten geben!)
  - in Europa häufige Arten:
    - Keulen-Bärlapp
    - Schlangen-Bärlapp
- Moosfarne - etwa 700 Arten
  - eine bekannte Art ist die »Rose von Jericho«
- Brachsenkräuter - etwa 60 Arten

# Klasse der Bärlappe



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deiningger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle und Thomas Helmle (Text und Layout), 2021

Bärlappe gehören zu den Farnpflanzen. Sie vermehren sich mit winzigen Zellen, den Sporen.

Sporen sind viel kleiner und einfacher aufgebaut als Samen. Sie werden von Wasser und Wind verbreitet.

Die Sporenstände befinden sich an den Enden der Sprosse.

Der Lebenszyklus der Bärlappe wechselt zwischen zwei Generationen, die oft verschieden aussehen: Eine Generation bringt Sporen hervor, die andere Geschlechtszellen (Sperma- und Eizellen).

Ein neuer Bärlapp kann wachsen, wenn die Befruchtung bei feuchtem Wetter erfolgt ist.

Bärlappe gehören in der Erdgeschichte - seit 300 Millionen Jahren - zu den ersten großen Landpflanzen.

Bärlapp-Pflanzen konnten die Größe von winzigen Kräutern haben oder auch sehr hohe Bäume sein.



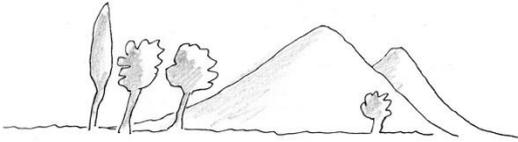
Schuppenbäume und Siegelbäume wurden bis zu 54 m hoch. Ihre Blätter konnten 1 m lang werden.

Im Lauf der Erdgeschichte entstand aus den Farnpflanzen der Karbon-Zeit Kohle.

Bärlappe kommen häufig in den Tropen vor.

Viel weniger Bärlapp-Arten leben in unserer Klimazone, im gemäßigten Klima.

Bärlappe wachsen in offenen Wäldern, an felsigen Abhängen, in Mooren und in Heiden. Sie gedeihen sogar im arktischen Klima und im Gebirge.



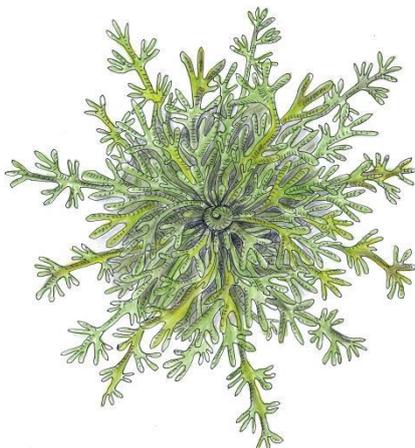
Die »Rose von Jericho« kann sogar lange Trockenzeiten in Wüsten überstehen.

Bärlappgewächse sind kleine, immergrüne Pflanzen.

Aus einem verzweigten Rhizom wachsen unterirdische Wurzeln und 10 bis 30 cm lange oberirdische Triebe.

Der oberirdische Spross ist oft gabelig verzweigt.

Die Blätter sind schuppen- oder nadelförmig.

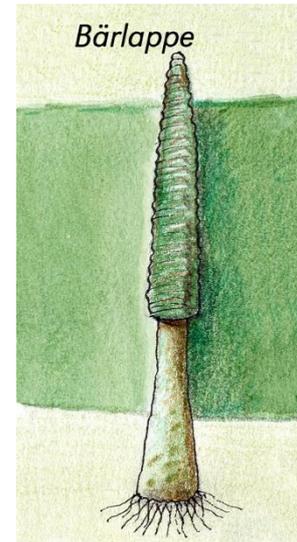


Rose von Jericho

Bärlappe brauchen etwa 10 bis 20 Jahre, bis sie »erwachsen« sind.

Sie reagieren auf Störungen empfindlich.

Früher wurden Bärlappsporen zur Herstellung von Blitzlichtpulver und Theaterblitzen verwendet.



Bärlappe haben in ihrem Spross Leitungsbahnen, Gefäße.

Alle Bärlappgewächse haben Blätter mit einer Blattader - also mit nur einem Leitungsstrang.



Vergrößertes Bärlappblatt

Die Klasse der Echten Farne gehört zur Abteilung der Farnpflanzen.

Die Echten Farne sind heute die am weitesten verbreitete Gruppe samenloser Gefäßpflanzen.

Sie wird in 7 Ordnungen unterteilt:

- Königsfarne
- Hautfarne
- Schwimmpfarne
- Baumfarne
- Tüpfelfarne
- und noch 2 weitere

Zu den echten Farnen gehören mehr als 11 000 Arten. Einige häufige Arten sind:

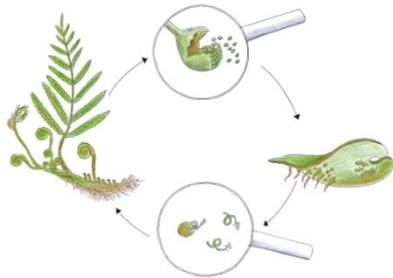
- Hirschzungenfarn
- Wurmfarne
- Gewöhnlicher Tüpfelfarn
- Wald-Frauenfarn
- Buchenfarn
- Adlerfarn

6

Farne können sich mit winzigen Zellen, den Sporen, vermehren. Die Sporen befinden sich meist auf der Unterseite der Wedel.

Das Leben der Farne wechselt zwischen zwei Generationen, die oft verschieden aussehen.

Nur eine dieser Generationen erzeugt Geschlechtszellen (Sperma und Eizellen).



Die Sporenbehälter der Farne haben meist kurze Stiele. Wenn die Sporen reif sind, trocknet die äußere Schicht des Behälters, wird kleiner, reißt auf und schleudert die Sporen weg.

Farne können sich auch ungeschlechtlich vermehren. Aus dem Rhizom wachsen Ausläufer mit neuen oberirdischen Sprossachsen.

# Klasse der Echten Farne



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deininger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Text und Layout), 2021

3

Farne gehören zu den ersten großen Landpflanzen, die es auf der Erde gab. Die heutigen Farne sind meistens klein. Vor vielen Millionen Jahren wurden sie bis zu 30 Meter hoch.

Vor mehr als 300 Millionen Jahren, im Karbon, gab es sehr viele, sehr große Farne.



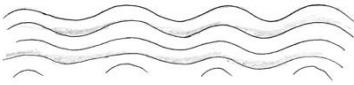
Im Lauf der Erdgeschichte entstand aus den abgestorbenen Farnpflanzen der Karbon-Zeit Kohle.

Farne sind weltweit verbreitet. Am häufigsten gibt es sie in den Tropen und Subtropen.

Die meisten Farne gibt es in feuchten, schattigen Gebieten. Sie leben in Wäldern, Felsspalten, Uferzonen und Mauerritzen. Aber auch in unseren Gärten und Wohnungen kann man sie finden.



Manche Farnarten schwimmen in Seen und Flüssen.



Es gibt auch Farnarten, die auf anderen Pflanzen leben, ohne selbst Bodenkontakt zu haben.

Farne sind krautige Pflanzen.

Sie haben einen unterirdischen Wurzelstock mit echten feinen Wurzeln. Manche Arten haben meterlange unterirdische Ausläufer.

Über der Erde wächst eine Sprossachse, ein Stängel, mit Blättern. Diese werden bei den Echten Farnen »Wedel« genannt.

Baumfarne haben als Sprossachse einen verholzten Stamm.

Viele Farne haben große Blätter.

Jeder Farnwedel ist ein einzelnes Blatt mit Blattstiel und Blattspreite. Die Wedel sind oft in kleinste Fiederblättchen geteilt.

Die Blätter der Farne können sehr unterschiedlich aussehen.

Viele Farne wachsen aufrecht oder kriechend auf dem Boden. Die höchsten werden in unserer Klimazone etwa 2 m hoch.

Baumfarne haben Stämme wie Bäume mit einem Schopf aus gefiederten Farnwedeln. Sie können bis zu 20 Meter hoch werden.

Junge Farnwedel sind meist dicht eingerollt. Während des Wachstums entrollen sie sich.

In Gegenden mit kalten Wintern sterben die oberirdischen Teile im Herbst ab.

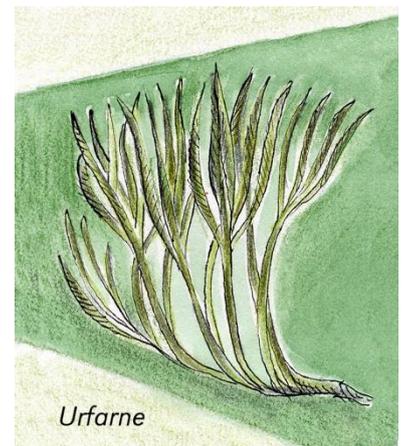
Im Frühjahr treiben sie neu aus.



Farne haben in ihrem Spross und ihren Blättern echte Gefäße. Das sind Leitungsbahnen im Inneren des Sprosses.

Wasser und Minerale werden in den Gefäßen von den Wurzeln zu den Blättern transportiert. Nährstoffe gelangen durch die Gefäße von den Blättern zu allen Teilen der Pflanze.

Die Blätter der Echten Farne haben mehrere Nervenstränge, also verzweigte Leitbündel.



Es gibt etwa 52 000 Arten von einkeimblättrigen Pflanzen.

Zu den Einkeimblättrigen zählen:

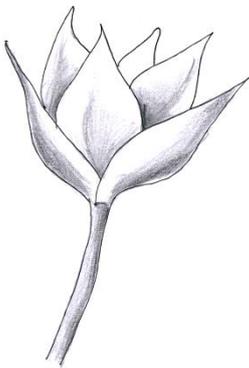
- Tulpen
- Orchideen
- Lilien
- Irisgewächse
- Lauchgewächse (Zwiebel, Knoblauch,...)
- alle Gräser, auch Getreide (z. B. Mais) und Bambus
- Palmen
- Bananen

# Klasse der Einkeimblättrigen



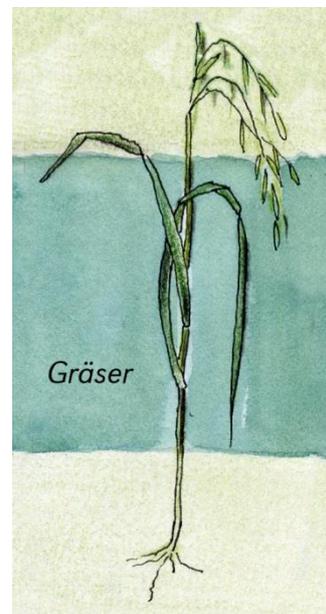
© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deininger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Layout), 2019

Die Blüte ist meist dreizählig, sie besitzt drei Kelch- und drei Blütenblätter.  
Manche Einkeimblättrigen haben auch ein Vielfaches (6, 9, ... ) davon.

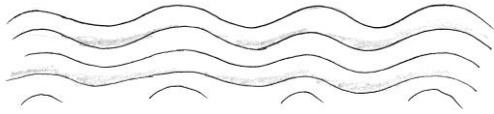


Oft hat die Blüte keine Kelchblätter.  
(Tulpe, Lilie,...)

Einkeimblättrige Pflanzen haben sich in der unteren Kreide-Zeit entwickelt - vor 145 bis 100 Millionen Jahren.



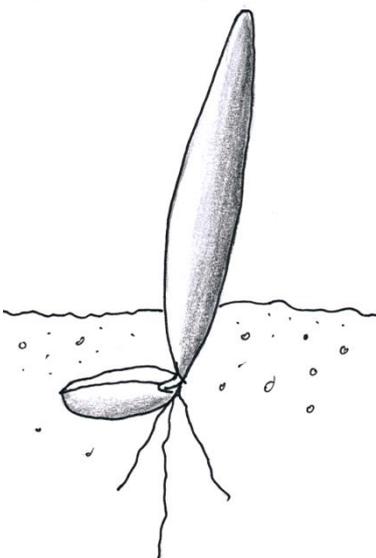
Einkeimblättrige Pflanzen kommen in nahezu jedem Lebensraum der Erde vor, sowohl im Wasser ...



... als auch an Land.



Die Keimlinge der einkeimblättrigen Blütenpflanzen haben nur ein Keimblatt.



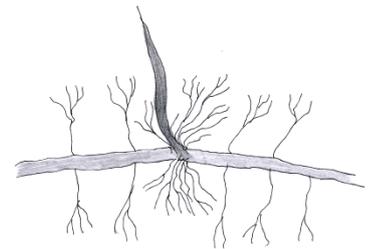
Die Keimwurzel stirbt nach kurzer Zeit ab und wird durch Seitenwurzeln ersetzt. Die Pflanze bildet keine Hauptwurzel.

Es gibt unterschiedliche Formen der Fortpflanzung. Eine ausführliche Beschreibung der geschlechtlichen Fortpflanzung findest du im Büchlein „Bedecktsamer“.

Einkeimblättrige Pflanzen können sich auch ungeschlechtlich vermehren - durch Rhizome (waagrechte Wurzelsprosse) oder Brutzwiebeln.

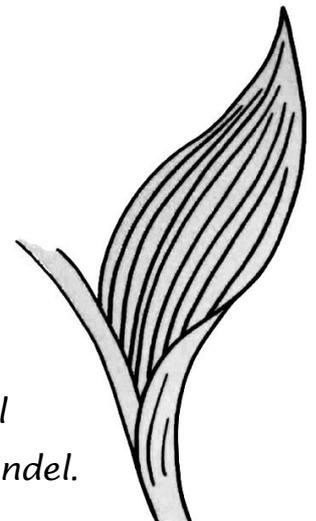


Brutzwiebel



Rhizome

Die Einkeimblättrigen besitzen schmale, parallelnervige Blätter ohne Blattstiel.



In Blatt und Stängel befinden sich Leitbündel.

Diese versorgen die

Pflanze mit Wasser und Nährstoffen.

Bei einkeimblättrigen Pflanzen sind die Stängel oft hohl.

Sie bilden in der Regel kein Holz aus.

Ginkgo-Pflanzen gehören zur Unterabteilung der Samenpflanzen.

Sie gehören nicht zu den Nadelbäumen und auch nicht zu den Laubbäumen (Blütenpflanzen).

Sie bilden eine eigene Klasse und werden wie die Nadelbäume zu den Nacktsamern gezählt.

Im Erdmittelalter gab es viele Arten von Ginkgo-Pflanzen. Heute gibt es nur noch eine einzige lebende Art dieser Familie, den Fächerblattbaum - *Ginkgo biloba*.

Die Fortpflanzung bei den Ginkgos ist sehr interessant und besonders. Auf der Seite [www.medienwerstatt-online.de](http://www.medienwerstatt-online.de) ist sie sehr gut erklärt.

# Klasse der Ginkgo-Pflanzen



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deininger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Text und Layout), 2016 und 2021

6

Ginkgos gehören zu den Nacktsamern. Die meisten Nacktsamer pflanzen sich sexuell, also geschlechtlich fort.

Es gibt männliche und weibliche Ginkgo-Pflanzen. Die männlichen Bäume sind schmal und hoch, die weiblichen rund und breit. Der männliche Pollen befindet sich in 2 bis 3 cm langen Pollenzapfen.

Männliche Pollen werden durch den Wind zu den weiblichen Blüten getragen. Nach der Bestäubung warten die Pollen in der Samenanlage.



Männliche Ginkgo-Pollenzapfen

Hier entwickeln die Spermien Geißeln und schwimmen zur Eizelle. Das ist die Befruchtung. Zwischen Bestäubung und Befruchtung können mehrere Monate liegen.

3

In der Jura- und Kreidezeit gab es viele Arten von Ginkgos.

Vielleicht gab es die ersten Ginkgo-Bäume sogar schon viel früher: vor 300 Millionen Jahren.

Schon im Erdmittelalter hatten Ginkgo-Bäume fächerförmige, zweilappige Blätter. Weil sich der Ginkgo über die vielen Millionen von Jahren kaum verändert hat, gilt er heute als die älteste Pflanzenart auf der ganzen Erde!



Ginkgos stammen ursprünglich aus China.

Sie sind heute weltweit verbreitet.

Sie kommen häufig in Mischwäldern, aber auch in Parks und Gärten vor.



Ginkgos sind robust. Sie sind gegen Schadstoffe in der Luft und im Boden unempfindlich. Deshalb werden sie oft an Straßenrändern gepflanzt.

Der Ginkgo ist ein Baum, der im Herbst sein Laub abwirft.

Ginkgo-Bäume haben eine dicke Korkschicht als Rinde.

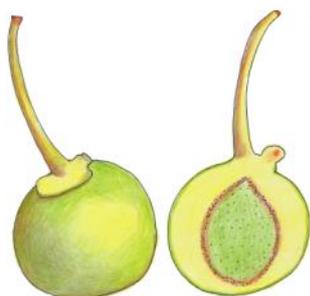
Sie besitzen meist nur wenige Äste.

Häufig bilden Ginkgos zwei Haupttriebe aus.

Die Blätter sind breit und fächerförmig. Sie sind in der Mitte eingekerbt.

Der nach der Befruchtung entstandene Ginkgo-Samen ähnelt einer Mirabelle.

In Asien wird der Kern der Samen geröstet und dann sehr gerne gegessen.



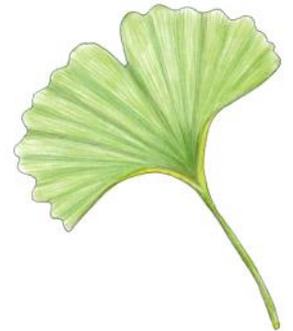
Ginkgo-Bäume können 1 000 Jahre alt und älter werden. Sie können 40 m hoch werden, ganz wenige wurden sogar über 60 m.

Der Ginkgo-Baum wird auch »Fächerblattbaum« genannt.

Die weiblichen Ginkgos können sehr stark stinken. Sie enthalten eine Säure, die nach ranziger Butter riecht, deshalb werden bei uns hauptsächlich männliche Bäume gepflanzt.

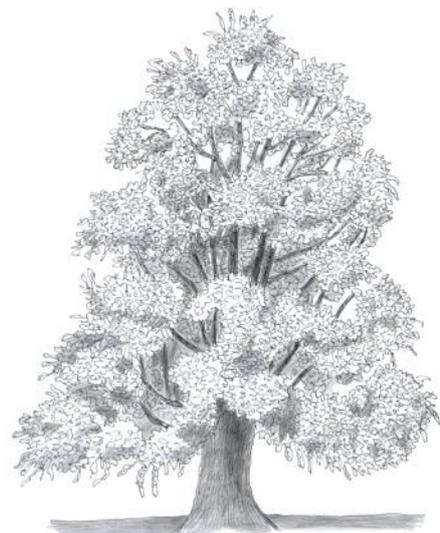
Ginkgo-Bäume sind unempfindlich gegenüber Feuer, sie haben deshalb sogar die Atomkatastrophen von Hiroshima und Nagasaki überlebt.

Aus der Rinde, den Blättern und Samen werden Medikamente gewonnen.



Ginkgos haben einen Stamm (Sprossachse) mit Leitgefäßen, Wurzeln, Blättern, Blüten und Früchten.

Junge Bäume entwickeln zunächst eine Pfahlwurzel, ältere Bäume holen ihre Nährstoffe und Wasser vor allem über Seitenwurzeln.



älterer Ginkgo-Baum

Die Nadelhölzer gehören zur:

- Abteilung der Samenpflanzen
- Unterabteilung der Nacktsamer

Die Nadelhölzer haben nur eine heute noch lebende Ordnung, die »Kiefernartigen«.

Dazu gehören:

- 50 Gattungen
- etwa 550 Arten, einige der bekanntesten sind:
  - Tannen
  - Fichten
  - Kiefern
  - Eiben
  - Araukarien
  - Zedern
  - Lärchen
  - Mammutbäume

# Klasse der Nadelhölzer

Nadelhölzer werden auch »Koniferen« oder »Kiefernartige« genannt.



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deining-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Layout), 2021

6

Nadelgehölze haben männliche und weibliche Zapfen.

Die männlichen Pollenzapfen sind meist sehr klein. Der Wind trägt den Pollen zu den weiblichen Samenzapfen (Bestäubung).

Die Samenanlagen reifen in den Samenzapfen. Dort liegen sie auf Samenschuppen in den Achseln von Deckschuppen.

Nach der Befruchtung entwickeln sich die Samen im schützenden, weiblichen Zapfen. Dieser wird mit der Zeit meist holzig.

Wenn die Zapfen reif sind, öffnen sich die Schuppen. Die Samen fallen heraus, so können sie vom Wind verbreitet werden.

weiblicher Zapfen mit reifen Samen



männlicher Zapfen mit Pollen



3

Die Nadelhölzer entwickelten sich in der Karbon-Zeit. Im Erdmittelalter gab es riesige Wälder aus Araukarien.



Viele Nadelholz-Arten, die es früher gab, sind heute ausgestorben.

Trotzdem bilden sie die größte heute noch lebende Gruppe der Nacktsamer.

Nadelhölzer gibt es fast überall auf der Welt.

Am häufigsten kommen sie in den gemäßigten Wäldern der nördlichen Halbkugel vor. Araukarien findet man in wärmeren Gegenden der südlichen Halbkugel.



Viele Nadelholzgewächse leben in größeren Höhen und in Gegenden, in denen die Winter lang und kalt sind.

Sie können dort leben, denn sie ertragen Kälte und trockenen Wind.

Ihre schmalen Blätter, die mit einer wachsartigen Schicht überzogen sind, schützen sie vor Frost und Austrocknung. Man nennt sie »Nadeln«.

Die heute lebenden Nadelholzgewächse sind holzige Pflanzen.

Die meisten Arten wachsen als Baum.

Die Äste der Nadelbäume sind zur Spitze hin aufwärts gebogen.

Unten wachsen meistens längere Äste, nach oben hin kürzere.

Die Krone sieht oft kegelförmig aus.



Das Holz der Nadelbäume nennt man Weichholz. Es lässt sich leicht sägen, bohren und nageln und eignet sich deshalb sehr gut als Bauholz.

Nadelhölzer produzieren Harz. Es fließt in Kanälen durch die Pflanze.

Das Harz schützt die Nadelhölzer davor, dass sie von Insekten gefressen werden.

Nadelholzgewächse sind »Pionierpflanzen«. Sie können in Gegenden wachsen, die anderen Samenpflanzen keine guten Bedingungen bieten.

Zu den Nadelbäumen gehören die höchsten und größten lebenden Bäume: Der Küstenmammutbaum kann bis zu 113 m hoch werden.

Der älteste Nadelbaum der Erde ist eine 5000 Jahre alte Kiefer in Kalifornien.

Bei vielen Nadelholzarten sind die Blätter spiralgig um die Zweige angeordnet.

Die Blätter sind meist lang, dünn und nadelförmig oder gabelförmig.

Manche Arten tragen breite flache Blätter.

Die Blätter können von 2 mm bis zu 40 cm lang werden.

Bei den meisten Arten sind die Blätter immergrün.

Die Blätter der Nadelhölzer können bis zu 50 Jahre alt werden.

Nadelgehölze werden auch »Koniferen« genannt, das bedeutet »Zapfen tragend«.



Die Klasse der Palmfarne (Cycadales) gehört zu den Bedecktsamern.

Heute gibt es nur noch etwa 320 Arten.

Häufige Arten sind:

- Sago-Palmfarn
- Brot-Palmfarn

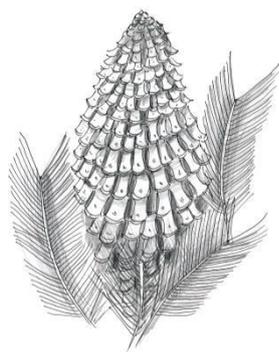
# Klasse der Palmfarne



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deininger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Layout), 2019

6

Palmfarne sind zweihäusig. Das bedeutet:  
Es gibt Pflanzen, die nur männliche  
Blütenteile ...



männlicher Zapfen mit Pollen

... und Pflanzen, die nur weibliche  
Blütenteile haben:



weiblicher Zapfen mit Samen

3

In der Karbon-Zeit entstanden - vor  
etwa 300 Millionen Jahren -  
Samenfarne. Aus diesen entwickelten  
sich die Palmfarne. Sie sind die älteste  
lebende Klasse der Samenpflanzen.



Samenfarne: Medullosa

Palmfarne wachsen in den tropischen Gebieten der Erde in Asien, Australien, Südamerika und Afrika.

Palmfarne brauchen magere, sandige Böden.



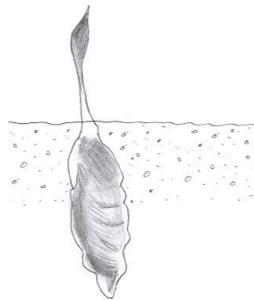
Palmfarne bilden zwei Sprossachsen:



Eine Sprossachse wächst als baumförmiger Stamm nach oben. Am oberen Ende tragen sie einen Schopf von Blättern. Deshalb sehen sie aus wie Palmen.

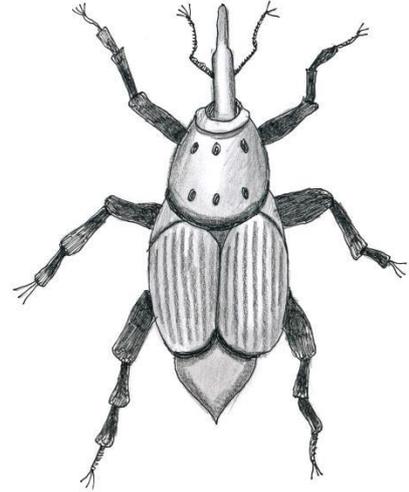
Die andere Sprossachse wächst nach unten als unterirdische Pfahlwurzel. Sie hält die Pflanze im Boden fest.

Aus der Pfahlwurzel wachsen bei allen Palmfarnen noch Wurzeln mit Knöllchen. In den Knöllchen leben Cyano-Bakterien. Sie machen den Stickstoff, der im Boden ist, für die Pflanzen verfügbar.



Die winzigen Pollen sitzen offen unter den Zapfenschuppen.

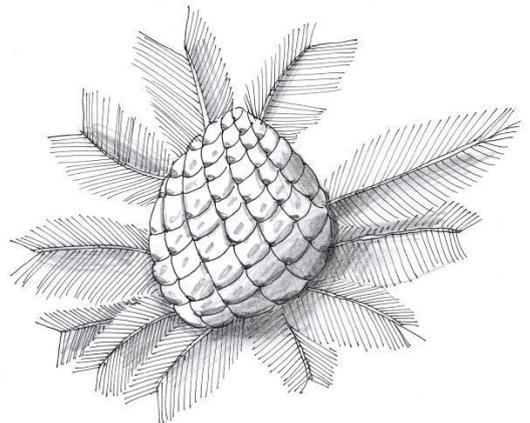
Die Pollen werden von Rüsselkäfern, den Palmkäfern, oder vom Wind zu den weiblichen Eizellen getragen.



Palmkäfer

Palmfarne haben große, leuchtende und bunte Zapfen. Damit locken sie Tiere an. Diese fressen die Samen und verbreiten sie.

Palmfarne sind aber giftig. Viele Tierarten, denen das Gift nichts ausmacht, sind inzwischen ausgestorben. Deshalb verbreiten sich Palmfarne heute kaum noch.



weiblicher Zapfen eines Palmfarns

Die Klasse der Schachtelhalme gehört zur Abteilung der Farnpflanzen.

Die Klasse hat nur noch eine Ordnung, nämlich die »Schachtelhalmartigen« und auch nur noch eine Gattung.

Es gibt weltweit etwa 15 bis 20 Arten von Schachtelhalmen.

Einige in Mitteleuropa bekannte Arten sind:

- Acker-Schachtelhalm
- Winter-Schachtelhalm
- Wiesen-Schachtelhalm
- Teich-Schachtelhalm
- Sumpf-Schachtelhalm
- Wald-Schachtelhalm

# Klasse der Schachtelhalme



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deininger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle und Thomas Helmle (Text und Layout), 2021

Schachtelhalme gehören zu den Farnpflanzen.

Sie können sich mit winzigen Zellen, den Sporen, vermehren. Ihr Leben wechselt zwischen zwei Generationen, die oft verschieden aussehen. Nur eine dieser Generationen erzeugt Geschlechtszellen (Sperma und Eizellen).



fruchtbarer Frühlingsspross mit zwei Sporen-Ständen

Schachtelhalme vermehren sich aber meistens ungeschlechtlich: Aus dem Rhizom wachsen Ausläufer mit neuen oberirdischen Sprossachsen. Sogar aus zerhackten Sprossachsen können neue Pflanzen wachsen!

Schachtelhalme gehören zu den ersten großen Landpflanzen.

Vor mehr als 300 Millionen Jahren, in der Karbon-Zeit, gab es sehr viele, sehr große Schachtelhalme. Sie wurden bis zu 30 Meter hoch.

Die heutigen Schachtelhalme sind meist klein, nicht höher als 2 m.

Im Lauf der Erdgeschichte entstand aus den abgestorbenen Farnpflanzen der Karbon-Zeit Kohle.



Baumhohe Schachtelhalme der Karbon-Zeit

Schachtelhalme haben ein Rhizom, oberirdische Sprosse, Blätter und Sporenbehälter mit Sporen.

Die Rhizome können bis zu 7 m lang werden. Der Spross ist innen hohl, außen rau und gefurcht.

Gut sichtbare »Knoten« gliedern den Spross in Abschnitte. An den Knoten entspringen die Blätter. Die Blätter sind »wirtelig« angeordnet.

Über der Erde bildet sich zuerst ein fruchtbarer Spross. Er ist nicht verzweigt. An der Spitze befinden sich die Sporen in zapfenähnlichen Sporenähren.

Danach bildet sich ein unfruchtbarer oberirdischer grüner Spross. Er ist oft gabelig verzweigt. Dieser trägt längliche Blätter.



unfruchtbarer verzweigter Spross

Schachtelhalme wachsen auf feuchten Böden, im Wasser, in Wäldern, Äckern, Wiesen, Feldern und auf Brauchland. Auch in Gärten kann man sie finden.



Sie sind weltweit verbreitet.

Schachtelhalme kommen in gemäßigten und subtropischen Zonen aber auch in tropischen Regenwäldern und Tundren vor.

Schachtelhalme haben in ihrem Spross echte Gefäße, Leitungsbahnen.

Wasser und Minerale werden in den Gefäßen von den Wurzeln zu den Blättern transportiert. Nährstoffe gelangen durch andere Gefäße von den Blättern zu allen Teilen der Pflanze.

In ihren Blättern haben Schachtelhalme nur eine Leitungsbahn. Sie sind »einnervig«.



Schachtelalm-Baum in der Karbon-Zeit

An den Knoten kann man die Sprossachse herausziehen und wieder zurückstecken - so wie man Schachteln ineinander stapelt. Daher kommt der Name »Schachtelalm«. Man könnte auch sagen: »Die Abschnitte des Sprosses sind ineinander geschachtelt«.

Der Schachtelalm wird auch »Zinnkraut« genannt. Manche Leute sagen, das liegt daran, dass sich der Spross so rau wie Zinn anfühlt. Es sind nämlich Kieselsäure-Kristalle in die Zellen eingelagert, die sehr hart sind.

Andere sagen, der Name »Zinnkraut« kommt daher, dass mit der Asche aus Kieselsäure, die nach dem Verbrennen von Schachtelhalmen entsteht, früher das Zinngeschirr geputzt wurde.

Es gibt ca. 170.000 Arten von zweikeimblättrigen Pflanzen.

Zu den Zweikeimblättrigen zählen:

- Rosengewächse
- Korbblütler
- Lippenblütler
- Schmetterlingsblütler
- Laubbäume
- 

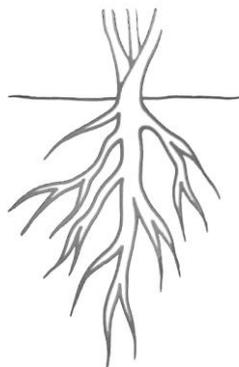
# Klasse der Zweikeimblättrigen



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deininger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Layout), 2019

6

Zweikeimblättrige Pflanzen haben verschiedene Wurzelarten. In der Regel bilden sie eine Hauptwurzel mit Seitenwurzeln.

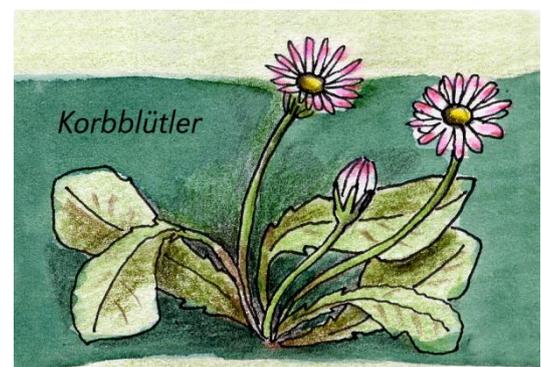


Die Blüten sind meist vier- oder fünfzählig.

3

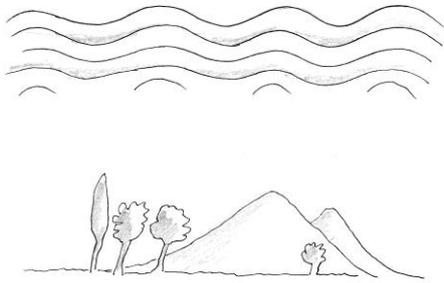
Zweikeimblättrige Pflanzen haben sich in der unteren Kreide-Zeit entwickelt - vor 145 bis 100 Millionen Jahren.

Heute sind sie die größte Gruppe der Blütenpflanzen.



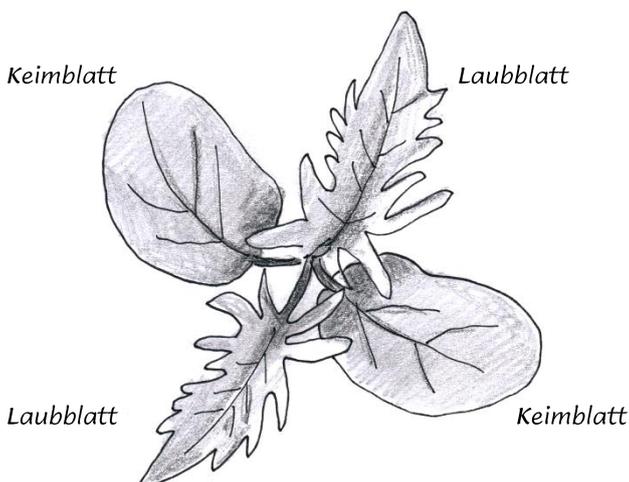
Gänseblümchen

Zweikeimblättrige Pflanzen kommen in nahezu jedem Lebensraum der Erde vor, sowohl im Wasser als auch an Land.



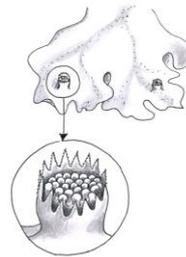
Die Keimlinge der zweikeimblättrigen Pflanzen bilden zwei Keimblätter aus.

Hier siehst du zwei Keimblätter mit den nachfolgenden Laubblättern. Sie unterscheiden sich stark.



Es gibt unterschiedliche Formen der Fortpflanzung. Eine ausführliche Beschreibung der geschlechtlichen Fortpflanzung findest du im Büchlein „Bedecktsamer“.

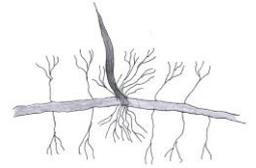
Zweikeimblättrige Pflanzen können sich auch ungeschlechtlich vermehren - durch Rhizome (waagrechte Wurzelsprosse), Ausläufer, Knollen, Brutzwiebeln ...



Brutkörper



Brutzwiebel



Rhizome

Die Blätter haben eine Mittelrippe und sind von einem Netzwerk feiner Adern durchzogen.

Sie besitzen meist einen deutlichen Blattstiel.

In der Regel haben sie Nebenblätter.



Laubmoose gibt es schon seit 450 Millionen Jahren auf der Erde. Heute gehören ca. 14 000 Arten zu den Laubmoosen.

Häufige Arten in Europa sind:

- Frauenhaarmoos
- Wacholder-Widertonmoos
- Katharinenmoos
- Haarmützenmoos
- Filzmützenmoos
- Spaltzahnmoos
- Torfmoose

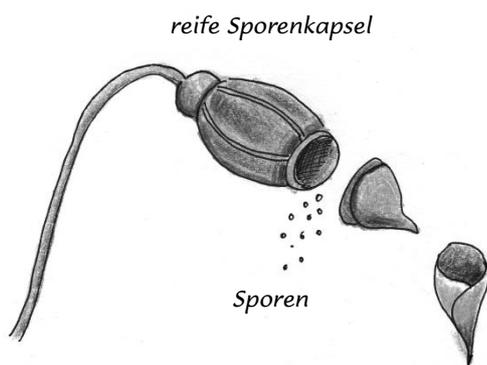
# Laubmoose



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deiningger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle und Thomas Helmle (Layout), 2019

6

Die Sporenkapseln der Laubmoose sind meist zylindrisch. Viele haben einen Deckel. Dieser Deckel fällt ab, sobald die Sporen reif sind. Aus den Sporen entwickeln sich Vorkeime (Prothallium).



3

Nach den Lebermoosen entwickelten sich die Hornmoose und zuletzt - vor etwa 450 Millionen Jahren - die Laubmoose. Vielleicht entstanden die Moose als Verwandte der Grünalgen an den Ufern der Süßgewässer.



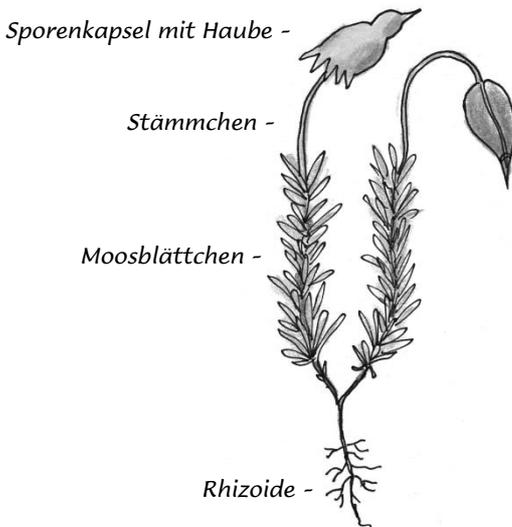
Laubmoos Muscites

Laubmoose wachsen an feuchten, schattigen Plätzen auf dem Erdboden, auf Borken oder auf Steinen.



Viele einzelne Laubmoospflanzen stehen eng beieinander und bilden dichte Polster.

Laubmoose bestehen aus einem Stämmchen, an dem sich viele »Blättchen« befinden.



Laubmoose besitzen keine Wachsschicht. Daher können sie ihren Wasserhaushalt kaum regulieren. Bei Trockenheit rollen sich die Blättchen ein und sehen wie braunes Laub aus.

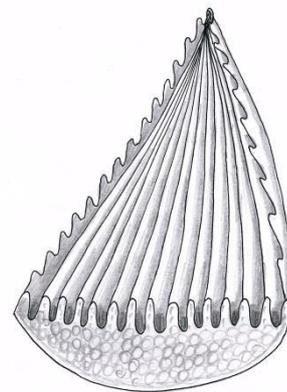
Aus den Vorkeimen der Laubmoose entwickeln sich männliche und weibliche Pflanzen. Für die geschlechtliche Fortpflanzung brauchen sie Wasser. Es schwimmt die männlichen Zellen zu den weiblichen Zellen hin.



(siehe Pflanzenerzählung 5.2.2)

Laubmoose können sich auch ungeschlechtlich vermehren. Dazu trennen sich Brutkörper ab. Diese wachsen dann zu neuen Pflänzchen heran.

Einige Laubmoose können in ihren »Blättchen«, durch spezielle Zellen, Wasser speichern.



Torfmoose können bis zum 30-fachen ihres Trockengewichts an Wasser aufnehmen.

Laubmoose sind durch wurzelähnliche Haftorgane, die Rhizoide, im Boden verankert.

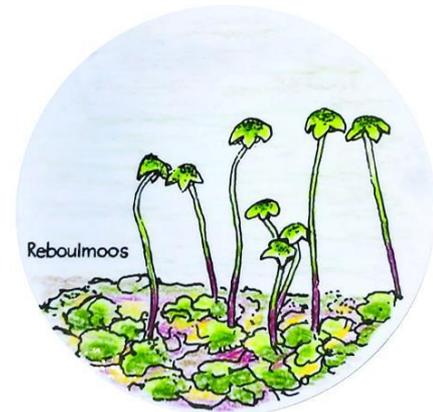
Die ersten Lebermoose entwickelten sich vor 475 Millionen Jahren auf der Erde.

Heute gehören ca. 8 000 Arten zu den Lebermoosen.

Häufige Arten in Europa sind:

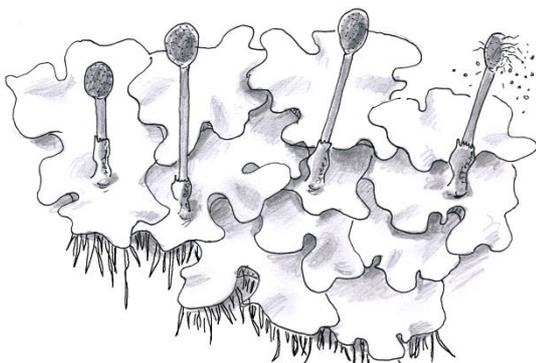
- Brunnenlebermoos
- Kegelkopf-Lebermoos
- Mondbechermoos
- Teich-Lebermoos
- Beckenmoos
- Großes Schiefmundmoos
- Flachblättriges Kratzmoos
- Reboulmoos

# Lebermoose



© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deininger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle und Thomas Helmle (Layout), 2019

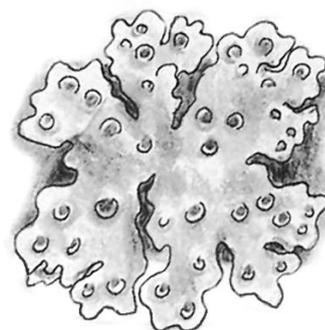
Lebermoose sind Sporenpflanzen. Sporen sind kleine Päckchen aus Zellen. Mit ihnen können sie sich vermehren. Die Sporenkapseln der Lebermoose sind kugelig bis eiförmig und haben vier Längsklappen. Diese springen auf, sobald die Sporen reif sind. Aus den Sporen entwickeln sich fadenförmige Vorkeime (Prothallium).



*Fossombronia pusilla*

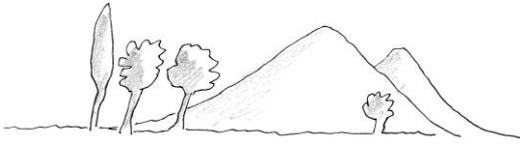
Nach den Lebermoosen - vor etwa 475 Millionen Jahren - entwickelten sich die Hornmoose und zuletzt die Laubmoose.

Vielleicht entstanden die Moose als Verwandte der Grünalgen an den Ufern der Süßgewässer.



Brunnenlebermoos (*Marchantia*)

Lebermoose brauchen feuchte, schattige Plätze auf dem Erdboden, auf Borken oder auf Steinen.



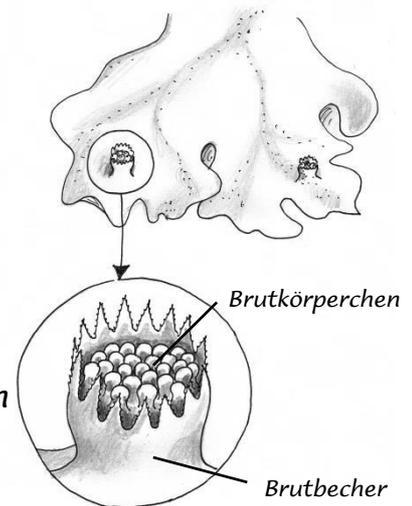
Sie heißen Lebermoose, weil sie wie eine Leber aussehen.  
Im Mittelalter galten sie als Heilpflanzen gegen Leberleiden.

Lebermoose haben keine Leitungsbahnen um Wasser und Nährstoffe zu transportieren.  
Sie nehmen das Wasser direkt über ihre »Blättchen« auf und können es lange speichern.

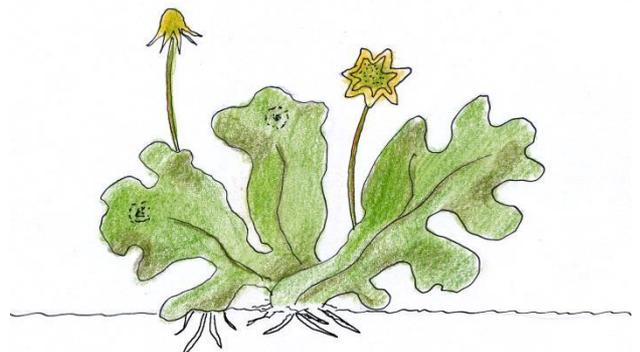
Die »Blättchen« (Thalli) der Lebermoose sind sternförmig oder bandartig.  
Eine Wachsschicht verhindert, dass sie austrocknen. Sie fühlen sich ledrig an.

Aus den Vorkeimen der Lebermoose entwickeln sich männliche und weibliche Pflanzen. Für die geschlechtliche Fortpflanzung brauchen sie Wasser. Es bringt die männlichen Zellen zu den weiblichen Zellen hin.

Lebermoose können sich auch ungeschlechtlich vermehren. Dazu trennen sich Brutkörper ab. Diese wachsen dann zu neuen Pflänzchen heran.



Mit ihren Wurzelhaaren, den Rhizoiden, halten sie sich am Boden fest.  
Die Rhizoide der Lebermoose bestehen nur aus einer einzigen Zelle.



Zu den Rotalgen gehören etwa 7 100 Arten.

In Europa gibt es z. B.:

- Borsten-Rotalgen
- Froschlaich-Algen
- Korallenmoose
- Blutroten Meerampfer
- Schnur-Tange
- Speckkrusten-Rotalgen
- Pinselbüschel-Algen
- Kamm-Tang

## Rotalgen

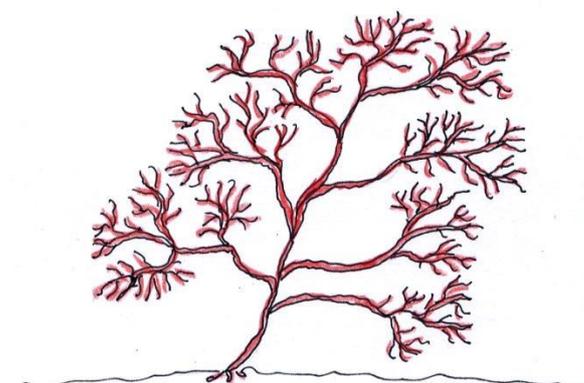


© Fachgruppe Natur- und Kulturwissenschaften in der Montessori-Pädagogik  
Gestaltung: A. Deininger-Bauer (Illustration), Petra Wöbcke-Helmle  
und Thomas Helmle (Layout), 2019

6

Als einzige Lebewesen haben Rotalgen einen Lebenszyklus mit drei Generationswechseln.

Rotalgen enthalten wertvolle Vitamine und Mineralien. In manchen Ländern werden sie deshalb gerne als Gemüse gegessen.



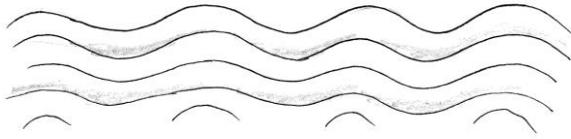
3

Rotalgen leben seit etwa 1,4 bis 1,2 Milliarden Jahren auf der Erde.

Grün- und Rotalgen sind etwa zur gleichen Zeit entstanden. Derzeit wird erforscht, ob Braunalgen aus den Grün- und Rotalgen entstanden sind. Es kann aber auch sein, dass die Braunalgen die ältesten Großalgen der Erde sind.



Rotalgen leben meist in Küstengebieten von Meeren, manche auch im Süßwasser



oder im feuchten Erdreich.



Ihre Farbe bekommen Rotalgen durch einen roten Farbstoff. Dieser überdeckt das grüne Chlorophyll.

Damit fangen sie in tieferen Gewässern das Sonnenlicht besser ein und können so durch Fotosynthese ihre Nahrung selbst herstellen.

Die rote Kalkkrustenalge kann sogar in einer Tiefe von 268 Metern leben.

Generationswechsel bedeutet: Wechsel von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung.

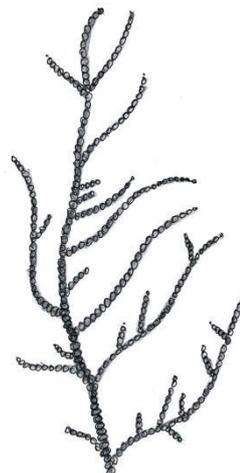
Bei der ungeschlechtlichen Vermehrung teilt sich die Pflanzenzelle.

Bei der geschlechtlichen Vermehrung vereinigen sich weibliche und männliche Zellen.

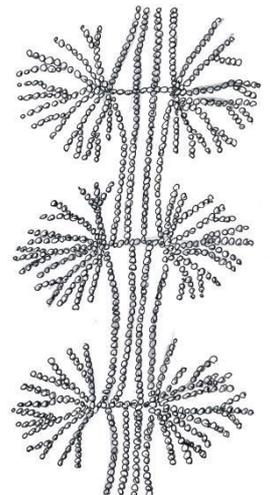
Die meisten Rotalgen bestehen aus Fäden mit vielen Zellen, die wie Perlenchnüre aussehen.

Diese sind miteinander filzartig verklebt und bilden ein Gewebe.

Manche davon sehen aus wie ein wirres Fadengeflecht (a) oder wie ein Springbrunnen (b).



a



b