

Abb. 4.16 Zellkolonie und Aggregatverband.
a 16zellige Kolonie von *Pandorina morum*, Erscheinungsbild im Lichtmikroskop. **b** Scheibenförmiger Aggregatverband von *Pediastrum granulatum*, schematisch nach lichtmikroskopischen Aufnahmen. In der unteren Hälfte sind zwei Zellen in Aufteilung begriffen, eine davon entläßt eine Blase mit 16 Schwarmzellen. **c** Zoosporen nach dem Austritt. **d** Nach Auflösung der Blase bildet sich ein neuer Aggregatverband heran.

4.4 Organisationsformen der Thallophyten

Mit dem Sammelbegriff **Thallus** wird jeder mehr- oder vielzellige, in einzelnen Fällen auch polyenergetische Vegetationskörper bezeichnet, der nicht wie ein Kormus gegliedert ist. Thallophyten sind im typischen Falle an das Leben im Wasser angepaßt, die Thalli der höher entwickelten Formen zeigen bereits eine arbeitsteilige Differenzierung. Allerdings werden keine Festigungsgewebe gebildet, weshalb der Thallus außerhalb des wäßrigen Milieus meist zusammenfällt und ein Lager bildet, z.B. Meeresalgen bei Ebbe. Entwicklungsgeschichtlich läßt sich der Thallus von den eukaryotischen Einzellern ableiten, mit denen er durch Übergangsformen wie Zellkolonien und Coenoblasten (vielkernigen Riesenzellen) verbunden ist. Thalli sind in der Evolution der Pflanzen allerdings mehrfach unabhängig entstanden.

4.4.1 Zellkolonie

Die typische Zellkolonie besteht aus einer größeren Anzahl nicht differenzierter, einander also noch gleichwertiger Zellen, die durch Teilung, also congenital entstanden sind. Es gibt aber auch hochentwickelte Formen, die bereits als echte Vielzeller angesprochen werden müssen.

Bei *Pandorina* sind 16 zweigeißelige, *Chlamydomonas*-ähnliche Zellen zu einer Kolonie vereinigt, die von einer Gallert-hülle umgeben ist. Die Totipotenz dieser Zellen geht daraus hervor, daß jede Zelle nach Verlassen des Verbandes auch selbständig weiterzuleben vermag und unter geeigneten Bedingungen wieder zu einer Kolonie heranwachsen kann. Bei manchen Arten sind die Zellen durch Plasmodesmen verbunden und hierdurch in die Lage versetzt, als physiologische Einheit zu reagieren, was sie über die einfachen Zellverbände erhebt. Die Zellen der **Aggregatverbände**, z.B. die zweigeißeligen Zoosporen von *Pediastrum*, verschmelzen unter Verlust der Geißeln erst nachträglich, also postgenital, miteinander zu einem Tochterverband, der schließlich auf die ursprüngliche Größe heranwächst (Abb. 4.16).

Ein Vertreter der hochentwickelten Formen, der bereits Merkmale echter Vielzeller besitzt, ist *Volvox* (Abb. 4.17). Die Zellen, deren Anzahl bei manchen Arten bis zu 10 000 je Organismus betragen kann, sind in eine gallertige Masse eingebettet, die eine mit Schleim ausgefüllte Hohlkugel bildet. Sie tragen nach außen gerichtete Geißeln. Untereinander stehen die Zellen durch Plasmafortsätze in Verbindung. Die Kugel zeigt bereits einen polaren Bau, da die Zellen des bei der Bewegung vorangehenden vegetativen Pols ein größeres Stigma besitzen als die des gegenüberliegenden generativen Pols. An diesem erfolgt die Bildung der Fortpflanzungszellen (Oocyten und Spermatozoide), die wesentlich größer sind als die der Ernährung und Bewegung dienenden vegetativen Zellen. Nach der Befruchtung gehen die vegetativen Zellen zugrunde. Dabei werden auch die zwischenzeitlich vegetativ gebildeten und ins Innere der Mutterkugel gelangten Tochterkugeln frei. Es kommt hier also, im Gegensatz zur potentiellen Unsterblichkeit der Einzeller, zur regelmäßigen Bildung einer Leiche: neben der arbeitsteiligen Differenzierung in vegetative und generative Zellen und der Ausbildung der Polarität ein weiteres Kriterium eines echten Vielzellers.

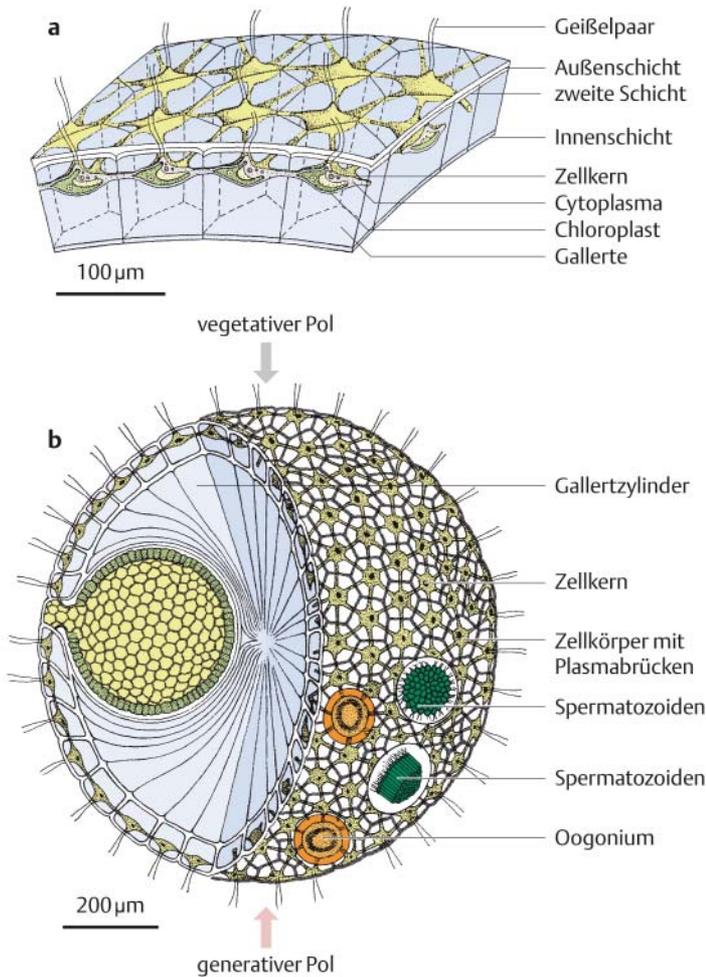


Abb. 4.17 Zellkolonie: *Volvox globator*. **a** Ausschnitt aus der kugeligen Zellkolonie, schematisch. **b** Kugelige Zellkolonie, rechts in räumlicher Darstellung, links im Schnitt mit eingestülpter Tochterkugel. Zeichnungen nach lichtmikroskopischen Aufnahmen.

4.4.2 Coenoblast

Coenoblasten sind mehr- bis vielkernige, nicht durch Zellwände gegliederte Thalli, die infolge fehlender Synchronisation von Zell- und Kernteilungen entstehen.

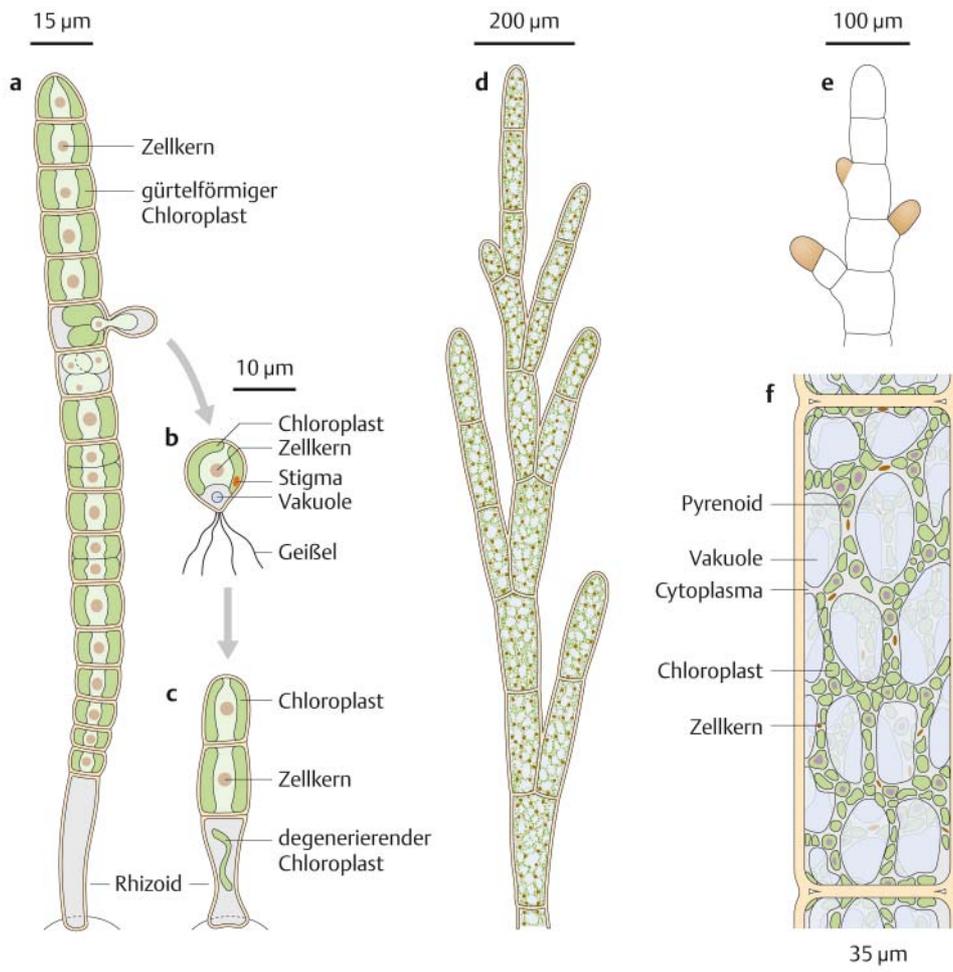
Schon bei den Protophyten gibt es Vertreter, die während der Hauptphase ihrer Entwicklung mehrkernig sind, also nicht mehr der strengen Definition der Zelle entsprechen. Bei einigen Organismen, z.B. zahlreichen Schlauchalgen (Siphonales) und Algenpilzen (Phycomyceten), führt diese Entwicklungstendenz zur Ausbildung querwandloser, weit über die durchschnittliche Dimension einer Zelle hinausgehender, meist schlauchförmig gestalteter Gebilde, die eine große Zahl von Zellkernen enthalten, also polyenergisch sind.

4.4.3 Fadenthallus

Während der fadenförmige Coenoblast durch eindimensionales Auswachsen einer Keimzelle entsteht, das zwar mit zahlreichen Kernteilungen, nicht aber mit Zellteilungen verbunden ist, ist der Fadenthallus, der im einfachsten Falle aus einer Reihe einkerniger Zellen besteht, das Ergebnis regelmäßig aufeinanderfolgender Kern- und Zellteilungen.

Abb. 4.18 Fadenthalli. a–c *Ulothrix zonata* (Chlorophyceae). **a** Aus einer Zellreihe bestehender Fadenthallus, mit Rhizoidzelle festsitzend. Zwei Zellen haben sich in Zoosporangien umgewandelt, von denen das eine gerade Zoospore entläßt. **b** Viergeißelige Zoospore. **c** Junger, auswachsender Faden, dessen untere Zelle sich in eine Rhizoidzelle umwandelt. **d–f** *Cladophora* spec. (Chlorophyceae). **d** Verzweigter Fadenthallus. **e** Scheitelzellenwachstum und Verzweigung, schematisch. **f** Mehrkerniges Glied eines Fadens (Coenoblast). Alle Zeichnungen nach lichtmikroskopischen Aufnahmen (**a–d**, **f** nach Esser 2000 und van den Hoek et al. 1993).

Dies zeigt Abb. 4.18a–c am Beispiel der Grünalge *Ulothrix zonata*. Ihre mit einer Rhizoidzelle festgewachsenen Fäden sind unverzweigt. Die Zellen enthalten nur einen gürtelförmigen, wandständigen Chloroplasten. Der Faden wächst durch quer zur Längsachse verlaufende mitotische Teilungen. Der Chloroplast der Rhizoidzelle geht zugrunde, und sie verliert auch ihre Teilungsfähigkeit. Alle übrigen Zellen des Fadens bleiben teilungsfähig, d. h. das Wachstum erfolgt intercalar. Die Zellen sind also untereinander gleichwertig. Das geht auch daraus hervor, daß jede Fadenzelle zur Bildung von Zoosporen bzw. Gameten befähigt ist. Die Zoosporen sind viergeißelig. Sie setzen sich mit ihrem Geißelpol fest und wachsen durch Querteilungen zu neuen Fäden aus.



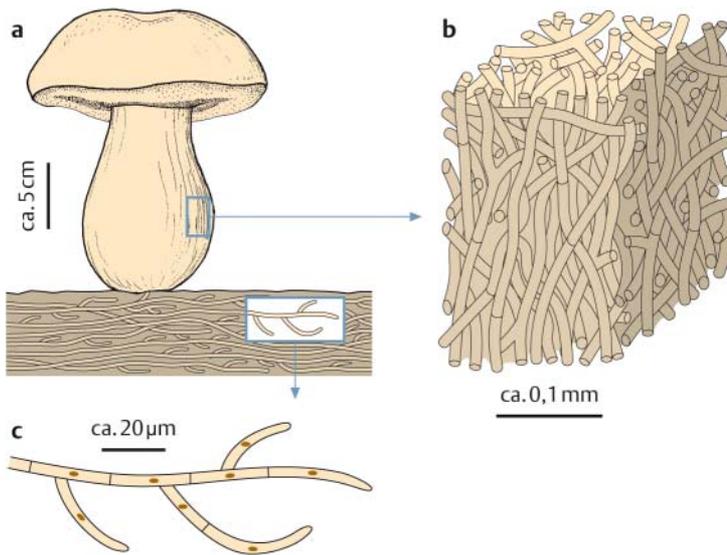


Abb. 4.19 Fadenthallus der Basidiomyceten.
a Steinpilz (*Boletus edulis*, Basidiomycetes), Mycel mit Fruchtkörper (relativ zueinander nicht maßstäblich). **b** Räumliche Darstellung des Plektenchym aus dem Stiel des Fruchtkörpers. Der besseren Übersichtlichkeit wegen wurden die Schnallen des dikaryotischen Mycels (vgl. Abb. 14.13 S. 471) nicht gezeichnet. **c** Hyphen eines haploiden Mycels.

Die überwiegend sessile (festsitzende) Lebensweise der fadenförmigen Algen bringt es mit sich, daß schon sehr bald in der stammesgeschichtlichen Entwicklung eine ausgesprochene Polarität entsteht. Diese kommt z. B. in der Bildung von **Scheitelzellen** zum Ausdruck, die allein zu Zellteilungen befähigt sind. Sie sind im einfachsten Falle einschneidig, d. h. sie teilen sich quer zur Längsachse des Fadens und gliedern ständig basalwärts Segmente ab. Bei der ebenfalls zu den Grünalgen zählenden *Cladophora* sind allerdings sowohl die Scheitel„zellen“ als auch die von ihnen abgegliederten Segmente mehrkernig und entsprechen somit Coenoblasten. Die seitliche Verzweigung kommt dadurch zustande, daß durch seitliche Auswölbungen älterer Zellen des Fadens neue Scheitelzellen entstehen (Abb. 4.18d–f). In anderen Fällen geht sie von der Scheitelzelle selbst aus, die sich schräg teilt.

Auch die Hyphen der Schlauchpilze (Ascomycetes) und Ständerpilze (Basidiomycetes) sind einreihige, seitlich verzweigte Fadenthalli, deren Zellen ein- bzw. zweikernig sind (Abb. 4.19 und Kap. 14.6).

4.4.4 Flechtthallus

Durch enge Verflechtung bzw. durch Verkleben von Zellfäden entstehen gewebeähnliche Gebilde, die **Plektenchyme**, wie sie für Flechtthalli charakteristisch sind. Im Querschnitt ähneln sie z. T. Parenchyman, weshalb man in diesen Fällen auch von Pseudoparenchyman spricht.

Flechtthalli kommen bei zahlreichen höher entwickelten Algen, vor allem bei den Rotalgen (Rhodophyta) vor, aber auch in Gestalt der Pilzfruchtkörper. Bei der Rotalge *Furcellaria fastigiata*, deren über 10 cm lange, runde und sich knorpelig anfühlende Thalli sich mit klauenartigen Rhizoïden auf Steinen festsetzen, besteht der Zentralkörper aus parallel laufenden Zellfäden, die sich springbrunnenartig verzweigen (Springbrunnenstypus, Abb. 4.20). Die äußeren Zellen dieser Verzweigungen schließen sich zu einer festen Rindenschicht zusammen. Bei anderen Arten können

Abb. 4.20 Flechtthallus vom Springbrunnen-
typ. a Habitusbild von *Furcellaria fastigiata* (Rhodophyceae). **b** Schemazeichnung eines Thallusstücks.

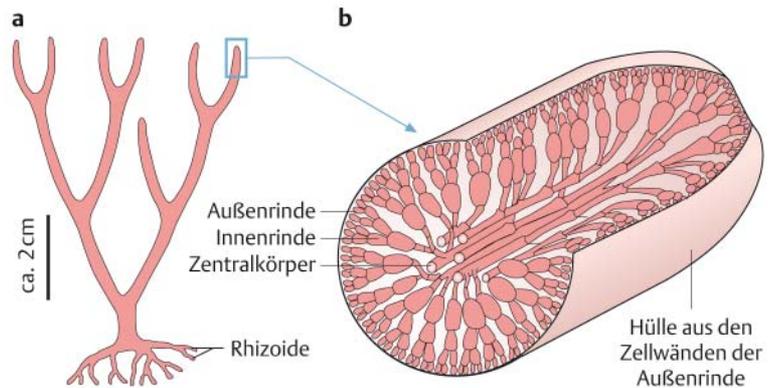
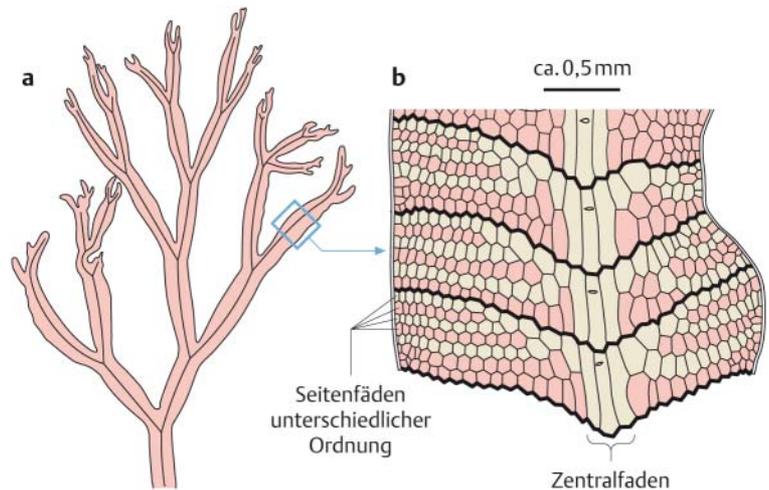


Abb. 4.21 Flechtthallus vom Zentralfadentyp.
a Habitusbild von *Caloglossa leprieurii* (Rhodophyceae). **b** Anordnung der Zellfäden in einem Thallusstück, durch zweifarbige Unterlegung hervorgehoben.



die Verzweigungen von einem einzigen zentralen Faden ausgehen (Zentralfadentypus). Auch die blattartig ausgebildeten Thalli mancher Rotalgen, z.B. *Caloglossa leprieurii*, lassen sich bei genauer Analyse auf einen verzweigten Faden zurückführen, dessen Äste in einer Ebene verwachsen sind (Abb. 4.21).

Die Fruchtkörper der Höheren Pilze bestehen aus einem unregelmäßigen Geflecht vielfach verzweigter und zum Teil miteinander verwachsener Hyphen (Abb. 4.19a, b). Die Verwachsung kann bei manchen Arten so weit gehen, daß Schnitte durch die Fruchtkörper Schnittbildern durch parenchymatische Gewebe täuschend ähnlich sehen (Pseudoparenchyme).

4.4.5 Gewebethallus

Im Unterschied zu den Plektenchymen der Flechtthalli sind Gewebethalli durch echte Mehrschichtigkeit und funktionelle Differenzierung in verschiedene Zelltypen gekennzeichnet. In den meisten Fällen geht ihre Bildung von Scheitelzellen aus.

Gewebethalli sind für viele Braunalgen (Phaeophyta) charakteristisch. Von den Flechtthalli unterscheiden sie sich vor allem dadurch, daß die von der Scheitelzelle basalwärts abgegliederten Segmente durch Längsteilungen und meist auch weitere Querteilungen aufgegliedert werden. Auf diese Weise entstehen mehrschichtige Thalli, die rund, bandförmig abgeflacht oder anders gestaltet sein können. Meist geht die Bildung des Thallus von einer Scheitelzelle aus, die bei den einfacheren Formen einschneidig ist, bei den höher entwickelten jedoch auch mehrschneidig sein kann. Bei einigen Arten sind sogar ganze Gruppen von Initialzellen vorhanden, ähnlich den Scheitelmeristemen Höherer Pflanzen.

Die Verzweigung erfolgt entweder seitlich oder dichotom. Die Dichotomie, die bei *Dictyota dichotoma* die Regel ist, kommt dadurch zustande, daß sich die Scheitelzelle, die normalerweise uhrglasförmige Segmente abgliedert, in der Längsrichtung des Thallus teilt, worauf beide Tochterzellen als gesonderte Äste weiterwachsen (Abb. 4.22).

Funktionell lassen die Zellen der Gewebethalli bereits eine Differenzierung erkennen. Neben den Fortpflanzungszellen können bei den größeren Formen stets ein zentrales Mark- und ein peripheres Rindengewebe unterschieden werden. Bei *Dictyota* enthalten lediglich die Zellen des letzteren die photosynthetisch aktiven Plastiden (Phaeoplasten), fungieren also als Photosynthese- und Abschlußgewebe, während die farblosen Markzellen als Grund- und Speichergewebe dienen. Bei den stattlichen Tangen, deren Thalli mehrere Meter messen können (bei der amerikanischen *Macrocystis pyrifera* über 50 m), findet sich außerdem ein zentrales Stranggewebe, dessen Elemente den Siebröhren der Höheren Pflanzen funktionell ähnlich sind.

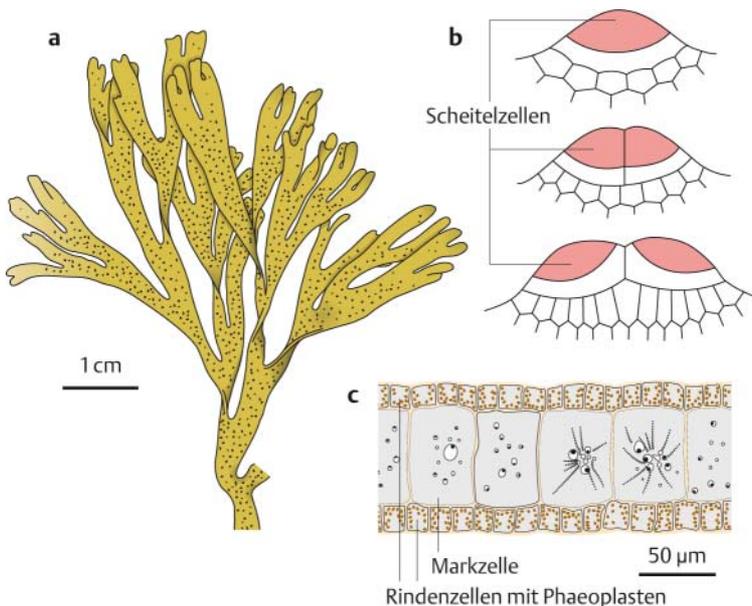


Abb. 4.22 Dichotom verzweigter Gewebethallus. **a** Habitusbild von *Dictyota dichotoma* (Phaeophyceae, siehe auch Abb. 14.8b S. 452). **b** Scheitelzelle in dichotomer Teilung, schematisch. **c** Thallusquerschnitt, Zeichnung nach lichtmikroskopischen Aufnahmen.