

Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft

Kalkalgen der Adria und ihre fossilen Verwandten.

Von Prof. Dr. JULIUS PIA,
Naturhistorisches Museum, Wien.

Mit 16 Bildern.

Kalkalgen der Adria und ihre fossilen Verwandten.

Von Prof. Dr. JULIUS PIA,
Naturhistorisches Museum, Wien.

Mit 16 Bildern.

Die Kalkalgen, die sich schon im Leben mit einer erhaltungsfähigen Hülle umgeben, sind die einzigen Algen, deren geologische Geschichte wir gut verfolgen können. (Die Kieselalgen reichen wenig weit zurück.) Da sie keine verwandtschaftlich einheitliche Gruppe bilden, sondern sich auf verschiedene Stämme des Pflanzenreiches verteilen, geben sie uns gleichsam an Stichproben ein Bild von der Entwicklung der Algen im allgemeinen.

Im ganzen bevorzugen die Kalkalgen warme Meere. Ihre wichtigsten lebenden Familien sind auch in der Adria vertreten. Mehrere Familien erreichen hier die Nordgrenze ihrer Verbreitung.

In mehrfacher Hinsicht am lehrreichsten ist eine Gruppe der Grünalgen: die Wirtel-Algen (*Dasycladaceen*). Sie gehören zu den Schlauchalgen, deren Körper innerlich nicht durch Zellwände untergeteilt ist.

Dasycladus, die Gattung, von der die Familie den lateinischen Namen bekommen hat, ist nur ganz schwach verkalkt, vermittelt aber ein gutes Bild von dem Bauplan der Wirtelalgen und von dem äußeren Gepräge

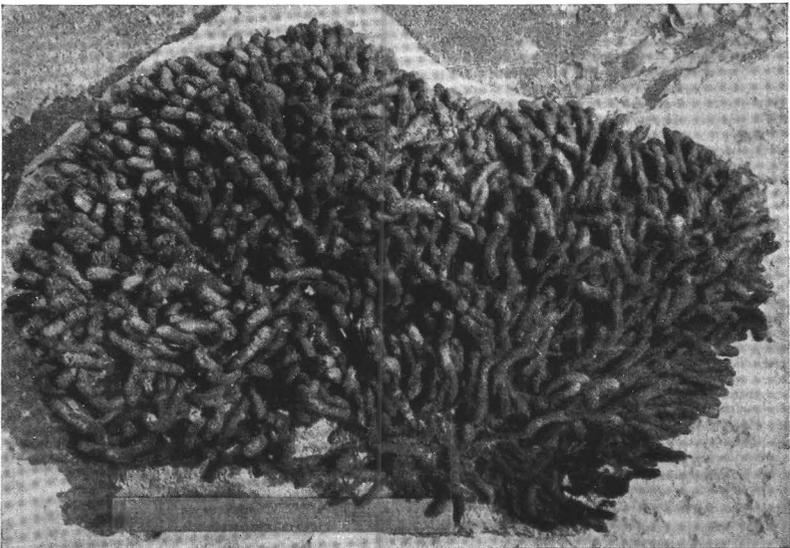


Bild 1. *Dasycladus claviformis* (ROTH) auf einem Kalkstein aus etwa $2\frac{1}{2}$ m Wassertiefe. Istrien, Westküste, bei Umago. $\times 0.3$.

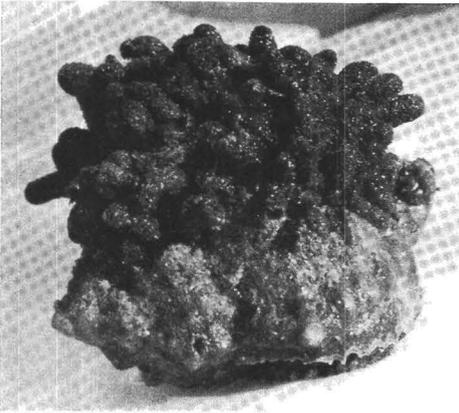


Bild 2. *Dasycladus clavaeformis* (ROTH) auf der Schale einer lebenden Stachelschnecke (*Murex*). Istrien, Westküste, bei Umago. Nat. Gr.

metangien zu bezeichnen. (Bei verwandten Gattungen sitzen sie seitlich an den Ästen.)

Aus den reifen Sporangien treten sehr zahlreiche einzellige, begeißelte Schwärmer aus, die bald paarweise miteinander kopulieren. Äußerlich ist an ihnen kein Geschlechts-Unterschied zu erkennen. Versuche zeigen aber, daß es zwei Gruppen unter ihnen gibt und daß sich Angehörige derselben Gruppe nie oder doch nur unter ungewöhnlichen Bedingungen

paaren. Meist, aber nicht immer, bringt eine Pflanze nur Schwärmer einer Gruppe hervor.

Dasycladus bildet an der Küste der Adria auf steinigem Grund in wenigen Metern Tiefe ausgedehnte Rasen. Er besiedelt hier alle harten Körper, z. B. auch die Schalen lebender Schnecken (Bild 2). Gegen Verunreinigung ist er sehr unempfindlich. Die tieferen Teile der Rasen sind oft ganz in Sand und Schlick eingebettet, die Spitzen der Pflanzen grünen und wachsen aber fröhlich weiter.

Die zweite Wirtelalge der Adria, *Acetabularia*, ist wohl

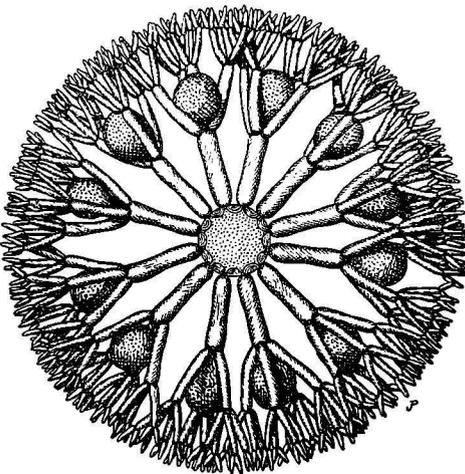


Bild 3. *Dasycladus clavaeformis* (ROTH). Rezent, Mittelmeer. Ein Wirtel von oben. $\times 12$. Die Sporangien und die Stammzelle sind gepunktet.

die höchstentwickelte, die wir kennen (Bild 4—7). Statt der vielen Wirtel ist an der erwachsenen Pflanze nur ein einziger, durch Kalkverkrustung weißer Schirm oder Hut vorhanden. Er besteht aus zahlreichen speichig

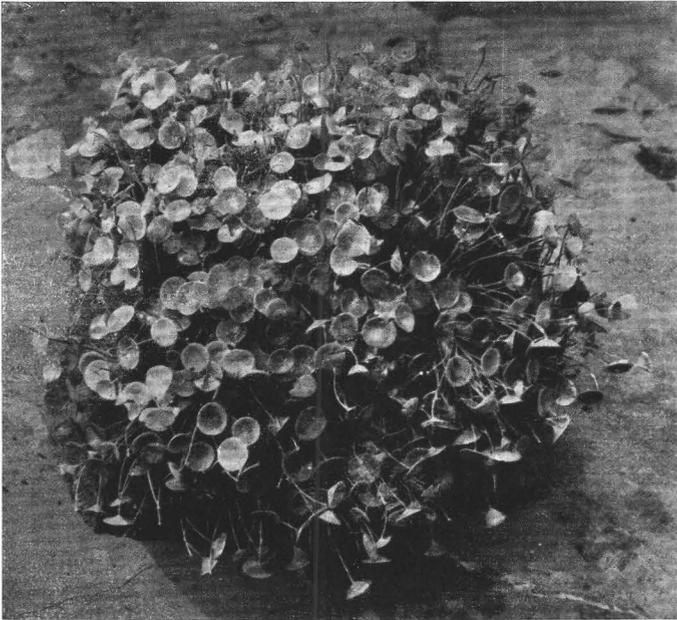


Bild 4. *Acetabularia mediterranea* LAMOUR. auf einem Kalkstein aus wenigen Metern Wassertiefe. Istrien, Westküste, beim Leuchtfeuer von Umago. $\times 0.4$

angeordneten Fächern. Diese enthalten dickwandige, eiförmige Kapseln, sogenannte Zysten, die sich einige Zeit nach dem Zerfall des Schirmes mit einem Deckel öffnen und die geschlechtlichen Schwärmer entlassen. Ausnahmsweise können die Zysten auch im

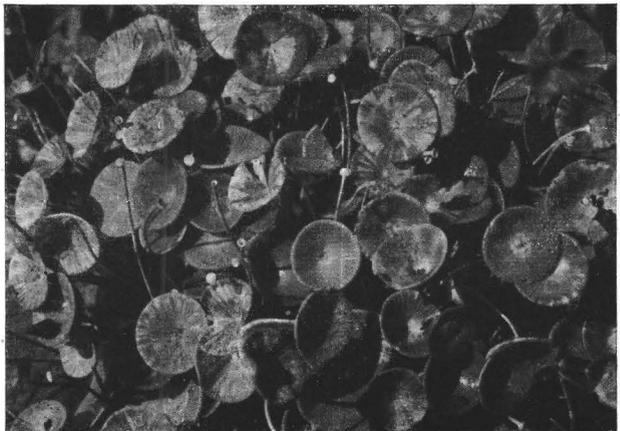


Bild 5. Teil des Algenrasens Bild 4 in natürlicher Größe. Man sieht die Schirme mit der feinen speichigen Streifung; dazwischen Stiele abgefallener Schirme.

Stiel oder sogar in der Wurzelzelle gebildet werden. Das ist wichtig für das Verständnis der fossilen Verwandten.

Die junge Pflanze trägt mehrere Kränze von verzweigten Haaren, von denen der oberste über dem Schirm steht (Bild 7). Der Vergleich mit verwandten Gattungen zeigt, daß dieser oberste

Haarkranz den eigentlichen Ästen des Wirtels entspricht. Der Schirm dagegen besteht aus verwachsenen Sporangien, die ursprünglich einzeln auf der Unterseite der Äste standen, diese dann aber durch ihre starke Entwicklung nach oben drängten.

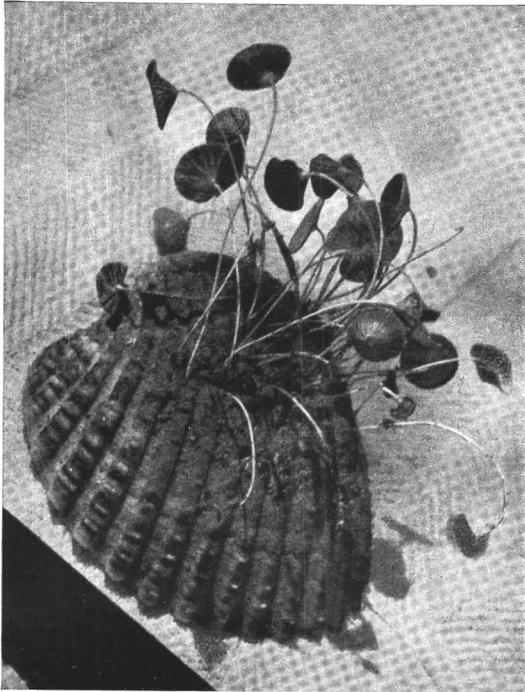


Bild 6. *Acetabularia mediterranea* LAMOUR.
auf Herzmuschel-Klappe. Nat. Gr. Istrien, Westküste,
bei Umago.

Auch *Acetabularia* bildet dichte, fast reine Rasen, die aber sehr selten größere Flächen einnehmen, in der Regel auf einzelne Steine beschränkt sind, während ringsum *Dasycladus* oder andere Algen herrschen (oder nackter Sand sich ausdehnt). Wie diese eigentümliche Verteilung zustande kommt, ist nicht bekannt. Vielleicht besiedelt die Gattung sehr rasch Steine, die durch

die Wellen oder durch die Netze der Fischer umgekippt wurden, so daß sie eine algenfreie Seite nach oben kehren? Gelegentlich habe ich reife Acetabularien in ganz seichtem Wasser von nur wenigen Zentimetern Tiefe auf felsigem Boden beobachtet. Es ist kaum denkbar, daß die zarten Pflänzchen hier den mit Sand und Muschelschalen beladenen Wellen lange widerstehen. In der Regel braucht aber die Alge für ihre volle Entwicklung bis zur Sporenbildung etwa zwei Jahre. Sollte es an den besprochenen sehr hellen und warmen Standorten eine abgekürzte Entwicklung geben?

Acetabularia ist überhaupt in vieler Hinsicht eine Wunderpflanze. Im Gegensatz zu den meisten anderen Wirtelalgen ist sie während des größten Teiles ihres Lebens einkernig. Mit ihrer Länge bis 10 cm ist sie

die größte bekannte Zelle. (Die noch größeren Eier vieler Wirbeltiere enthalten ja überwiegend Vorratsstoffe, nicht Protoplasma.) Verhältnismäßig leicht kann man Stücke verschiedener Arten von *Acetabularia* miteinander zum Verwachsen bringen. Die nachher neu gebildeten Organe entsprechen immer der Art, zu der das kernhaltige Stück gehört; ein schöner Beweis dafür, daß die Erbanlagen ihren Sitz im Kern haben.

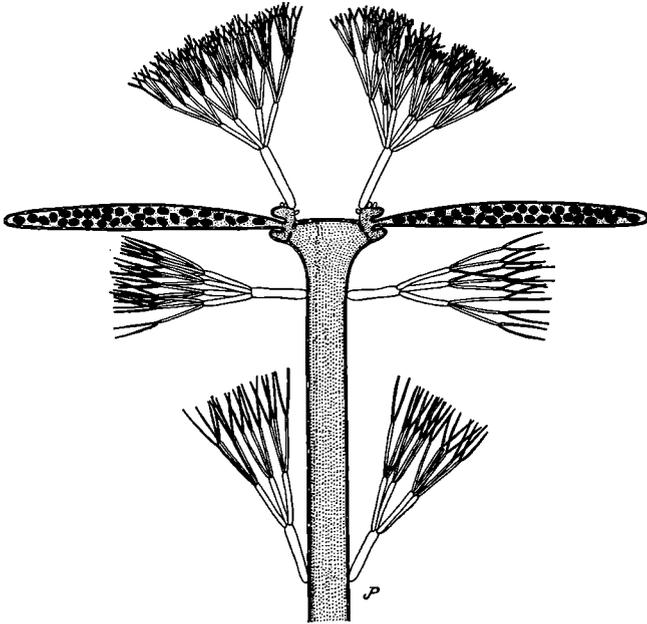


Bild 7. *Acetabularia mediterranea* LAMOUR. Rezent, Mittelmeer. Übersicht des Aufbaues im Längsschnitt. Pflanze mit verhältnismäßig kleinem Schirm. $\times 12$. Die dargestellten Teile sind niemals alle zugleich vorhanden. Die Haare fallen ab, bevor der Schirm voll entwickelt ist.

Aber auch kernlose Stücke bleiben monatelang am Leben, können merklich wachsen, Haarwirtel und sogar kleine Schirme anlegen. Selbstverständlich können sie sich aber nicht fortpflanzen.

Versucht man die lebenden Wirtelalgen zu kennzeichnen, so findet man etwa folgende gemeinsame Merkmale: Thallus aus einer achsialen, schlauchförmigen Zelle, die mit Wirteln gegliederter, verzweigter Ästchen besetzt ist. Gameten entstehen in besonderen Sporangien, die sich an den Wirtelästen entwickeln.

Nun kann man die Wirtelalgen aber an der Hand der in den Gesteinen oft massenhaft vorhandenen Kalkhüllen weit in die geologische Vergangenheit, bis in das Untersilur, zurückverfolgen. Dabei zeigt sich,

daß kaum irgend eines der oben angeführten Merkmale allen fossilen Formen zukommt. Berücksichtigt man diese mit, so läßt sich die Familie nicht mehr kennzeichnen. Was sie zusammenhält, sind nur die zahlreichen Zwischenformen, die zwischen den heutigen hochentwickelten Gattungen

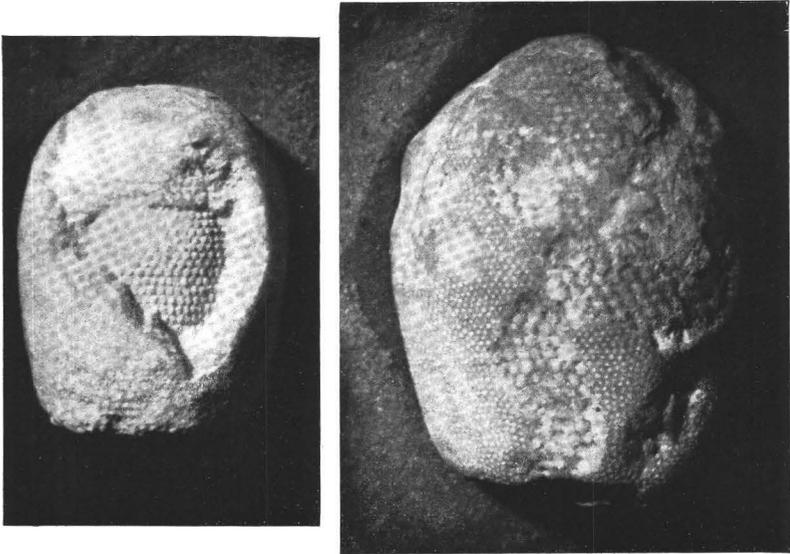


Bild 8. *Triploporella remeši* (STEINM.). Zwei teilweise aufgebrochene Stücke. Oberjura, Tithon. Mähren, Stramberg bei Neutitschein $\times 6.3$.

und den ursprünglichsten vermitteln. Wir greifen ganz wenige, gut bekannte fossile Formen heraus.

Im obersten Jura von Mähren findet sich die Wirtelalge *Triploporella remeši* (STEINM.). Die erhaltene Kalkhülle hat die Form einer kleinen Birne von etwas weniger als 1 cm Durchmesser. Sie besteht aus zwei Schichten, die sich manchmal von einander ablösen. Wenn sie unverletzt ist, trägt sie zahlreiche sehr feine Poren (die jetzt mit weißem Kalk ausgefüllt sind). Es sind die Durchtritts-Stellen der Äste letzter Ordnung, die sich höchst wahrscheinlich in Haare fortsetzen. Löst man die äußerste Kalkschicht ab, so findet man darunter eine mit viel größeren, in deutlichen Querreihen gestellten Poren (Bild 8 rechts). Diese Schalenschicht ist wesentlich dicker als die erste. Entfernt man auch sie (Bild 8 links), so kommt man auf einen Steinkern, die Ausfüllung des ursprünglichen achsialen Hohlraumes der Schale, der zahlreiche in Wirteln gestellte Knöpfchen trägt. Sie entsprechen den Poren der zweiten Schalenschicht. Ein Verständnis des Baues gewinnt man am sichersten durch einen Dünnschliff (Bild 9). Er zeigt in der zweiten Schalenschicht, deren Poren den Ästen erster Ordnung entsprechen, zahllose

kleine Kügelchen. Es sind Zysten, ähnlich denen von *Acetabularia*. Die Untersuchung weiterer Schiffe hat zu dem Lebensbild (Bild 10) geführt. *Triploporella* zeigt uns also, daß die Zysten früher nicht in besonderen Sporangien, sondern in den Wirtelästen selbst gebildet wurden.

Begeben wir uns aus der Jura-Zeit in die Trias zurück, so treffen wir eine Art, *Diplopora phanerospora* PIA, die uns beweist, daß die Sporenbildung ursprünglich in der Stammzelle geschah, gerade so wie bei den oben erwähnten abweichenden Stücken von *Acetabularia*. Schnitte (Bild 11) lassen eine Kalkhülle erkennen, durch die Poren verlaufen, die Abdrücke der unverzweigten Wirteläste. Im achsialen Hohlraum liegt ein zweiter Kalkkörper, der perlschnurartig gegliedert ist. Er besteht aus zahlreichen, miteinander verwachsenen, weißen, von kristallinem Kalkspat ausgefüllten Kügelchen, den Resten der Zysten, die der stark eingeschnürten Zellwand der Achsenzelle innen anlagen (vergl. das Lebensbild, Bild 12).

Als drittes Beispiel wollen wir uns die Gattung *Vermiporella* (Bild 13 u. 14) ansehen, die im Silur schon ihre Blüte er-

reicht und auf das Erd-Alttertum beschränkt ist. Auch bei ihr wurden die Schwärmersporen zweifellos in der Achsenzelle gebildet, da man keinerlei Sporangien kennt. Die Äste standen nicht in Querreihen, sondern ganz regellos, wie bei fast allen paläozoischen „Wirtelalgen“. Sie waren unverzweigt. Das Merkwürdigste ist aber, daß der Thallus nicht um

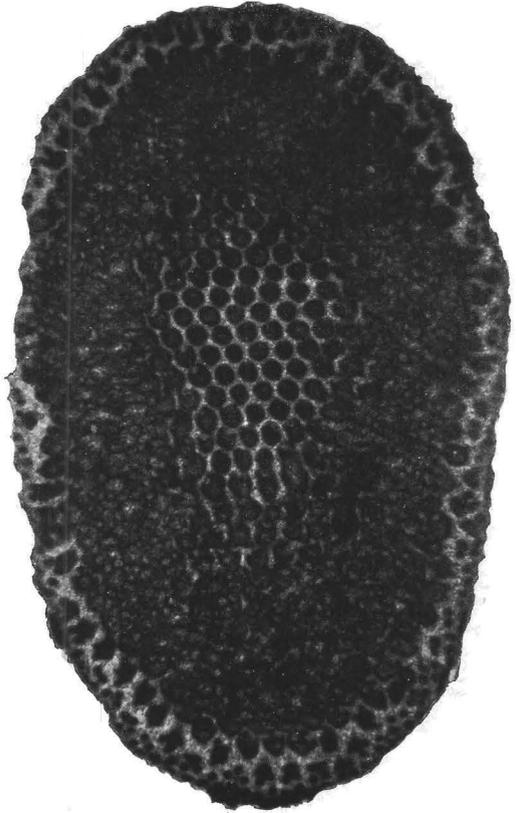


Bild 9. Längsschnitt durch *Triploporella remesii* (STEINM.), etwas seitlich, knapp neben dem achsialen Hohlraum. In der Mitte, zunächst dem achsialen Hohlraum, dicke Poren: die innersten Teile der Äste erster Ordnung. Weiter außen enthalten sie kleine Kügelchen: die Zysten. Ganz außen teilt sich jede der dicken Poren in 4 feine. Oberjura, Tithon. Mähren, Stramberg bei Neutitschein. $\times 10.5$.

eine einheitliche Hauptachse aufgebaut war. Die Stammzelle gabelte sich vielfach, und die Enden der Verzweigungen verwuchsen wieder miteinander (Bild 14), so daß ein Netzwerk aus zahlreichen Maschen entstand. Der ganze Körper erreichte einen Durchmesser von mehreren Zentimetern. Bei *Vermiporella* sind also weder eine einheitliche Hauptachse vorhanden, noch Sporangien; die Äste sind weder verzweigt noch in Wirteln gestellt. Von den gemeinsamen Merkmalen der heute lebenden Gattungen ist so gut wie nichts mehr zu entdecken.

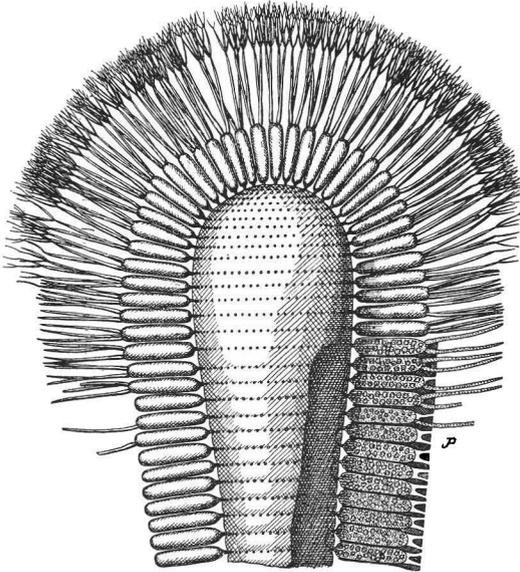


Bild 10. Lebensbild von *Triploporella remeszi* (SREINM.). Oberster Jura (Tithon). Mähren, Stramberg bei Neutitschein. $\times 6$. Vordere Äste und Kalkhülle entfernt. Rechts unten Längsschnitt.

Durch ihren Aufbau aus vielen Fäden nähert sich *Vermiporella* einigermaßen den *Filzalgen* (Codiaceen). Ich halte es für

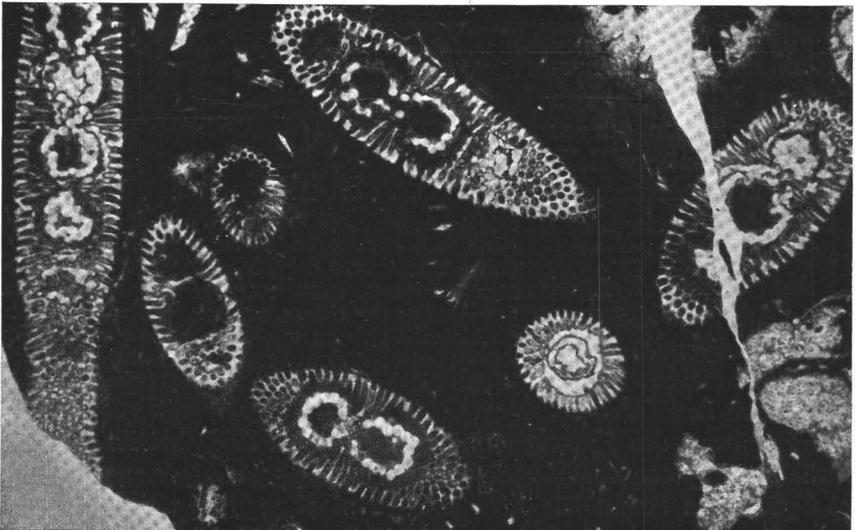


Bild 11. Dünnschliff durch einen Kalkstein mit *Diplopora phanerospora* PIA. Trias, genaues Alter unbekannt. Südbayern, Hindelang südlich von Kempten. $\times 6$.

recht wahrscheinlich, daß diese mit den Wirtelalgen ziemlich nahe verwandt sind. Sie unterscheiden sich von ihnen vor allem dadurch, daß sie keine Stammzelle haben, sondern an ihrer Stelle ein sogenanntes Mark aus zahlreichen miteinander verflochtenen Schläuchen. In der Adria werden sie durch die Gattung *Halimeda* vertreten (Bild 15), deren stark verkalkter Thallus aus

vielen abgeplatteten Gliedern besteht, die durch bewegliche Gelenke miteinander verbunden sind. Auch die Filzalgen lassen sich bis in das Untersilur zurückverfolgen. Ihre Geschichte ist aber viel weniger genau bekannt als die der Wirtelalgen. Die Sporangien der Filzalgen werden auf der Außenfläche des Algenkörpers gebildet, sie sind fossil nicht erhaltungsfähig. Wir können daher die Entwicklung gerade des wichtigsten Merkmalcs nicht verfolgen. Auf den tropischen Korallenriffen ist *Halimeda* an der Gesteinsbildung wesentlich beteiligt.

Die herrschende Gruppe meerescher Kalkalgen, was die Mitwirkung an

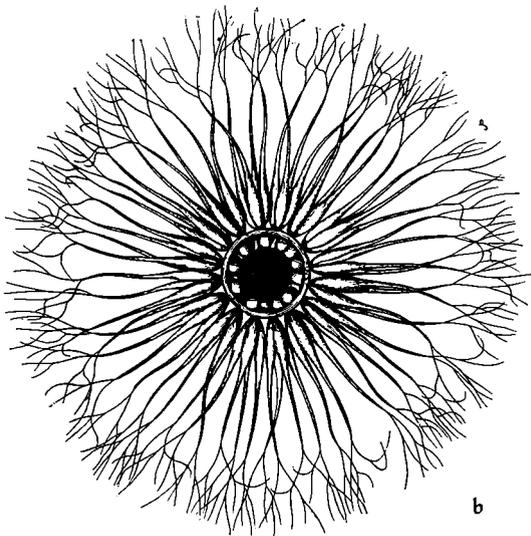
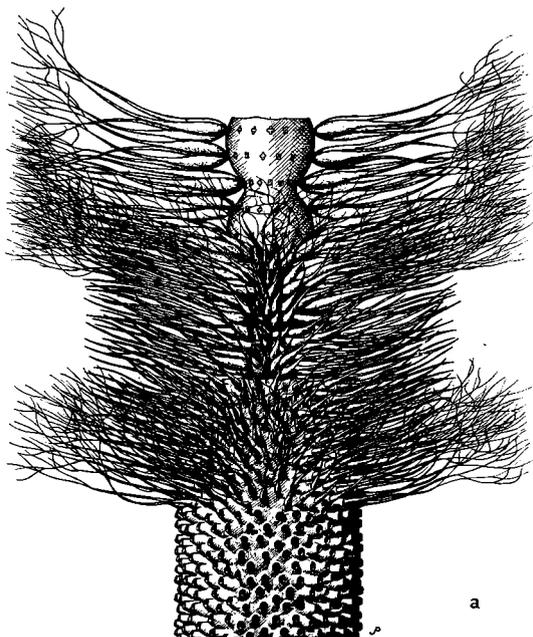


Bild 12. Lebensbild von *Diplopora phanerospora* PIA. Trias. Südbayern, Hindelang südlich von Kempten. $\times 10.5$.

- a) Seitenansicht eines Abschnittes des Thallus. Unten Kalkschale allein, darüber vollständige Pflanze, darüber entkalkt, oben ohne die vorderen Äste.
- b) Ein entkalkter Wirtel von oben. In der Stammzelle die Zysten.

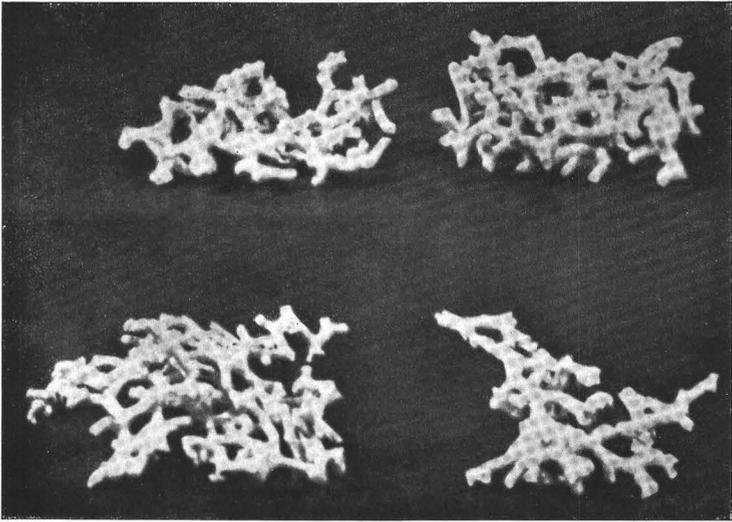


Bild 13. *Vermiporella* cf. *fragilis* STOLL. Bruchstücke des verkieselten, aus dem umgebenden Gestein mittels Säure herausgeätzten Thallus. Untersilur. Eiszeitliches Geschiebe aus den Ostseeländern, in einer norddeutschen Moräne. $\times 2.3$. Aus EISENACK, 1936.

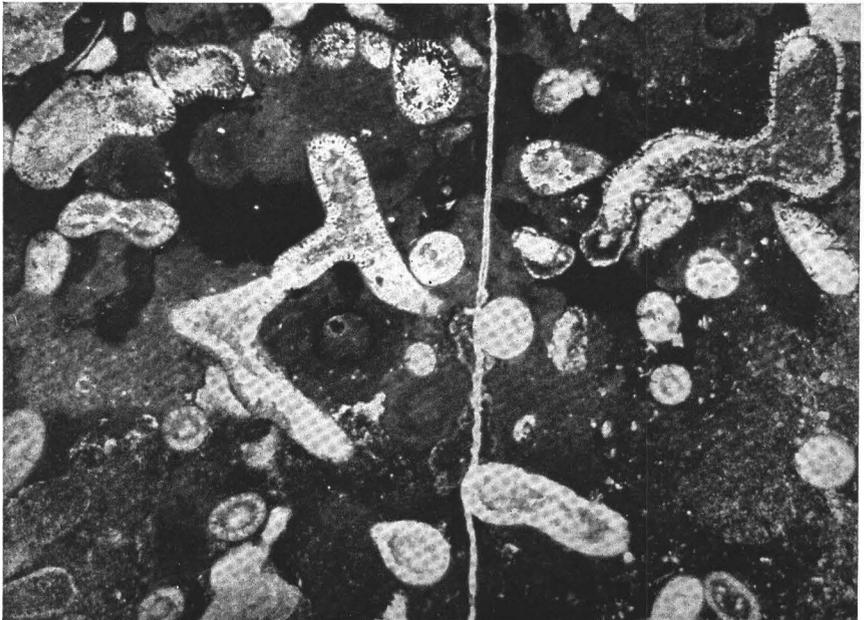


Bild 14. Dünnschliff durch einen dunklen Kalk mit *Vermiporella sumatrana* FRA. In der linken Bildhälfte sieht man, wie sich die Enden zweier Stammzellen aneinanderlegen. Mittleres Perm. Sumatra, Guguk Bulat im Padanger Oberland. $\times 10$.

der Gesteinsbildung betrifft, sind heute die zu den Rotalgen gehörigen *Steinalgen* (Corallinaceen). Äußerlich gleichen sie oft Sinterkrusten (Bild 16) oder den bekannten Eisenblüten. Die Sporangien, von denen es ungeschlechtliche und geschlechtliche gibt, sind bei den lebenden Arten

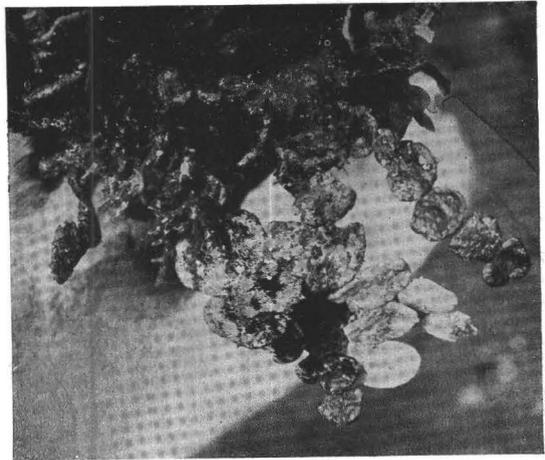


Bild 15. *Halimeda tuna* (ELL. et SOL.) auf einem untermeerischen Felsen in wenigen Metern Tiefe. Istrien, Westküste, bei Umago. Nat. Gr.

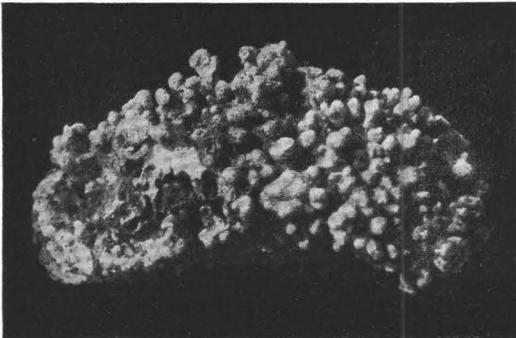


Bild 16. *Lithothamnium fruticulosum* (KÜTZ.) auf Arca-Klappe. Totes Stück im Strandwall. Istrien, Westküste bei Umago. Nat. Gr.

mit ganz wenigen Ausnahmen in den Algenkörper versenkt, so daß man sie in Dünnschliffen sieht. Ursprünglich saßen sie aber außen auf der Alge. Dieser Zustand scheint bei den ausgestorbenen Verwandten der Steinalgen, den Solenoporaceen, geherrscht zu haben, denn in der Zeit vor dem Jura kennt man keine sicheren Reste von Sporangien.