

# Cystosira barbata, J. Ag.

In unserem Tafelwerk haben wir etliche Blätter den wichtigsten Repräsentanten von Grün-Algen des Süßwassers gewidmet. Die Tafel mit *Polysiphonia subulata* repräsentirt jene grosse Gruppe von Meertangen, bei denen der grüne Farbstoff, das Chlorophyll, mehr oder weniger intensiv von einem rothen Farbstoff, dem Phyco-Erythrin, verdeckt wird, was jener Algen-Gruppe wegen der prächtigen Farben-Effecte den Namen „Florideen“ — Blüthentange eingetragen hat.

Nun gibt es aber bekanntlich noch eine vielgestaltige Gruppe von Meertangen, bei denen nebst dem Chlorophyll ein brauner Farbstoff an der Färbung des Protoplasmas theilnimmt, wodurch jene Algen zumeist in mehr oder weniger intensiver Braunfärbung erscheinen. Nach dem Namen jenes braunen Farbstoffes, des Phyco-Phaein's, haben jene Brauntange den Namen Phaeophyceen (auch Melanophyceen) erhalten.

Die Gruppe der Brauntange ist durchaus auf das Meer beschränkt; aber sie ist biologisch nicht minder interessant und nicht minder wichtig, als die grosse Abtheilung der Chlorophyceen (Grüntange), welch letzteren wir in unserem Atlas eine besondere Berücksichtigung zu Theil werden liessen. So erschien es uns denn durchaus nothwendig, unserem Werk wenigstens eine Tafel einzuverleiben, welche die wichtigsten Momente aus der Entwicklungsgeschichte eines ansehnlichen Brauntanges illustriren sollte. Da zur Bearbeitung einer solchen Tafel trotz einiger brillanter Untersuchungen anderer Forscher über verschiedene Brauntange das durchaus wünschenswerthe Material in der bisherigen Literatur nicht vorlag, so entschloss sich der Herausgeber des „Atlas“, zur Gewinnung einer instructiven Entwicklungsreihe selbst an lebendiges Untersuchungsmaterial heranzutreten. Er hielt sich daher im März und April 1881 eigens zu diesem Zwecke forschend an der zoologischen Station in Triest auf, und es ist ihm trotz der Ungunst der dortigen Verhältnisse für algologische Forschungen und nach mehreren widerwärtigen Erfahrungen endlich gelungen, alle wünschbaren Resultate zu erhalten. In der vorliegenden Tafel sind nur die allerwichtigsten und dem Zwecke unseres Atlas am meisten entsprechenden Verhältnisse aus dem Entwicklungsgang von *Cystosira barbata* zur Anschauung gebracht worden. Eine ausführlichere Illustration und Besprechung der ganzen Untersuchungsreihe werde ich demnächst (nach Vollendung des Atlas) in einer besonderen Monographie an anderer Stelle publiciren.

**Cystosira barbata. J. Ag.** — die bärtige Blasenkette — gehört zur höchst differenzirten Gruppe der Phaeophyceen, nämlich zur Familie der Fucaaceen, die sich bekanntlich durch eine lederige Consistenz auszeichnen und daher auch „Ledertange“ genannt wurden. Im Vergleich zu unseren Süßwasser-Algen erscheint *Cystosira barbata* als Riesentang. Sie liebt ruhige, flache Buchten mit schwach angesüßtem oder auch (wie in Seehäfen) verunreinigtem Wasser und bildet bald grössere Bestände, sozusagen untergetauchte Hochwälder, bald kleinere Gruppen, untermischt mit einigen anderen *Cystosira*-Arten, deren

zum Beispiel die Adria vier zählt. In der Bucht von Triest ist sie massenhaft vorhanden und sie gewährt bei einer Barkenfahrt durch die seichten Meerestheile ausserhalb des Campo Marzo einen wunderbaren Anblick. Dort bildet sie am Grunde des krystallklaren Salzwassers förmliche Wälder und da sie häufig von einer Unzahl anderer Meertange von grüner, brauner, rother und violetter Farbe als Unterlage benützt wird, so gewährt sie jederzeit dem sammelnden Algologen reiche Ausbeute. Hauck zählt in seinem Verzeichniss adriatischer Algen nicht weniger als 115 Arten der verschiedensten Tange auf, die sich als Epiphyten auf *Cystosira barbata* ansiedeln.

Ich habe in Fig. 1. unserer vorliegenden Tafel drei verschiedene Stöcke der bärtigen Blasenkette in natürlicher Grösse und natürlichem Colorit (nach lebenden Exemplaren gezeichnet) zur Anschauung gebracht. In solchem Zustande trifft man im März und April jeden Jahres *Cystosira barbata* in Tausenden von Exemplaren ausserhalb des Campo Marzo der Triester Bucht.

Unsere Pflanze lässt deutlich ein haftwurzelartiges Organ, einen Stamm, Hauptäste und Zweige unterscheiden — sie ist morphologisch schon hoch differenzirt. Der Stamm (st, st', st''), in Fig. 1.) erscheint in seiner ganzen Länge ziemlich von gleicher Dicke, nur an seiner Basis etwas verjüngt. Er ist cylindrisch und besteht aus einem soliden parenchymatischen Gewebekörper, der sich an seiner Basis zu einer, nicht selten am Rande gelappten Haftscheibe (h h) verbreitert. Bei einer Dicke von 4—5 Mm. erreicht der Stamm meist nur eine Länge von 5—8 oder 10 Ctm. Unter Hunderten von Exemplaren fand ich einen einzigen Stock, dessen Stamm die ausserordentliche Länge von 50 Ctm. erreichte; es ist der in Fig. 1. dargestellte Stamm st st st. In seinem oberen, jüngsten Theil ist der Stamm von *Cystosira barbata* hell gefärbt, gelblich-olivengrün, lehmgelb, in den älteren Theilen dagegen rothbraun bis schwarzbraun, oft sehr uneben, an der Oberfläche rauh und sehr häufig besetzt von zahlreichen Exemplaren eines zierlichen Röhrenwurmes (*Spirorbis*, sp sp Fig. 1.), dessen schneckenartig gekrümmten Kalkröhren (sp) blendend weiss vom schwarzbraunen Grund ihrer pflanzlichen Unterlage (des *Cystosirastammes*) abstechen. Am Scheitel (s s s Fig. 1.) ist der Stamm plötzlich verjüngt und schliesst dort mit einem Ringwall der jüngsten Gewebe ab, die sich in letzter Zeit aus dem in Mitte des Ringwalles am Grunde einer trichterförmigen Vertiefung liegenden Vegetationspunkt entwickelt haben.

In der Regel erscheint der Stamm einfach; indess gibt es ausnahmsweise auch dichotomisch verzweigte Hauptstämme, deren zwei Gabeläste ähnlich wie bei manchen Lycopodiaceen gleichstark entwickelt und wohl ebenbürtig sind (Fig. 1. st' st' rechts). Am dicken Hauptstamm (st st' Fig. 1.) stehen in spiraliger Anordnung die unbegrenzt in die Länge wachsenden Hauptäste a a a, welche oft 2 Meter lang werden und wie der erste Blick zeigt, sich am Hauptstamm in acropetaler Folge entwickeln. An alten, wohl mehrere Jahre zählenden Stöcken sind die unteren

Hauptäste schon längst abgeworfen (resp. durch die Bewegung bei stürmischer See abgerissen worden) und bloss noch durch kurze dunkelbraune Stummeln vertreten, während am obern Theil des Stammes noch zahlreiche jüngere Aeste in allen möglichen Grössen zu sehen sind. Häufig findet man auch alte Hauptäste, die ihrer sämtlichen Seitenzweige beraubt sind, ohne dass sie selbst sich vom Stamme lostrennen (vergl. das mittlere, grösste Exemplar unserer *Cystosira* in Fig. 1). Die Hauptäste sind bedeutend weniger dick als der Stamm und wie dieser fast auf ihrer ganzen Länge gleich stark, in den unteren, älteren Theilen dunkelbraun, weiter aufwärts gelbbraun und an den obersten Partien licht-olivfarben.

An den Hauptästen **a a**, den Zweigen I. Ordnung, entspringen Seitenzweige **z z** mit begrenztem Wachstum; sie sind selbst wieder verzweigt; auch diese Zweige letzter Ordnung sind in ihrem Wachstum beschränkt. Diese Zweige II. und III. Ordnung repräsentiren wohl das Laubwerk und sind die Analoga der Blätter bei *Sargassum* oder auch der Blätter bei *Caulerpa*. Sowohl die Zweige II., als auch diejenigen III. Ordnung sind stellenweise blasig aufgetrieben und zwar derart, dass oft 5—8 blasig aufgetriebene Partien reihenweise aufeinander folgen, Blase von Blase nur durch eine kurze Einschnürung getrennt. Die Zweige II. und III. Ordnung sind nämlich in ihrer grössten Ausdehnung solide, meist cylindrische Gewebekörper, bei denen nur stellenweise im Innern luftführende Hohlräume von langgestreckter, sackartiger Form gebildet werden, welche mit kürzern oder längern soliden Zweigstücken abwechselnd, eben jene reihenweise angeordneten, aufgedunsenen Blasen bilden, woraus der Name „Blaskette“ abgeleitet wurde. Jene luftgefüllten Hohlräume bilden sich an den Hauptästen in der Regel nicht, auch entstehen sie an den Zweigen II. und III. Ordnung erst in einem späten Entwicklungsstadium (man vergl. die jungen Hauptäste an den beiden *Cystosira*-Stöcken **st'** und **st''** Fig. 1). Es leuchtet ein, dass die physiologische Bedeutung jener luftgefüllten Blasen bei *Cystosira barbata* dieselbe ist, wie bei den gestielten Blasen von *Sargassum* und bei den blasigen Auftreibungen im Thallus von *Fucus vesiculosus*: sie dienen als Schwimmorgane, welche das spezifische Gewicht des mächtigen Tangkörpers verkleinern und diesem letzteren ermöglichen, im Wasser eine aufrechte Stellung anzunehmen.

Sowohl an den soliden, als an den blasig aufgedunsenen Zweigtheilen finden sich zahlreiche, unregelmässig vertheilte kleine Höckerchen, die nach allen Richtungen an der Oberfläche vorspringen und aus einem Porus an ihrem Scheitel je ein Büschel zarter, farbloser Fäden nach Aussen senden, **fg fg** in Fig. 2 und 3. Jedes dieser mit einem Bärtchen ausgestatteten Höckerchen entspricht einer kleinen Grube im Gewebe des betreffenden Zweigstückes. Kützing nannte diese Gebilde passend Fasergrübchen. Die aus denselben hervorguckenden Bärtchen verleihen der lebendigen Pflanze ein ungemein zierliches Aussehen und gaben zu der Art-Benennung „*barbata*“ Anlass. Es ist zu bemerken, dass die Fasergrübchen an den unbegrenzt in die Länge wachsenden Hauptästen (**a a**), d. h. an den Zweigen I. Ordnung, fehlen oder höchstens nur an den obersten Enden in geringer Zahl vertreten sind.

Im März und April beginnt *Cystosira barbata* auch zahlreiche Geschlechtsorgane zu bilden. Diese letzteren entstehen in rundlichen Höhlungen der nicht-hohlen, nicht blasig aufgetriebenen, aber doch etwas angeschwollenen, cylindrischen Zweig-Enden (**f, f, f** in Fig. 1 und 2). Auch hier an den fertilen Zweig-Enden finden sich zerstreute Fasergrübchen **fg** in Fig. 2), aber viel zahlreicher sind hier die Höhlungen, welche als sogenannte Conceptakeln die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane enthalten. Wenn man einen fructificirenden Stock von *Cystosira barbata* am Morgen frisch aus dem Meere nimmt und in frischem Meerwasser ruhig im Zimmer stehen lässt, so kann man schon am Abend des gleichen Tages, noch mehr aber am folgenden Morgen die fertilen Zweig-Enden bedeckt sehen von unregelmässig zerstreuten punktförmigen Schleimklümpchen orangegelber Farbe, die nichts Anderes sind als Häufchen zahlloser, aus den darunter liegenden Conceptakeln ausgestossener Antheridien (**an an** in Fig. 2). Auf dem Grunde des Gefässes liegen aber auch zahlreiche ausgestossene Eisporen (Oosporen) und wohl auch unbefruchtete Eikugeln (Oosphären).

Der Querschnitt durch ein fertiles Zweig-Ende der frisch dem Meer entnommenen Pflanze zeigt uns den anatomischen Bau der Fructifications-Organe (Fig. 3). Das Gewebe dieses Zweigstückes erscheint in vier verschiedene Partien differenzirt: im Centrum (in der Axe des Organes) findet sich ein Strang von kleinen und zartwandigen Zellen, welcher an seiner Peripherie mit dickwandigeren, etwas grösseren Zellen abschliesst, resp: hier allmählig in das grossmaschige Gewebe übergeht, das zwischen dem centralen, farblosen Strang **F** und dem gefärbten, assimilirenden Gewebe der peripherischen Rinde liegt. Die Zellen dieses grossmaschigen, ebenfalls farblosen Füllgewebes **pa, pa** sind zartwandig. Letzteres geht nach Aussen allmählig in das olivengrüne oder bräunliche Rindengewebe über, dessen Zellen gegen die Peripherie des Querschnittes hin an Durchmesser mehr und mehr abnehmen, während der plasmatische, gefärbte Inhalt in gleichem Masse zunimmt. Hier enthalten die Zellen scharf umschriebene, durch Chlorophyll und Phyco-Phaein schmutzig braungrüne Körner, welche meist dem plasmatischen Wandbeleg eingelagert, oft auch in grösserer Zahl um den farblosen Kern gruppiert sind. Die vierte Gewebepartie ist die scharf differenzirte Epidermis **ep**, deren Zellen sehr klein erscheinen, dicht zusammenschliessen, radial etwas verlängert, und von assimilirendem Plasma intensiv gefärbt sind. Die Zellmembranen sämtlicher Gewebe sind farblos; luftführende Intercellularräume fehlen vollständig. Die oberflächlich gelegenen Membranen der Epidermis sind stärker verdickt, als die seitlichen und nach Innen grenzenden Membranstücke.

Gute Querschnitte zeigen auch ohne Weiteres, dass sowohl die Fasergrübchen (**fg** in Fig. 3), als auch die Conceptacula (**con con** in Fig. 3) nichts Anderes sind, als tief in's Zweig-Innere eindringende Vertiefungen der ununterbrochenen Zweig-Oberfläche (vergl. **con** und **fa** in Fig. 3). In der That setzt sich die Epidermis continuirlich auch in's Innere der Fasergrübchen und Conceptakeln hinein fort, wo sie die Wand der betreffenden Höhlungen auskleidet, allerdings hier in ihrer Structur mancherlei Modificationen erleidend. Nur wenn das Conceptaculum nicht in der Mediane

vom Schnitt getroffen wird (**con con** Fig. 3), macht es den Eindruck, als ob die Höhlungen der Conceptakeln, nach allen Seiten total abgeschlossen, mehr oder weniger tief unter der Epidermis und im lebendigen Gewebe des Zweig-Inneren entstanden seien. Meistens aber trifft man in einem Querschnitt mit mehreren Conceptakeln oder aber in mehreren aufeinander folgenden Querschnitten eine Partie, welche den Zusammenhang zwischen der peripherischen Epidermis (**ep**) und der das Conceptaculum auskleidenden Wandschicht leicht erkennen lässt (vergl. **Con** in Fig. 3).

Jedes Conceptaculum mündet durch einen Porus, das sogenannte Ostiolum (**ost** bei **Con** Fig. 3) nach Aussen. Diese Oeffnung liegt am Scheitel eines mehr oder weniger nach Aussen vorspringenden abgerundeten Würzchens und erscheint, von Aussen gesehen, kreisrund. Die den mehr oder weniger scharfen Rand des Ostiolums umgebenden Epidermiszellen ragen papillenartig gegen den Ostiolum-Raum vor; die nächstfolgenden, innerhalb der Oeffnung liegenden, also schon dem Conceptaculum angehörenden Epidermiszellen sind in kürzere und längere, unverzweigte Haare ausgewachsen; da sie jener Region angehören, in deren Nähe gewöhnlich die Antheridien entstehen, so wollen wir diese unverzweigten Haare kurzweg **Androceal-Paraphysen** nennen im Gegensatz zu jenen verzweigten fädigen Zellreihen, welche im Grunde des Conceptaculum zwischen den Oogonien stehen und die wir mit dem Ausdruck **Gynaecal-Paraphysen** bezeichnen.

Meistens enthält das Conceptaculum beiderlei Geschlechtsorgane: die weiblichen Organe, Oogonien, nehmen stets die der Axe des fertilen Zweiges zugekehrte Partie, also die Basis des Conceptaculum ein und sind stets in grösserer Zahl vorhanden; die männlichen Organe dagegen, die Antheridien, entspringen den Seitenwänden und den gegen das Ostiolum hin gelegenen Wandpartien des Conceptaculum; sie bilden sich in noch viel grösserer Zahl als die Oogonien (vergl. in Fig. 3: **an** — Antheridien, **og** — Oogonien). Das Conceptaculum ist in diesem Falle, welcher der häufigste ist, **hermaphrodit**. Nicht selten trifft man auch fructificirende Zweig-Enden, wo die Conceptacula nur Oogonien enthalten, also weiblich sind. An Stelle der Antheridien finden sich dann nur sterile **Androceal-Paraphysen**. Andererseits gibt es auch fertile Zweig-Enden, deren Conceptakeln nur Antheridienstände enthalten und also männlich sind; dann treffen wir in der Basis des Conceptaculum an der Stelle von Oogonien nur die verzweigten **Gynaecal-Paraphysen** (**par** und **pa** in Fig. 5). Es macht sich also bei *Cystosira barbata* eine Tendenz zur Trennung der Geschlechter in verschiedene Conceptakeln, und auf verschiedene Thalluszweige geltend. Ob diese Tendenz sich auch auf die Trennung der Geschlechter in verschiedene Pflanzenstöcke geltend macht, habe ich bis jetzt noch nicht vermittelt und muss eine nachträgliche Untersuchung noch entscheiden.

Die männlichen Organe, die Antheridien, entstehen in grösserer Zahl an gabelig verzweigten farblosen Zellreihen (**ast** — **ast** Fig. 4), bald endständig, bald seitlich an den kurzgliedrigen Zweigen der dichtstehenden Antheridienstände. Im jungen Zustande stellt das Antheridium eine eiförmige oder birnenförmige Zelle (**an<sup>4</sup> an<sup>4</sup>** in Fig. 4) dar, die dicht erfüllt ist von

farblosem, feinkörnigem Protoplasma und einen kugeligen Zellkern enthält. Während die sterilen Zellen des gabelig verzweigten Antheridienstandes mehrere grosse Vacuolen enthalten, treffen wir solche in den Antheridienzellen nicht (**an<sup>4</sup>, an<sup>3</sup>, an<sup>2</sup>**, Fig. 4). Haben letztere eine gewisse Grösse erreicht, so treten im Innern des wachsenden Antheridiums alsbald kugelige Körperchen auf (**an<sup>2</sup>, an<sup>1</sup>**), die sich in der Folge zu Spermatozoiden entwickeln. Wahrscheinlich sind letztere das Resultat succedaner Zweitheilungen des ursprünglich einzigen Zellkernes der Antheridium-Anlage und einer nach dem letzten Kerntheilungsprocess statthabenden Bildung von Zellen um die Kerne letzter Generation.

Beim Ausreifen der Antheridien nimmt der Inhalt eine granulirte Orangefärbung an. Bald nachher sind die den ganzen Antheridium-Raum erfüllenden Spermatozoiden reif und nun beginnt die zarte, ungeschichtete, doppelconturirte Antheridium-Wand aufzuquellen, wobei sich das ganze, noch geschlossene Antheridium von seinem Bildungsorgan ablöst. Auf Quer- oder Längsschnitten durch Conceptakeln mit reifen und fastreifen Antheridien trifft man von letzteren immer eine grössere Anzahl total isolirt. Häufig sind sie langgestreckt und fast wurstartig gekrümmt. Kurze Zeit nachher kann man Antheridien in allen Stadien der Auflösung sehen. Die Wand nimmt reichlich Wasser auf, die Spermatozoiden, vorher dicht zusammenliegend und oft durch gegenseitigen Druck erst polyedrisch erscheinend, runden sich nach und nach zu kugeligen und birnförmigen Körpern ab, rücken mehr und mehr aus einander, während die innere Contur der Antheridiumwand immer undeutlicher wird und endlich ganz verschwindet. Zuletzt zeigt das ganze, in Auflösung (Verschleimung) begriffene Antheridium selbst eine kugelige Gestalt (**An**, links in Fig. 4). Die Grenze der Antheridiumwand erweitert sich mehr und mehr: das Ganze stellt nun einen farblosen Gallertklumpen dar, in welchem die Spermatozoiden erst ruckweise und intermittirend sich zu bewegen anfangen, bis schliesslich die Grenze des Gallertklumpens total unsichtbar wird, worauf die Spermatozoiden sich von einander trennen und auseinander eilen (**s, s** und **s' s'** in Fig. 4 und 6).

Das einzelne Spermatozoid besitzt im ausgereiften, freien, beweglichen Zustande eine langgestreckte birnförmige Gestalt. Ungefähr auf halber Länge des oft leicht gekrümmten birnförmigen Körpers sieht man im Innern des farblosen Spermatozoids meistens 1, selten 2 stark lichtbrechende, farblose Kügelchen, in deren Nähe an der Oberfläche des glashellen Plasmakörperchens 2 ungleichlange Cilien inserirt sind, die hier also seitlich, nicht etwa am einen Pol der beweglichen Zelle eingefügt sind. Von der Insertionsstelle der Cilien an nach Rückwärts, am hintern Theil des Spermatozoids findet sich oberflächlich ein orangefarbenes Plasmaklumpchen, das Analogon des rothen „Augenfleckes“ bei den Schwärmsporen mancher Grünalgen.

Bei der freien Bewegung im Meerwasser ist der spitze Pol des Spermatozoids meistens nach Vorn gerichtet; ein Gleiches gilt von der einen der beiden peitschenförmig sich bewegenden Cilien, während die andere Cilie nach Hinten, also in entgegengesetztem Sinne gerichtet ist. Die Bewegung selbst ist wie bei

den Zoosporen anderer Algen eine doppelte: eine Rotation um die Längsaxe und eine locomotorische.

Zur Ruhe kommend runden sich die Spermatozoiden zu kugeligen Körpern ab. Von gleicher Gestalt erscheinen die durch künstlichen Eingriff zu früh entleerten, also unreif oder frühgeborenen Spermatozoiden, die dann meist eine sehr träge Bewegung zeigen.

Die weiblichen Organe, die Oogonien, nehmen aus der Basis des Conceptaculum ihren Ursprung und sind Ende März und Anfangs April in allen wünschbaren Entwicklungsstadien in einem und demselben Conceptaculum anzutreffen. Das einzelne Oogonium beginnt als unscheinbare Papille, welche aus einer Zelle der peripherischen Wandschichte des Conceptaculum gegen den Hohlraum des letzteren vorragt. Hat diese Papille eine gewisse Grösse erreicht, so grenzt sie sich gegen ihre Mutterzelle durch eine Wand ab, welche parallel zur Innenfläche der Conceptaculumwand verläuft. Dann streckt sich die halbkugelige Papille und theilt sich bald durch eine andere Querwand in 2 Tochterzellen, von denen die untere kurz bleibt und zur Stiel- oder Fusszelle des Oogoniums (**Fu** in Fig. 5), die obere aber zur Oogoniumzelle selbst wird. Jene vergrössert sich nicht mehr wesentlich, während die Oogoniumzelle alsbald gewaltig anschwillt, sich reichlich mit olivenbraunem, körnigem Protoplasma dicht anfüllt und binnen kurzer Zeit birnenförmige Gestalt annimmt, indem sie sich gegen die Scheitelregion etwas verjüngt. In jüngeren Stadien ist die Wand der Oogonium-Zelle zart und überall gleich dick; doch differenzirt sie sich alsbald in zwei deutliche Schichten, von denen die äussere eine grössere Mächtigkeit besitzt und namentlich in der Scheitelregion des Oogoniums frühzeitig anzuquellen beginnt, indess die innere, weniger mächtige Schichte längere Zeit überall gleich dick bleibt und auch erst im letzten Reifestadium des Oogoniums zu quellen anfängt (vergl. **Ogw** in Fig. 5). So lange das Oogonium wächst, bezeichnet ein central gelegener hellerer Fleck, der von dunkelgefärbtem Plasma rings umgeben ist, die Lage und Ausdehnung des nicht direkte wahrnehmbaren Zellkernes (vergl. Fig. 5). Seine Deutlichkeit nimmt mit zunehmender Reife mehr und mehr ab, bis man ihn oft gar nicht mehr angedeutet findet.

Der ganze Inhalt des Oogoniums differenzirt sich zu einer einzigen, erst birnförmigen, später kugelig werdenden Eimasse (Oosphäre). Letztere besteht (abgesehen vom grossen Zellkern) aus drei verschiedenen Substanzen: einer farblosen, zähflüssigen Grundmasse, aus kleinen olivenfarbenen Plasmaportionen ohne bestimmte Form und aus grösseren und kleineren, scharf umschriebenen kugeligen und ovoiden, stark lichtbrechenden Körnern. Auffallend ist die Thatsache, dass solche farblose, kugelige oder eiförmige Körner fast regelmässig beim Ausreifen der Oogonien von der Eimasse an verschiedenen Stellen nach Aussen gestossen werden, indem sie sich zuerst warzenförmig über die Contur der braungrünen Plasmamasse erheben (**x x** in Fig. 5), dann nach Aussen vorrückend die innere Membranschichte der Oogoniumwand durchbrechen und in die verschleimende Gallertmasse der äusseren Oogonium-Wandschichte eintreten (**x' x'' x'''** in Fig. 6). Ich habe diese räthselhaften Körper an allen ausreifenden und zur Befruchtung bereiten Oogonien von

*Cystosira barbata* beobachtet und zwar durchweg an ganz frischem, eben vorher dem Meere entnommenem Material, so dass hier unmöglich eine pathologische Erscheinung, sondern ein normaler Vorgang zu constatiren ist. Am häufigsten fand ich diese austretenden Körper in der Scheitelregion des Oogoniums, bald am Scheitel des birnförmigen Körpers selbst, bald etwas unterhalb desselben, bald seitlich auf halber Höhe an der Eimasse, in manchen Fällen auch am untern, basalen Theil des Oogoniums, oft gleichzeitig an einem und demselben Objekt an all den genannten Stellen und zwar in verschiedener Entfernung von der braungelben Eimasse. Bei längerer Beobachtung ganz frischer Objekte kann man auch eine allmähige Bewegung der fraglichen Körner verfolgen, die sich langsam mehr und mehr von der Eimasse entfernen und gegen die Peripherie der quellenden Oogoniumwand vordringen. Es ist zu bemerken, dass schon Thuret, bei einer andern *Cystosira* (*C. fibrosa*) gelegentlich ähnliche Körper beobachtete, doch über deren Natur nicht in's Klare kam; er vermuthete, dass sie vielleicht die Reste derjenigen Materien seien, welche zur Bildung der Oogoniumwand gedient haben. Dass diese Vermuthung nicht richtig sein kann, braucht wohl kaum einlässlich begründet zu werden, wenn ich constatire, dass man den Austritt jener Körper aus der Eimasse selbst direkt beobachten kann. Wir haben es hier ohne Zweifel mit dem Ausstossen von Eisubstanz vor der Befruchtung zu thun, welcher Vorgang in verschiedenen andern Kryptogamen-Abtheilungen seine Analoga hat, bis jetzt aber meines Wissens an Fucoideen noch übersehen (oder wie bei Thuret unrichtig gedeutet) worden ist. In meiner demnächst erscheinenden Monographie von *Cystosira barbata* werde ich an der Hand zahlreicher Figuren genauer auf diese Frage eintreten. An dieser Stelle möge mir gestattet sein, jene aus der Eimasse ausgestossenen Körper in Vergleich zu stellen mit den aus dem Ei niedriger Thiere austretenden „Richtungskörpern“. Oft adhären diesen „Richtungskörpern“ der *Cystosira barbata* einige kleinere farblose Körnchen; oft findet sich im einzelnen Richtungskörper selbst ein, oder auch 2—3 kugelige kleine Körperchen eingelagert, indess die Hauptmasse des scharf umschriebenen Richtungskörpers farblos und glashell erscheint.

In der Umgebung der Oogonien finden sich mehr oder weniger zahlreiche, verzweigte Zellreihen, die aus langgestreckten, farblosen Zellen bestehen<sup>n</sup> (**par & pa** Fig. 5): wir haben sie bereits schon oben als Gynaeceal-Paraphysen kennen gelernt.

Wenn das Oogonium (Fig. 5) reif ist, so löst es sich von seiner Fusszelle ab, indess seine Membran (**Ww** Fig. 5 & 6) alsbald stark anschwillt, wobei der birnförmige Körper als Ganzes nach und nach Kugelgestalt annimmt (Fig. 6). Die Oogoniumwand nimmt nun sehr viel Wasser auf und zwar geschieht dies erst vorwiegend von der äusseren Membranschichte, dann aber auch von der Innenschichte und zwar derart, dass alsbald die Grenze zwischen beiden Schichten (**Ww**) verschwindet und letztere in eine homogene Gallerthülle verwandelt wird (Fig. 6). In dieser Zeit ist das von der Mutterpflanze abgelöste Oogonium in hohem Grade geeignet, Spermatozoiden, die mit ihm zusammenstossen, an der Peripherie seiner Gallerthülle festzuhalten, wie die nach dem Leben gezeichnete

Figur 6 andeutet. Hierbei zeigt sich die auffällige Erscheinung, dass die meisten der activ beweglichen Spermatozoiden (**s" s" s"** Fig. 6) sich mit ihren spitzen Vorder-Enden an die Gallertoberfläche anbohren und lebhaft rotirend ihren stumpfern hintern Pol von der Gallerthülle abwenden. Selbstverständlich macht es bei höherer Einstellung den Eindruck, als würden einzelne Spermatozoiden in die Gallerte selbst und durch diese bis zur Eikugel vordringen, (Fig. 6), was wohl gelegentlich auch stattfindet, da ja die Befruchtung in nichts Anderem besteht, als in der Vereinigung eines Spermatozoides oder einiger Spermazellen mit der grossen Eimasse. Ebenso wenig als es Thuret und andern Algologen gelang, bei den für diesen Zweck ungünstigen Objecten der Fucaceen das Vordringen eines Spermatozoids bis in's Innere der Eimasse zu verfolgen, ebenso wenig gelang es mir, bei *Cystosira barbata* die direkte Verschmelzung der Spermazellen mit der Eikugel zu beobachten: Aber es kann kein Zweifel sein, dass hier dieser Vorgang stattfindet, indess die Gallerthülle, d. h. die zerfliessende Oogoniumwand total im Meerwasser aufgelöst wird.

Es ist auch keine Frage, dass der Vorgang der Befruchtung ausserhalb der Conceptakeln stattfindet, nicht etwa im Innern derselben. Thatsache ist, dass die reifen Antheridien in Masse aus den Conceptakeln austreten und sich erst vor dem Ostiolum in die einzelne Spermatozoiden auflösen; ebenso ist Thatsache, dass reife Oogonien von den Conceptakeln ausgestossen werden. Hier liegen allerdings die Verhältnisse nun etwas anders, als bei den Fucus-Arten; denn *Cystosira* bleibt bei Ebbe und Fluth continuirlich untergetaucht, was verhindert, dass von Zeit zu Zeit grosse Haufen reifer Oogonien und Antheridien vor der Oeffnung des Conceptaculum die Wiederkehr günstiger Verhältnisse für die stattzuhabende Befruchtung abwarten, wie dies bei Fucus der Fall ist. Da hier, bei *Cystosira barbata*, die Paraphysen des Conceptaculum, d. h. die Androceal- und die Gynaecal-Paraphysen nur kurz sind und in keinem Fall aus dem Ostiolum als bärtige Fäden nach Aussen vorragen, so können hier, vor dem Ostiolum auch nie grosse Haufen von Antheridien und Oogonien längere Zeit liegen bleiben. Die ausgestossenen Sexualorgane werden wegen ihres grössern specif. Gewichtes längs der aufrecht im Meerwasser stehenden Pflanze langsam abwärts gleiten und nun werden die bärtigen Paraphysen der sogen. Fasergrübchen ihre guten Dienste leisten. Hier werden die ausgestossenen reifen Antheridien und Oogonien gelegentlich hängen und liegen bleiben, bis die Spermatozoiden frei geworden und an den ihr Gefängniss abwerfenden Oosphären ihres Amtes gewaltet haben. Dies erklärt wohl hinreichend die Bildung so zahlloser Fasergrübchen mit ihren zierlichen Haarbärtchen zur Zeit, da *Cystosira barbata* fructificirt. Der Auffassung von Reinke, wonach die unverzweigten gegliederten Fäden der Fasergrübchen die physiologische Rolle von Wurzelhaaren übernehmen, kann ich nicht beipflichten.

Sobald die Eikugel befruchtet ist, bekleidet sie sich mit einer zarten Cellulose-Membran, nachdem schon vorher die Gallerthülle (von der Oogoniumwand herrührend) vollständig verschwunden. Ohne eine Ruheperiode durchzumachen, beginnt die Eispore sofort zu keimen. Innerhalb weniger Tage kann man

leicht alle in Fig. 7 A—E dargestellten Keimungsstadien beobachten. Schon im ersten Wachstumsstadium macht sich die Tendenz geltend, ein Haftorgan (**rh rh** in B, C & D) zu bilden, in dessen schlauchartig verlängerten Zellen die gefärbten Plasmamassen mehr und mehr zurücktreten, indess im oberen, assimilirenden Theil der Keimpflanze die Chlorophyll- und Phycophaein-haltenden Plasmatheile sich vermehren, die Zellkerne und auch die Zellen sich rasch hinter einander theilen, um den kleinzelligen Anfang zu dem später verzweigten Thallus der jungen *Cystosira* zu bilden. Anfänglich sind nur 4 schlauchförmige Rhizoidzellen vorhanden. Zu ihnen gesellen sich alsbald, von Oben nach Unten wachsend, secundäre Rhizoidzellen (**rh"** in E), welche mit jenen ersteren zusammen den Anfang zur Bildung der Haftscheibe darstellen.

Weiteres über die Keimungserscheinungen bei *Cystosira barbata* wird meine diesbezügliche Monographie enthalten (vergl. auch unten die Erklärung der Figuren).

Fig. 1. Habitusbild von *Cystosira barbata* zur Zeit der Fructification (März und April).

Rechts ein kurzstämmiges Individuum mit gabeltheiligem Stamm **st' st'**, noch jung. An den Zweigen **z, z** finden sich noch keine Blasen. Links ein kurzstämmiges Individuum mit einfachem Stamm **st"**. Der untere Hauptast **a"** besitzt noch keine Blasen, wohl aber an seinen Zweigen **z z** bereits zahlreiche Fasergrübchen. In der Mitte ein abnorm-langstämmiges Individuum mit einfachem Stamm **st st st**, dessen Hauptäste **a a a** zum Theil ihre Zweige schon verloren haben, während links oben einer derselben zahlreiche Zweige **z z z** mit Blasenketten und fructificirenden Zweig-Enden **f f f** trägt. **h h h** — Haftscheibe. **ca** — ein Kalkstein, zum Theil mit Florideen-Krusten bewachsen, an welchen die Haftscheiben festsitzen. Die Stämme **st, st', st"** endigen am Scheitel **s, s, s** je mit lichtolivengrüner, plötzlicher Verjüngung; oft ist am Scheitel selbst eine grubenartige Vertiefung wahrnehmbar. Die älteren, dicken Stämme, sowie die Hauptäste **a a a** sind oft ganz von weissen Kalkröhrchen einer Spirorbis (Röhrenwurm) **sp sp** bedeckt.

**z, z, z** — Zweige, die sich in Blasenketten entwickeln und selbst wieder verästelt sind. Die äussersten Enden der Zweige sind nicht blasig aufgetrieben, sondern solid und bilden die Conceptakeln mit Antheridien und Oogonien, nebst Fasergrübchen. Letztere finden sich auch an den Blasenketten und zwar hier meist zahlreicher, als an nicht blasig verdickten Zweigtheilen. **f, f, f** — fructificirende Enden der Zweige letzter Ordnung.

Die ganze Figur wurde in natürlicher Grösse nach lebenden Pflanzen in Triest aufgenommen (23./28. März 1881).

Fig. 2. Fragment eines fructificirenden Zweiges **z z** mit den fertilen Enden **f f**. Aus den zahlreichen Conceptakeln sind viele reife Antheridien **an** ausgetreten, welche als orange gelbe Häufchen die Oeffnungen decken. **fg fg** — Fasergrübchen mit den langen Paraphysen. **cy cy** — blasig aufgetriebene Stellen der

- Fig. 3.** Zweige. In 6facher Vergrößerung nach dem Leben gezeichnet: Triest 1. April 1881. Querschnitt durch ein fructificirendes Zweig-Ende bei 120facher Vergrößerung. **F** — centrales, feinmaschiges Gewebebündel. **pa pa** — Parenchym; **ep ep** — Epidermis. In diesem Querschnitt sind 6 Conceptakeln (**con con**) und ein Fasergrübchen **fg** sichtbar. **an, an** — Antheridien; **og, og** — Oogonien; **par, par** — Paraphysen der Conceptakeln. Bei **Con** ist ein Conceptaculum in der Mediane geschnitten worden, so dass man das Ostiolum **ost** sieht; vor letzterem liegen die ausgetretenen Antheridien **an''**. **fa** — die langen Paraphysen des Fasergrübchens **fg**.
- Fig. 4.** Ein Antheridium-Stand **ast ast** mit einem ganz reifen Antheridium **an** und mehreren unreifen Antheridien in verschiedenen Entwicklungsstadien. **an'** — fast reifes Antheridium, **an''** jüngeres Antheridium, **an'''** und **an<sup>4</sup>** noch jüngere Antheridien. **An** — ein im Wasser zerfliessendes reifes Antheridium mit den freiwerdenden Spermatozoiden **s s s**. **s' s' s'** — frei gewordene Spermatozoiden. Vergrößerung 1900. \*)
- Fig. 5.** Ein reifes Oogonium noch in der Basis des Conceptaculums auf der Fusszelle **Fu** festsitzend, umgeben von farblosen, verzweigten Paraphysen. **Ogw** — Oogonium-Wand, deutlich zweischichtig. **W** — die äussere, **w** — die innere Schichte der Oogoniumwand. **x x** — farblose Körperchen

- im Anfang ihrer Wanderung nach Aussen begriffen. **N, N** — Zellkerne, **va va**, — Vacuolen in den Paraphysenzellen. Vergr. 1900.
- Fig. 6.** Ein reifes, losgetrenntes Oogonium, unmittelbar vor der Befruchtung. **Ww, Ww**, — die in eine Gallerte zerfliessende Wand des Oogoniums, an deren Oberfläche sich zahlreiche, bohrende Spermatozoiden **s'' s''** ansammeln. **x'** — ein farbloses Körperchen im Beginne seiner Wanderung nach Aussen; **x''** — ein ebensolches, bereits aus der Oosphaere ausgetreten; **x'''** — zwei andere von fast kugelig Gestalt, schon mehr oder weniger von der Oosphaere entfernt. Vergrößerung 1900. \*)
- Fig. 7.** Keimende Oosporen im Alter von 1—5 Tagen. **A** — Oospore kurz nach ihrer Befruchtung; sie besitzt eine doppelt conturirte Membran. **B** — Erste Zelltheilungen in der keimenden Oospore, **rh** — Rhizoidzelle. **C** — weiter vorgeschrittenes Keimstadium; es sind bereits zwei Rhizoidzellen **rh** wahrnehmbar. **D** — ein weiteres Stadium; die 4 primären Rhizoidzellen strecken sich und werden schlauchförmig. **E** — eine noch weiter entwickelte Keimpflanze; zu den 4 primären Rhizoidzellen **rh** gesellen sich secundäre **rh''**. Vergrößerung 486.
- Sämmtliche Figuren sind vom Herausgeber des „Atlas“ während eines extra hiefür bestimmten Aufenthaltes auf der zoologischen Station in Triest (März — April 1881) nach lebendem Untersuchungsmaterial gezeichnet worden.

- Literatur:** Thuret, Recherches sur la fécondation des Fucacées. Ann. des sciences naturelles. IV. Série Tome 2. 1854.
- Pringsheim, Ueber Befruchtung und Keimung der Algen und das Wesen des Zeugungs-Actes. Monatsberichte der Berliner Acad. 1855.
- Thuret, Etudes phycologiques; analyses d'algues marines. Publiées par les soins de M. le Dr. Edouard Bornet. (mit 50 mustergültigen Kupfertafeln; ein Prachtwerk einzig in seiner Art.) Paris 1878.
- Bower, On the development of conceptacle in the Fucaceae. Quart. Journal of Microscop. Science 1880.
- Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1882.
- Göbel, Grundzüge der Systematik und speciellen Pflanzen-Morphologie. 1882.

\*) Erst nach dem Druck der Auflage wurde (leider zu spät) wahrgenommen, dass der Lithograph an einigen der vielen Spermatozoiden bei Fig. 4 und 6 anstatt bloss 2, irrtümlich 3 Cilien gezeichnet hat, was wir gefälligst zu corrigiren bitten.