Die Cladophora-Aegagropilen des Süsswassers.

Von F. Brand.

Mit Tafel I.

Mit dem Namen „Aegagropila“ (von αἴγαγρος, wilde Ziege und πῖλος, Haar)[1]) sind, wie des Näheren aus der im Literaturverzeichnisse citirten Abhandlung von Lagerheim ersichtlich ist, schon sehr verschiedenartige, aus Florideen, Fucoideen, Cyanophyceen, Chlorophyceen und selbst aus Bestandtheilen höher organisirter Pflanzen bestehende mehr oder weniger abgerundete Körper bezeichnet worden. Dieses Wort ist auch jetzt noch als Speciesbezeichnung bei verschiedenen Algengattungen im Gebrauche, wie bei Tolypothrix, Valonia und insbesondere bei Cladophora; letzteres seitdem Rabenhorst unter Bezugnahme auf Linné's „Conferva Aegagropila“, welche die vorwiegend salzigen Gewässer (Nord- und Ostsee, Mannsfelder See etc.) bewohnende und ballenartige Conglomerate bildende Angehörige dieser Gattung einschloss, die ähnlichen Formen des Süss- und Brackwassers zu der Species „Clad. Aegagropila“ vereinigt hat. Wittrock und Nordstedt hielten es für angemessener, diese Rabenhorst'sche Species als eigene Gattung aufzufassen, während andere, und zwar, wie mir scheint, die Mehrzahl der Systematiker die hierher gehörigen Pflanzen in Uebereinstimmung mit Kützing in eine Sektion der Gattung Cladophora einreihen.

Ich muss gestehen, dass es mir weniger darauf ankam, diese rein systematische Frage zu diskutiren, als vielmehr darauf, die thatsächlichen Verhältnisse näher kennen zu lernen. Deshalb ist die gebräuchlichste Anordnung, welche auch in der Darstellung von Wille[2]) ihren Ausdruck findet, in Folgendem beibehalten. Es sollen da in erster Linie die Formen des reinen Süsswassers, welche ich allein eingehend studirt habe, besprochen werden; schliesslich soll noch eine neue Art (Cl. Dusenii) beschrieben werden, welche mög-

[1]) Die Ballen, welche sich bisweilen im Magen verschiedener Ziegenarten aus den beim Haarwechsel abgeleckten Haaren bilden, bestehen aus zweierlei Haaren: feinen, biegsamen und groben, starren, nebst beigemengten Pflanzenfasern.

[2]) Wille l. c. Bd. I. 2. 46. Lief.

licher Weise aus Brackwasser stammt, aber gewisse Beziehungen zu unserer Gruppe zu haben scheint.

Bezüglich der halophilen Formen ist es sicher, dass einzelne derselben in wichtigen Punkten von den hydrophilen abweichen; ob aber nur einige, oder alle Bewohner des Meeres von jenen des Süsswassers abzutrennen sind und wie erstere dann systematisch zu behandeln wären, muss ich einstweilen dahingestellt sein lassen.

Nach Abschluss der „Clad.-Studien" habe ich die Beobachtung unserer Aegagropilen alljährlich wenigstens zu gewissen Zeiten wieder aufgenommen und habe so theils eine Bestätigung, in anderen Punkten aber eine Erweiterung oder Correktur meiner früheren Anschauungen erzielt, insoweit diese damals noch von der allgemein üblichen Annahme beeinflusst waren. Gegenwärtige Arbeit ist demnach nicht nur als eine Ausdehnung meiner früheren Besprechung der bayrischen Formen auf die ganze Sektion, sondern als eine vollständige Umarbeitung des Gegenstandes zu betrachten.

Was das meinen Untersuchungen zu Grunde liegende Material betrifft, habe ich drei Arten, nämlich Clad. profunda, cornuta und Martensii, und zwar die ersten zwei im Laufe mehrerer Jahre öfter wiederholt, an ihren Standorten eingesammelt und längere Zeit hindurch in Haus- und Freikulturen beobachtet; eine vierte Art (Clad. Sauteri), welche mir von Herrn Dr. J. R. Ritt. Lorenz v. Liburnau sen. lebend und in reichlicher Menge zugegangen ist, hielt ich gleichfalls in verschiedenen Kulturen. Ferner erhielt ich von den Herren Dr. O. Nordstedt und Dr. O. Borge hinreichende Quantitäten Trockenmateriales der von ihnen in Schweden entdeckten neuen Formen. Ausserdem wurden viele kleinere Exsiccate — meist Originalexemplare — untersucht, welche im systematischen Theile bei den betreffenden Arten namhaft gemacht werden sollen. Dieselben stammen theils aus dem Herbare Herrn Dr. O. Nordstedt's, theils wurden sie mir aus dem hiesigen Staatsherbare durch Herrn Professor K. Giesenhagen, theils aus dem Berliner botan. Museum durch Herrn Professor G. Hieronymus zugänglich gemacht. Allen den genannten Herren spreche ich hiermit meinen verbindlichsten Dank aus.

Ausser diesen natürlichen Hilfsmitteln habe ich auch jene anderen nicht vernachlässigt, welche die Literatur in Form von thatsächlichen Angaben und Abbildungen darbietet und habe dieselben am Schlusse dieser Arbeit in einem Verzeichnisse zusammengestellt.

Indem ich dem Leser überlasse, zu entscheiden, ob die bezeichnete Basis meiner Studien breit genug zur Begründung einer zutreffenden Gesammtauffassung sei, gestatte ich mir nur zu bemerken, dass nicht alle algologischen Arbeiten sich auf ein gleich

grosses Material stützen; sicher ist das nicht der Fall bei den zwei einzigen speciell mit Cladophora-Aegagropilen sich beschäftigenden Abhandlungen, welche mir bekannt sind. Die erste[1]) derselben, welche übrigens höchst anerkennenswerthe Resultate erzielt hat und hinsichtlich der Aggregatbildung geradezu bahnbrechend genannt werden kann, beruht auf nur achttägiger Beobachtung einer einzigen Art. Die andere Arbeit ist durch Auffindung von Aegagr.-Rasen unbekannten Standortes, welche der Mälarsee ausgeworfen hatte, veranlasst worden. Eingehende Untersuchung anderer Arten sowie Beobachtung solcher am Standorte oder in der Kultur scheint nach des Autors[2]) Angabe nicht stattgefunden zu haben.

Eine vergleichende Uebersicht über alle unsere Sektion betreffende Literaturangaben zeigt, dass bis heute eine sichere, auf die Organisation der Einzelpflanzen begründete Diagnose derselben noch nicht besteht, sondern dass durchgehends gewissen Aggregatformen, nämlich der Ballen- und Polsterform, welche von Alters her als massgebend betrachtet wurden, eine übergrosse Bedeutung beigelegt wird. Wir wollen nun versuchen, durch eine Prüfung der mikroskopischen Eigenthümlichkeiten, sowie der biologischen Veränderungen, durch welche sich die Einzelfäden der Aegagropilen von jenen der Eucladophoren unterscheiden, nicht nur dem Verständnisse der verschiedenen makroskopischen Erscheinungsformen, in welchen erstere auftreten, näher zu kommen, sondern uns auch in den Stand zu setzen, schwache Bestände dieser Algen, welche noch nicht zur Bildung regelmässiger Aggregatformen vorgeschritten sind, sowie Einzelpflanzen dennoch bestimmt als Angehörige unserer Sektion zu erkennen.

Bau und Wachsthum der vegetativen Fäden.

Ueber die der ganzen Gattung eigenthümlichen diesbezüglichen Verhältnisse habe ich schon früher[3]) das Nöthigste angegeben, so dass ich hier nur die speciell unsere Sektion betreffenden Eigenthümlichkeiten hervorzuheben habe.

Die Maximalgrösse der Einzelpflanzen ist (im Gegensatze zu Eucladophora) hier für jede Art ziemlich genau bestimmt und übersteigt, soweit bis jetzt bekannt ist, auch bei den grössten Arten niemals die Länge von $2^1/_2$ bis gegen 3 cm. Als Einzelpflanzen fasse ich jene organisch einheitlichen Gebilde auf, welche in der

[1]) Lorenz, 1856.

[2]) Kjellman. l. c. p. 15: „Unter den von mir etwas näher untersuchten Aegagropilen finden sich einige . . . Arten, wie holsatica Ktz., Linnaei, Sauteri und Martensii; es stand mir freilich von diesen Arten, Sauteri ausgenommen, nur getrocknetes Material zur Verfügung."

[3]) Brand, 1899 u. 1901.

Natur frei gefunden werden oder sich durch vorsichtiges Präpariren aus den Aggregaten isoliren lassen. An bipolaren Pflanzen berechne ich die Grösse nur vom Punkte der Umkehr aus. Mit dieser Grösse der Einzelpflanzen darf jene der Aggregate nicht verwechselt werden. Ich muss darauf besonders aufmerksam machen, weil in den bisherigen Beschreibungen und Diagnosen ausschliesslich letztere Maasse, niemals aber jene der Einzelpflanzen angegeben sind.

Ebenso, wie die Länge der Pflanzen ist auch die Anzahl ihrer Verzweigungsgrade beschränkt,[1]) und zwar auf einige wenige, höchstens 4 (—5). Die Verzweigung ist im Prinzipe monopodial und im allgemeinen reichlich zu nennen, besonders an den mittleren und unteren Abschnitten, während die Stämme und Hauptäste, deren Verlauf sich öfters bis zur Spitze verfolgen lässt, nach oben zu meist eine Abnahme von Anzahl und Grösse der Zweige erkennen lassen.

Die Richtung, nach welcher die Aeste hervorbrechen, sowie die Grösse der Abzweigungswinkel sind hier womöglich noch schwankender, als bei Eucladophora, und scheinen grossentheils durch Verhältnisse der Belichtung und des verfügbaren Raumes bestimmt zu werden. Regelmässig alternirende Aststellung habe ich niemals gesehen. Je dichter der Bestand oder je reichlicher die Verzweigung, desto spitzer sind durchschnittlich die Abzweigungswinkel und umgekehrt. Nur die regelmässige Opposition, welche bei allen Arten vorkommt, scheint auf inneren Ursachen zu beruhen. Je länger die Aeste mit der Mutterzelle in Zusammenhang bleiben, desto dichtere Verzweigungen werden in der Regel entstehen und grössere Brüchigkeit der Ansätze wird die Bildung locker verzweigter Pflanzen begünstigen.

Orthotrope Stämme zeigen ein deutlich monopodiales Wachsthum, solche aber, welche fest am Grunde aufliegen, ein pseudo-sympodiales, wenn ihnen von der Unterseite das Licht vollständig entzogen ist (vergl. Fig. 4 u. 6). In welcher Weise und in welchem Grade die Insertionswinkel vom Lichteinfalle beeinflusst werden, ist noch eine offene Frage. Kulturversuche mit einzelnen Stämmen, welche ich zur Aufklärung dieser Frage gemacht habe, sind mir wiederholt missglückt. An Aggregaten gemachte Beobachtungen sprechen aber dafür, dass Pflanzen, welche in eine dem Lichteinfalle entgegengesetzte Richtung gerathen sind, für die Dauer dieser Stellung ihr bisheriges Spitzenwachsthum ganz einstellen und statt dessen von ihren unteren Abschnitten aus, und zwar aus den unteren Zellenden, adventive Zweige nach einer dem Lichteinfalle

[1]) Für Clad. Sauteri hat schon Lorenz (1856 p. 150) angegeben, dass sich gewöhnlich nur 2—3 Ordnungen von Aesten unterscheiden liessen und Kjellman (p. 10) fand an seinem Materiale selten mehr als 4 Zweiggenerationen.

entsprechenden Richtung aussenden. Hierauf werden wir bei Erörterung der Polaritätsverhältnisse und der Aggregatbildung zurückkommen müssen.

Nebst der primären Verzweigung produciren unsere Pflanzen ziemlich reichlich Adventiväste. Dass aus einer Zelle noch ein zweiter Ast entspringen kann, ist aus der bisherigen Literatur schon ersichtlich, und ich habe hier nur einen Umstand festzustellen, welcher in der bisherigen Literatur noch nicht erwähnt ist, dass nämlich bei allen Arten bisweilen auch 3, seltener sogar 4 Aeste, an einer Mutterzelle gefunden werden, und zwar häufiger an locker, als an dicht verzweigten Pflanzen. Wo zwei Aeste entspringen, sind dieselben bei Euaegagropila oft regelmässig opponirt, in selteneren Fällen entspringt der junge Ast senkrecht unter dem alten (was gelegentlich auch bei Eucladophora vorkommt), in sehr seltenen Fällen aber, und zwar nur bei weit vorgeschobenem Insertionsseptum, oberhalb des älteren Astes, wie ein Achselspross (vergl. Fig. 10). Letzteres Verhältniss habe ich noch niemals an einer Eucladophora gesehen.

Oppositionen findet man bei allen Arten von Euaegagropila, aber nicht einmal bei allen Exemplaren derselben Art oder Form gleich häufig. Bei sehr dicht gedrängter Verzweigung überwiegt unregelmässig zerstreute Stellung der Aeste und bisweilen einseitswendige Abzweigung so sehr, dass man oft längere Zeit nach einer Opposition suchen muss. Dennoch ist letztere durch ihr relativ häufiges Vorkommen für Euaegagropila charakteristisch. Ausserdem habe ich dergleichen nur selten an Clad. glomerata gefunden, wenn der ältere Ast ausnahmsweise in der Evection zurückgeblieben war und Kützing[1]) bildet einen ähnlichen Fall ab. In der Regel ist aber hier der Primärast beim seitlichen Durchbruche seines adventiven Genossen schon mehr oder weniger auf die obere Wand der Mutterzelle hinaufgerückt, so dass keine regelmässige Opposition entstehen kann. Eine ganz bemerkenswerthe Abnormität scheint aber dem vorgenannten Autor[2]) vorgelegen zu haben, als er auch an einer Form von Clad. fracta (viadrina) eine Opposition fand.

Die Evection[3]) ist bei Euaegagropila sehr verlangsamt und kommt bei ausgeprägt subterminalen Insertionen, zu welchen mehrere Arten grosse Neigung haben, oft gar nicht zur Geltung, so dass Scheindichotomien seltener sind, als bei Eucladophora, basale Zweigverwachsungen aber niemals zu Stande kommen.

Bei der Subsection Cornuta excedirt die Evection nach der anderen Richtung, es besteht meist Evectio dislocans. Durch die

[1]) Kützing. 1847. IV. 36. Cl. macrogonya.
[2]) Ibid. IV. 45.
[3]) Vergl. Brand 1899 und 1901.

Verdrängung der nächstfolgenden Stammzellen entsteht ein schraubeähnliches Aussehen der Verzweigung.

Die Form der Aeste ist bei Euaegagropila entweder ziemlich gerade, so dass die Verzweigung selbst an Thallusabschnitten, deren Membran noch nicht verdickt ist, einen eigenthümlich starren Eindruck macht oder sie sind mehr oder weniger unregelmässig verbogen; nur selten aber stellen sie jene flachen Bogensegmente dar, welche jene von Clad. glomerata so oft zeigen. Bei Cornuta sind die Aeste immer geweihförmig verkrümmt.

Der Form der Aeste entsprechend ist auch die Form der intercalaren Zellen im ersten Falle meist ganz oder nahezu gerade, im letzteren hornförmig gekrümmt. Die jüngeren Zellen sind in der Regel cylindrisch und in ihrer ganzen Länge von gleichmässiger Dicke; die älteren Stammzellen sind häufig nach oben zu in verschiedener Weise verdickt. Diese Verdickung ist an derselben Pflanze sehr variabel, macht sich aber doch je nach den Arten in verschiedenem Grade und in verschiedener Häufigkeit bemerklich, erreicht ihren höchsten Grad nicht immer an den ältesten, sondern häufig an etwas höher gelegenen Abschnitten und kann gelegentlich auch an Zweigzellen auftreten. Man kann so nebst den cylindrischen: rübenförmige, becherförmige, lang oder kurz birnförmige Zellen finden. Bisweilen treibt sich die Zelle auch mehr gegen die Mitte zu auf und wird dann spindelförmig.

Die Spitzenzellen sind bei allen Arten entweder nur kaum merklich verdünnt und einfach abgerundet, wie bei den anderen Cladophoren, oder sie sind etwas mehr zugespitzt, wie bisweilen bei Cl. Martensii und meist bei Cl. cornuta, oder sie endigen keulig oder (im optischen Durchschnitte) lanzettlich.[1]) Letztere Form ist, wenn sie häufiger und ausgesprochen auftritt, für unsere Gruppe charakteristisch, denn sie findet sich bei Eucladophora nur sehr selten angedeutet. Als Unterscheidungsmerkmal für einzelne Arten hat sie aber wenig Werth, denn ich habe die Beobachtung gemacht, dass sie unter ungünstigen Kulturverhältnissen bei den drei von mir geprüften Arten auftrat, und zwar auch an Clad. Sauteri, für welche sie in den Diagnosen nicht angegeben ist. Sie scheint auch in der Natur unter ungünstigen individuellen Verhältnissen an einzelnen Spitzenzellen aller Arten sich ausbilden zu können.

In alten Kulturen entstand oft unter der erwähnten Verdickung, welche sich mit dichtem, dunkeln Inhalte gefüllt hatte, eine leichte

[1]) Die „ramuli obtusissimi", welche Rabenhorst in seiner Species-Diagnose anführt, sind keine Terminaläste, sondern Stämme oder Aeste, deren Spitze abgestorben ist und deren Stumpf sich nach Abstossung der todten Membranreste abgerundet hat. Sitzen an solchen Stümpfen noch Aeste, so entstehen oft sonderbare Formen.

Einschnürung, oder sie schied sich durch eine Scheidewand von der übrigen Zelle ab, so dass sie dann einem Akineten von Pithophora sehr ähnlich wurde. Eine entsprechende Weiterentwickelung habe ich aber niemals beobachtet, vielmehr schienen sich diese Verdickungen wieder zu strecken, nachdem die Pflanzen in die günstigere Seekultur versetzt worden waren.

Die relative Länge der vegetativen Zellen schwankt bei allen Arten, an gleichen Individuen sowohl, als insbesondere an verschiedenen Exemplaren derselben Art. In der Kultur verlängern sich die Zellen bisweilen, wie auch Lorenz[1]) beobachtet hat. Rabenhorst's[2]) Angabe, dass die Zellen sich in ihrer Länge zwischen 2 und 12 Zellbreiten bewegen, möchte ich im Allgemeinen gelten lassen und habe nur hinzuzufügen, dass ich unzweifelhafte Aegagropilen, welche durchaus ziemlich gleich lange Zellen aufgewiesen hätten, noch niemals gesehen habe, keinesfalls solche mit durchaus kurzen, von ca. 2 Quermessern.

Dieser Wechsel der Längsdimensionen ist hier auch deshalb bemerkenswerth, weil intercalare Zelltheilung bei Aegagropila nicht, wie bei Eucladophora, zu den normalen Vegetationsvorgängen gehört, sondern erstere in der Regel nur Spitzenwachsthum haben. Die erste diesbezügliche Beobachtung publizirte Kjellman[3]) mit den Worten: „Intercaläre Zellbildung kommt vielleicht bisweilen vor, obwohl mir nicht gelungen ist, dies zu beobachten. Es scheint mir jedoch als ganz sicher festzustellen zu sein, dass intercaläre Zellbildung lange nicht so häufig wie bei Eucladophora eintritt und keineswegs dem typischen Aufbau wie bei der Gattung Acrosiphonia angehört". In meinen Clad.-Studien[4]) konnte ich bestimmter angeben, dass intercalare Zelltheilung unter normalen Verhältnissen ausgeschlossen ist. Diesen Vorgang habe ich nur selten an alten, dem Verfalle entgegensehenden Stammzellen, häufiger in schlecht gepflegten Kulturen, und zwar hier an verschiedenen Theilen des Thallus beobachtet (vergl. Fig. 7 und 8). Es scheint sich hier der lebenskräftigere Theil des Plasmas an gewissen Stellen anzuhäufen und durch Septirung — später auch durch Abrundung — gegen schädliche äussere Einflüsse Schutz zu suchen. Ein derartiges Verhalten ist keine Specialität von Aeg., sondern wird (wenn auch in etwas anderer Form) nach Schmitz[5]) bei fast allen genauer untersuchten Arten der „Siphonocladiaceen" ziemlich häufig beobachtet. Ich selbst habe dergleichen bisweilen an Clad. fracta (abgesehen von deren Winter-

[1]) Lorenz 1901. p. 366—367.
[2]) Rabenhorst III. p. 344.
[3]) Kjellman p. 12.
[4]) l. c. p. 303 (44).
[5]) Schmitz l. c. p. 174.

zellen), sowie an Sohlen von Clad. glomerata beobachtet. Nebstdem wäre es möglich, dass auch an den niederliegenden Aesten, kriechenden und neutralen Sprossen der Aeg.-Rasen unter Umständen secundäre Theilungen eintreten, jedoch habe ich darüber noch keine ganz sicheren Beobachtungen gemacht.

Bezüglich des Zellinhaltes habe ich im Anschluss an meine früheren Publikationen zu bemerken, dass derselbe einen grösseren Theil des Lebens von Aegagropila hindurch dichter und reichlicher mit Stärke versehen ist, als bei Eucladophora. Es ist deshalb auch schwer zu sagen, ob das von Kjellman[1]) hervorgehobene Hineinragen der Chlorophyllträger in die Zellmitte, wo es überhaupt vorkommt, zu allen Zeiten vorhanden ist. Bei weniger inhaltsreichen Zellen von Cl. Martensii, profunda und cornuta habe ich das Zellinnere chlorophyllfrei gefunden. Als systematisches Kennzeichen für Aegagropila kann dieses Verhältniss aber schon um deswillen nicht dienen, weil Schmitz[2]) festgestellt hat, dass auch bei Cl. fracta und glomerata Zellen vorkommen, in welchen auch die Plasmastränge der Zellmitte Chlorophyllkörper enthalten.

Die Zellmembranen nehmen mit dem Alter der Zelle in der Regel ziemlich rasch an Dicke zu und werden bei einigen Arten schliesslich sehr brüchig, während sie bei anderen bis zu ihrer Auflösung ziemlich zäh bleiben.

Das Tempo des Wachsthums scheint im Verhältnisse zu jenem der Eucladophoren ein ganz unverhältnissmässig langsames zu sein, und zwar das Spitzenwachsthum als solches, abgesehen von dem Fehlen der intercalaren Zelltheilung. Während beim Spitzenwachsthum der letzteren Gruppe ungefähr 1 Zelle auf den Tag gerechnet werden kann,[3]) scheinen nach meinen durch wiederholtes Einsammeln der Pflanzen im Frühjahre, sowie an Kulturen gemachten Beobachtungen bei Cl. profunda und Martensii hierzu Wochen erforderlich zu sein. Letztere Alge bestand, als ich sie in den ersten Tagen des Juni einsammelte, aus zweierlei Zellen: am weitaus grössten Theile des Thallus waren sie mehr oder weniger verdickt und zeigten durch dunklen Inhalt und eine rauhe, unreine Oberfläche an, dass sie überwintert hatten; kurze, meist nur aus ein bis zwei schmalen cylindrischen, heller grünen und mit glatter, reiner Oberfläche versehenen Zellen bestehende Triebe stellten den Zuwachs des Frühlings dar. Solche Pflanzen wurden in den Würmsee versetzt und darin 3 Monate lang kultivirt. Im September zeigte sich dann noch deutlich der Unterschied zwischen den überwinterten und den diesjährigen Thallusabschnitten und letztere hatten es im höchsten Falle auf

[1]) Kjellman l. c. p. 13.
[2]) Schmitz l. c. p. 291.
[3]) Vergl. Brand 1899. p. 178 (9).

6 Zellen gebracht (vergl. Fig. 1). Da die kultivirten Pflanzen ein vollständig gesundes Aussehen hatten und die Beobachtung der am Standorte lebenden Cl. profunda ein ähnliches Resultat ergab, ist nicht anzunehmen, dass der Wechsel des Wassers das Wachsthum in erheblichem Grade retardirt habe.

Auf Rechnung dieser Wachsthumsverhältnisse ist wohl die vorwiegende Dichtigkeit des Zellinhaltes zu setzen; auch scheinbar junge Zellen sind schon alte Kinder. In der Hauskultur scheint das Wachsthum der vegetativen Zellen bisweilen trotz fortdauernder Assimilation ganz stille zu stehen, und es scheinen dann nur Reservestoffe und allenfalls neutrale Sprosse erzeugt zu werden.

Umkehr der Polarität.

Mit experimenteller Einleitung dieses Vorganges, welcher unter natürlichen Verhältnissen bei Eucladophora entweder gar nicht (Cl. glomerata) oder nur ausnahmsweise (Cl. fracta) beobachtet wird, hat man sich bekanntlich in den Laboratorien schon mehrfach und zwar bei verschiedenen Algen mit wechselndem Erfolge bemüht.

An freien Pflanzen unserer Gruppe gehört diese Umkehr zu den gewöhnlichen Erscheinungen, ja es ist offenbar ein regelmässiger Vorgang, dass dieselben unter entsprechenden Verhältnissen nach allen möglichen Richtungen, insbesondere auch nach der ihrer ursprünglichen Wachsthumsrichtung diametral entgegengesetzten Seite, und zwar in dem letzteren Falle aus den unteren Zellenden austreiben, so dass vollständig bipolare Pflanzen entstehen (vergl. Fig. 3, 5, 7). Seltener und weniger ausgeprägt, als an freien Pflanzen und in lockeren freien Aggregaten wird die Umkehr an angehefteten Exemplaren und in dichten Aggregaten beobachtet. Bei bipolaren Pflanzen ist eine untere und obere Seite nur durch Abschätzung der nach dieser oder jener Richtung überwiegenden Entwickelung, oder auch gar nicht festzustellen.

Die älteren Autoren haben diese Verhältnisse bei Aegagropila gar nicht berücksichtigt; nur in einer Abbildung[1]) von Aeg. Linnaei finde ich Umkehr angedeutet, aber im Texte nicht erwähnt. Auch die neueren Algologen haben die Häufigkeit und Gesetzmässigkeit dieses Verhältnisses noch nicht bemerkt und seine Bedeutung für die Gestaltung der Pflanzen und Aggregate, sowie für die systematische Abgrenzung der Gruppe nicht gewürdigt. Abbildungen von regelmässig bipolaren Pflanzen, wie unsere vorerwähnten Figuren, finden sich in der bisherigen Literatur noch nicht, obwohl derartige Gebilde

[1]) Kützing 1847. IV. Taf. 50. An anderen Stellen (l. c. Taf. 40 u. 51) zeichnet dieser Autor rückläufige Aeste von Cl. „brachyclados" und Cl. fracta d. horrida und bezieht den ersteren Fall auf eine „Eigenthümlichkeit der Art", den zweiten aber auf das Absterben einer intercalaren Zelle.

bei Cl. Martensii, einer schon lange bekannten Art, sehr häufig sind (ebenso bei Cl. profunda) und auch bei allen andern Arten aufgefunden werden.

Als Erster hat Lorenz[1]) an Aeg. Sauteri rückläufige Aeste bemerkt, glaubt aber (wie Kützing l. c.), dass diese Abnormität der Richtung immer in Kausalnexus mit Isolirung eines Thallusabschnittes stehe, wie aus folgenden Citaten ersichtlich ist: „Die Richtung der Aeste geht in der Regel nach dem peripherischen Ende des Stammes .... Ausnahmen hinsichtlich der Richtung und Entwickelung, oft auch der Dimensionen, treten in Folge der oben erwähnten Isolirung (durch Absterben einzelner Zellen) auf. Ein Ast nämlich, welcher aus einer Zelle erst dann hervortritt, nachdem schon die Verbindung desselben mit der Reihe der gefüllten Zellen in ihrem unteren, oder an beiden Enden durch Entleerung einer oder mehrerer dazwischenliegender Zellen aufgehoben ist, befolgt weder hinsichtlich der Ansatzstelle noch hinsichtlich der Richtung dasselbe Gesetz, welchem er sonst gefolgt wäre. Da beide Arten von Isolirung oft eintreten, findet man häufig rückläufige und in verschiedenen Richtungen regellos durcheinander laufende Aeste und Zweige... An den Isolirungsstellen selbst kommen ziemlich oft rückläufige oder mehrfach gekrümmte, meist verkümmerte und mit spärlichem Endochrom versehene Aeste vor, welche peitschenförmigen Fortsätzen nicht unähnlich sind und oft keine Scheidewände besitzen.... Neben solchen Kümmerern entspringen an den isolirten Enden bisweilen auch ziemlich entwickelte rückläufige Aeste; nur sind sie entweder ohne Verästelung oder, wenn dieselbe auftritt, verschmächtigen sich die Zweige und Aeste sehr auffallend."

Später hat auch Kjellman[2]) die Umkehr der Polarität bemerkt, geht aber darüber mit folgendem Satze hinweg: „Es ist bemerkenswerth, wie hierbei die Polarität sich ändert; der Abschnitt b'—c' ist von anderer Polarität, als sowohl der Abschnitt c—c', wie der unterhalb gelegene Sprossabschnitt, obwohl diese verschiedenen Theile ein zusammenhängendes Ganze bilden." Da diese Angelegenheit in der Abhandlung des genannten Autors dann nicht weiter berührt wird, so habe ich mich bezüglich derselben, sowie betreffs ihrer vermuthlichen Ursache nur mit der von Lorenz ausgesprochenen Ansicht zu beschäftigen. Diese Ansicht hat sich nur theilweise als richtig erwiesen. Erstens können nämlich rückläufige Sprosse, mögen sie entsprungen sein wo sie wollen, die volle Stärke der normal gerichteten erreichen und erreichen sie in der That sehr häufig. Zweitens hat mir vorsichtige Präparirung von Pflanzenaggregaten

[1]) Lorenz 1856. p. 155 mit Anm. u. p. 156.
[2]) Kjellman p. 5 u. Fig. 2. Taf. 3.

und Untersuchung mit schwacher Vergrösserung gezeigt, dass, wenn auch die Umkehr häufig an Pflanzen, deren Kontinuität gestört ist, vorkommt, sie noch häufiger an intakten Exemplaren vorhanden ist. Freie Exemplare können aus zwei Abschnitten von durchaus entgegengesetzter Polarität bestehen, angeheftete aber wenigstens einzelne bipolare Stammzellen besitzen (vergl. Fig. 2*u*) und zwar nicht nur als basale Endzellen, sondern im Ganzen untern Drittheile der Pflanze. Das Absterben intercalarer Zellen kann daher nicht in direkt kausalarer, sondern nur in indirekter und mehr zufälliger Beziehung zur Inversion stehen. Die eigentliche Ursache der letzteren können wir aus Gründen der Pflanzen-Physiologie wohl nur in einer Umkehr des Lichteinfalles suchen. Letztere setzt aber (im Freien) eine Aenderung in der Orientirung der Pflanze voraus, und ein solcher Richtungswechsel wird am leichtesten an freien Aesten und Bruchstücken auftreten, weniger häufig an den oft mehr oder weniger in ihrer Beweglichkeit beschränkten vollständigen Pflanzen oder Aggregaten. Diese Betrachtung führt uns zu der Frage, in welcher Weise und unter welchen Umständen Anheftung stattfinden kann.

Haftorgane (Rhizoide und Cirrhoide).

Die Verhältnisse der Gefässpflanzen, bei welchen man einen nach oben wachsenden Spross und eine in entgegengesetzter Richtung nach unten vordringende Wurzel unterscheidet, werden von gewissen höher organisirten Algen und sogar von verschiedenen Cladophoraceen imitirt. Bei Pithophora theilt sich nach Wittrock und Möbius[1]) schon das Propagationsorgan (Akinet nach Wille) in zwei Zellen, deren obere einem „Cauloid", deren untere einem Rhizoid den Ursprung giebt. An Clad. glomerata und verwandten Formen ist immer ein Gegensatz in der Wachsthumsrichtung zwischen apikalen Sprossen und basalem Haftorgane vorhanden, welcher schon an Keimpflanzen[2]) hervortritt. Ein ähnliches Verhältniss haben nun die älteren Autoren auch bei Aegagropila vorausgesetzt und sich deshalb mit Untersuchung der Haftorgane nicht bemüht. Die freien Exemplare erklärte man ohne weitere Prüfung für losgelöste, ursprünglich festgesessene Pflanzen. Wie wir in der Folge sehen werden, muss man sich aber von einer derartigen Vorstellung vollständig losmachen, um zu einem richtigen Verständnisse der Form- und Aggregatbildung unserer Gruppe zu gelangen. Die erste Mittheilung über Anheftungsverhältnisse der Aegagropilen verdanken wir Lorenz,[3]) welcher angiebt: „Eine Wurzel oder Anheftungsstelle ist an den Stämmchen aller freien Gebilde nie zu sehen, ihr unteres

[1]) Möbius 1895. p. 358 u. Taf. XXXI.
[2]) Vergl. Brand 1899. Taf. III. Fig. 17 u. 18.
[3]) Lorenz 1856. p. 152 und 157.

Ende ist immer abgerissen oder abgefault", sowie ferner darauf aufmerksam macht, dass gewöhnlich nicht die älteste, sondern die jüngste, oberste Zelle des peripherischen Endes eines Stammes oder Astes (von Aeg. Sauteri) in die Unterlage eingedrungen sei und dort allerlei Umgestaltungen erfahren habe.

Eine weitere Beobachtung über apikalen Ursprung von Haftorganen hat dann Wittrock[1]) an einer anderen Cladophoracee, nämlich an Pithophora, gemacht und speciell für die aus den Terminalzellen dieser Gattung entstehenden Haftorgane die Bezeichnung „helicoid cells" (Helikoide) vorgeschlagen. Diese Gebilde hält der genannte Forscher zunächst für Assimilationsorgane und bemerkt, dass dieselben eine Analogie mit den Ranken gewisser Phanerogamen erkennen liessen, sowie, dass bei Aegagropila und Spongomorpha Organe vorkämen, welche manchmal einem Helikoide ähnlich seien. Diese letzteren Organe sollen aber, im Gegensatze zu den Cauloidorganen, aus dem untersten Theile ihrer Mutterzelle entspringen, abwärts wachsen und nur wenig Chlorophyll enthalten.[2]) Somit war Wittrock damals auch noch von der Meinung befangen, dass ein regelmässiger Gegensatz in der Richtung zwischen den vegetativen Sprossen und den Haftorganen von Aegagropila bestehe. In dem Verzeichnisse der Algen-Exsiccate[3]) wird dagegen zu Aeg. muscoides var. armeniaca einfach bemerkt: „Cellulis cirrhoideis structura eadem ac in Pithophoraceis non raris".

Die einzige zusammenfassende Arbeit[4]) über Haftorgane der Algen, welche mir bekannt ist, erwähnt diese rankenartigen Organe von Pithophora und Aegagropila gar nicht, sondern nur jene einigermaassen ähnlichen Gebilde, welche an gewissen marinen Florideen vorkommen. Dieselben werden aber nicht als Ranken (d. i. modificirte Sprosse) aufgefasst, sondern als ein „besonderes Wurzelsystem". Auf einem ähnlichen Standpunkte steht Kjellman,[5]) welcher zwar an Aegagropila keine rankenartigen Bildungen beobachtet hat, aber nach Ausweis der Tafelerklärung jeden jungen, schwachen und chlorophyllärmeren Spross als „wurzelähnlich" und jeden derartigen rückläufigen Ast geradezu als „Wurzel" auffasst. Auch Verfasser dieses hat bei Abfassung der „Clad.-Studien" noch unter dem Banne jener überlieferten Anschauung gestanden, welche nur zwei Arten von Fäden kennt: vegative und rhizoidale.

Eigentliche Rhizoide, d. i. von vornherein chlorophyllfreie, haarartige Aeste, kommen, soweit meine Beobachtungen reichen, bei

[1]) Wittrock l. c. p. 11.
[2]) l. c. p. 36.
[3]) Wittrock et Nordstedt l. c. p. 13.
[4]) Strömfeld l. c. p. 400.
[5]) Kjellman l. c. p. 5 u. f.

Aegagropila kaum vor; ich habe vielmehr hier die Haftorgane bei ihrem Ursprunge immer chlorophyllhaltig gefunden, wenn auch die assimilationsfähige Strecke bisweilen nur kurz ist (vergl. Fig. 2*r*) und — wie das auch bei jungen lebhaft wachsenden unzweifelhaft vegetativen Aesten der Fall sein kann — eine weniger lebhafte Farbe zeigt, als die älteren Partieen. Sehr häufig entstehen aber Rhizoide durch Transformation gut vegetativ entwickelter Sprosse und zwar entsprechend der im vorigen Kapitel konstatirten labilen Polarität sowohl aus normalen, als aus rückläufigen. Der Ausbildung solcher Rhizoide geht aber oft eine transitorische Veränderung des betreffenden Astes voraus.

Indem ich mir vorbehalte, auf die so entstehenden Uebergangsformen („neutrale Sprosse"), sowie auf deren anderweitige Entwickelungsfähigkeit im nächsten Abschnitte zurückzukommen, habe ich hier nur zu konstatiren, dass die Haftorgane in zweierlei Form sich entwickeln können, nämlich

1. als Rhizoide, indem sie sich unter entsprechender Veränderung ihrer vorher cylindrischen Form an die Unterlage anschmiegen oder in dieselbe eindringen und sich dabei oft verzweigen (*r* in Fig. 2, 6, 15) und
2. in selteneren Fällen als „Cirrhoide", indem sie mit Beibehaltung der cylindrischen Form benachbarte Fäden des Aggregates oder Fremdkörper umschlingen (Fig. 7c, 11, 12). Auch in diesem Falle tritt bisweilen Verzweigung ein.

Für die von Rabenhorst[1]) durch die Ueberschrift „Clad. initio affixae" ausgedrückte Annahme, dass die Aegagropilen ursprünglich, etwa nach Art von Clad. glomerata, mit einem primären Haftorgane festsässen, konnte ich weder in der Natur einen Anhaltspunkt noch in der Literatur einen Nachweis finden.

Kjellman[2]) giebt an, dass er zwar Sprosse, aber keine Wurzeln von axiler Lage gesehen habe und dass die Wurzeln, „wie es scheint", den Basalkörpern (d. i. alten Stammzellen) immer seitenständig entsprängen. In meiner Clad.-Studien kam ich zu dem gleichen Resultate, jedoch mit dem Vorbehalte, dass möglicher Weise bei Clad. holsatica pfahlwurzelähnliche Rhizoide vorkämen. Mittlerweile habe ich mich jedoch überzeugt, dass jene Gebilde, welche ich früher so gedeutet hatte, lediglich neutrale Sprosse waren.

Die Süsswasser-Aegagropilen besitzen also nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse niemals primäre basal-axile Haftorgane, sondern fixiren sich nur gelegentlich durch seitlich entspringende oder spitzenständige Haftorgane, welche ihrer Entstehungsweise nach

[1]) Rabenhorst III. p. 343.
[2]) Kjellman p. 7.

als transformirte vegetative Aeste aufzufassen sind und deshalb eigentlich alle die Bedeutung von Ranken haben. Ihrer morphologischen Ausbildung nach sondern sie sich aber, wie oben angegeben, in Rhizoide und Cirrhoide. Unsere Gruppe gehört demnach zu den typisch wurzellos freischwimmenden Pflanzen. Dieser Charakter tritt am auffälligsten bei der Subsektion Cornuta zu Tage, bei welcher überhaupt keine Spur von Haftorganen zu finden ist.

Entsprechend ihrem accidentellen Charakter treten Haftorgane nicht an allen Individuen und wohl nicht an allen Standorten und bei allen Arten gleich häufig auf; wenn man die nöthige Zeit und Mühe darauf verwendet, sind aber an allen Arten sowohl seitliche als terminale Rhizoide oder Cirrhoide nachzuweisen und zwar auch bei Clad. Martensii, Linnaei und Sauteri, an welchen Kjellman[1]) keine terminale Haftorgane gefunden hat. An der letztgenannten Species hat Lorenz schon vor 45 Jahren spitzenständige Rhizoide entdeckt und beschrieben, an frischer Cl. Martensii aus dem Lago maggiore fand ich ähnliche Organe sogar recht häufig, gleichwie sie auch der von Wittrock und Nordstedt ausgegebenen Aeg. Linnai nicht fehlen.

Neutrale Sprosse und Stolonide.

Während die jüngsten vegetativen Aeste aller unserer Süsswasser-Aegagropilen, seien sie primär oder adventiv, einen Quermesser von ungefähr der Hälfte ihrer stärksten Fäden aufweisen und deshalb mindestens 35 μ messen, findet man bei Euaegagropila bald nur vereinzelt, bald häufiger Aeste, welche entweder schon von ihrem Ursprunge aus oder nur gegen ihr peripheres Ende zu, auffallend schlank sind, so dass ihre Dicke bis unter 20 μ herabsinken kann. In gleichem Verhältnisse mit dem Durchmesser pflegt auch ihr Chlorophyllgehalt abzunehmen, und ihre Zellen zeigen oft — aber nicht immer — eine auffallend grosse relative Länge, welche bis 30 und mehr Quermesser betragen kann, sind aber ziemlich regelmässig cylindrisch. Diese Aeste, welche sich auch verzweigen können, machen den Eindruck von etwas etiolirten vegetativen Aesten, für welche eine besondere Benennung nicht erforderlich schiene, wenn diese Gebilde nicht die ausgesprochene Befähigung zeigten, in andere Organe überzugehen.[2]) Letzterer Umstand charakterisirt sie aber als eigenartige Organe, ohne deren bestimmte Unterscheidung und Benennung eine klare Darstellung der verschiedenen Spross- oder Fadenformen von Aegagropila nicht wohl durchführbar ist. Ich bezeichne sie deshalb als neutrale Sprosse (*n* in den Fig. 3, 5, 7, 15).

[1]) Kjellman l. c. p. 20.

[2]) Ihr Uebergang in Rhizoide erinnert bisweilen an die „Wurzelträger" gewisser Selaginellen.

Das Vorhandensein von solchen neutralen Aesten, welche weder ausgesprochen vegetativen Charakter haben, noch bestimmte Kennzeichen eines andern Organes an sich tragen, ist im Ganzen bei den Süsswasser-Aegagropilen[1]) noch wenig berücksichtigt worden. Kützing[2]) hat einen solchen Ast abgebildet, jedoch keine Bemerkung beigefügt. Lorenz[3]) hat sie nur an Isolirungsstellen gefunden, gut beschrieben und „Kümmerer" genannt. Ferner hat Schmidle[4]) an den Spitzen von Aeg. muscoides var. armeniaca „lange liniare langzellige Verlängerungen" gesehen, welche nicht angeheftet waren. Kjellman dagegen nennt alle diese Gebilde „wurzelähnliche Triebe" oder auch „Wurzeln".

Dass sich die neutralen Sprosse mit Vorliebe in Haftorgane: Rhizoide oder Cirrhoide, transformiren, habe ich bereits im vorigen Kapitel angedeutet. In anderen Fällen entwickeln sie sich aber zu Vermehrungsorganen, welche ich nach Analogie des Wortes Rhizoid: „Stolonide" nennen will. Diese Entwickelung kann auf zweierlei Weise verlaufen. Der einfachste Hergang besteht darin, dass der neutrale Ast an der Spitze erstarkt, dunkelgrün wird und sich in normaler Weise zu verzweigen beginnt, somit direkt in den vegetativen Zustand zurückkehrt (Fig. 4). In selteneren Fällen verläuft diese Rückkehr auf indirekte Weise, indem aus der Spitze des Sprosses erst eine unregelmässige Zellwucherung entsteht, welche dann ihrerseits einer neuen regelmässigen vegetativen Sprossung als Basis dient (Fig. 13 und 14). Auf letztere Weise dürfte jenes Gebilde entstanden sein, welches Lorenz[5]) als vermuthliches Produkt der Sporenkeimung abbildet.

Dass Rhizoide, Cirrhoide und Stolonide nicht aus verschiedenen Anlagen hervorgehen, zeigt nicht nur der Umstand, dass eine auf die künftige Entwickelung hindeutende Verschiedenheit an den neutralen Sprossen zunächst nicht bemerklich ist, sondern ganz besonders das Vorkommen von Mischformen zwischen Haftorganen und Stoloniden.

Die Transformation der neutralen Sprosse kann früher oder später eintreten, so dass sie als solche bald nur eine geringe, bald eine beträchtliche Länge erreichen.

---

[1]) An marinen Aegagropilen und an Formen der Sektion Spongomorpha finden sich in den Tabul. phyc. öfters solche Gebilde. Ob sie hier dieselbe Bedeutung haben, ist eine andere Frage.

[2]) Kützing 1847. IV. 61. (Aeg. Sauteri).

[3]) Lorenz 1856. p. 150. Vergleiche auch das Citat unter „Umkehr der Polarität" p. 43.

[4]) Schmidle l. c. p. 4.

[5]) Lorenz l. c. Taf. IV. Fig. 13.

Dass die neutralen Sprosse oft aus dem unteren Theile ihrer Mutterzellen entspringen und noch abwärts wachsen, erscheint nicht als besondere Eigenthümlichkeit dieser Organe, sondern ist durch die allgemeine Umkehr der Polarität bedingt, welche, wie im vorletzten Abschnitte konstatirt wurde, aus denselben Mutterzellen nicht nur neutrale, sondern bei genügender Belichtung ebenso ausgeprägt vegetative Sprosse basal entspringen und in rückläufiger Richtung auswachsen lassen kann.

Neutrale Sprosse haben sich an allen von mir untersuchten Euaegagropila-Arten häufig gefunden. Stolonide erwiesen sich aber als eine seltenere, jedenfalls schwerer aufzufindende Erscheinung, insbesondere die indirekte Form derselben.

Welche Ursachen gewisse Aeste veranlassen, statt des rein vegetativen Charakters den neutralen anzunehmen, kann ich nicht exact nachweisen, wohl aber lässt sich eine Vermuthung darüber begründen, durch welche jedoch die Coexistenz anderer die individuelle Ernährung störender Einflüsse nicht ausgeschlossen sein soll. Im Würm- und Ammersee kommen sehr schlanke Exemplare von Clad. profunda vor, deren Aeste insgesammt einige Aehnlichkeit mit (stärkeren) neutralen Sprossen haben und auch an anderen Arten, wie Cl. Martensii, holsatica, Sauteri incl. Borgei habe ich Anklänge an diese Erscheinung gefunden. In den zwei genannten Seen waren nun derartig modificirte Exemplare immer stark verschlammt, so dass hier eine Art von Etiolirung vorzuliegen schien. Wie ganzen Pflanzen, so kann aber auch einzelnen Aesten durch lokal stärkere Auflagerung von Schlamm oder anderen Fremdkörpern, vielleicht auch Verdeckung von Seiten anderer Aeste, der Lichtgenuss entzogen und so die Entwickelung normal vegetativer Sprosse verhindert werden. Finden die solcher Weise entstandenen neutralen Aeste einen entsprechenden Contakt-Reiz, so können sie in Haftorgane übergehen. Den intensivsten Reiz scheint faules Holz auszuüben; als Ersatz dafür können die von den Dampfschiffen mit der Asche ausgeworfenen Steinkohlenschlacken dienen, wie z. B. im Würmsee, auf dessen Grunde andere feste Gegenstände in der Grundalgenzone fast gar nicht vorkommen. Wo ich Aegagropilen-Rhizoide an Steinen angeheftet fand, waren letztere immer mit einer dünnen organischen Kruste überzogen und die Algen hafteten an dieser Kruste und nicht am Steine selbst. Auch an Wasserpflanzen sollen die Aegagropilen öfters sitzen und es wäre nur genauer zu prüfen, ob sie hier mit Rhizoiden oder Cirrhoiden befestigt sind. Ohne die Mitwirkung eines Fremdkörpers habe ich niemals ein unzweifelhaftes Rhizoid sich ausbilden sehen.

Vom Lichte abgeschlossene Sprosse werden naturgemäss nach der nächstliegenden beleuchteten Stelle zu wachsen und sodann

Mo. Bot. Garden.
1904

wenn sie diese erreicht haben, wieder in den vegetativen Zustand übergehen können. So erklärt sich die Ausbildung der Stolonide und der kriechenden Vegetation, welche wir an der unteren Seite dichter Aegagropila-Rasen finden.

Erhaltung und Vermehrung.

Zoosporenbildung ist bei unserer Gruppe noch nicht nachgewiesen. Sauter's[1]) Angabe über „Ovalthierchen" ist sehr unbestimmt und stammt aus einer frühen Epoche der Mikroskopie. Auch für eine gelegentliche und mit schwacher Vergrösserung von Lorenz[2]) gemachte Beobachtung musste ich in den Clad.-Studien eine andere Deutung begründen. Andere positive Angaben konnte ich nicht auffinden. Dagegen haben weder Kjellman, noch Börgesen noch ich selbst deutliche Spuren dieses Vorganges entdecken können.

Auch Akineten (wie bei Pithophora) und selbst typische Prolificationszellen (wie bei Eucladophora) sind bei Aegagropila noch nicht nachgewiesen. Jene Gebilde, welche Kjellman[3]) als „Basalkörper" bezeichnet, bald als „Brutkörper", bald als „Gonidien" charakterisirt und mit Wille's Akineten in eine Reihe stellen will, sind einfach alte Stammzellen. Dieselben haben keine typischen Merkmale, lösen sich auch nicht bei allen Arten regelmässig ab (sondern werden oft erst durch das Präpariren abgetrennt) und bleiben in vielen Fällen bis zu ihrem Zerfalle mit dem Stamme in Zusammenhang. Die aussergewöhnlich grosse Neigung zur Ablösung, welche Kjellman an seinem angeschwemmten Materiale beobachtet hat, scheint mir darauf zu beruhen, dass diese Pflanzen — Niemand kann sagen, wie lange — ein Spiel des Windes und der Wellen und dadurch erheblich geschädigt waren. Dafür spricht der Umstand, dass nicht nur ihre Spitzen (daher Aeg. canescens), sondern auch sehr viele intercalare Zellen abgestorben waren, wie aus den Abbildungen ersichtlich ist.

Bei manchen Arten, wie z. B. Cl. Linnaei verdicken sich die Stammzellen bisweilen so sehr, dass sie an die Dauer- oder Prolifikationszellen (prolific cells Wittrock) und speziell an jene von Clad. fracta im status hiemalis nob. erinnern. Letztere fasst aber Wille[4]) selbst nur als einen „Ansatz" zur Akinetenbildung auf. Die „Basalkörper" der Aegagropilen entfernen sich aber vom Charakter typischer Dauerzellen noch weiter als die Winterzellen von Clad. fracta dadurch, dass sie nicht, wie jene periodisch auftreten, sondern das ganze Jahr über vorhanden sind, sowie dass sie nicht wie die von Cl. fracta in

[1]) Sauter l. c. p. 215.
[2]) Lorenz 1856.
[3]) Kjellman l. c. p. 2, p. 8.
[4]) Wille 1887. p. 503.

typischer Weise, d. h. in diesem Falle mit nur je einem Aste aus ihrem oberen Ende austreiben, sondern sich in dieser Beziehung wie alte Sohlenzellen von Clad. glomerata verhalten. Letztere machen gleichfalls, nachdem sie schon abgestorben zu sein scheinen, bei Eintritt günstiger Verhältnisse oft von neuem Versuche, nach dieser oder jener Seite Sprosse auszusenden.

Die meisten Triebe, welche man an den brüchigen Stammzellen von Aegagropila findet, sind übrigens schon älteren Datums und müssen (vergl. d. Kapitel über Bau und Wachsthum) in Berücksichtigung des langsamen Wachsthums dieser Pflanzen schon zu einer Zeit entstanden sein, zu welchen ihre Mutterzelle noch einen unzweifelhaft vegetativen Charakter getragen hat. Zwischen dem Verhalten der ältesten Stammzellen und jenem der übrigen Thallusabschnitte, insofern letztere nur einigermaassen erstarkte Membranen besitzen, besteht nur ein gradueller Unterschied. Während unter ungünstigen Aussenverhältnissen die zartesten Sprosse und manche weniger lebenskräftige intercalare Zellen absterben, treibt bei Wiedereintritt günstigerer Bedingungen — im Würmsee zu Beginn des Sommers — jeder erhaltene Plasmarest wieder aus, und es giebt keine Grenze, von welcher ab man die Existenz besonderer Dauerzellen annehmen könnte.

Intercalare Zellen werden oft durch Pilze getödtet; die Spitzen und andere schwache Triebe sind besonders durch die Verhältnisse des Winters und Frühlings gefährdet. Ich möchte bei dieser Gelegenheit bemerken, dass der Grund letzteren Umstandes nicht in Mangel an Wärme bestehen kann. In meinen Hauskulturen ertrugen diese Pflanzen ohne Nachtheil Temperaturen, welche an den Gefrierpunkt streiften, während im Würmsee an ihren Standorten das ganze Jahr über einige Wärme vorhanden ist.

Die Erhaltung der Arten vollzieht sich also, soweit bis jetzt bekannt ist, auf rein vegetativem Wege; die Aegagropilen perenniren nicht nur, sondern haben, ähnlich wie die Sphagneen, eine geradezu unbegrenzte Lebensdauer. Die Vermuthung Kjellman's,[1]) dass „eine grössere oder kleinere Menge der Individuen nach der Bildung von Gonidien absterben und aus den gebildeten Gonidien neue Individuen sich entwickeln, welche die abgestorbenen ersetzen und zugleich die Individuenzahl vergrössern", hat sich bei meinen das ganze Jahr hindurch fortgesetzten Beobachtungen im Würmsee, an meinen Funden im Lago maggiore und an meinen 4 Jahre hindurch fortgesetzten Hauskulturen nicht bestätigt.

Vermehrung der Pflanzen erfolgt in zufälliger Weise schon durch das vorerwähnte gelegentliche Absterben einzelner intercalarer

[1]) Kjellman l. c. p. 8.

Zellen, wodurch unregelmässige Bruchstücke des Thallus frei werden; in regelmässiger Weise aber dadurch, dass die Zellen sämmtlich nur eine gewisse Altersgrenze erreichen, von welcher ab sie das ganze Jahr über in akropetaler Reihenfolge der Auflösung verfallen. Dadurch werden ihre Aeste frei und selbstständig. Der Zuwachs nach oben wird also von einem gewissen Zeitpunkte an durch Absterben von unten her ausgeglichen und es erklärt sich so der ausserdem, und auch mit Berücksichtigung des langsamen Wachsthums und des Fehlens der intercalaren Zelltheilung, unverständliche Umstand, dass mit unbegrenztem Spitzenwachthum versehene Pflanzen eine eng begrenzte Maximalgrösse aufweisen.

Lebensverhältnisse.

Alle genügend bekannten Süsswasser-Aegagropilen sind Grundbewohner in Seen oder anderen nicht strömenden Wässern. Sie liegen meist frei auf horizontalen oder wenig geneigten Flächen, oder schweben über dem Grunde, wie Lorenz an Clad. Sauteri im Zeller See direkt beobachtet und Verfasser dieses an Kulturen mehrerer anderer Arten oft gesehen hat. Andere Exemplare sind auch, wie im Abschnitte „Haftorgane" beschrieben wurde, in verschiedener Weise angeheftet und können so auch auf schroff abfallenden Grundstrecken und selbst auf senkrechten Flächen (Pfählen und dergl.) existiren.

Anheftungen kommen an tiefen Standorten, wie z. B. im Würmsee, Ammersee, Lago maggiore, nur ausnahmsweise vor, während sie an seichteren, dem Wellenschlage ausgesetzten Plätzen viel häufiger sind. Für diesen Unterschied existiren zwei Gründe. Erstens sind an tiefen Stellen grosser Seen wenig zur Anheftung geeignete Fremdkörper vorhanden und zweitens bedürfen die Pflanzen hier der Anheftung auch weniger, weil an solchen relativ ruhigen Orten die Belastung mit Sinkstoffen genügt, um sie am Aufsteigen zu verhindern. Auf diesen Umstand hat zuerst Lorenz[1]) aufmerksam gemacht und angegeben, dass die getrockneten Ballen von Aeg. Sauteri „eine nicht enden wollende Menge feinsten Staubes aus sich entleeren lassen". Dieselbe Beobachtung habe ich an der gleichen Alge sowie an Cl. profunda und Martensii gemacht und mich wiederholt überzeugt, dass nicht ausgewaschene Aggregate dieser Algen im Kulturglase mehr oder weniger niedersanken und unten blieben, während sie nach Auswaschung des feinen Sandes und Schlammes durch den Assimilations-Sauerstoff bald zur Oberfläche aufgetrieben wurden. Die Aegagropilen zeigen nämlich, wie man sich in Kulturen leicht überzeugen kann, schon bei schwächstem zerstreuten Lichte

[1]) Lorenz 1856. l. c. p. 165.

lebhafte Assimilationsthätigkeit und starken Auftrieb, so dass sie entweder durch Anheftung oder durch Belastung am Grunde zurückgehalten werden müssen. Auf die Oberfläche des Wassers gelangte Exemplare dürften im Freien immer dem Untergange geweiht sein, da sie dann entweder durch Wind und Wellen an das Ufer geworfen, oder durch die allzu starke Belichtung, gegen welche sie empfindlich zu sein scheinen, allmählich zerstört werden.

Unsere Formen leben in scheinbar reinem Wasser; es finden sich aber dennoch Anhaltspunkte für die Vermuthung, dass sie einer gewissen Menge organischer Nahrung bedürfen. Im Würmsee, Ammersee und Lago maggiore habe ich gefunden, dass ihre Standorte jenen Zonen des Seegrundes entsprechen, an welchen sich organische Reste anzusammeln pflegen; Clad. profunda sah ich im Frühjahre bisweilen ganz in faule Blätter eingehüllt. Ferner ist daran zu erinnern, dass die üppigsten Aggregate von Clad. Sauteri an mehr oder weniger sumpfigen Stellen gefunden wurden. Der Standort im Zeller See, an welchem früher bis 8 Zoll grosse Ballen erwuchsen, besass einen tiefen, Gasblasen producirenden Schlammgrund und im „morastigen See" Sabolotje in Russland kommt nach Fleroff[1]) Clad. Sauteri in zahllosen Mengen mit Ballen von Menschenkopfgrösse vor. Anderseits sind meine Versuche, Clad. profunda in ganz reinem Quellwasser anzusiedeln, immer missglückt; die eingesetzten Pflanzen erkrankten allmählich und verschwanden schliesslich, auch unter Verhältnissen, in welchen sie nicht weggeschwemmt werden konnten. In Kulturen dagegen hielten sie sich fast ohne Wasserwechsel und in Gegenwart von organischen Zersetzungsstoffen mehrere Jahre lang bis heute, wenn sie nur vor direkter Besonnung und grosser Erwärmung geschützt wurden.

Aggregatformen.

Rabenhorst[2]) charakterisirt seine Clad. Aegagropila unter Anderem mit den Worten: „filis rigidis, ramosissimis, e centro uno egressis". Die Entstehung eines diesem Wortlaute genau entsprechenden Gebildes wäre nur durch allseitig sternförmiges Auskeimen einer Spore erklärlich. Abgesehen davon, dass in unserem Falle Fortpflanzung durch Sporen noch gar nicht nachgewiesen ist (vergl. das Kapitel: „Erhaltung und Vermehrung"), hat auch wohl noch Niemand die Sporen irgend einer Alge in dieser Weise auskeimen sehen; meines Wissens treten Keimschläuche immer nur nach einer oder nach zwei Richtungen aus. Die erwähnte Angabe darf also, wie die Mehrzahl der in der Botanik verwendeten mathematischen Ausdrücke, nicht in wörtlichem Sinne, sondern nur als eine das Verhältniss an-

[1]) Fleroff l. c.
[2]) Rabenhorst l. c. p. 344.

näherungsweise bezeichnende Redewendung aufgefasst werden. Annäherungsweise allseitig[1]) radiäre Wuchsformen können sich aber, entsprechenden öfteren Lagewechsel einer nicht angehefteten Pflanze vorausgesetzt, in Anbetracht der bereitwilligen Polaritätsumkehr, welche ich bei unserer Gruppe feststellen konnte, aus jedem Aste, ja sogar aus jedem Bruchstücke eines solchen herausbilden. Die regenerirte Pflanze wird dann dem ideell radiären Typus um so näher stehen, je kürzer das austreibende Pflanzenstück früher war. Radiäre Pflanzen können als solche nur eine gewisse Zeit lang existiren, da, wie wir oben gesehen haben, die Aegagropila-Zellen nur ein gewisses Lebensalter erreichen und durch das Absterben der ältesten Zellen aus der bisherigen Einzelpflanze ein Aggregat mehrerer bis vieler selbstständiger Pflanzen entsteht. Die hier in Frage kommenden Formen sind: Ballen, Watten, Rasen und Polster; schliesslich ist noch der Ausdruck „Coenobium" zu erwähnen. Ueber diese Begriffe werden wir uns am leichtesten verständigen, wenn wir zugleich die Entstehungsweise der betreffenden Aggregatformen berücksichtigen.

Der Ballen kann zweierlei Struktur haben, eine mehr oder weniger radiäre oder eine unregelmässig verfilzte. Zunächst haben wir uns nur mit der ersterwähnten Form zu beschäftigen, da die andere ihrem Wesen nach nur eine abgerundete Watte ist. Der radiäre Ballen kann unter entsprechenden äusseren Bedingungen aus jeder einigermaassen radiär gebauten Pflanze entstehen, wenn deren selbstständig gewordene Aeste durch die Verschränkung ihrer Zweige im Zusammenhange bleiben. In kleineren Ballen, zu deren Innern das Licht noch einigermaassen durchdringen kann, entstehen an den Basalstücken — terminal oder häufiger seitlich — rückläufige oder plagiotrope neutrale Sprosse, welche sich in der mannigfaltigsten Weise durch die älteren vegetativen Fäden hindurchwinden und sich, falls im Innern des Ballens zufällig Fremdkörper eingeschlossen sind, theilweise in Rhizoide transformiren können. Dergleichen habe ich oft an Clad. Martensii und profunda gesehen und Wittrock und Nordstedt[2]) haben im Innern der Aggregate von Cl. muscoides var. armeniaca bisweilen angeheftete Steinchen gefunden. In anderen (selteneren) Fällen umschlingen die neutralen Sprosse benachbarte vegetative Fäden (als „Cirrhoide") oder es gelingt ihnen auch, nach der Lichtseite durchzukriechen und sich als „Stolonide" wieder an der vegetativen radiären Sprossung des Ballens zu betheiligen. Diese neutrale Vegetation trägt nicht nur zur Festigung des Ballens bei, sondern

[1]) Die „radiäre" Verzweigung wird gewöhnlich als nur in einer Ebene stattfindend gedacht. Hier handelt es sich aber nicht um die Radien eines Kreises, sondern um die einer Kugel.

[2]) Wittrock und Nordstedt, l. c. p. 13.

füllt auch eine Zeit lang die durch Zerfall der ältesten Basalzellen entstandenen Lücken aus. Hat aber der Ballen eine gewisse Grösse und ein so dichtes Gefüge erreicht, dass sein Centrum vollständig vom Lichte abgeschlossen ist, dann können auch keine neutralen Sprosse mehr entstehen, und es bildet sich schliesslich ein centraler Hohlraum.

Die Bedingungen, welche die Bildung radiärer Ballen ermöglichen, sind, wie aus Vorstehendem ersichtlich ist, einerseits durch die organischen Eigenthümlichkeiten dieser Pflanzen; durch ihre radiäre Verzweigung und bereitwillige Polaritätsumkehr gegeben, schliessen aber andererseits mehrfache äussere Postulate ein, nämlich gute Ernährungsverhältnisse (wegen der erforderlichen reichlichen Astbildung) und freie Beweglichkeit der Pflanzen, welche somit nicht an grössere Gegenstände angeheftet sein dürfen, sowie die Thätigkeit äusserer Kräfte, welche in schonender und ziemlich regelmässiger Weise die Umwälzung vollziehen. Wo einzelne der letzterwähnten zufälligen und äusseren Bedingungen fehlen, können sich auch keine regelmässigen Ballen bilden und es werden andere Aggregatformen entstehen. Im Zeller See treten keine Ballen mehr auf, seitdem der geeignete Standort aufgefüllt ist.[1])

Die Watte („Filz" nach Kerner) stellt eine unregelmässige Zusammenhäufung und Verfilzung von freien Einzelpflanzen und von Bruchstücken solcher dar, ist bald ziemlich gleichmässig verfilzt, bald aus einzelnen Schöpfchen oder Büscheln zusammengesetzt und hat weder bestimmte Form noch limitirte Grösse. Die Watten sind meist frei, nur durch Sinkstoffe niedergehalten, oder theilweise angeheftet. Ihre Entstehung erklärt sich leicht durch gewaltsamere äussere Einwirkungen, wie z. B. heftigen Wellenschlag, Beunruhigung durch Dampfschiffe, Zusammenscharrung durch die Grundnetze der Fischer und dergl. Durch derartige Insulte muss die Bildung regelmässiger Aggregate gestört werden. Kleinere Watten runden sich bisweilen nachträglich ab und es entstehen dann „gerollte Ballen". Gebilde letzterer Art waren es wohl, welche Hassall[2]) veranlassten, die Aegagropilen einfach für mechanisch zusammengerollte Exemplare von Clad. glomerata zu erklären. Aehnliche Verwechselungen mögen bis in die Neuzeit vorgekommen sein. Kommen solche gerollte Ballen in günstige Aussenverhältnisse, so können ihre äusseren Partieen radiär austreiben und es entstehen dann intermediäre Aggregate, deren Kern unregelmässig verfilzt, deren Peripherie aber mehr oder weniger strahlig gebaut ist.

Unter Rasen versteht man gewöhnlich eine mehr oder weniger gedrängte flächenförmige Anordnung orthotroper Pflanzen. Der Rasen

[1]) Vergl. Lorenz 1901. p. 366.

[2]) Hassall l. c. p. 215.

wird zum Polster, wenn sich seine Mitte emporwölbt. Diese Vorstellung trifft in der Hauptsache auch für unsere Pflanzengruppe zu; nur dürfen wir uns diese Rasen nicht in der Weise am Grunde befestigt denken, dass wie etwa bei den Gramineen, jede einzelne Pflanze durch ein Haftorgan befestigt ist. Die Anheftung ist hier vielmehr sehr unregelmässig und betrifft nur den Rasen als Ganzes, während die Einzelpflanzen grossentheils rhizoidfrei und — ebenso wie jene der radiären Ballen — nur durch Verschränkung ihrer Aeste und Durchflechtung ihrer neutralen Sprosse verbunden sind. Bisweilen sind nur so wenige Pflanzen eines Rasens angeheftet, dass zur Niederhaltung des Aggregates die im Abschnitt „Lebensverhältnisse" bereits erwähnte Belastung mit Sinkstoffen[1]) das meiste beitragen muss.

Für die Entstehung des Rasens sind jene neutralen Sprosse, in welche die Hauptäste so häufig auslaufen, von der grössten Bedeutung. Derartig verlängerte Sprosse müssen aus mechanischen Gründen leicht überhängen. Kommen ihre Spitzen dann mit einem festen Gegenstande des Seegrundes in Contact, so können sie sich anheften. Sie sind dann sammt den vegetativen Theilen, aus welchen sie entspringen, dauernd in mehr oder weniger horizontaler Lage fixirt und senden von nun an ihre Verzweigung einseitig nach oben. Wenn die Aeste eines oder mehrerer solcher Schein-Sympodien sich dann ihrerseits reichlicher verzweigen und sich gegenseitig verhängen, so ist die Anlage eines Rasens (vergl. unsere Fig. 6) gegeben und dessen weitere Ausbreitung geht in derselben Weise vor sich, wie die Anlage.

An der Unterseite eines derartigen Aggregates werden — gleichwie im Innern eines Ballens — wegen Lichtmangels vorwiegend neutrale Sprosse entstehen und diese werden sich, weil hier häufiger geeignete Fremdkörper vorhanden sind, leichter in Rhizoide transformiren, als im Innern der Ballen. Ausserdem kommen an der unteren Fläche der Rasen aber auch Cirrhoide und Stolonide zur Ausbildung, während die Oberseite eine orthotrope vegetative Verzweigung producirt, so dass das Aggregat einen dorsiventralen Charakter erhält.

Sitzt der Rasen auf stark geneigter Fläche, so werden sich die orthotropen Sprosse spitzwinkelig zur Unterlage einstellen und es entsteht das „gebürstete" Aussehen; wird er durch irgend welche Zufälligkeiten frei, so kann er je nach Umständen, allmählig in eine Watte oder in einen ballenartigen Körper transformirt werden.

Diese Mannigfaltigkeit der Aggregatformen ist, wie schon aus dem bisher Gesagten hervorgeht, nicht so aufzufassen, dass die einen

[1]) Nichtbeachtung dieser Verhältnisse verführte Kjellman (l. c. p. 3) zu der Annahme, dass die vom Mälarsee ausgeworfenen Aeg.-Rasen von vornherein freischwimmend gewesen seien.

Formen dieser, die andern jener Art eigenthümlich wären, sondern es ist bereits in zwei Fällen gelungen, alle Aggregatformen mit ihren Uebergängen an einer einzigen Species nachzuweisen. In Bezug auf Aeg. Sauteri hat Lorenz[1]) schon vor langer Zeit diesen Wechsel in der Hauptsache zutreffend und mit grosser Ausführlichkeit beschrieben und illustrirt, und von Clad. profunda habe ich kürzlich — allerdings erst nach mehrjährigen vergeblichen Nachforschungen — nebst den schon früher konstatirten übrigen, auch die rasig festsitzende Form gefunden. Von einer dritten Art (Aeg. holsatica Kütz.) haben Wittrock und Nordstedt eine angeheftete (Nr. 212) sowohl, als eine freischwimmende (Nr. 35) Form ausgegeben. In Anbetracht der so grossen Uebereinstimmung, welche in der Organisation bei den Einzelpflanzen sämmtlicher Arten besteht, und in Berücksichtigung des Umstandes, dass diese Algen nur ausnahmsweise planmässig beobachtet worden sind und dass sich die meisten Angaben nur auf zufällige Funde beziehen, scheint deshalb die Vermuthung nicht unbegründet, dass auch die Befähigung zur Bildung sämmtlicher Aggregatformen allen Arten gemeinsam ist und dass sie nur noch nicht bei allen aufgesucht und gefunden worden sind.

Unter diesen Umständen kann ich der Ansicht Kjellman's[2]) nicht durchaus beipflichten. Dieser Autor ist nämlich der Meinung, dass aus den verschiedenen Formen, in welchen die Aegagropilen aggregirt gefunden werden, sich Speciesmerkmale insofern ableiten liessen, als: „Aeg., welche mehr oder weniger ausgebreitete, auf Steinen befestigte „Coenobien" bilden, hinsichtlich der Entstehung und Ausbildung der Coenobien mit einander übereinstimmen, aber von den anfänglich pinselförmigen, später freie kugelförmige Coenobien bildenden Aeg. erheblich abweichen." Diese Auffassung kann ich nur insoweit gelten lassen, als zwar bei keiner Art irgend eine Hauptform der Aggregate von vornherein auszuschliessen ist, aber in der Häufigkeit des Auftretens und in der speciellen Ausbildung der Hauptformen gewisse Unterschiede zu existiren scheinen, auf welche ich im systematischen Theile Rücksicht nehmen werde. Mit aller Entschiedenheit muss ich mich aber gegen die Bezeichnung „Coenobium" wenden, welche der genannte Autor, an einen gelegentlichen Ausdruck Wittrock's anknüpfend, für die Aeg.-Aggregate einführen will. Mit diesem Worte[3]) bezeichnete man bisher bestimmt gestaltete Kolonien einzelliger Algen (Hydrodyctiaceen), in welchen die Anordnung der Zellen nicht durch Theilungsrichtung vegetativer

[1]) Lorenz 1855. Angesichts dieser von mir schon (1895) citirten Arbeit befremdet die Erklärung Kjellman's (l. c. p. 23), dass ihm keine Beobachtungen über die Variationsverhältnisse der Aegagropilen bekannt seien.

[2]) Kjellman l. c. p. 21.

[3]) Vergl. z. B. Wille Chlorophyceen p. 70.

Zellen, sondern durch Aneinanderlagerung der Vermehrungszellen bedingt ist. Die Aggregate der Aeg. sind aber nicht bestimmt, sondern eminent unbestimmt geformt, sie entstehen nicht aus aneinandergelagerten Vermehrungszellen, sondern durch Spitzenwachsthum und Verzweigung aus vegetativen Zellen und weisen somit Verhältnisse auf, welche in den Hauptpunkten dem bisherigen Begriffe von Coenobium diametral entgegengesetzt sind. Somit könnte die von mir beanstandete Bezeichnung geeignet erscheinen, über die thatsächlichen Verhältnisse irrige Vorstellungen zu erwecken. Eine solche irrige Vorstellung spricht Kjellman[1]) sogar deutlich aus, mit den Worten: „Wenn ich die Aegagrop.-Körper als Coenobien bezeichne, will ich natürlich darin die Bedeutung einlegen, dass sie als solche ein individuelles Leben führen und dass hierbei die sie zusammensetzenden Individuen als Organe dienen." An anderer Stelle[2]) ist ferner von Verbindung der verschiedenen ein Coenobium zusammensetzenden Individuen durch Wurzeln die Rede. Eine Vergleichung dieser beiden Stellen muss nothwendiger Weise zu der Schlussfolgerung führen, dass der Autor annimmt, durch die „Wurzeln" würde zwischen den Einzelpflanzen eine organische Verbindung hergestellt. Wenn diese Meinung auch nicht klar ausgesprochen ist, so halte ich es doch nicht für überflüssig, hiermit festzustellen, dass die „Verbindung der Individuen" bei keiner Aggregatform jemals eine organische ist, sondern dass sie immer nur durch Verschränkung und Verflechtung der verschiedenen Fadenarten bethätigt wird. In einem einzigen Falle sah ich ein Rhizoid in eine fremde Stammzelle eindringen; diese Zelle war aber bereits abgestorben. Die festesten Verschlingungen der Cirrhoide liessen sich bei vorsichtigem Präpariren immer ohne Verletzung lösen. Auch Anastomosen vegetativer Aeste fehlten durchaus. Es sind also Kjellman's Aegag.-Coenobien lediglich Aggregate von organisch getrennten Einzelpflanzen, so dass sie nicht als Organismen und ihre Componenten nicht als Organe aufgefasst werden dürfen.

Schliesslich habe ich noch bezüglich der die Orientirung der Aegagr. gelegentlich verändernden äusseren Einflüsse meinen früheren Mittheilungen[3]) eine Ergänzung beizufügen. Ausser der Wellenbewegung, dem Schaufelschlage der Dampfschiffräder, den Netzen der Fischer und gewissen noch nicht näher bekannten Strömungen des Seewassers (z. B. dem „Rinnen" im Würmsee) kommt auch noch die Thätigkeit von Thieren in Betracht. Mittelst eines kleinen, an der Oeffnung nur handgrossen Schleppnetzchens habe ich aus Tiefen von 10—15 m im Würmsee mit den Algen öfters kleine Fische

[1]) Kjellman l. c. p. 15.
[2]) l. c. p. 19.
[3]) 1895 p. 224 u. 1899 p. 304.

(Cottus gobio, die Koppe oder Groppe) erbeutet, welche die lange Zeit des Aufholens nicht zum Entweichen benützten, sondern sich in die den Grund des Netzes füllenden Algen einwühlten. Diese Thiere, welche in den subalpinen und alpinen Seen verbreitet und durch ihre blitzschnellen Bewegungen bekannt sind, jagen in den Beständen der Grundalgen auf die darin hausenden kleinen Thiere. Da diese Fische, von welchen ich auf einen einzigen Zug einmal sogar zwei Exemplare zu Tage förderte, in sehr grosser Anzahl vorhanden zu sein scheinen, so können wohl auch sie in grösseren Tiefen eine gewisse Rolle unter den Gestaltungsursachen der Aegagrop.-Aggregate spielen.

Systematik.

Wie aus den vorhergehenden Kapiteln ersichtlich ist, bilden die hydrophilen Aegagropilen eine sehr bestimmt charakterisirte Gruppe. Die geringe, auch bei den grössten Formen $2^1/_2$ bis gegen 3 cm nicht überschreitende Grösse der kaum jemals mehr als 4 Zweiggenerationen aufweisenden Einzelpflanzen, der immer mehr oder weniger starre Habitus der Verzweigung, das Fehlen intercalarer Zelltheilung (bei normaler Vegetation), sowie von basaler Zweigverwachsung (welche unter keinen Umständen auftritt), und von basal centralen Haftorganen, die Häufigkeit der Polaritäts-Umkehr im unteren Dritttheile der Pflanze und das regelmässige Absterben der Pflanze von unten nach oben, sowie bei Euaegagropila die Fähigkeit zur Ausbildung von apikalen neutralen Sprossen, Rhizoiden, Cirrhoiden und Stoloniden unterscheiden diese Pflanzen von allen Eucladophora-Formen.

Von Clad. glomerata, mit welcher die Aegagropilen schon verwechselt worden sind, unterscheiden sie sich durch ihre verlangsamte Evektion, in Folge deren die Mehrzahl ihrer Aeste den seitlichen Ursprung noch deutlich erkennen lässt, während die Aeste von Clad. glomerata in der Regel schon sehr frühzeitig auf die obere Fläche ihrer Mutterzelle hinaufrücken. Ferner kommt deutlich lanzettliche Verdickung der Zweigspitzen, welche bei mehreren oder vielleicht bei allen Euaegagropilen häufig beobachtet wird, bei Cl. glomerata[1]) kaum vor. Andererseits schwindet oft an älteren Basalstücken von Clad. glomerata der Zellinhalt sammt den Querwänden der untersten Zellen, so dass eine dickwandige Röhre entsteht, welche noch längere Zeit mechanische Dienste leistet, während bei den Aegagropilen jede Basalzelle für sich abstirbt und sich auflöst, mit oder ohne vorherige Ablösung vom Stamme jedenfalls ohne vorhergehenden Schwund ihres oberen Septums.

[1]) Die Winterzellen dieser Art (vergl. Cl.-Stud. Taf. III. Fig. 14) haben eine ganz andere Form.

Während man demnach von jeder hydrophilen Aegagropila-Pflanze mit Sicherheit die Zugehörigkeit zu dieser Gruppe feststellen kann, bereitet die Einreihung in eine der beschriebenen oder vielmehr nicht genügend beschriebenen, sondern meist einfach „aufgestellten" Arten desto grössere Schwierigkeiten. Keine der existirenden Diagnosen berücksichtigt die Wandelbarkeit dieser Pflanzen und die Abbildungen der Kützing'schen Tabulae phycologicae sowie jene anderer Autoren, sind durchaus nicht in dem Sinne aufzufassen, als ob jedes Exemplar der betreffenden Species gerade so aussehen müsste; sie stellen alle vielmehr nur Einzelfälle dar, oder sogar Abnormitäten.[1]) Relativ am häufigsten zutreffend ist noch der von Kützing[2]) für Aeg. Martensii geschilderte Typus; doch haben auch hier — ganz abgesehen von den „schlanken Formen" (vergl. Fig. 3) — viele Exemplare ein sehr abweichendes Aussehen, während andererseits bei Cl. Linnaei, holsatica und besonders bei Cl. profunda einzelne Pflanzen oder selbst kleine Aggregate vorkommen, welche sich von Cl. Martensii nicht unterscheiden lassen.

Die Uebereinstimmung in den Hauptpunkten der Organisation, welche zwischen den einzelnen Arten besteht und die grosse Wandelbarkeit in der Art der Verzweigung und der Form der Zellen, welche allen Arten gemeinsam sind, bedingen, dass sich aus einer einzelnen Pflanze oder oft selbst aus einem Aggregate, die Species höchstens annäherungsweise, aber fast niemals sicher bestimmen lässt. Zu letzterem Zweck ist immer ein grösseres Material erforderlich, um die Maximalgrösse der Einzelpflanzen und die durchschnittlich häufigste Form der Stammzellen feststellen zu können. Diese beiden Punkte sind es nämlich, welche sich an den näher bekannten Formen noch am meisten stabil erwiesen haben, so dass man auf sie in erster Linie die spezielle Eintheilung begründen muss.

Die relative Länge der Zellen hat hier — trotz des Fehlens intercalarer Theilung — nicht mehr Werth, als ich ihr bei der Classifikation der Eucladophora-Formen einräumen konnte und kann höchstens bezüglich der Stammzellen einigermaassen berücksichtigt werden. In der Terminalverzweigung giebt es wegen der häufigen Uebergänge zu oft ungemessen langzelligen neutralen Aesten auch keinen annäherungsweise brauchbaren Maassstab.

Da die verschiedenen sowohl freischwimmenden als angehefteten Aggregatformen — wenn auch die Möglichkeit aller dieser Formen bei allen Arten vorausgesetzt werden kann — nicht von allen thatsächlich bekannt sind, wird es nöthig sein, vorläufig für jede Art

[1]) Das ist z. B. in ausgesprochener Weise der Fall bei Aeg. Sauteri: Taf. 61. Bd. IV d. Tabul. phycol. Derartig deformirte Stammzellen sind keineswegs die Regel.

[2]) l. c. Bd. IV. Taf. 59.

anzugeben, in welcher makroskopischen Form sie bisher aufgefunden worden ist.

Bevor wir zur Betrachtung der Arten übergehen, müssen wir auch hier (wie bei den Eucladophoren) die biologischen Formen von den systematischen ausscheiden. In dieser Beziehung habe ich erstens an das gelegentlich — bei uns zumeist über Winter — an einzelnen Pflanzen stattfindende Absterben der Zweigspitzen zu erinnern. Solche Pflanzen bestehen dann fast nur aus verdickten Stammzellen und sind natürlich kleiner als Exemplare, welche ihre normale Terminalverzweigung noch besitzen. Von diesem Zustande, welcher dem Status detersus von Cl. glomerata entspricht, giebt unsere Fig. 1 eine Vorstellung; man muss sich nur die dünn cylindrischen Spitzen, welche fast alle in der Kultur zugewachsen sind, hinwegdenken. Zweitens sind die im Kapitel „Neutrale Sprosse etc." bereits erwähnten „schlanken Formen" in Erinnerung zu bringen. Es erschiene bisweilen kaum glaublich, dass diese Formen zu ihrer Art gehören, wenn man nicht den Uebergang in allen Phasen beobachten könnte. Beispiele hierfür geben unsere Fig. 3 und eine frühere Abbildung von mir[1]) (Cl. profunda), welche letztere übrigens noch nicht den höchsten Grad der Verdünnung darstellt.

Nachdem vorstehend die der ganzen Gruppe eigenthümlichen Merkmale angegeben sind, sollen in Folgendem jene der zwei von mir vorgeschlagenen Unterabtheilungen und der einzelnen Species festgestellt werden.

1. Unterabtheilung. Euaegagropila nob.

Entweder in Ballen oder Watten freischwimmend oder rasig-polsterförmig angeheftet (durch accessorische Rhizoide oder Cirrhoide). Verzweigung der orthotropen Stämme deutlich racemös, jene der niederliegenden oft pseudosympodial, Zellen und Aeste gerade oder in unregelmässiger Weise etwas verbogen; Evektion verlangsamt; Vermehrung durch regelmässiges Freiwerden der Hauptäste, sowie durch Regeneration beliebiger zufällig entstandener Bruchstücke; ferner durch Stolonide.

A. Stammzellen oft nach oben zu stark verdickt, mit starren Membranen versehen, vor ihrem Zerfalle leicht vom Stamme ablösbar.

Ballen bis 12 mm gross, ziemlich dicht; Pflanze bis 5 mm hoch. Ausgesprochen subterminale Insertionen häufig, Septa oft provekt, Stammzellen häufig bauchig-becherförmig bis kurz birnförmig und dann bis 90 (97) μ verdickt.

1. Cl. Linnaei.

---

[1]) 1895. p. 223. Fig 1.

Ballen bis 1,5 cm gross, öfters zu kleinen Watten verhängt, ziemlich locker. Pflanze bis 1 cm gross. Insertionen nur selten auffallend subterminal. Stammzellen oft becher- oder birnförmig und dann bis 120 (140) μ verdickt. Terminalzellen bisweilen stumpf dornartig zugespitzt.

2. Cl. Martensii.

Meist in Watten, auch in lockeren bis 3 cm grossen Ballen, selten in Rasen. Pflanze bis 1,5 cm gross. Subterminale Insertionen und zugleich provekte Septa sehr häufig und ausgesprochen. Stammzellen öfters rüben-, becher- oder länglich-birnförmig mit dickster Anschwellung bis 90 (120) μ.

3. Cl. profunda.

Ballen bis 2,5 cm gross, dicht; auch Rasen. Pflanzen bis wenig über 1 cm gross. Subterminale Insertionen kommen bis zur Mitte der Pflanze herab vor, sind aber wenig ausgesprochen. Stammzellen öfters rüben-schlank becherförmig, bis zu 90 μ verdickt. 4. Cl. holsatica.

B. Alle — auch die älteren — Stammzellen in der Regel cylindrisch oder nach oben zu nur wenig verdickt mit zähen Membranen, so dass sie bis zu ihrer vollständigen Auflösung ziemlich fest in Zusammenhang bleiben.

Ballen und Rasen. Pflanze bis 8 mm hoch. Insertionen meist regelmässig. Alte Stammzellen nur bisweilen schlank becherförmig, dann bis 85 μ verdickt. Verzweigung ziemlich sparrig, Aeste und Zellen oft unregelmässig wellig verbogen, Zellhäute durchschnittlich dünner, als bei den andern Arten.

5. Cl. armeniaca.

Ballen bis kopfgross, sehr dicht, auch Watten, Polster und Rasen. Pflanzen bis 3 cm hoch. Subterminale Insertionen häufig und ausgesprochen. Stammzellen nur selten und wenig, bis 68 (85) μ verdickt. Verzweigung oft reiserbesenförmig. 6. Cl. Sauteri.

2. Unterabtheilung. Cornuta nob.

In lockeren Ballen oder kleinen Watten frei oder durch die Verzweigung mit anderen Algen verhängt. Haftorgane fehlen vollständig. Verzweigung racemös, aber durch Evectio dislokans[1]) meist schraubelähnlich. Zellen und Aeste horn- und geweihförmig. Vermehrung nur durch Weiterentwickelung frei gewordener Aeste und Regeneration von Bruchstücken. Neutrale Sprosse und Stolonide fehlen.

Ballen bis 4 mm gross, sehr locker, auch kleine Watten. Pflanzen bis 3 mm gross. Zellen bis 75 μ dick. Terminalzellen meist stumpf zugespitzt. 7. Cl. cornuta.

[1]) Vergl. Brand 1899 p. 182 (13).

Bemerkungen zu den einzelnen Arten.

1. Cladophora Linnaei Kütz. Phyc. germ. p. 219, Spec. Alg. p. 413. (Conferva Aegagropila Linn.) Abbildungen: Kützing 1847. IV. Taf. 58. Kjellman l. c. Taf. IV. Fig. 2. Exsiccat: Wittrock und Nordstedt Nr. 36. Die Maximalgrösse der Aggregate habe ich nach Kützing angegeben, die Grösse der Einzelpflanzen und die Maximaldicke der Zellen aber nach eigenen Messungen; Kützing giebt als grösste Dicke der Zellen nur 75 μ ($^1/_{30}$‴) an. Diese Art hat durchschnittlich die kürzesten und relativ am meisten aufgetriebenen Zellen, was Kützing durch „trichomatibus torulosis" andeutet. Als Fundorte werden angegeben: Schweden, Dänemark, Norddeutschland und Kärnthen. Untersucht wurde das citirte Exsiccat von Wittrock und Nordstedt, sowie noch ein anderes schwedisches Exemplar aus dem Herbare Nordstedt.

2. Clad. Martensii Menegh. in Kütz. Spec. Alg. p. 413. Abbildungen: Kützing 1847. IV. Taf. 59. Kjellman l. c. Taf. IV. Fig. 1. Unsere Fig. 1, 2, 4 (normal), Fig. 3 (schlanke F.). Exsiccat: Wittrock und Nordstedt Nr. 112. Die Pflanzen vom klassischen Standorte übersteigen die von Kützing angegebene Maximaldicke von 63 μ oft bedeutend und zwar um mehr als das Doppelte. Rabenhorst's Angabe: „globis laxis" ist das einzige charakteristische Moment, welches sich in der älteren Literatur findet, denn unter den damals bekannten Formen war sie entschieden die lockerste. Deshalb ist auch an ihr das bei den anderen Arten übersehene Vorkommen von Oppositionen und mehrgliedrigen Wirteln bemerkt und von Kützing durch die Worte „ramis oppositis verticillatis" angedeutet worden. Die Terminalzellen sind bisweilen (aber nicht immer) stumpf dornartig, was besonders an mangelhaft erweichten Exsiccaten auffällt. Fundorte: Lago maggiore, 6—8 m tief und mehrere schwedische Seen. Untersucht: Am klassischen Standorte Lago maggiore, bei der Insel San Pancrazio, gegenüber Brisago, eingesammeltes Material, welches von dortigen Fischern „motolina" genannt wurde; ferner das oben bezeichnete Exsiccat.

3. Clad. profunda Brand. Botan. Centralbl. LXI. 1895. p. 50. Abbildungen: Brand 1895. p. 223. Fig. 1 (schlanke Form) und unsere Figuren 5, 6, 10 und 11 (Normalform). Exsiccat: Wittrock et Nordstedt Nr. 1226. Da diese Pflanze in meinen früheren Publikationen bereits ausführlich besprochen ist, habe ich hier nur einige Ergänzungen beizufügen. Die Aggregate — mit Ausnahme der etwas dichteren Rasen — sind lockerer, als bei allen übrigen Arten[1]) und

[1]) Die Bemerkung Kjellman's (l. c. p. 14), dass „sogar ganz lockere Watten bildende Cladophoren ohne Einwendung den Aegagropilen angereiht" würden, kann sich nur auf diese Species beziehen.

speciell als jene von Cl. Martensii. Selbst über 2 cm dicke radiäre Ballen, welche im Wasser deutlich als solche erkannt werden, lassen sich beim Trocknen ganz flach pressen. Derartige Formen scheinen vor meiner Publikation nicht zu Aegagropila gerechnet worden zu sein. Wohlausgebildete Ballen habe ich bisher nur an einer Stelle gefunden, welcher die Dampfschiffe nicht nahe kommen, Rasenbildung aber nur in einem einzigen Falle, und zwar an einem alten, schräg im Grunde steckenden Pfahle. In der Regel sind in den tieferen Abschnitten des Würmseegrundes keinerlei grössere feste Körper vorhanden, an welchen sich letztere Aggregatform ausbilden könnte. Die schlanke Form erreicht nur eine Dicke von ca. 68 μ und die Stammzellen sind nach oben zu nur wenig und zwar meist schmal kelchförmig verdickt. Einzelne Fäden sieht man oft plötzlich an Durchmesser zunehmen und in die Normalform übergehen. Fundorte: Würmsee und Ammersee in Oberbayern in 10—15 (20) m Tiefe, der Rasen ca. 6 m tief. Auch in dem kleinen schwedischen See Lillsjön hat O. Borge eine Form aufgefunden, welche, soweit aus der sehr kleinen Probe zu entnehmen ist, mit dieser Art übereinstimmt. Untersucht: Eigene zu allen Jahreszeiten gemachte Aufsammlungen und ein Exsiccat aus dem Lillsjön.

Var. Nordstedtiana n. var. In kleinen Watten frei auf dem Grunde liegend oder an Holz, Steinen und Muscheln in lockeren Räschen angeheftet. Pflanzen etwas kleiner und schlanker als die Normalform, Zellen nur bis 68 (80) verdickt. Subterminale Insertionen gleichfalls ausgesprochen — besonders an jüngeren Abschnitten, aber Septa weniger provekt. Membranen durchschnittlich schwächer. Fundort: See Sandhemsjön in Schweden in 4—5 m Tiefe. Untersucht: Mehrfache Aufsammlungen, welche der Entdecker, Herr Dr. O. Nordstedt zu verschiedenen Zeiten gemacht hat. Hierher scheint auch die von Börgesen[1]) (nach der bisherigen Nomenklatur mit Recht) als Aeg. Martensii bestimmte Alge aus „Sandsvatn" auf der Fär-Öer-Insel Sandö, als Ballenform dieser Varietät zu gehören, wiewohl mir ohne eigene Untersuchung eines genügenden Materiales kein ganz bestimmtes Urtheil hierüber möglich ist.

4. Clad. holsatica Kütz. Spec. Alg. p. 414 (incl. Aeg. Froeichiana Ktz. u. Cl. holsatica Sprée) Abbildungen: Kützing 1847. IV. Taf. 60. Exsiccate: Rabenhorst Alg. exsicc. Nr. 523, Wittrock et Nordstedt Nr. 35 (f. fluitans) u. Nr. 212 (f. adnata). Kützings Angabe: „ramis alternis" hat sich als unrichtig erwiesen. Die Zweigstellung dieser Art unterscheidet sich in keiner Weise von jener der übrigen. Von Cl. profunda unterscheidet sie sich am auffallendsten durch ihre viel dichteren Aggregate. Die Stammzellen haben etwas zähere Mem-

[1]) Börgesen l. c. p. 252 u. Taf. X. Fig. 1.

branen, dissociiren sich weniger leicht, und in dieser Beziehung bildet diese Species einen Uebergang von der Abtheilung A zu B. Als Fundorte werden angegeben: Seen in Holstein, Lauenburg, Dänemark, Wener-Mälarsee und andere Seen in Schweden. Die f. fluitans ist im Valloxen-See $^1/_2$ Fuss unter der Oberfläche gefunden worden; vielleicht handelte es sich hier um aufgetriebene Exemplare. Untersucht: Alle bezeichneten Exsiccate.

5. Clad. armeniaca (Aeg. muscoides var. armeniaca Wittrock et Nordstedt). Exsiccat: W. et N. Nr. 111. Die Maximalgrösse der Aggregate ist von den Autoren nicht angegeben. Da ich aus den unten anzuführenden Gründen Aeg. muscoides Menegh. nicht als Art anerkennen kann, muss ich die Form als selbstständige Species auffassen. Fundort: See Tabiszchuri bei Tiflis (nach Schmidle in 10 m Tiefe). Untersucht: das bez. Exsiccat.

6. Clad. Sauteri (Nees) Kütz. (incl. var. Daldinii Ces. et Not.). Plycol. germ. p. 219. Species Alg. p. 414. (Conferva coactilis Sauter in lit. Conf. Sauteri Nees. Conf. Smithii Engl. Bot. t. 1377.) Abbildungen: Engl. Bot. l. c. Kützing 1847. IV. Taf. 61. Lorenz 1855. Taf. II mit V. Exsiccate: Rabenhorst. Alg. exsicc. Nr. 41 (Original) ibid Nr. 819 (Aeg. Daldinii); Wittrock et Nordstedt Nr. 34. Diese Art hat unter allen anderen die längsten Einzelpflanzen und die Fähigkeit zur Bildung der grössten Ballen. Auch hier macht Kützing die unrichtige Angabe „ramis alternis". Während die Verzweigung im Allgemeinen mit jener der übrigen Formen übereinstimmt, entspringen seltener als bei den anderen mehr als zwei Aeste aus einer Zelle, so dass ein dritter Ast, welcher bisweilen vorhanden ist, von den bisherigen Beobachtern noch nicht bemerkt worden zu sein scheint. Klassischer Standort ist der Zeller (nicht Ziller!) See im Pinzgau. Hier kommt die Alge nach Lorenz (1901) in Tiefen von 8—10 m in Watten und unregelmässigen Formen vor, ohne jedoch Ballen zu bilden. Letztere Aggregatform entstand früher an einer seichteren Stelle, welche jetzt aufgefüllt ist. Ferner werden angegeben: See von Piné in Tirol, Seen bei Mariazell in Steiermark und in England, Mälar- und Hederwiken-See in Schweden, See Sabolotje in Russland und der Almsee in Oberösterreich. Im Letztgenannten soll sie aber nach Lorenz noch nicht sicher nachgewiesen sein. Kleinere Ballen wurden als var. Daldinii bezeichnet, unterscheiden sich aber nach Rabenhorst's Angabe und nach meiner eigenen Untersuchung im Uebrigen nicht von der Art. Auf dem betreffenden Exsiccate der Rabenhorst'schen Sammlung ist bezüglich des Fundortes angegeben „in valle profundissima et omnino umbrosa Helvetiae saxis et rupibus irriguis arcte adhaerens"; in der Flora europ. algar. wird aber der Lago maggiore als Standort genannt. Abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit der ersteren Ortsbezeichnung stimmen aber die in dem

feinen Sande, mit welchem das erwähnte Exemplar imprägnirt ist, enthaltenen organischen Formen vollständig mit jenen überein, welche in den Aggregaten der von mir im Lago maggiore gesammelten Cl. Martensii enthalten sind, so dass die Angabe der Flora sicher die richtige ist. Untersucht: Reichliche Bestände lebender Pflanzen aus dem Zeller See, sowie grosse Mengen alten Trockenmateriales vom gleichen Fundorte, welche letztere sich in der hiesigen Staatssammlung vorfanden; nebstdem sämmtliche oben angegebene Herbar-Exemplare.

Var. Borgeana n. var. An steil abfallenden Felswänden des Seebeckens in weit ausgebreiteten, wattenartig verdickten Rasen angeheftet. Zellen der aufstrebenden Stämme vorwiegend cylindrisch, jene der an den Spitzen angehefteten und niederliegenden oft merklich verdickt. Fäden letzterer Art schmiegen sich bisweilen der Unterlage sohlenartig an. Aggregate etwas lockerer, als jene der Hauptform, Fäden im Allgemeinen schlaffer und Membranen dünner. Fundort: Kleiner See westlich von Nabbo, Upland in Schweden, ca. 1 Fuss unter Wasser. Untersucht: Reichliches von dem Entdecker, Herrn Dr. O. Borge, eingesammeltes Trockenmaterial. Diese Varietät tendirt einigermaassen nach Cl. profunda zu.

8. Clad. cornuta Brand. Hedwigia XXXIV. 1895. p. 226. Abbildungen: Brand 1895. p. 226. Fig. 2 u. 1899. Taf. III. Fig. 20 u. 21. Diese Art stimmt trotz ihres abweichenden Aussehens und gewisser obenerwähnter und in meinen früheren Publikationen ausführlicher dargestellten Eigenthümlichkeiten in den Hauptpunkten der Organisation und in ihrer Lebensweise mit dem Sectionscharakter überein; der wurzellose Typus kommt bei ihr am deutlichsten zum Ausdrucke. Die fehlenden Haftorgane sind durch Krümmung der Glieder und Aeste ersetzt, so dass sich die Pflanze ziemlich fest verhängen kann. Fundort: Würmsee 10—12 m tief, nur in Gesellschaft von Cl. profunda.

Ungenügend bekannte Formen.

Conferva Aegagropila β tenuis Roth. (cit. nach Sauter l. c.) könnte, nach den Standorten (Bäche bei Klagenfurth) zu schliessen, wohl eine Form von Cl. glomerata sein.

Clad. clavuligera Grun. Alg. Novar. p. 40. An Schnecken auf der Insel Ceylon. Obwohl die Beschreibung nicht direkt gegen Aegagropila spricht, fehlt doch jede positiv entscheidende Angabe.

Clad. pamosa Dickie. Algae of Mauritius in Journ. Linn. soc. bot. 1875. p. 200. Insel Mauritius. Mit wenig sagender Diagnose. Die gleichmässige Kürze der Zellen von nur 2—3 Quermessern wäre eine bei unserer Gruppe sehr auffallende Erscheinung.

Clad. muscoides Hansgirg. Prodromus 1886. p. 85. Die Abbildung stellt entschieden eine Aegagropila dar; bezüglich der Species ist aber kein fester Anhaltspunkt gegeben.

Clad. Aegagropila Wolle. Freshwater Algae United St. p. 129. Abbildung: l. c. Taf. CXII. Diese in Quellen und kalten Flüssen an Steinen sitzende amerikanische Form stellt nach Angabe des Autors eine Art von Verkümmerung der europäischen Formen dar. Ihre Aeste verschmälern sich allmählig nach der Spitze zu und bestehen aus sehr kurzen, ohne Ausnahme nur 1—1½ Quermesser langen Zellen, welche an der Septis etwas eingeschnürt sind. Dem gegenüber ist auch hier kein für Aegagropila charakteristisches Moment angegeben.

Clad. Aegogropila var. thermalis Wolle. Bullet. Torrey bot. Club. XII. 12 und Hedwigia 1887. Mit 10—20 Quermesser langen Zellen, an den Abflusswänden warmer Schwefelquellen in Florida angeheftet. Bedarf nach des Autors eigener Angabe noch weiterer Beobachtung.

Aeg. canescens Kjellman l. c. Ist unzweifelhaft eine zu meiner Abtheilung A gehörige Euaegagropila und stellt möglicherweise die bisher noch nicht bekannte Rasenform von Cl. Martensii dar. Zur sicheren Bestimmung der Species wäre aber statt des benutzten schadhaften, ein frisches Material, sowie auch die Auffindung des eigentlichen Standortes wünschenswerth.

Clad. Dusenii. n. sp. Abbildung: Unsere Fig. 15a u. b. Bildet lockere Räschen auf faulem Holze. Pflanzen bis 1 cm gross. Subterminale Insertionen nur vereinzelt ausgesprochen. Zellen nur cylindrisch, mittellang, Stammzellen niemals nach oben zu merklich verdickt, bis 40 (50) μ im Quermesser. Diese Art scheint auf den ersten Blick unserer Gruppe fremd zu sein, ihre Organisation erinnert aber sehr an jene der Süsswasser-Aegagropilen und stellt nur gleichsam einen Excess von deren Eigenthümlichkeiten dar. Die dort vereinzelt vorkommenden Oppositionen kann man als erste schwache Andeutung von Fiederung betrachten, während hier öfters mehrere in einer Ebene aufeinander folgen und so stellenweise wirkliche Fiederung[1]) entsteht. Die dort nur vereinzelt beobachtete Anheftung der Zweigspitzen ist hier so häufig, dass sie nahezu als Regel betrachtet werden kann und die bei den Angehörigen unserer Gruppe erst in hohem Alter oder bei Erkrankung der Stammzellen stattfindende Ablösung der Aeste scheint hier auch an lebenskräftigen

[1]) Mehr oder minder ausgesprochene Andeutungen dieser den europäischen Süsswasserformen von Cladophora ganz fremden Verzweigungsart, finden sich meines Wissens nur noch an zwei (tropischen) hydrophilen Arten: Cl. pinnata Dickie und Cl. Beneckei Möbius (1893. p. 120 u. Taf. IX. Fig. 8). Letztere gehört nach Möbius übrigens zur Section Spongomorpha.

Stammtheilen durch selbstthätige Abschnürung bewerkstelligt werden zu können. Untersucht: Ein kleines von dem Entdecker, Herrn Ingenieur P. Dusén, gesammeltes Exemplar, welches mir Herr Dr. O. Nordstedt gütigst überlassen hatte. Auf der Etiquette ist nur bemerkt: „No. 18. Kamerun ad truncos putridos in aqua". Ob Süss- oder Brackwasser konnte ich bis jetzt nicht in Erfahrung bringen.

Aus der Section zu streichende Arten.

Clad. Leprieurii Kütz. Spec. Alg. p. 413 gehört nach Kützing's[1]) eigener Angabe vielleicht besser in die Nähe von Spongomorpha und Sphacelaria. Diese Pflanze führt der Autor[2]) später als „Chloropteris Leprieurii Montagne" auf.

Clad. contorta Zeller in Hedwigia 1873. p. 175 kann in Rücksicht auf ihre fast unverzweigten aus knolliger Wurzel entspringenden Fäden nicht hierher gehören.

Vollständig zu streichende Art.

Clad. muscoides Menegh. Das einzige zuverlässige Kennzeichen, welches die Diagnose dieser Art von jener anderer Formen, wie z. B. Cl. holsatica unterscheidet, ist Kützing's Angabe „articulo ultimo lanceolato". Untersuchung eines Originalexemplares von Meneghini (aus Kützing's Herbar in Berlin) hat mir aber gezeigt, dass diese lanzettliche Verdickung hier nicht häufiger vorkommt, als bei anderen Arten. An einem von Kützing als Aeg. muscoides bestimmten Exemplare aus dem Uckel-See sowie an Cl. holsatica Spec. (Rabenhorst Algen Nr. 523), welches Rabenhorst[3]) später als Cl. muscoides auffasste, fand ich überhaupt keine solche Beschaffenheit der Spitzen. Aehnliche Beobachtungen scheinen Rabenhorst veranlasst zu haben, die lanzettlichen Spitzen aus seiner Diagnose wegzulassen; damit war die „Art" eigentlich schon vernichtet. Nun habe ich aber an dem von Meneghini stammenden Exemplare mehrfach kurze Septirung der Spitzen und Einschnürungen von anderen Zellen gefunden, wie solches an Kultur-Exemplaren vorkommt. Daraus glaube ich schliessen zu dürfen, dass die in die Aquarien des botanischen Gartens zu Padua (wohl zufällig mit Wasserpflanzen) eingeschleppten Aegagropilen zwar da eine Zeit lang vegetirten, dass ihnen aber die Verhältnisse doch nicht ganz zusagten: mit andern Worten, dass es sich hier um eine Kulturform handelt. Welche Species eingeschleppt wurde lässt sich natürlich jetzt nicht mehr feststellen und hat schliesslich auch nur historisches Interesse. Keinesfalls kann aber eine Kulturpflanze

[1]) Kützing 1847. IV. p. 12. Anm.
[2]) l. c. VI. Taf. 2 und Text.
[3]) Rabenhorst l. c. III. p. 344.

den Typus für eine neue Art abgeben; am wenigsten bei einer Pflanzengruppe, welche so polymorphe Arten enthält, wie die unserige. Es kann deshalb Aeg. muscoides Menegh. von verschiedenen Gesichtspunkten aus nicht als Art anerkannt werden.

Lesern, welche sich mit dieser Gattung und Gruppe noch nicht selbst beschäftigt haben, wird es vielleicht auffallend erscheinen, dass eine Species gestrichen werden soll, welche doch schon zweimal abgebildet[1]) worden ist. Ich gestatte mir deshalb, an die schon erwähnte Variabilität dieser Pflanzen zu erinnern, in Folge deren solche Bilder wie sie von „Aeg. muscoides" gezeichnet worden sind, sich in Präparaten von verschiedenen andern Arten gleichfalls finden können, sowie daran, dass speciell der von Kützing gezeichnete Typus in einem von mir untersuchten Originalexemplare nicht aufzufinden war. Der Prüfung von Hansgirg's Cl. muscoides ist der Umstand sehr hinderlich, dass dieser Autor, welcher die für Böhmen seltene Pflanze „in Seen und Wasserbecken" bei Kaplitz einmal gefunden hat, über diese Standorte keine bestimmtere Angaben macht.

Schluss.

Hier möchte ich nur einige Ergebnisse meiner Untersuchungen hervorheben, welche mir besonders geeignet erscheinen, die auch nach den Beobachtungen meiner Vorgänger noch bestehenden unklaren Punkte vollends aufzuhellen.

1. Die hydrophilen Aegagropila-Formen sind typisch wurzellose Pflanzen, ohne polare Gliederung in einen cauloiden und einen rhizoidalen Abschnitt.
2. Ihre accessorischen Rhizoide können sich aus jedem Abschnitte der Pflanze und nach jeder Richtung entwickeln.
3. Die Einzelpflanzen haben eine für jede Art ziemlich bestimmt limitirte Grösse, von welcher ab der Zuwachs nach oben durch allmähliges Absterben von unten her ausgeglichen wird.
4. Durch dieses regelmässige Absterben der ältesten Stammzellen werden regelmässig die untersten Aeste in akropetaler Reihenfolge frei. In zufälliger Weise können ähnliche Vorgänge an allen Theilen der Pflanze stattfinden.
5. Die Aegagropilen haben ein ausserordentlich langsames Wachsthum und — wie die Sphagneen — eine unbegrenzte Lebensdauer.
6. Sie haben ein ziemlich geringes Lichtbedürfniss.
7. Nicht jeder ihrer schwachen, chlorophyllärmeren Sprosse ist ein Rhizoid; der Charakter solcher „neutrale" Sprosse ist

[1]) Vergl. Kützing 1847. IV. 59 und Hansgirg, Prodromus d. Algenflora von Böhmen I. p. 85.

vielmehr vorerst noch unbestimmt, und es hängt von äusseren Verhältnissen ab, ob sie sich in Haftorgane — Rhizoide und „Cirrhoide" — umwandeln, oder in den vegetativen Zustand zurückkehren. Letzteres kann direkt geschehen oder indirekt, durch Ausbildung von „Stoloniden".

8. Auf Umkehr ihrer Lage reagiren die vegetativen Fäden in dem nunmehr nach oben gerichteten unteren Dritttheile der Pflanze durch Umkehr der Insertions- und Wachsthumsrichtung ihrer Adventiväste, während nach der vom Lichte vollständig abgewendeten Seite das rein vegetative Wachsthum für die Dauer dieser Richtung ganz stille zu stehen scheint.

Literatur.

Börgesen, F. Freshwater-Algae of the Faeröes. (Botany of the Faröes. Part. I.) Kopenhagen 1901.

Brand, F. 1895. Ueber drei neue Cladophoraceen aus bayrischen Seen. Hedwigia Bd. XXXIV. p. 222 u. f.

— 1899. Cladophora-Studien. Botan. Centralbl. Bd. LXXIX. p. 145 u. f. mit 3 Tfl.

— 1901. Ueber einige Verhältnisse des Baues und Wachsthums von Cladophora. Botan. Centralbl. Beihefte. Bd. X. Heft 8.

Fleroff, A. Jahresber. d. Gesellsch. d. Naturforsch. Moskau 1896.

Hassall, A. A history of the british freshwater algae. London 1845.

Kjellman, F. R. Zur Organographie und Systematik der Aegagropilen. Nova acta reg. soc.-sc. Upsal. Ser. III. Vol. XVII. 1898.

Kützing, F. T. 1847. Tabulae phycologicae.

— 1849. Species algarum.

Lagerheim, G. Ueber Aegagropilen. Nuova Notarisia 1892.

Lorenz, J. R. 1855. Die Stratonomie von Aegag. Sauteri. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. X. p. 147 u. f.

— 1901. Ergänzungen zur Bildungsgeschichte der sogen. „Seeknödel" (Aeg. Santeri Kg.). Verh. d. k. k. zoolog.-botan. Ges. Wien. Jahrg. 1901.

Möbius, M. Beitrag zur Kenntniss der Algenflora Javas. Ber. der D. Bot. Ges. 1893. p. 118 u. f.

— Beitrag zur Kenntniss der Algengattung Pithophora. Ber. D. Bot. Ges. Jahrg. 1895. p. 356 u. f. mit Tafel.

Rabenhorst, L. Flora europaea algarum. t. III.

Sauter, A. E. Conferva Aegagropila L. Flora VII. 1824.

Schmidle, W. Algen aus den Hochseen des Kaukasus. 1897.

Schmitz, F. Beobachtungen über die vielkernigen Zellen der Siphonocladiaceen. Festschr. etc. d. Naturforscher-Ges. zu Halle a. S. 1879.

Strömfeld, H. Ueber die Haftorgane der Algen. Botan. Centralbl. 1888. p. 381 u. f.

Wille, N. 1887. Algologische Mittheilungen. Pringsheim's Jahrb. XVIII.

— Die Chlorophyceen in Engler-Prantl, die natürl. Pflanzenfamilien.

Wittrock, V. und Nordstedt, O. Algae aquae dulcis exsiccat. Descriptio systemat. dispos. Stockholmiae 1889.

Wittrock, V. Development and systematic arrangement of the Pitophoraceae. Nova acta reg. soc. sc. Upsal 1877.

Wolle, F. Fresh-water algae of the united states. Bethlehem P. A. 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Die Mehrzahl der Figuren ist 30mal vergrössert, also nur halb so stark als die Abbildungen der „Clad.-Studien"; nur Fig. 13b, Fig. 14 und 15b sind 90mal, Fig. 3 aber nur ca. 15mal vergrössert.

Fig. 1. Clad. Martensii aus dem Lago maggiore, 3 Monate (bis Sept.) im Würmsee kultivirt. Die verdickten Zellen sind vorjährig, die cylindrischen dünnen Terminaläste repräsentiren den ganzen Zuwachs von mindestens $^1/_2$ Jahre. $^{30}/_1$.

„ 2. Stammstück aus einem Ballen von Clad. Martensii (frisch aus dem Lago maggiore) bei *u, u* und *ur* Umkehr der Polarität. Der Ast *u r* giebt zuerst einen rein vegetativen Zweig ab und transformirt sich dann durch Contact mit einem im Ballen eingeschlossenen organischen Rest in ein stark verzweigtes Rhizoid. $^{30}/_1$.

„ 3. Schlanke Form von Clad. Martensii (frisch aus dem Lago maggiore). Regenerirte Pflanze, mit zweifacher Polaritätsumkehr *u, u* und einem terminalen *(u)* sowie einem basalen (eine abgestorbene Zelle durchwachsenden) neutralen Sprosse *(u d)*. ca. $^{15}/_1$.

„ 4. Bruchstück eines alten Stammes von Clad. Martensii (Würmseekultur aus dem Lago maggiore mit pseudosympodialer Abzweigung und einem neutralen Sprosse *(u)*, welcher (als Stolonid) direkt in den vegetativen Zustand übergeht. $^{30}/_1$.

„ 5. Mittelstück einer bipolaren Pflanze von Clad. profunda (vom Grunde des Würmsees), welche die erste Anlage eines allseitig radiären Ballens darstellt; Normalform; *u* neutraler Spross. $^{30}/_1$.

„ 6. An einem Pfahle angehefteter und niederliegender Ast von Clad. profunda aus dem Würmsee, mit pseudosympodialer Abzweigung; zeigt die Entstehung der Rasen; *r* Rhizoid. $^{30}/_1$.

„ 7. Mittelstück einer bipolaren Pflanze von Clad. profunda, welche im Juli vom Würmseegrunde nahe unter die erwärmte Seefläche versetzt und da 6 Wochen lang kultivirt worden war; *i i—i* intercalare Theilungen, *u* neutraler Spross, *c* Cirrhoid. $^{30}/_1$.

„ 8. Weiterer Fortschritt dieser Entartung an einer schlecht gepflegten Hauskultur derselben Pflanze. $^{30}/_1$.

„ 9. Lanzettliche Spitzenzelle an einer (aus dem Zeller See stammenden) alten Hauskultur von Clad. Sauteri. Die Verdickung der Spitze hat sich in diesem Falle durch ein Septum abgegliedert.

„ 10. Junger Achselspross von Clad. profunda, frisch aus dem Würmsee. $^{30}/_1$.

„ 11. Cirrhoid von Clad. profunda (frisch aus dem Würmsee); dasselbe war sehr fest um einen benachbarten Stamm geschlungen und ist durch Präparation gelöst worden. $^{30}/_1$.

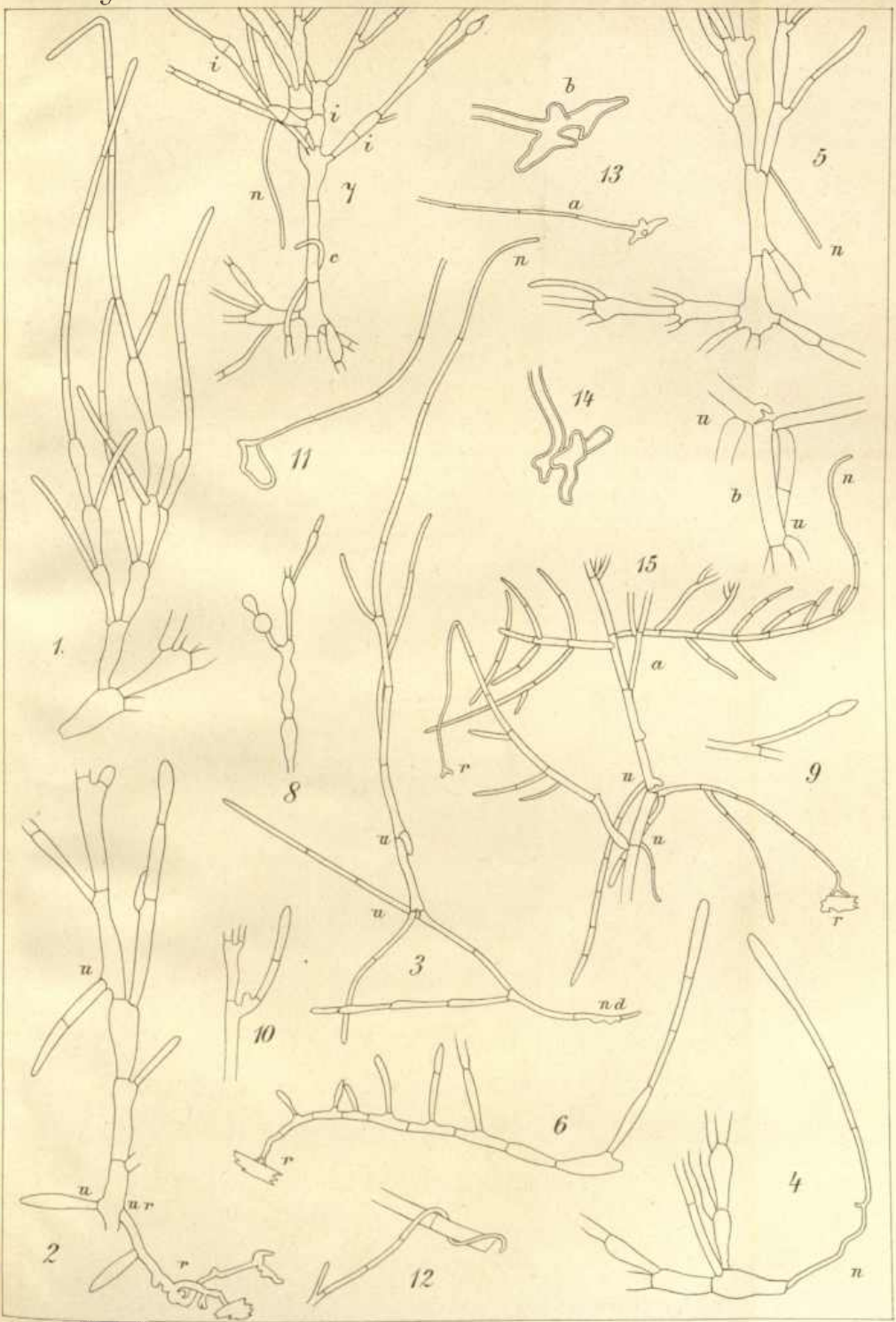
„ 12. Cirrhoid von Clad. Sauteri var. Borgeana. $^{30}/_1$.

„ 13. Stolonid von derselben Pflanze. a) $^{30}/_1$, b) $^{90}/_1$.

„ 14. Stolonid von Clad. Sauteri (Daldinii Rabenhorst Exsicc.). $^{90}/_1$.

„ 15a. Clad. Dusenii nach einem Original-Exsiccate; *r r* Rhizoide aus seitlichen Aesten. Bei *u—u* Umkehr der Polarität bezüglich der Adventiväste, *u* neutraler Spross, rückläufig. $^{30}/_1$.

b. Das Stück bei *u—u* stärker vergrössert. $^{90}/_1$.



Del. F. Brand.

Verlag u. Druck v. C. Heinrich, Dresden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hedwigia

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 41_1902

Autor(en)/Author(s): Brand Friedrich

Artikel/Article: Die Cladophora-Aegagropilen des Süsswassers. 34-71