

Ueber *Halicoryne Wrightii*-Harvey ¹⁾.

Von

C. Cramer.

(Mit einer Tafel.)

Die bis jetzt nur durch eine einzige, auf den Loo Choo-Inseln lebende, Art vertretene Gattung *Halicoryne* (Meerkolben) wurde von ihrem Begründer Harvey, offenbar im Hinblick auf den äussern Habitus der Pflanze, zu den *Dasycladeen* und zwar zwischen *Dasycladus* und *Neomeris* gestellt, von J. G. Agardh aber, hauptsächlich auf Grund des reproduktiven Verhaltens, mit Recht den *Acetabularieen* zugesellt. Der letztere sprach auch bereits die Vermutung aus, *Halicoryne* scheine, ähnlich *Polyphysa* und *Acetabularia*, zweierlei Arten von Aesten zu besitzen, fertile und sterile. Wie die sterilen im besondern beschaffen sein mögen, wage er indessen nicht anzugeben, da er dieselben sogar an der Spitze der Pflanze nicht aufzufinden vermocht habe ²⁾.

Die Beobachtungen, die ich selber an dieser merkwürdigen Pflanze bisher gemacht habe, beschränken sich auf die vegetativen Erscheinungen; doch glaube ich, dieselben nichtsdestoweniger hiemit veröffentlichen zu sollen,

¹⁾ Die vorliegende Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Cramer wurde der Redaktion der Vierteljahrsschrift am 17. April 1895 eingereicht. F. Rudol.

²⁾ J. A. Agardh. Till Algernes Systematik. VIII. p. 156 und Taf. V. 1—5.

da sie geeignet sind, ausser der angedeuteten, auch noch andere empfindliche Lücken in unserm gegenwärtigen Wissen auszufüllen.

Das Exemplar von *Halicoryne Wrightii*, das mir zur Verfügung stand, war, völlig gerade gedacht, ziemlich genau 50 mm. lang, schlank keulenförmig, steril (Fig. 1).

Die kräftige, fast ihrer ganzen Länge nach cylindrische Stammzelle desselben erschien an der Basis mit einem achtgliedrigen Kranz, am Ende meist verletzter (abgerissener) Rhizoïden versehen (Fig. 4), bis auf die Höhe von 15 mm. völlig astlos, von da an bis zur Spitze aber mit zahlreichen vielgliedrigen Wirteln ursprünglich ohne Zweifel schlauchförmiger, infolge Austrocknens aber flachgedrückter Aestchen besetzt. Doch muss auch der nackte «Stiel» des Pflänzchens, wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf, früher Auszweigungen getragen haben und zwar verschiedener Art. Beweis: die daselbst bis ca. 5 mm. über den Rhizoïden von Strecke zu Strecke (zumal bei Untersuchung auf dem dunkeln Sehfeld des Polarisationsmikroskopes) mehr oder weniger deutlich erkennbaren Astnarbenwirtel und die Thatsache, dass wenigstens im obern Drittel des bezüglichen Stammstückes konstant Wirtel kleinerer Narben mit Wirteln grösserer abwechseln (Fig. 3). Dass zwischen zwei successiven Astwirteln der höhern Partien der Pflanze konstant ebenfalls je ein Wirtel relativ kleiner Narben zu beobachten ist, zeigt ferner, dass auch weiter oben ursprünglich Astwirtel verschiedener Art gestanden haben müssen.

Das Alles hatte schon Agardh gesehen und auf gleiche Weise gedeutet l. c. Wie berechtigt seine diesbezüglichen Vermutungen waren, zeigte mir die sorgfältige, des schlechten Erhaltungszustandes des Objektes

wegen anfangs zwar unmöglich scheinende Untersuchung des punctum vegetationis. Sie ergab folgendes:

Das fortwachsende Ende der Stammzelle ist abweichend von den ältern Partieen, ganz nach Art von *Dasycladus* und besonders *Botryophora* (vergl. meine Arbeit über *Neomeris* und *Cymopolia* Taf. V. Fig. 2) torulös, erzeugt aber an jedem Nodus nicht bloss einen, sondern zwei Wirtel von Aesten. Von diesen liefert dann je der obere, später an Stelle des grössten Querdurchmessers des Nodus eingefügte «knotenständige» Wirtel Fruchtäste (Sporangien, Ag.), der untere «internodiale» dagegen sterile, frühzeitig abfallende Haare (Fig. 2 und 5).

Die internodialen Haare bilden sich stets in relativ geringerer Zahl (zu 8 bis 11, vielleicht etwa einmal auch 12) als die nächst untern und nächst obern Fruchtäste, deren ich wiederholt 14—15, einmal sicher sogar 17 in einem Wirtel gezählt habe. Sie polytomieren ferner ausnahmslos, mindestens zweimal, wobei die primären Glieder gewöhnlich 4—3 sekundäre, diese 4—3, selten nur 3 tertiäre hervorbringen. Sämtliche Haarglieder, primäre bis tertiäre, wachsen endlich in der Folge beträchtlich in die Länge, besonders die primären, dabei je eine äusserst zartwandige und hyaline Zelle darstellend, verschwinden aber bald nach ihrer völligen Ausbildung, sei es, dass sie einfach abfallen, oder vielleicht zuletzt verschleimen. An der Stammzelle findet man dann nur noch jene schon mehrmals erwähnten Wirtel kleinerer Narben zwischen je zwei aufeinander folgenden Fruchtwirteln.

Die knotenständigen Wirteläste aber entstehen nicht nur, wie bereits angegeben worden, in etwas grösserer Zahl, sondern erfahren auch eine wesentlich andere Aus-

bildung. Sie werden länger und dicker, zugleich derber, chlorophyllreich; sie verzweigen sich nicht an der Spitze, differenzieren sich dagegen durch Bildung einer der Basis genäherten, seichten, nach innen sich etwas verdickenden Einschnürung in ein relativ kurzes, länglich-rundes Basalstück (Stiel, Ag.), und ein viel längeres, schlauchförmiges, mehr oder weniger säbelförmig einwärts gebogenes, später in eine dickwandige, nach außen gekrümmte Stachelspitze endigendes oberes Stück, in dessen Innerem zuletzt Sporen entstehen, daher dasselbe von Agardh als das eigentliche Sporangium bezeichnet wurde (Fig. 5, 6 und 9, nebst Figuren-Erläuterung).

Wie nach Agardh bei völlig ausgebildeten Fruchtästen, so trägt ferner auch hier die basiläre Wulst oder der Stiel des einzelnen Fruchtastes auf der der Stammzelle zugekehrten Seite, wenig unterhalb der Ringfurche, einen oben abgestutzten Vorsprung. Aber nicht nur das. Dieser Buckel bringt vielmehr zwei weitere hervor, einen am Scheitel, terminal, einen andern unterhalb des Scheitels, also lateral, und zwar auf der dem Fruchtast zu-, der Stammzelle somit abgekehrten Seite. Jener wächst in der Folge gleichfalls zu einem mindestens zweimal polytomierenden, zarten, hinfälligen Haar, genau von der Art der internodialen Haare von *Halicoryne Wrightii* heran. Der laterale bleibt dagegen klein, einzellig, und dauert aus, ist daher nicht selten auch noch an ganz alten Fruchtästen, welche ihre Haare (ich will dieselben ligulare nennen, ohne damit sagen zu wollen, dass sie den morphologischen Wert einer ligula besitzen, sondern lediglich um eine kurze, zugleich ihre Stellung charakterisierende Bezeichnung zu haben) längst eingebüsst haben,

zu beobachten (Fig. 7, 5). — Während Agardh's Sporangium-Stiel mit dem eigentlichen Sporangium, sowie dem das ligulare Haar tragenden Buckel in ununterbrochener Verbindung steht, ist er dagegen von der Stammzelle durch eine Scheidewand geschieden (Agardh lässt ihn auch damit direkt kommunizieren); doch findet sich in der Mitte der Scheidewand, und zwar gegen das lumen der Stammzelle hin, ein wohl ausgeprägter, weiter Porus (Fig. 8). Analoge Poren kommen allem Anschein nach auch an den Insertionsstellen der internodialen Haare vor. Ja selbst an den Einfügungsstellen der ligularen Haare, sowie der denselben benachbarten, einzellig bleibenden Haaranlagen scheint es zur Bildung feiner Poren zu kommen (Fig. 7).

Wie schon gesagt, fallen sämtliche, eigentlichen Haare, die ligularen wie die internodialen, frühzeitig ab. Schon am 5. obersten Internodium, d. h. in der geringen Entfernung von bloss 2 bis 2,5 mm. vom Stammscheitel, fanden sich keinerlei Haare mehr¹⁾, sondern, wie auch überall von da an abwärts nur noch die entsprechenden Narben. Die polytomischen Haare von *Halicoryne* erreichen auch keine besondern Dimensionen; die in Fig. 5 abgebildeten waren ca. 0,36 mm., die längsten, die ich überhaupt beobachtet, nicht über 0,6—0,65 mm. lang. Nirgends überragten sie daher die nächst obern resp. nächst untern Fruchttäste, wurden vielmehr von diesen überragt. Es geht daraus hervor, dass sie, sei es als Schutzorgane oder in welcher Richtung immer, jedenfalls

¹⁾ Darum und weil Agardh offenbar eine eigentliche Stammspitze nicht zu Gesicht bekommen hatte, sind diese Haare dem berühmten schwedischen Algologen entgangen.

nur eine vorübergehende und nicht sehr grosse Rolle spielen können. — Dass zuletzt auch die Fruchttäste abbröckeln, ergibt sich theils aus dem Fehlen einzelner Aestchen in den untersten Fruchttastwirteln, sowie aus dem Vorkommen vollständiger Fruchttastnarbenwirtel in den allerältesten Partien der Pflanze. Immerhin dauern sie unvergleichlich viel länger aus als die Haare, was sich indessen im Hinblick auf ihre Bedeutung für Assimilation und Sporenbildung leicht begreift.

Bevor ich auch auf die verwandtschaftlichen Beziehungen unserer Pflanze etwas näher eintrete, mögen hier noch einige Ergänzungen zum Vorausgegangenen Platz finden:

Die möglichst genaue Bestimmung der Zahl sämtlicher Narben- respektive Ast-Wirtel hat ergeben, dass unsere Pflanze im ganzen etwa 90 Wirtel, also 45 Fruchttast- und 45 internodiale Haar-Wirtel erzeugt haben muss. Daraus und aus meiner Angabe betreffend die Länge des Pflänzchens ergibt sich, dass die mittlere Länge eines Internodiums (Distanz zweier successiver Fruchttastwirtel) etwa 1 mm. beträgt. Faktisch waren natürlich einzelne Internodien länger. Das Maximum belief sich auf 1,3 bis 1,37 mm., bei einer maximalen Dicke von $\frac{1}{2} - \frac{5}{8}$ mm. Andere, die untersten und besonders obersten blieben dagegen hinter 1. mm. zurück. Das oberste, jüngste Internodium mass nur 0,16 oder 0,17, das zweitoberste 0,27, das dritte 0,36 und das vierte von oben 0,63 mm. Die internodialen Haarwirtel fanden sich stets etwas über der Mitte, auf $\frac{4}{5}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, selten $\frac{4}{7}$ der Höhe eingefügt. Die Fruchttäste erreichten eine Länge von 1—2,5 mm. und eine Dicke von $\frac{3}{8}$ mm. Da sie in Folge Eintrocknens

plattgedrückt waren, musste die Dicke selbstverständlich berechnet werden (nach der Formel: $2r = \frac{u}{\pi}$).

Die Membran der Stammzelle (unmittelbar über den Rhizoïden 25—30, weiter oben sogar 38—42 μ dick), sowie die der Fruchttaste erwies sich als deutlich doppelt brechend. Wie bei *Chara* so liegen auch hier die in der Flächenansicht zur Wirkung gelangenden Elastizitätsachsen longitudinal und transversal, nicht schief. Bezeichnet man die longitudinale, respektive transversale und radiale Elastizität mit l , t , r , so geben die Ausdrücke $l > t$, $t > r$, $l > r$ das Längenverhältnis der Elastizitätsachsen für Fläche, Quer- und Längsschnitt der Membran der Stammzelle, und die Ausdrücke $l < t$, $l > r$, also $t > r$ das Längenverhältnis für Fläche, Längs- und Querschnitt der Fruchttastmembran an. Dort fällt somit die Ebene der optischen Achsen mit dem Längsschnitt, hier mit dem Querschnitt zusammen. Die Fruchttastnarben am Grund der Pflanze, die beiläufig gesagt, gerade doppelt so gross sind, als die Narben internodialer Haare (42—50 μ , gegen 25 μ) leuchten bei gekreuzten Nicols als helle, von einem den Vibrationsebenen der Nicols entsprechenden schwarzen Kreuz durchbrochene, blendend-weiße Ringe auf, um bei Einschaltung eines Gipsblättchens (R^1) ein gleich situiertes rothes Kreuz und in der Richtung der grossen Elastizitätsachse des Gipsblättchens zwei gelbe, in der Richtung der kleinen zwei blaue Sektoren zu zeigen. Die Orientierung der Micellen ist also hier eine, auf die Mitte der Narbe bezogen, strahlig konzentrische und die radiale Elastizität der den Porus umgrenzenden Membranpartie (diese bedingt ja den oben berührten Lichtring) kleiner als die tangentele.

Im Inhalt einzelner Fruchttäste konnten Inulinkugeln nachgewiesen werden (Fig. 6). Sie wirkten bei gekreuzten Nicols und gleichzeitiger Anwendung eines Gipsblättchens (R^1) Fruchttastnarben genau entgegengesetzt; es war also hier, wie bei Inulinsphärokrystallen von *Dahlia* $r > t$.

Stärke und Krystalloide wurden nicht beobachtet.

Auch Sporen habe ich nicht zu Gesicht bekommen, mein Exemplar war ja steril. Ich verweise daher rück-sichtlich der Sporen auf Agardh, der dieselben kugelrund fand, und bis zu 20 in einem Sporangium zählte. Ob sie eine so dicke Membran besitzen, wie es nach Agardh's Abbildung den Anschein hat, und ob sie später einen Deckel abwerfen, müssen künftige Untersuchungen entscheiden. Nachdem Graf Solms auch für die Sporen von *Neomeris* und *Bornetella* Deckel nachgewiesen hat, ist ihr Vorkommen bei *Halicoryne* wahrscheinlich, zumal bei der nahen Verwandtschaft mit *Acetabularia* s. u., deren Sporen ja auch Deckel bilden.

Wie schon in der Einleitung zu diesem Aufsatz bemerkt wurde, sind es hauptsächlich die reproduktiven Verhältnisse gewesen, welche Agardh veranlassten, unsere Pflanze zu den *Acetabularieen* zu versetzen. Ich glaube indessen zahlreiche vegetative Erscheinungen zwingen nicht weniger, sondern eher noch mehr hiezu.

Schon die nicht unerhebliche Verkalkung, welche, wie es scheint, hauptsächlich die äussersten Membranschichten der Stammzelle und Fruchttäste erfahren, so dass die Pflanze im trockenen Zustand ganz blass, weissgrün erscheint, bringt *Halicoryne* entschieden den *Acetabularieen* näher als *Dasycladus* und *Botryophora*.

Aber auch was man sonst noch als äusseren Habitus bezeichnen kann, das Vorkommen einer ganzen Reihe

dicht übereinander stehender Wirtel von im übrigen unter sich freien Aesten und die damit zusammenhängende Keulenform der Pflanze, ganz besonders aber der spezifische anatomische Aufbau derselben sprechen eben so sehr und mehr für einen engeren Anschluss an die Acetabularieen.

Die Gattungen *Polyphysa* und *Acetabularia* produzieren ja auch zahlreiche Astwirtel, meist allerdings anfangs lauter Haar-Wirtel, erst zuletzt einen einzigen Fruchtwirtel, wogegen bei *Halicoryne* Haar- und Fruchtwirtel in regelmässigen Wechsel hervorgebracht werden. Allein *Acetab. crenulata* mit zahlreichen superponierten Schirmen und damit alternierenden internodialen Haarwirteln zeigt ja im Grund die nämliche Erscheinung. Während bei den *Dasycladeen*, auch den berindeten, sämtliche Aeste polytomieren, bei *Dasycladus* und *Botryophora* sogar wiederholt, thun dies die Fruchstäbe von *Halicoryne*, sowie *Polyphysa* und *Acetabularia* niemals.

Die Sporen entstehen bei *Halicoryne* zu vielen in einem Sporangium wie bei *Polyphysa* und *Acetabularia*. Einzelne *Dasycladeen* verhalten sich ebenso, andere erzeugen nur je eine, andere gar keine Sporen. Die Sporangien der *Dasycladeen* sind meist kugelförmig bis eiförmig oder kurz keulenförmig, diejenigen von *Halicoryne*, *Polyphysa* und *Acetabularia* sind ohne Ausnahme stark verlängert, dabei je am Ende am dicksten (*Polyphysa* und *Acetabularia*), dagegen gegen beide Enden hin verjüngt (*Halicoryne*), hier wie dort ferner durch eine der Basis genäherte Striktur in zwei ungleiche Hälften, Basalwulst oder Stiel und eigentliches Sporangium geschieden. Der Verbindungsmodus der Fruchstäbe mit der Stammzelle von *Halicoryne* ist anders als bei *Polyphysa*

und *Acetabularia*; dort sind die genannten Teile stets durch ein zwar verdünntes Membranstück geschieden, hier findet ununterbrochene Kommunikation statt (bei *Acetabularia* wenigstens zwischen der Stammzelle und den Strahlen der endständigen Schirme). Aber dies ist eine Differenz von ganz untergeordneter Bedeutung. Viel wichtiger sind die ligularen Haare von *Halicoryne*, allein nicht im Sinn einer Trennung, sondern vielmehr einer Vereinigung dieser Gattung mit den *Acetabularieen*. Oder was sind die je den obersten Schirm von *Acetab. mediterranea* (und wahrscheinlich auch das Sporangienöldchen von *Polyphysa*) anfangs krönenden Haarbüschel anders als mehrreihige Kränze ligularer Haare, was anders als ligulare Haarbildungen ferner die Haare, die nach Harvey (ausser den internodialen Haaren) ursprünglich auch am Grund der nicht terminalen Schirme von *Acetab. crenulata* vorkommen?

Polyphysa und *Acetabularia* dauern aus, indem je-weilen vor dem Freiwerden der Sporen das Rhizoid sich durch eine Scheidewand abgrenzt, um später diaphytisch einen neuen Sporangienträger hervorzubringen. Dass bei erwachsenen Exemplaren von *Halicoryne* ähnliches geschehe, halte ich nicht für wahrscheinlich; die kranzförmige Anordnung der Rhizoïden scheint dazu wenig geeignet zu sein. *Halicoryne* hat gleichsam Nebenwurzeln, wogegen das Rhizoid von *Polyphysa* und *Acetabularia* einer Hauptwurzel verglichen werden kann. Dies schliesst indessen nicht aus, dass die ohne Zweifel aus Zygoten hervorgehenden Jugendzustände sich anders verhalten, eine Hauptwurzel besitzen und eine Zeitlang Diaphysis und Erstarkungsphänomene zeigen könnten.

Zum Schluss vorstehender Mitteilungen bleibt mir

noch übrig, dem verdienten Algologen, Herrn Major Th. Reinbold in Itzehoe meinen verbindlichsten Dank für die gütige Ueberlassung des wertvollen Untersuchungsmaterials auszusprechen. Es ist dies um so mehr angebracht, als das mir bedingungslos zur Disposition gestellte Exemplar von *Halicoryne Wrightii* das letzte war, welches Herr Reinbold noch besass. Um so mehr freut es mich aber auch, dasselbe Herrn Reinbold wieder relativ wenig beschädigt zurückerstatten zu können. Der Scheitel musste allerdings völlig geopfert werden.

Erläuterung der Abbildungen.

Fig. 1. Habitusbild in nat. Grösse.

Fig. 2. Torulöses Ende der Stammzelle mit den 5 obersten Knoten (4 Internodien). Von den Seitenästen wurden meist nur die Einfügungsstellen angegeben, 1 : 25.

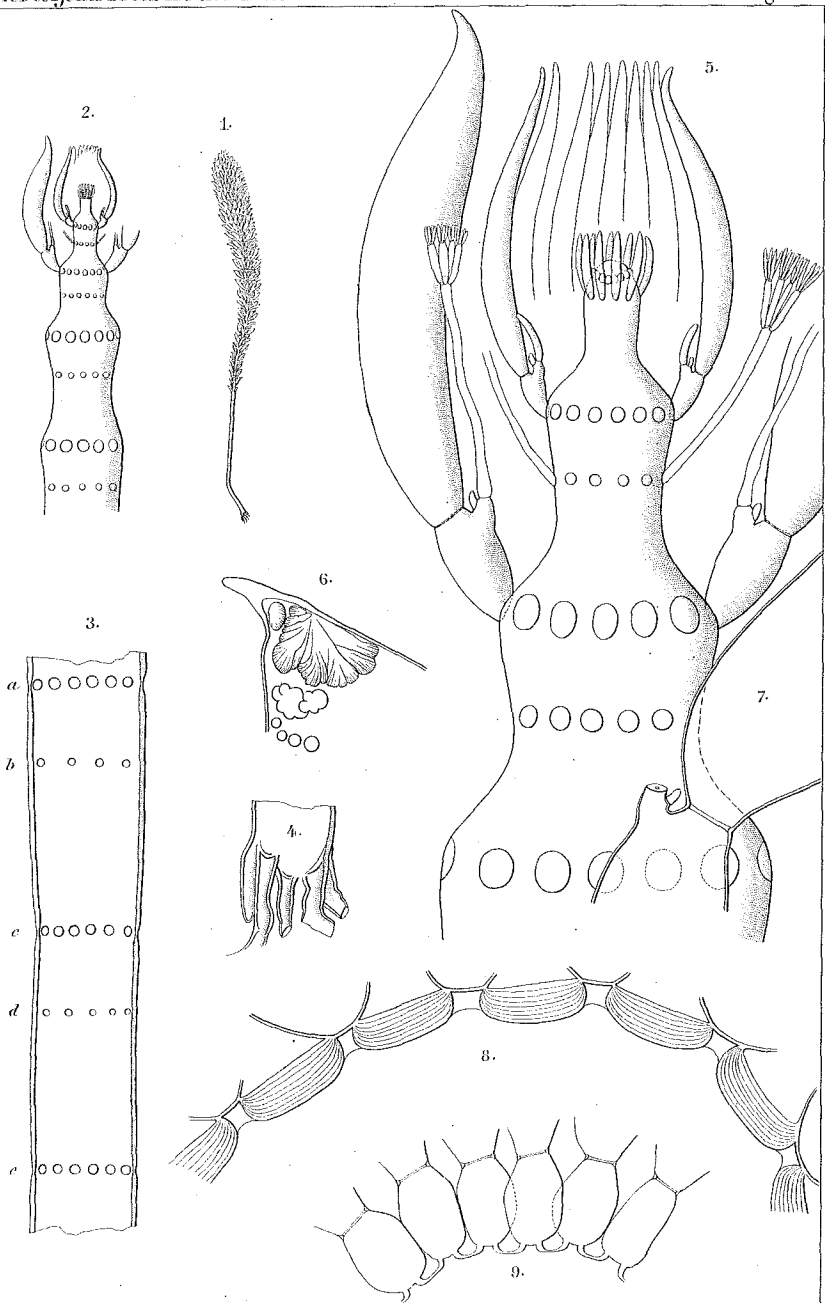
Fig. 3 (1 : 25). Stück vom obern Ende der astlosen cylindrischen Basis der Pflanze. Man sieht die Narben dreier Fruchta- und zweier internodialer Haarastwirtel. Die Zahl der Narben betrug in *a* (Fruchta- wirtel) vorn 6, hinten 6, seitlich 2, zusammen 14; in *b* (internod. Haarwirtel) vorn 4, hinten 3—4 (?), zusammen 7—8; in *c* (Fruchta- w.) vorn 6, hinten 4—5, seitlich 2, zusammen 12—13; in *d* (internod. Haarw.) vorn 5, hinten 3—4, zusammen 8—9; in *e* (Fruchta- w.) vorn 6, hinten 5, seitlich 2, zusammen 13.

Fig. 4 (1 : 25). Basis der Stammzelle mit der vordern Hälfte des Rhizoïdenkranzes.

Anmerkung. Die Figuren 4, 3 und 2 lassen erkennen, dass das Maximum der Dicke der Stammzelle, sowie das Maximum der Dicke des Membran derselben sich nicht unmittelbar über den Rhizoïden, sondern weiter oben findet.

Fig. 5 (1 : 100). Stammspitze stärker vergrössert, um die Anlegung und weitere Ausbildung der verschiedenen Astwirtel zu verdeutlichen. Die Zeichnung ist etwas schematisiert. Vollkommen korrekt sind die Stammzelle, ihre zwei obersten Astwirtel und die Haare (internodiale und ligulare) in ihren verschiedenen Entwicklungszuständen. Dagegen sind Zahl, Grösse und Distanzen der Insertionsstellen derjenigen Aeste, die der Deutlichkeit der Zeichnung zu lieb nicht ausgeführt wurden, weniger zuverlässig. Es lag an diesen Stellen eben viel zu viel übereinander. *Fig. 5* zeigt ausser dem im Text Gesagten weiterhin, dass die Glieder eines Wirtels simultan angelegt werden und die Wirtelbildung streng acropetal fortschreitet. Die Bildung der Fruchtwirtel eilt derjenigen der internodialen Haarwirtel nicht etwa voraus, wie bei höhern Pflanzen die Blattbildung der Achselsprossbildung. Der zweitoberste Wirtel besteht nicht aus Fruchstanlagen, unterhalb welcher internodiale Haare erst noch zu entstehen hätten, sondern stellt selber einen Kranz junger internodialer Haare dar, und der alleroberste, aus noch ganz kleinen rundlichen Höckern bestehende Wirtel repräsentiert einen Fruchtwirtel; Beweis: die Anzahl der Glieder in den beiden Wirteln, im obersten 15, im zweitobersten nur 9.

Fig. 6 (1 : 100). Spitze eines ausgewachsenen Fruchtastes. Die kugeligen und maulbeerförmigen Massen sind Inulin. Sie erwiesen sich als doppeltbrechend, s. o., und lösten sich in verdünnter Salzsäure. Ueber die Natur der strahligen Massen bin ich nicht ganz ins Klare gekommen. Ein Aufleuchten auf dem dunkeln Sehfeld des Polarisationsmikroskops war nicht zu beobachten, dagegen verschwanden sie bei Einwirkung von Salzsäure ebenfalls



ohne Gasentwicklung. Waren es vielleicht sehr dünne Inulinkrystallisationen?

Fig. 7 (1 : 100). Stück der Basis eines ausgewachsenen Fruchttastes mit der ringförmig verdickten Strictur, dem Buckel auf der innern Seite der Basilarwulst. Das ligulare Haar abgefallen, Buckel daher am Ende abgestutzt; birnförmige Anlage zu einem lateralen Haar (?) dagegen noch vorhanden.

Fig. 8 (1 : 167). Stück eines Querschnittes durch einen Fruchttastwirtel von der Grenze zwischen astloser Basis und beastetem obern Teil der Pflanze. Der Schnitt zeigt Einfügungsmodus der Aeste, Poren- und Schichtenbildung an der Stammzelle aufs deutlichste.

Fig. 9 (1 : 50). Darstellung eines Stückes der Stammzelle mit den Basalwülsten einiger daran sitzender Fruchtäste, ca. aus der Mitte der Pflanze. Der betreffende Wirtel war 17strahlig. Die Zeichnung gibt eine richtige Vorstellung von der Form der betreffenden Wülste, wenn man dieselben von unten betrachtet, ferner von deren dichten, bis zur gegenseitigen Berührung gehenden Stellung. Unrichtig, wahrscheinlich infolge mehr oder weniger schiefer Stellung der Membran der Stammzelle, ist, dass die Poren hier gleichsam zu kleinen, gegen die Stammzelle sich öffnenden Stielchen verzogen erscheinen. Die Zeichnung stammt aus einer Zeit, wo mir die Anfertigung tadelloser Querschnitte noch nicht geglückt war.
