Zur Kenntnis von Sechium edule Sw.

Von **Karl Reiche**, Mexiko.

Mit 9 Abbildungen im Text.

Obwohl die Cucurbitacee Sechium edule hier in Mexico außerordentlich häufig gezogen wird, sind doch wesentliche Züge in der Frucht- und Samenbildung dieser eigentümlichen Pflanze noch unbekannt. Ja es finden sich darüber in der Literatur nicht nur unzureichende, sondern sogar irrige Angaben, soweit ich dies hier auf Grund der allerdings beschränkten Quellen beurteilen kann; seit Ausbruch des Krieges hat natürlich jede Verbindung mit drüben aufgehört. Aus diesem Grunde schien es mir wünschenswert, das mir reichlich in allen Entwicklungsstufen zur Verfügung stehende Material zur Ausfüllung jener Lücken in unseren Kenntnissen zu benutzen.

Die gröberen morphologischen Verhältnisse von Frucht und Samen, wie sie die Lehrbücher angeben, sind die folgenden: Aus dem Scheitelende der birnenförmigen, etwas zusammengedrückten Frucht, welches von einer tiefen, ihrer Breitseite parallel gehenden Furche durchzogen wird, treten einige Zeit nach der Ernte Stengel und Wurzeln der neuen Pflanze hervor, wobei die Querfurche durch das Heraustreten jener massigen Teile wie durch einen Keil weiter aufgesprengt wird; man sieht alsdann aus dem Grunde des Spaltes die Basen der beiden mächtigen Keimblätter hervorragen. Dieser Keimling steckt in keiner Samenschale. Es erhebt sich nun die Frage, wie weit und in welcher Art jenes eigentümliche biologische Verhalten, jenes Austreiben des Keimes in der Frucht (Viviparie), auf die Morphologie und Entwicklungsgeschichte dieser letzteren und zumal des Samens zurückwirken, und welche Abweichungen vom Cucurbitaceentypus sie etwa bedingen. Auch wäre auf die Vorteile hinzuweisen, die möglicherweise der Gattung Sechium durch ihre eigenartige Keimung vor anderen Familiengenossen erwachsen. Dagegen lag die Feststellung der Entwicklung der Samenanlage und

ihres Inhaltes außerhalb des Planes dieser Arbeit; Embryosack und Eiapparat werden als vorhanden vorausgesetzt[1]).

I. Von der Aussaat der austreibenden Frucht bis zum Blühen der neuen Pflanze.

Es ist Brauch auf der Hochebene Mexikos (2250 *m*), die austreibenden Früchte schon Anfang Februar ins freie Land zu pflanzen, also zu einer Zeit, in welcher noch auf schwache Nachtfröste zu rechnen und der Eintritt der Sommerregen (er erfolgt gewöhnlich Anfang Mai) noch weit entfernt ist. Die den folgenden Untersuchungen dienenden Exemplare wurden im März 1917[2]) ausgepflanzt, einige ins freie Land, andere in Blumentöpfe, und aus einem der letzteren Individuen wurde ein bis zum Keim hineinreichendes Stück des Perikarps herausgeschnitten und dann wieder durch eine Binde in seiner ursprünglichen Lage festgehalten; es geschah dies zu dem Zweck, um später durch Herausnehmen dieses Stückes wie durch ein Fenster in das Innere schauen und das Verhalten des Keimes beobachten zu können. Die eingesetzten Früchte besaßen bereits einen Keimstengel von 10—20 cm Höhe, mit kleinen Blättern und langen Ranken versehen. Sie waren ausgeprägt negativ geotropisch. Obwohl die Exemplare seit Oktober in einem halbdunklen Raume aufbewahrt worden waren, zeigten alle Organe noch eine dunkelgrüne Färbung; denn der Stengel, an seiner Basis untersucht, enthielt Chlorophyll bis in das zentrale Mark hinein, ja ein Streifen grünen Gewebes zog sich sogar zwischen dem Xylem und dem inneren Phloëm der Gefäßbündel hindurch. Außerdem war, zumal um die Bündel herum, reichlichst Stärke vorhanden. Auch Gerbstoff ist in Rinde und Mark zu finden, und im Phloëm und Vasalparenchym älterer Stengel sind zahlreiche Gerbstoffschläuche zu sehen. Der Körper der Frucht ist so reich an großkörniger Stärke, daß er darauf technisch verarbeitet werden kann[3]). Ebenso ist der Keim, zumal die gewaltigen, elfenbeinweißen Kotyledonen, dicht mit Stärke gefüllt — also im Gegensatz zum Verhalten anderer Cucurbitaceensamen, die ja der Regel nach ölreich und stärkefrei sind. Schließlich ist noch der großen Menge eines schleimigen, glykosehaltigen Saftes zu gedenken, welcher alle Teile der Pflanze erfüllt; er quillt in

1) Die Entwicklung der Samenanlage zahlreicher Cucurbitaceen (aber nicht von Sechium) ist von Kirkwood in Bull. New York Bot. Gard. III (1904) und Kratzer, Flora 110 (1918, p. 278—304) dargestellt wordne.

2) Die Angaben über die Zeit der Entwicklungsphasen beziehen sich zunächst nur auf das auffällig trockene Jahr 1917.

3) J. Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, 1886, pag. 201.

großen Tropfen beim Durchschneiden hervor und verhärtet beim Trocknen zu einem glasigen Pflaster über der Wunde. Die schleimführenden Zellen des Stengels liegen um die Außenphloëme herum; in der Wurzel sind das Rindenparenchym und einige Gefäße mit Schleim versehen; in der Frucht ist es das Epikarp. Man kann sich darüber durch Ausfällen des Schleimes mit Alkohol leicht unterrichten. — Dieser Reichtum an plastischem Material und an Wasser, sowie der fortgeschrittene Zustand der chlorophyllreichen Keimpflanze erklären es nun, daß Sechium seine Vegetation bereits zu einer Zeit beginnen kann, in welcher die Wasserverhältnisse des Bodens überhaupt noch kein Wachstum, am wenigsten aber das einer mächtig sich entwickelnden Cucurbitacee ermöglichen. Die Kürbissamen werden hier im April ausgesät; zu dieser Zeit hat Sechium schon lange, reichbeblätterte Stengel, ja sogar schon die ersten Blüten getrieben. Wenn man mit einem gewissen Rechte sagen kann, daß jeder Keim eines endospermhaltigen Samens auf diesem parasitär lebt, bis er zu eigener Assimilationstätigkeit erstarkt ist, so kann man diesen Gesichtpunkt im Falle von Sechium mit noch größerem Rechte geltend machen; denn es handelt sich hier nicht um eine Ausbeutung eines Teiles des Samens, sondern sogar des Nucellus und des gesamten Perikarps. Ja es fehlt hier nicht einmal die morphologisch reduzierende Wirkung, welche der Parasitismus auf die ihm ergebenen Lebewesen ausübt, insofern wie wir sehen werden, die ursprünglich angelegte Samenschale schließlich unterdrückt wird.

Die ausgepflanzten und die eingetopften Exemplare entwickelten sich bei mäßigem Begießen recht gut, zumal die ersteren. Nach einem Vierteljahr hatten sie reichlich Adventivwurzeln aus der Stengelbasis getrieben; die einen gingen durch das unterdessen zermürbte Perikarp hindurch, die anderen wuchsen an der Außenseite der Frucht entlang, beide normalerweise gegen die Spitze zu mit den Erdpartikelchen verklebend. Die naheliegende Vermutung, es möchten die durch das verrottende Fruchtfleisch hindurchziehenden Wurzeln als Saprophyten mit ihm in Verbindung treten, erwies sich als unbegründet. — Der Ausbeutung des Perikarps dienen die großen, dicken, ihm dicht anliegenden Kotyledonen; und wenn mit fortschreitender Entleerung und Zersetzung des Fruchtfleisches jene ihre Tätigkeit als Saugorgane einstellen, sind sie selber noch so reichlich mit Stärke erfüllt, daß sie von der jungen Pflanze ausgesaugt werden. Übrigens konnte ich an einem gut bewurzelten Exemplar die noch prallen Kotyledonen wegschneiden, ohne daß die Ernährung der Pflanze gelitten hätte. Auffällig ist die lange Zeit, durch welche sich das Perikarp im Boden frisch erhält; erst im Juli und August,

wenn die Regenzeit in vollem Gange ist, geht seine Zersetzung rascher vor sich, wobei sein sich bräunender und vermulmender Inhalt wohl noch als Dünger für die junge Pflanze dient. Schließlich, nach Entleerung und Verwesung der Kotyledonen, ist nur noch das kartonpapierdicke, stark bestachelte Epikarp übrig; in einem Falle war es noch im Januar des auf die Auspflanzung folgenden Jahres erhalten. Man ist dann leicht geneigt, in der Bestachelung eine Abwehr gegen unberechtigte Interessenten (z. B. Feldmäuse) des nahrhaften Fruchtfleisches zu sehen und mag damit wohl manchmal das Richtige treffen; aber man muß bedenken, daß solche Bestachelungen auch bei anderen Cucurbitaceen, bei Sicyos, Microsechium und zumal bei Echinocystis vorkommen, deren kleine, trockene Früchte nicht das Risiko der großen, fleischigen Sechiumfrüchte laufen.

Fig. 1. Kultur von Sechium edule Sw. in Tacubaya, Mexico F. F.

Die Stengel unserer Pflanze wachsen nun im feuchten und sonnigen Sommerwetter Mexikos rasch heran und treiben unzählige beblätterte Zweige, Um ihnen Gelegenheit zu möglichster Ausbreitung zu geben, ist es Landessitte, sie auf laubenartigen Gerüsten oder leiterartigen Gestellen aus Draht oder Bindfaden hoch zu ziehen. Man nennt diese Vorrichtungen bezeichnenderweise „Camas" = Betten (Fig. 1). Dann ist die Entwicklung von Blättern und Blüten eine sehr reichliche. Die Blüten sind nun in axillären Trauben angeordnet und zwar so, daß an der Basis jeder Traube 1—2 (selten mehrere) weibliche, weiter hinauf nur männliche Blüten stehen; auch kommen rein männliche Trauben vor. Die Blüten selbst, deren Aufbau keine Besonderheiten bietet, sind unscheinbar, weißlich-grün, werden

aber trotzdem reichlich von Bienen besucht, und die weiblichen bestäubt und befruchtet. Dann beginnt die Entwicklung der Früchte, und somit auch das eigentliche Thema der vorliegenden Untersuchung. Manchmal finden sich als Mißbildungen Blüten mit einer doppelten Anzahl von Organen; solche Doppelmißbildungen bringen, wenn sie weiblich waren, auch Früchte mit zwei Keimen hervor, deren Kotyledonen sich dann, aus Platzmangel, ineinander schachteln.

II. Die Entwicklung von Frucht und Keim.

Der Fruchtknoten hat bereits die Form der späteren Frucht: zusammengedrückt-birnenförmig mit einer scheitelständigen Querfurche. Die Außenfläche ist dicht mit Borsten und dazwischen stehenden Drüsenhaaren bedeckt. In der durch die Querfurche und den Blütenstiel bestimmten Ebene hängt die einzige Samenanlage etwas seitlich vom Scheitel der Fruchtknotenhöhle herab und füllt sie ganz aus. Ihre Mikropyle ist nach oben gewendet. Zur Blütezeit ist der Fruchtknoten etwa 8—10 mm lang, die Samenanlage alsdann 2 mm, und in ihrem Innern ist die Lage des künftigen Embryosackes manchmal nur erst durch eine Gruppe kleiner Zellen mit stark brechendem Inhalt angedeutet; in anderen Fällen ist er zwar ausgebildet, aber noch sehr kurz. Bereits zu dieser Zeit ist der Fruchtknoten sehr reich an Stärke; sie ist zumal in der Außenwand der Samenanlage angehäuft; bleibt diese unbefruchtet, so wird die Stärke zurückgezogen[1]). Das Leitungssystem ist ebenfalls schon stark entwickelt; besonders fallen die zahlreichen Anastomosen der Bündel auf; sie bilden an der Innenseite des Endokarpes, wo die Seitenflächen der Samenanlage ihm anliegen, ein dichtes, mit der Vergrößerung der Frucht zunehmendes Geflecht. Auch die sich beträchtlich verdickende Wand der Samenanlage ist reichlich von Bündeln durchzogen. Mit zunehmender Entwicklung der Frucht verwachsen nun die beiden Seitenflächen des sich bildenden Samens mit der Innenwand der Fruchtknotenhöhle. Der Zeitpunkt, an welchem dies erfolgt, unterliegt individuellen Schwankungen; man kann aber annehmen, daß bei 10 cm Fruchtlänge diese Verwachsung im Werke oder schon vollzogen ist. Sie ist im letzteren

1) Bei allen Untersuchungen über Stärkewanderung empfiehlt sich das folgende Verfahren: Man behandelt den Schnitt mit Kalilauge, welche Jod bis zur Sättigung gelöst enthält. Nachdem das Reagenz eine Zeit lang eingewirkt hat, spült man es mit Wasser weg und setzt einen Tropfen Essigsäure zu. Durch die nunmehr erfolgende Bildung von essigsaurem Kali wird das Jod frei und färbt in statu nascendi auf das Deutlichste auch die kleinste Stärkemenge. Bei Untersuchungen über die assimilatorische Tagesarbeit der Blätter dürfte diese Methode sichere Ergebnisse verbürgen.

Falle histologisch leicht durch die Grenzlinie festzustellen, welche die Epidermis der Samenanlage mit dem Perikarp bildet. Zwar ist hier die Außenschicht der Samenanlage, welche sich normalerweise zur Testa umgestalten müßte, durchaus noch nicht so differenziert, wie es bei den Cucurbitaceen der Fall zu sein pflegt; aber sie besteht immerhin aus getüpfelten Parenchymzellen, welche den von Harz l. c. abgebildeten entsprechen dürften [1]) (Fig. 2). Auch histochemisch läßt sich die ehemalige freie Epidermis der Samenanlage nachweisen; bei Behandlung eines Schnittes durch die Verwachsungszone mit Jod und Schwefelsäure färbt sich die jener Epidermis entsprechende Schicht nicht blau, sondern gelb. Dies wurde an einer reifen, 10 cm langen Frucht festgestellt. — Diese Verwachsung findet aber, wie gesagt, nur an den Breitseiten der Samenanlage, welche den Rückenflächen der Kotyledonen parallel gehen, statt; sowohl an den schmalen Seiten wie an der Spitze werden die Wände der Samenanlage von den mächtig sich vergrößernden Kotyledonen gespalten. So kommt es, daß man beim Betrachten des Inneren einer reifen Frucht die Innenwand des Perikarps über den Rückenflächen der Keimblätter grünlich gefärbt und stark glänzend findet; es sind dies die Innenflächen der betreffenden Abschnitte der Testa. Nun geht aber durch die Literatur die Angabe Sechium habe eine „testa lignosa", so z. B. auch in der Cucurbitaceenmonographie von Cogniaux [2]). Sie ist mit meinen Befunden völlig unvereinbar, wenigstens, wenn man als Kennzeichen eines verholzten Gewebes seine beträchtliche Wandverdickung und seine Gelbfärbung mit Anilinsulfat betrachtet. Bezieht sich Cogniaux etwa auf Fragmente halbreifer, den Herbarexemplaren beigegebener Früchte, bei denen die Wand der Samenanlage durch das Austrocknen stark verhärtet, wie Holz, geworden war? Oder verhalten sich, was doch kaum glaublich, verschiedene Sechiumsorten in diesem Punkte verschieden?

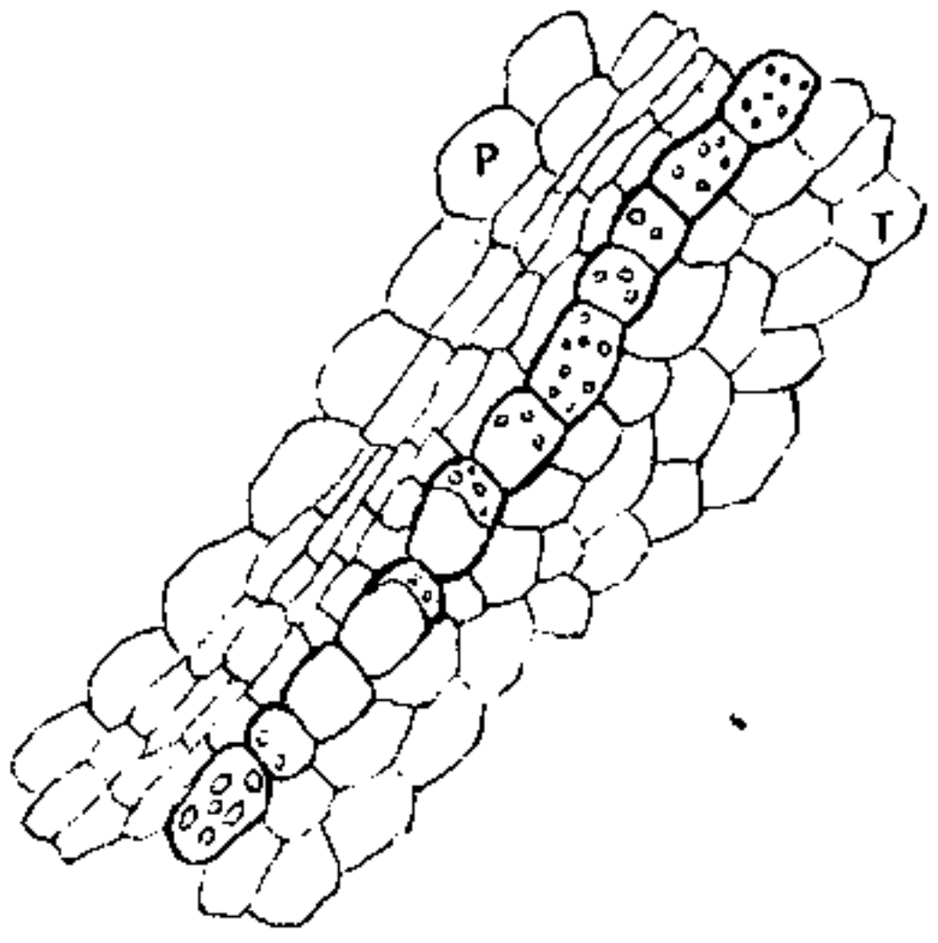

Fig. 2. Schnitt durch die Verwachsungszone der Testa (*T*) mit dem Perikarp (*P*).

1) Harz, Samenkunde, pag. 813, Fig. 45, *IVc*.

2) Monograph. Phan. III (1881) pag. 901. — Die Flora bras. ist in Mexico unzugänglich.

Vermutlich hat Cogniaux überhaupt kein lebendes Fruchtmaterial zur Verfügung gehabt.

Während des Heranwachsens der Samenanlage und ihrer Vereinigung mit der Innenwand der Fruchtknotenhöhlung gehen nun in ihrem eigenen Innern wichtige, den Nucellus, Embryosack und Embryo betreffende Veränderungen vor sich. Der Nucellus formt sich zu einem grünlichen, höchst dünnwandigem Gewebe von fast gallertartiger Beschaffenheit um; es verdankt seine Durchsichtigkeit seinem völligen Mangel an Stärke. Dem oberen Ende des Nucellus ist der Embryosack eingebettet; er ist zunächst sehr klein und von kugeliger Gestalt; der Eiapparat tritt, wie üblich, durch stärkere Lichtbrechung hervor. Bald aber ändert sich das Bild, insofern der Embryosack sich mit einem äußerst dünnzelligem Endosperm füllt und von seinem unteren Ende einen langen, darmartig gewundenen Zellfaden ausgehen läßt, der im Nucellus sich einen Weg bahnt, indem er ihn vor sich her auflöst. Die Größenverhältnisse der betreffenden Organe waren in einem untersuchten Falle folgende: Länge der Frucht: 9 cm; der Samenanlage: 3 cm; des breiten Teiles des Embryosackes: 0,5 cm; des fädigen Anhanges: 2,4 cm. Letzterer mag als Saugfaden bezeichnet werden. Derartige Saugorgane am Embryosack, welche zur Ausbeutung des umgebenden Nucellargewebes oder der Wand der Samenanlage dienen, sind auch von anderen Pflanzen bekannt. Goebel[1]) bildet z. B. den Längsschnitt eines jungen Samens von Byblis ab, in welchem Scheitel und Basis des Embryosackes Saugorgane besitzen, die hier allerdings mehr in die Breite sich erstrecken, als im Falle von Sechium. Hier erinnert die Form des rundlichen Embryosackes mit seinem schwanzförmigen Anhang an eine Kaulquappe oder eine Cercarie (Fig. 3). Die

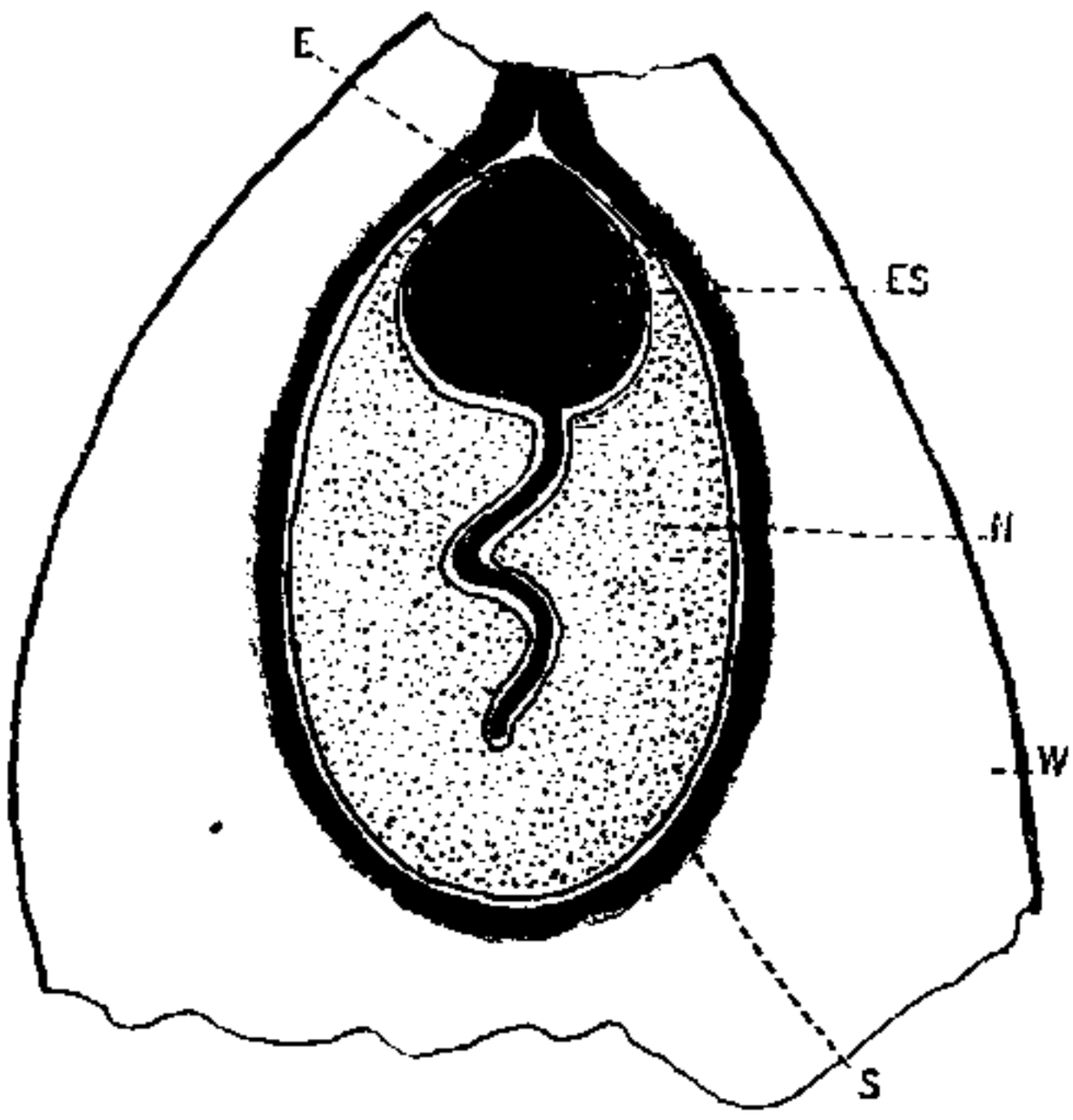

Fig. 3. Längsschnitt durch eine befruchtete Samenanlage. *E* Embryo; *ES* Embryosack; *N* Nucellus; *W* Wand der Samenanlage.

1) Organographie (1898), pag. 808, Fig. 534.

schon von anderen hervorgehobene Ähnlichkeit solcher Saugstränge mit Pilzhyphen, welche das Gewebe ihres Wirtes durchziehen, ist in unserem Falle besonders auffällig. Wer ohne den Sachverhalt zu kennen, ein Stück beim Präparieren abgerissenen und im Nucellus haftengebliebenen Saugfadens vor Augen bekommt, wird es sicherlich weit eher als Pilzhyphe denn als Saugorgan des Embryosackes deuten. In diesem Zusammenhange wird auch die außerordentliche Dünnwandigkeit und der halbflüssige Inhalt der Nucellarzellen verständlich; ihre Ausbeutung kann auf diese Weise am raschesten und ausgiebigsten vor sich gehen. —

Was nun schließlich den wichtigsten Teil des heranwachsenden Samens, den Embryo selbst, betrifft, so bleibt er zunächst und im Vergleich mit den übrigen Teilen von Frucht und Samen, außerordentlich klein, wie folgende Messungen dartun:

Länge des Fruchtknotens:	der Samenanlage:	des Embryos:
9 mm (Blütezeit)	2 mm	—
1,5 cm	2 mm	—
6 cm	1,8 cm	0,2 mm
7 cm	2,2 cm	0,65 mm
9 cm	3 cm	2 mm

An jungen Früchten von 3—5 cm Länge sind die Embryonen überhaupt noch nicht zu sehen; sobald sie in die Erscheinung treten, fallen sie auch schon durch ihren Reichtum an Stärke auf. Die geförderttsten Teile des Embryos sind die keilförmigen Kotyledonen; das Würzelchen erscheint nur als wenig abgesetzte und abgerundete, dem Scheitel des Fruchtknotens zugewendete Kuppe, die über den Grund der Keimblätter hervorragt. Der Stammscheitel ist nur an älteren Keimen als flache Wölbung wahrzunehmen. Indem nun die elfenbeinweißen, prall mit Stärke gefüllten und deshalb knorpelharten Kotyledonen, deren zahlreiche Gefäßbündel mit mächtig entwickelten doppelten Phloëmen ausgestattet sind, kräftig heranwachsen, ohne daß zunächst Radicula und Stammscheitel sich verändern, füllen sie bald die Höhlung des Embryosackes aus und durchbrechen sie. Dann schieben sie sich in den Nucellus hinein und saugen ihn aus, soweit dessen Inhalt noch nicht durch den Saugfaden des Embryosackes resorbiert war. Manchmal bleiben zwischen den Keimblättern Reste des Nucellargewebes erhalten; sie erscheinen dann in völlig ausgewachsenen Früchten als dünne, glashelle Häutchen. Schließlich durchbricht der Keim sogar, wie bereits oben angegeben, die Seitenränder der Samenschale und greift seitlich und unten (d. h. vor den Scheiteln der Keimblätter) weit in das Perikarp über. In einem untersuchten Falle hatte die dem Endokarp angewachsene

Testa einen Längendurchmesser von 38, einen Breitendurchmesser von 25 mm, die Kotyledonen aber bzw. von 68 und 36 mm. So entsteht denn der gewaltige Keim, der ohne Samenschale wie ein gelblichweißer Keil in der Sechiumfrucht steckt. —

Überblicken wir zum Schluß die Gesamtentwicklung von Frucht und Keim, so kommen wir zu dem Ergebnis, daß die Befruchtung zunächst eine gewaltige Förderung in den Dimensionen des Fruchtknotens, der Samenanlage, ihrer Wand und ihres Nucellargewebes bedingt, und daß erst später die Entwicklung des Embryos beginnt, um allerdings nachher um so kräftiger fortzuschreiten; dann verlangsamt das Perikarp seinerseits sein Wachstum. Offenbar ist der ursächliche Zusammenhang dieser gegensätzlichen Beziehungen darin zu finden, daß die Sechiumpflanze, welche schließlich eben nicht nur mit einem ruhenden Samen, sondern mit einem geförderten Keimling auf dem Schauplatz erscheint, zunächst für die Anhäufung der nötigen plastischen Stoffe sorgt, ehe sie an den Ausbau des Keimes selber geht. Mit zunehmender Reife erfährt das Epikarp ein lokalisiert gefördertes Flächenwachstum, infolge dessen es eine runzelige Beschaffenheit annimmt; und zwar reichen die Falten und Furchen oft weit in das Innere hinein, zumal gegen das breite Ende der Frucht hin.

III. Weiterer Ausbau von Frucht und Keim.

Wir verließen den Keim in dem Zustand der Entwicklung, daß er innerhalb der geschlossenen Frucht als ein keilartiges, mit dem Radicularende nach oben, mit den Kotyledonen nach unten gerichtetes Gebilde saß. Es wird nun berichtet, daß das Heraustreten des Keimes aus der Frucht gelegentlich schon vor sich geht, so lange diese noch auf der Pflanze festsitzt. Hier auf der Hochebene dürfte dies schwerlich vorkommen, da die Nachtfröste des Oktober der Vegetation der Pflanze ein Ziel setzen. Dagegen dürfte in wärmeren Klimaten das geschilderte Verhalten durchaus nicht unmöglich sein. Aus den im September geernteten und in einer halbdunklen Speisekammer aufbewahrten Früchten trat schon im Oktober der Keim hervor, indem er, wie bereits angegeben, die scheitelständige Querfurche zu einem Spalt erweiterte. Diese Keilwirkung des Keimes wird durch eine Streckung der Basis der Kotyledonen bedingt, wobei das Perikarp, dem sich die Ränder von jenen aufstützen, als Widerlager dient. Es erschien zuerst die sehr kurze und breite Radicula und dann die Basen der Keimblätter; sie ergrünten sämtlich beim Heraustreten. Darauf wichen die Keimblätter am Grunde

etwas auseinander, und aus dem Spalte trat der junge tiefgrüne und gefurchte Stengel hervor, mit den schon weit geförderten Anlagen für die ersten Ranken, Blätter und Seitensprosse; letztere, in den Blattwinkeln gelegen, kommen sofort zur Entwicklung, falls durch einen Unglücksfall (Abfrieren durch zu zeitiges Auspflanzen) der Hauptstengel zugrunde gehen sollte. Da der Stammscheitel zunächst nach abwärts gerichtet war, so mußte der Stengel zwischen den Basen der Keimblätter hindurch eine scharfe Krümmung nach aufwärts machen, um nun neben der Wurzel zu erscheinen (Fig. 4). Zu gleicher Zeit verbreiterte sich das ganze zwischen dem Scheitel der Keimwurzel und der Insertion der Keimblätter gelegene

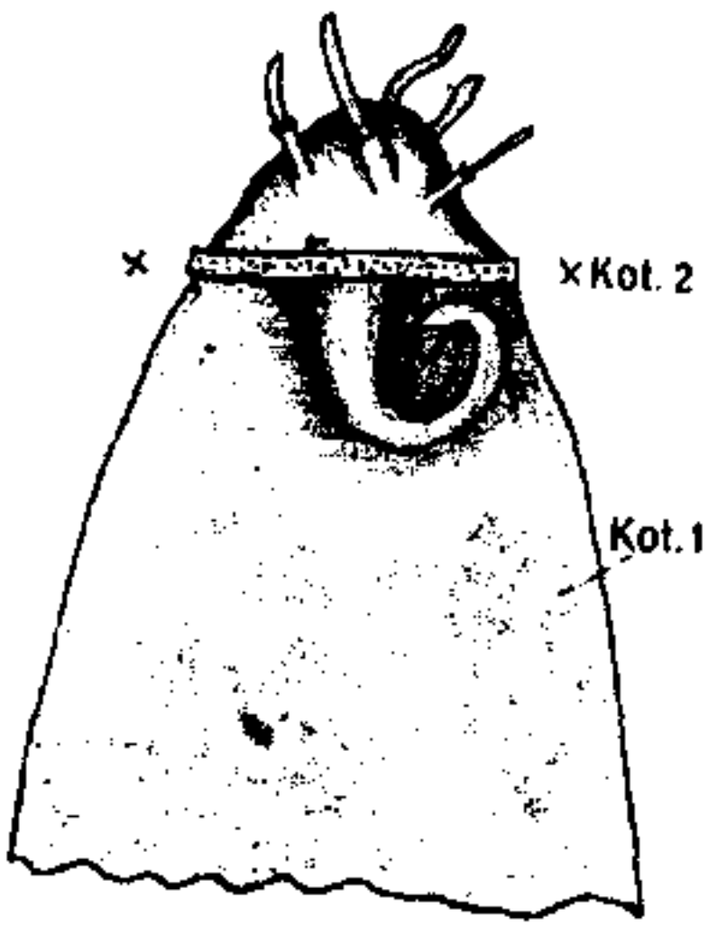

Fig. 4.

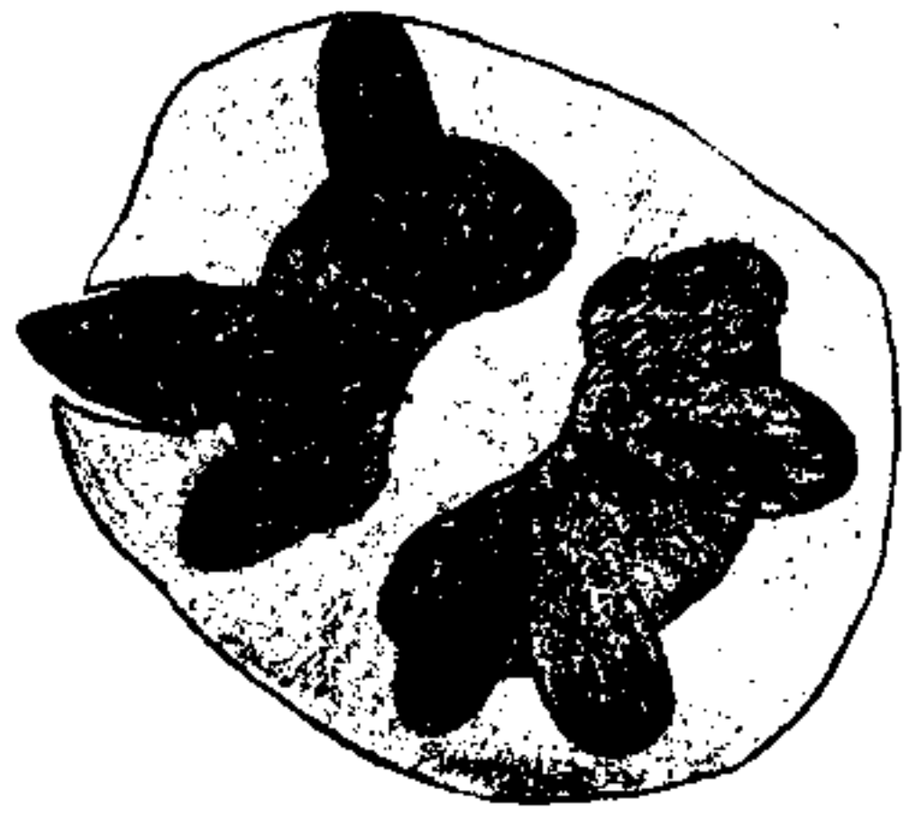

Fig. 5.

Fig. 4. Aus dem oberen Teil eines Keimes; der eine Kotyledon (*K 1*) ist abgetragen; bei × — × verlief der Schnitt; *K2* ist der erhaltene Kotyledon, von der Innenseite gesehen.

Fig. 5. Querschnitt durch das hypokotyle Glied, um die endogene Anlage der Adventivwurzeln zu zeigen.

Gebiet (also das hier allerdings sehr verkürzte hypokotyle Glied) und aus ihm sproßten eine größere Anzahl endogen angelegter und vom durchbrochenen Gewebe scheidig umhüllter, dünner Adventivwurzeln hervor (Fig. 5). Der ursprüngliche Charakter dieser Region als *hypokotyles* Glied wird durch ihre Volumenzunahme und das Austreiben der Adventivwurzeln immer undeutlicher (siehe später). In diesem Zustande blieben die Keime bis zu ihrer im kommenden Februar oder März erfolgenden Auspflanzung. Damit aber sind wir wieder bei dem Zustand von Frucht und Keim angelangt, von dem wir bei der Darlegung der Entwicklungsgeschichte von Sechium ausgegangen waren[1]).

1) Werden die Früchte nicht in den angegebenen Monaten ausgepflanzt, so vertrocknen sie.

Es erübrigt nun noch, nach weiteren Vorkommnissen Umschau zu halten, welche dem eigentümlichen morphologischen und biologischen Verhalten von Sechium ähnlich sind. Es bietet sich alsdann die Familie der Rhizophoraceen zum Vergleiche dar, bei denen ja auch ein Keimen des Samens auf dem Baume stattfindet. Doch wird bei diesen Gewächsen immer noch ein typischer Samen gebildet, während bei Sechium die Testa sich frühzeitig mit dem Endokarp der Frucht vereint, eine Samenhülle also schließlich nicht mehr vorhanden ist. In dieser Beziehung kommt Inga Feuillei DC. unserem Sechium etwas näher. Denn auch hier wird die Testa innerhalb der Frucht rück- und dabei in eine pulpöse Masse umgebildet. Während ferner bei den Rhizophoraceen das Hypokotyl sich gewaltig streckt und dann, wenigstens bei einigen Gattungen, von der Frucht trennt und herausfällt, so bleibt es bei unserer Pflanze zunächst sehr unentwickelt, während hier der Stamm eine beträchtliche Förderung erfährt. — Die biologische Bedeutung der unregelmäßigen Keimung liegt für Rhizophora klar zutage: die fertigen Keimlinge sichern sich bekanntlich ihren Standort im beweglichen Schlick der Meeresküste. Wie aber ist das Verhalten von Sechium zu deuten? Seine großen und schweren Früchte werden nach dem Abfallen von der Mutterpflanze auf dem Boden liegen bleiben, ohne Aussicht, mit Erde bedeckt zu werden und so ihr natürliches Keimblatt zu finden. Sie sind also der Gefahr der Vernichtung in hohem Grade ausgesetzt, und wenn auch die Stachelbekleidung einen relativen Schutz gegen Angriffe von Tieren geben mag, so zeigt doch das Beispiel großer Cereuskakteen, die trotz ihrer furchtbaren Bestachelung bei Wassermangel von Rindern und Maultieren angeschlagen werden, daß jener Schutz nur ein beschränkter ist. Dazu kommt, daß Sechium zu den wenigen Cucurbitaceen mit einsamigen Früchten gehört, daß also der Verlust der Frucht auch den des Samens in sich schließt, was doch eben bei der einsamigen Frucht weit mehr für die Erhaltung der Art bedeutet, als z. B. bei einem Kürbis mit seinen Hunderten von Samen, von denen gegebenenfalls doch einige einem etwaigen Verderben entgehen werden. Es ist also biologisch wohl verständlich, wenn die auf dem Boden zum Keimen bestimmte Sechiumfrucht dies ohne Zeitverlust ins Werk setzt, indem sie einen innerlich mit Stärke und Chlorophyll, äußerlich mit einem verzweigten Stengel, Ranken, Blättern und Reserveknospen ausgestatteten Keim sofort beim Abfallen zum Einwurzeln in die Erde bereit hält. So verschieden also in den Einzelheiten die Rhizophoraceen, Inga- und Sechium verfahren, im Grunde hat ihre eigentümliche Keimung denselben biologischen Wert, nämlich den der Sicherung der Aussäung und

des Standortes. Daß außerdem Sechium, insofern es in seiner Frucht alle Nährsubstanzen (inkl. Wasser) für den Keim in größter Menge in sich führt, diesem eine gewisse Unabhängigkeit von Klima und Boden sichert, und ihn somit vor seinen Mittbewerbern begünstigt, wurde schon eingangs ausgeführt. Immerhin muß in der Gattung Sechium eine ursprüngliche Disposition liegen, in der angegebenen Weise für die Nachkommenschaft zu sorgen. In dieser Beziehung ist vielleicht folgende zufällige Beobachtung von Interesse: In einem im November 1917 geernteten und im Mai 1918 aufgeschnittenen Kürbis war ein Teil der Samen bereits ausgekeimt, die voll ergrünten (!) Keimblätter hatten sich entfaltet und die Wurzel fing an, Nebenwurzeln zu treiben. Auch bei Cucurbita ficifolia (dem Chylacayte der Mexikaner) ist ähnliches beobachtet worden. Es scheint also in den Cucurbitaceen eine gewisse Neigung zur Viviparie vorhanden zu sein. Auch bei Inga keimen die Embryonen manchmal in der Hülse aus, nämlich wenn sie nicht von den die Aussäung besorgenden Vögeln herausgezogen worden sind. Die Samen von Phyllocactus keimen ebenfalls in der Frucht.

IV. Art und Weise des Ausdauerns. Knollenbildung.

Wenn auch De Candolle[1]) angibt, Sechium sei eine einjährige Pflanze, so ist sie doch in Wahrheit ausdauernd, sei es, daß, wie hier auf der Hochebene von Mexiko, alljährlich die oberirdischen Triebe abfrieren, sei es, daß sie ausdauern in wärmeren Strichen, wo alsdann unsere Pflanze einen Kletterstrauch darstellen würde. Und zwar wächst im Laufe der Jahre jene zunächst dem Hypokotyl und der Primärwurzel entsprechende Region (s. oben) zu einem breiten, unregelmäßig kuchenförmigen Körper heran, welcher alljährlich (hier um Mexiko an geschützten Orten schon im Januar) nach oben zahlreiche Adventivsprosse, nach unten eine beträchtliche Anzahl von fleischigen, bis 3 cm dicken und 2 m langen Wurzeln entsendet (Fig. 6, 7). Vom 2. Lebensjahr an treten nun neben diesen gewöhnlichen, hellbraunen, längsrissigen Wurzeln noch andere auf, die plötzlich zu rübenartigen, hier „Chinchayotes“[2]) genannten Gebilden sich verdicken. So hatte z. B. der normale Teil einer solchen Wurzel 5 mm, der zur Knolle umgestaltete Teil aber 7,5 cm Durchmesser. An einer 5jährigen Pflanze lagen sie etwa 1 m tief und wogen 1,5 kg. Diese Knollen werden ungefähr 10 cm lang und besitzen eine bräunliche,

1) Ursprung der Kulturpflanzen, pag. 564.

2) Chinchayote = unterer Chayote, Wurzel des Ch. (Rebolledeo, Diccionairis de aztequismos, pag. 71.)

längsrissige und dabei unregelmäßig muldenförmig vertiefte Oberfläche. Gelegentlich kommen auch wurstförmig gekrümmte Mittelformen zwischen dünnen und rübenförmigen Wurzeln vor. Sie sind sämtlich sehr stärkereich. Im Laufe der Zeit werden sie alle entleert und vermulmen, während andere an ihre Stelle treten. Die anatomische Untersuchung dünner und verdickter Wurzeln ergab folgenden Bau. Der dünne Teil

Fig. 6. Eine Sechiumpflanze im 2. Lebensjahr, im Austreiben begriffen; bei × der abgestorbene Stengel des 1. Lebensjahres.

war Anfang Juli im Dickenwachstum begriffen. In den zwischen die Xylemteile des primären Bündels fallenden Streifen hatten sich neue Gewebsplatten gebildet, welche aus sehr weitlumigen Gefäßen (bis 0,5 mm im Durchmesser), daran seitlich anschließendem Libriform und reichlichem Vasalparenchym bestanden. Zwischen diesen Gewebeplatten öffnen sich breite Markstrahlen. Jenseits des Cambium erstreckt sich ein mächtiges Phloëm. Ein typisches, aus tafelförmigen Zellen bestehendes

Periderm wird nicht gebildet, sondern die äußersten Rindenschichten desorganisieren sich und verholzen dabei. Bastbündel kommen in der Rinde nicht vor. Bemerkenswert erschien, daß die Gefäße oft durch Thyllen verstopft, und daß diese, wo sie in der Mitte des Gefäßes zusammenstießen, verholzt waren. Der dicke, rübenartige Teil der Wurzel geht nun aus dem dünnen dadurch hervor, daß regelmäßig mit den primären Xylemen des zentralen, im untersuchten Falle triarchen Bündels alternierende Gewebeplatten im obigen Sinne nicht gebildet werden, sondern daß das Cambium ein breites, manchmal in Hohlräume sich spaltendes Parenchym produziert, mit zahlreichen kleinen, oft nur aus wenigen Gefäßen und Phloëmzellen bestehenden Bündeln; häufig ist ein großes Gefäß von Gruppen isoliert laufender Siebröhrenzüge umgeben (Fig. 8). Alle diese Bündel haben einen regellos schiefen Verlauf und anastomosieren durch Querverbindungen. Die äußersten, gebräunten Schichten des Rindenparenchyms sind auch hier leicht verholzt. In der untersuchten Knolle war Anfang Juli und Ende Januar reichlich Stärke und wenig Zucker vorhanden. — Aus dem Reichtum an plastischem Material erklärt es sich, daß Exemplare, die zum Zwecke der Untersuchung nach Durchschneidung der Wurzeln aus dem Boden genommen und dann wieder eingesetzt wurden, durch Aussendung neuer Triebe und Wurzeln am Leben blieben. —

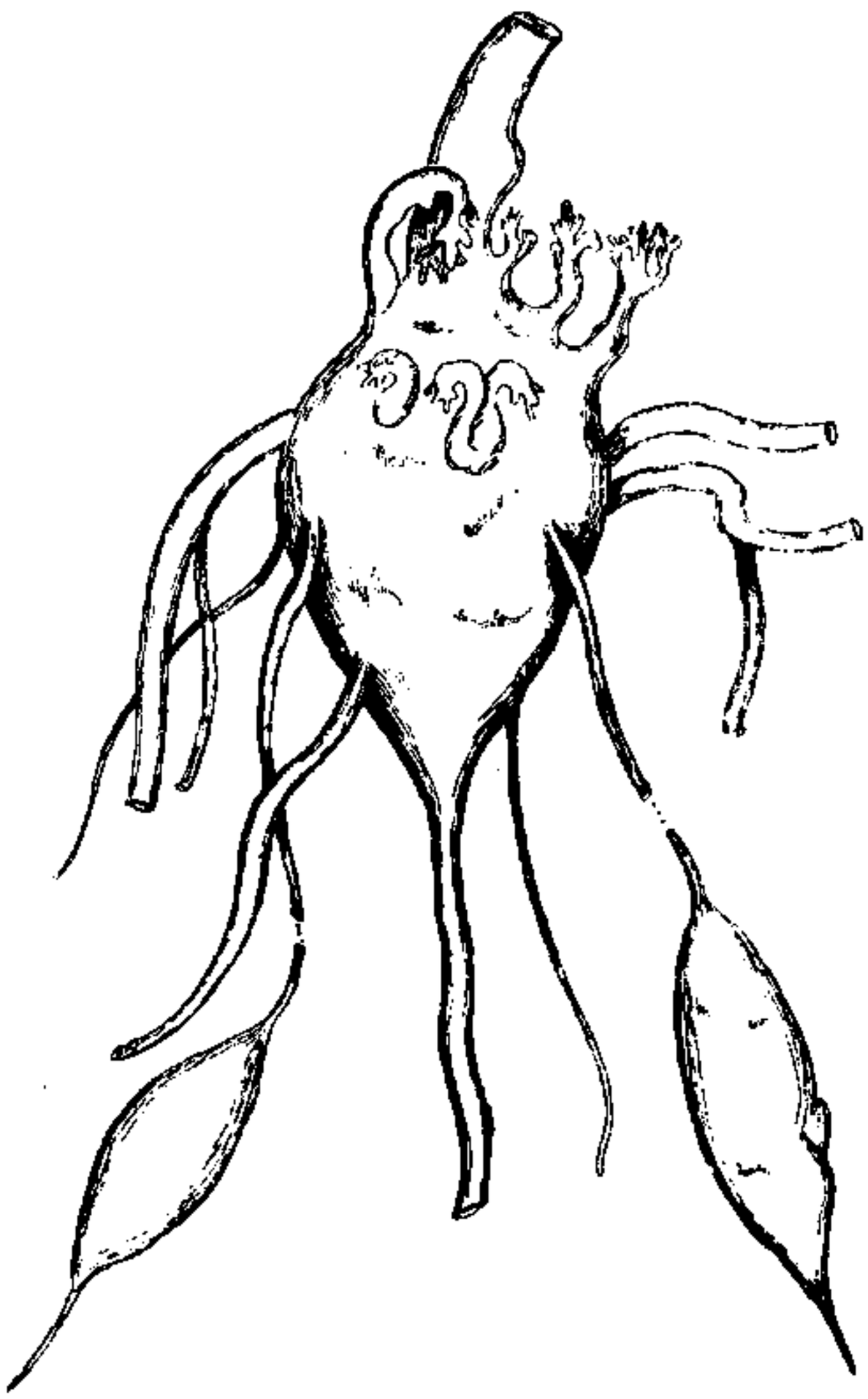

Fig. 7. Eine Sechiumpflanze etwa im 5. Lebensjahre.

Der Bau des Stengels ist der typische der Cucurbitaceen. Unter der Epidermis erstreckt sich eine schmale Collenchymschicht; auf sie folgt ein geschlossener Ring verholzendes Sklerenchym und schließlich,

eingesenkt in das Grundgewebe, die beiden Kreise bikollateraler Bündel. Sie stehen miteinander in Verbindung durch eine Zuwachszone, welche in Ansehung der Lagerung der Bündel, Sternform besitzt. Mit zunehmendem Alter und infolge der Tätigkeit jener Zone, rücken die Bündel in eine einzige Kreislinie auseinander, jedes wächst in die Dicke und bildet alsdann einen festen Strang, der aus Gefäßen, Libriform und Vasalparenchym und Phloëm besteht. Diese Stränge werden durch breite Lagen von Markstrahlen getrennt. In ihnen erfolgt im Herbst, nachdem bereits der periphere Sklerenchymring in einzelne Bogenstücke zer-

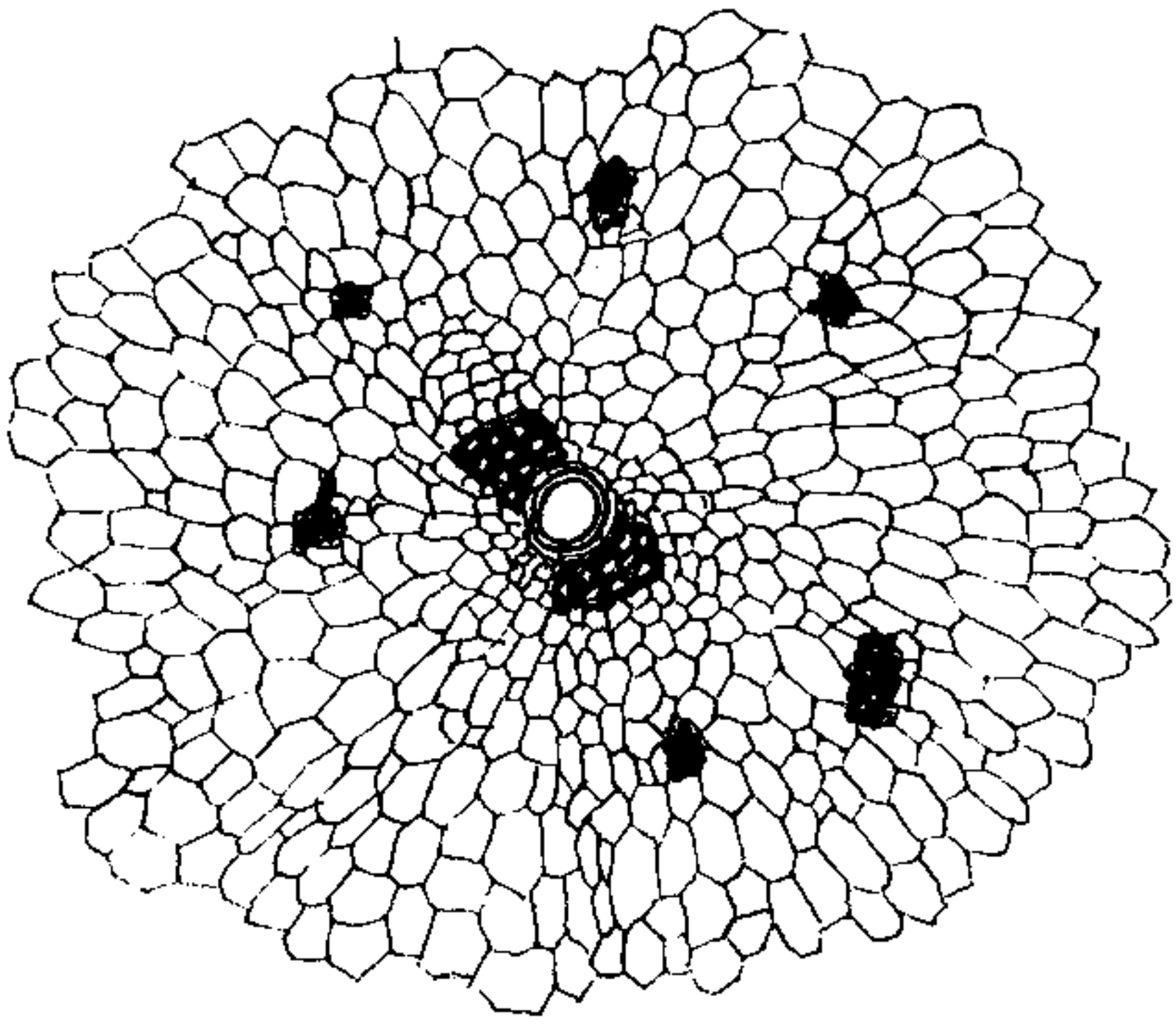

Fig. 8. Querschnitt eines Gefäßes und benachbarter Phloemgruppen aus einer Sechiumknolle. Neben dem Gefäße befinden sich Libriformstränge.

sprengt ist, die Scheidung der einzelnen Stränge. So stellt denn der abgestorbene und desorganisierte Stamm von Sechium ein Bündel dicker Fasern dar, die hier und da noch von Stücken der brüchigen Rinde bedeckt sind (Fig. 9).

V. Heimat und Nutzen.

Zu den Angaben von De Candolle[1]), daß Sechium von Brasilien bis nach den Antillen nur im kultivierten Zustande bekannt ist und daß sein aztekischer, noch heute allgemein üblicher Name: „Chayott“ (oder in modernisierter Form: chayote, aber nicht chayota, wie De Candolle,

1) Ursprung der Kulturpflanzen, pag. 342—343.

l. c., pag. 564 schreibt) auf mexikanischen Ursprung hinweist, läßt sich leider nichts Neues hinzufügen; höchstens, daß als engeres Vaterland zunächst nur das wärmere Mexiko in Frage gekommen sein dürfte, wo keine Gefahr des Abfrierens vor der Fruchtreife herrscht. Es ist als sicher anzunehmen, daß die alten Azteken, die ja verständnisvolle und unternehmende Pflanzenzüchter waren, den Chayote genannt und kultiviert haben. Alle Umfragen nach wildwachsenden Chayoten hatten ein negatives Ergebnis; nur von einem mir als tüchtig und vertrauenswürdig bekannten, aber nicht botanisch geschulten Sammler wurde ausgesagt,

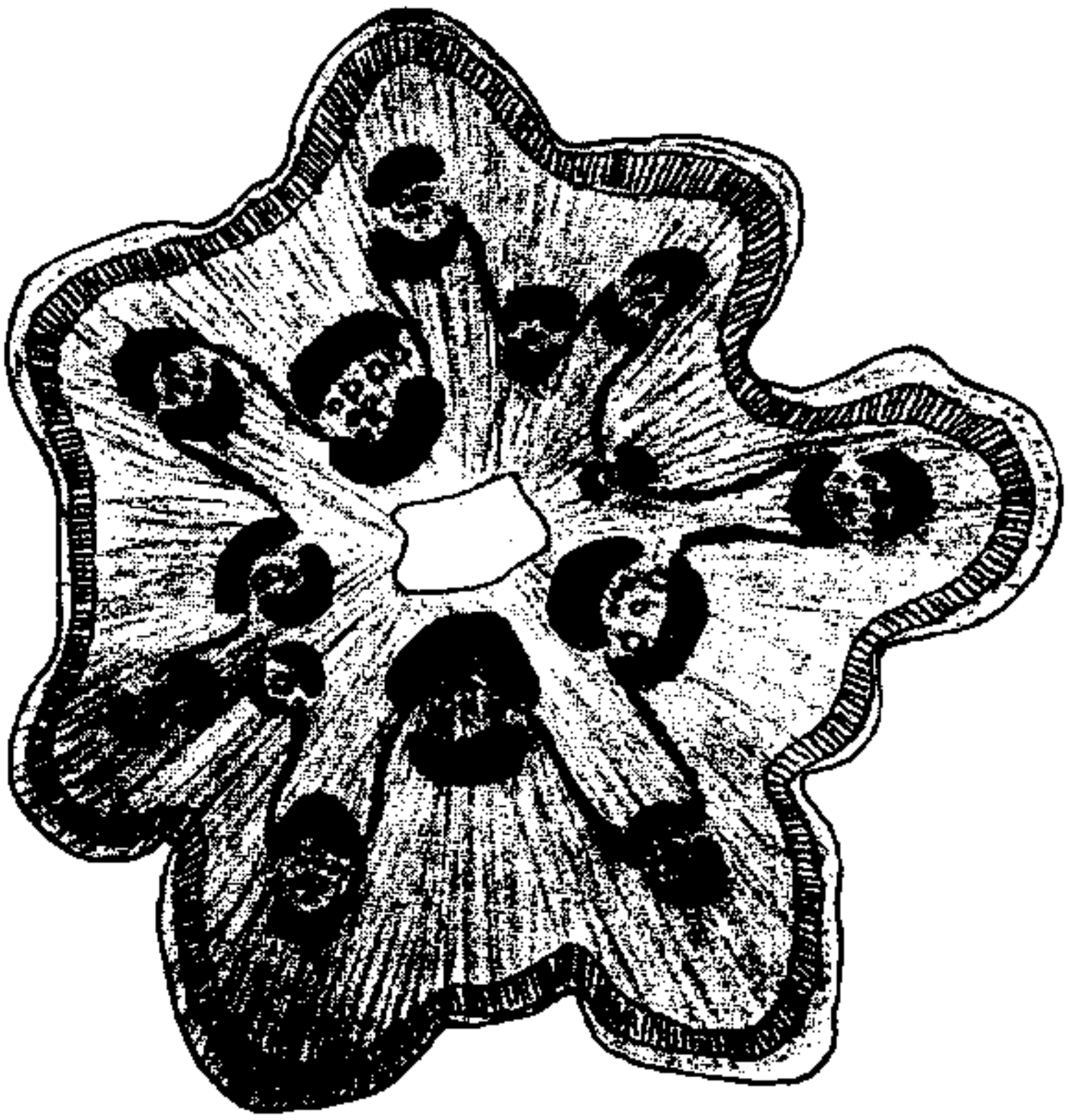

Fig. 9. Querschnitt durch einen Stengel, vor Beginn des Dickenwachstums. Vergl. den Text.

die Pflanze wachse wild in einer Schlucht im Staate Puebla. Leider gestatten die heillosen Verhältnisse im Lande vorläufig keine Untersuchung des Falles. Zu bedenken bleibt immer, daß auch andere mexikanische Cucurbitaceen stachelige, wenn auch kleinere und, je nach den Gattungen, ein- oder mehrsamige Früchte und auch rübenförmige Wurzeln haben, z. B. Arten von Echinocystis. Sie werden unter dem Sammelnamen: Chayotillo = kleiner Chayote, zusammengefaßt.

Daß Sechium eine alte Kulturpflanze ist, geht aus dem Vorhandensein von zwei Varietäten hervor; einmal gibt es Früchte mit stachellosem Perikarp — den einen und anderen vereinzelten Stachel abgerechnet;

dann sind auch die Blätter weniger rauh; und dann gibt es gelblichweiße Früchte, welche, wie die bekannten Wachsbohnen, wegen ihrer Zartheit besonders geschätzt werden. Der aus ihnen hervortretende Keim ist hellgrün gefärbt, ebenso wie die Blätter der erwachsenen Pflanze; sie sind außerdem etwas kleiner und weicher.

Es bleibt nun noch der letzte Punkt unserer Untersuchung zu erörtern, nämlich die praktische Verwendung der Chayotepflanze. Sie hat einen begeisterten Lobredner schon in Antonio Alzate gefunden, der in einer Abhandlung[1]) aus dem Jahre 1792 den Chayote wegen seines Nutzens sogar mit dem Brotfruchtbaum vergleicht; denn die Pflanze gebe 7 Jahre hindurch Früchte und Knollen. Auch heutzutage ist die Kultur der Pflanze noch eine sehr allgemeine. Man soll die frisch gepflückten und geschälten, manchmal ½ kg schweren, Chyaotefrüchte und Knollen im Dampftopf gar kochen, um ihnen allen Wohlgeschmack zu erhalten. Man verspeist sie dann als warmes Gemüse oder kalt als Salat, der, zumal aus den Früchten zubereitet, den ihm im Geschmack ähnlichen Kartoffelsalat an Zartheit weit übertrifft.

An den Sechiumpflanzen habe ich niemals Krankheiten bemerkt, nicht einmal die Erisyphe, deren weiße Mycelien die Kürbisblätter hier oft überziehen.

Mexiko D. F., im Februar 1918.

---

1) Wieder abgedruckt in La Naturaleza, VII (1887), Apéndice, pag. 7.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: 114

Autor(en)/Author(s): Reiche Karl Friedrich

Artikel/Article: Zur Kenntnis von Sechium edule Sw. 232-248