Untersuchungen über die Samenentwickelung der Utricularieen.[1])

Von
M. Merz.

Hierzu 34 Textfiguren.

Die im Fruchtknoten liegende Centralplacenta ist von neben einander liegenden typisch anatropen Samenanlagen dicht besetzt. Der nicht gerade kurze, spindelförmige Embryosack — er variirt allerdings bei den verschiedenen Arten — ragt aus der Mikropyle etwas heraus, rundet sich mehr oder minder stark ab und wuchert als später zu beschreibendes Haustorium, den Eiapparat tragend, bei jeder Art unbedeutende Verschiedenheiten zeigend in ein in der Placenta gelegenes Nährgewebe hinein. Dieses Heraustreten des Embryosackes aus der Mikropyle und das dichte Anliegen an den Funiculus finden wir auch bei einigen Personaten, doch ist kaum irgend welche Uebereinstimmung zwischen diesen und Utricularia vorhanden. Der einzige Autor, der sich mit der Samenbildung von Utricularien befasst hat, Kamienski, (Vergleichende Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Utricularien, botanische Zeitung 1877, Seite 763 und 564) hat gerade die interessantesten Verhältnisse ganz übersehen. Seine Zeichnungen über Embryoentwickelung dürften im grossen Ganzen richtig sein, jedoch seine Behauptungen über Embryozelltheilung und Wachsthumsrichtung sind jedenfalls mehrfach unhaltbar. Bei den unten folgenden Betrachtungen wird solches klar und deutlich ersichtlich sein. Anfänglich ist die Embryozelltheilung eine normale, folgend den Gesetzen der embryonalen Zelltheilung. Späterhin jedoch erlischt die Zelltheilung früher an der Basis wie an der Spitze.

Eine Wurzelanlage ist nirgends zu finden. Der Embryoträger geht nach Abschnürung des haustorialen Embryosacktheiles zu Grunde, obwohl er in etwas älteren Stadien der Embryoentwickelung einer Theilung unterworfen ist.

---

1) Die Untersuchung wurde an dem von Prof. Goebel in Indien und Südamerika gesammelten Material unter Leitung desselben im hiesigen pflanzenphysiologischen Institut ausgeführt, wofür ich meinem verehrten Lehrer aufrichtigen Dank ausspreche. Ebenso benütze ich auch die Gelegenheit, um Herrn Dr. Raciborski, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut für die rege Theilnahme, mit welcher er meinen botanischen Studien entgegenkam, herzlich zu danken.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0073-4

Erwähnenswerth ist auch, dass die Embryomutterzelle sich anfänglich theilt, die entstandenen Nebenzellen 1—3 mal (bei verschiedenen Arten verschieden) durch Querwände, so dass der junge Embryo mit Träger anfänglich ein schlauchförmiges Gebilde darstellt.

Vorausschicken möchte ich nur noch, ehe ich zur speciellen Beschreibung der verschiedenen Arten schreite, sämmtliche Allgemeinheiten, die bei allen Arten sich vorfinden:

1. Fehlen eines Gefässbündels in der Samenanlage, indem diese in der Placenta verlaufend enden.
2. Ausbauchung des oberen und unteren Embryosacktheiles zu einem Haustorium mit den immer auffallenden, enorm grossen differenzirten Endospermkernen, welche frei liegen, während die mittlere Zone des Embryosackes einer Endospermzelltheilung unterworfen ist.
3. Das in der Placenta, hauptsächlich stark um den Eiapparat entwickelte Drüsen- oder Nährgewebe, das gegen die innere Placenta umgeben von einer Schichte langgestreckter, gleichheitlicher Zellen in gewöhnliche Parenchymzellen übergeht.
4. Ausbildung von mehr oder weniger inhaltsreichen Zellen an Stelle der Chalaza, welche der oberen Embryosackausbuchtung ebenfalls als Nährgewebe dienen.
5. Fehlen eines Nucellus, der zwar in ganz jungen Stadien ausgebildet, jedoch bei Entwickelung des Embryosackes verdrängt wird.
6. Normaler Befruchtungsvorgang, nur macht, wie unten vermerkt, Utricularia purpurea eine Ausnahme.
7. Ueberall wiederkehrende gleiche Keimtheilung und Samenentwickelung.
8. Ausbildung nur eines Integuments.
9. Bildung der Testa aus einer Zellschicht des Integuments.
10. Gänzliches Fehlen von Endosperm in reifen Samen, während in den ersten Stadien der Samenentwickelung solches mehr oder weniger stark ausgebildet wird.

Im Folgenden werde ich nur ein paar Arten einer vollkommenen Beschreibung unterziehen, während ich mich bei allen übrigen neben Hervorhebung einzelner kleiner Abweichungen oder Auffälligkeiten auf die Figurenerklärung beschränke.

1. Utricularia inflata.

Es war mir hier möglich, beinahe alle Entwickelungsstadien zu verfolgen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0074-0

Wie aus nebenstehenden Figuren ersichtlich ist, geht die Ausbildung des Embryosackes und die Bildung des Eiapparates normal vor sich. Das Nährgewebe des Embryosackes ist in den jüngsten Stadien der Entwickelung schon zu beobachten. Die Zellen dieses Gewebes (*Dr* Fig. 2) zeichnen sich durch grossen Gehalt eiweissreicher Stoffe aus, besitzen grosse, lichtbrechende Kerne — in manchen Zellen, besonders älterer Stadien sind zwei und mehr zu beobachten — und differenziren sich von den umliegenden Parenchymzellen durch eine ziemlich dicke, jedoch weiche Zellmembran. Der Embryosack dringt als

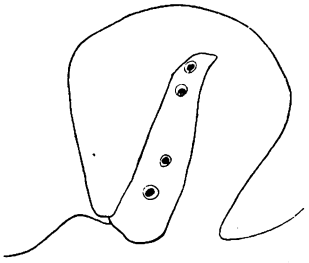

Fig. 1. Utric. inflata. Regelmässige Entwickelung des Embryosackes; Nucellus verdrängt. Vergr. 375/1.

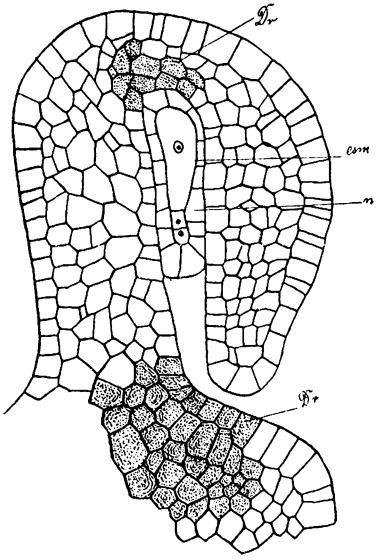

Fig. 2. Embryosackentwickelung von Utric. inflata. *Dr* = Nährgewebe; *esm* = Embryosackmutterzelle; *n* = Nucellus. Vergr. 500/1.

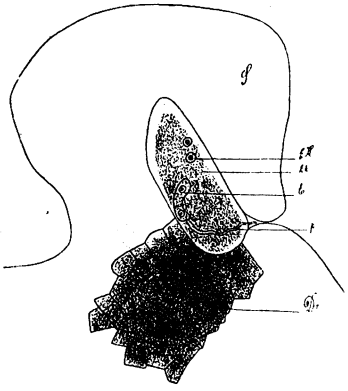

Fig. 3. Längsschnitt und Samenanlage von Utric. inflata. *S* = Integument; *EK* = Endospermkerne; *Ek* = Embryosack; *p* = Pollenschlauch; *E* = junger Embryo; *Dr* = Nährgewebe. Vergr. 330/1.

Saugorgan sich immer mehr ausbauchend in dieses der Placenta angehörige, parenchymatische Nährgewebe ein und entzieht ihm seine Nährstoffe zum Aufbau seiner Elemente. Es fliesst dem Embryosack aber nicht nur von dieser Seite Nahrung zu, sondern es dienen auch die in der Antipodengegend liegenden, den eben geschilderten

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0075-6

Nährzellen ähnlichen Zellen zu seiner Unterhaltung. Diese Zellen unterscheiden sich auffallend von den übrigen des Integuments. Es erweitert sich auch hier der Embryosack zu einem ausgedehnten Haustorium. Dass er nun beiderseits gleichsam haustorialer Natur ist, ist sehr deutlich an älteren Stadien zu erkennen. Die Zellmembranen werden aufgelöst und es wird das Nährgewebe allmählich — Uebergänge sind deutlich zu sehen — bis auf einen kleinen Kranz von mehrere Zellkerne enthaltenden Zellen aufgebraucht. Von der Wandung des Embryosackes ist späterhin nichts mehr zu sehen, obwohl sie noch vorhanden, was bei Aufhellung mit Kalilauge deutlich hervorging. Wir sehen im Haustorium meist zwei auffallend grosse Endospermkerne, verschieden an Gestalt, meist gelappt oder stark eingebuchtet, welche stark lichtbrechend sind. Auch finden wir noch verschiedene kleine Kerne,

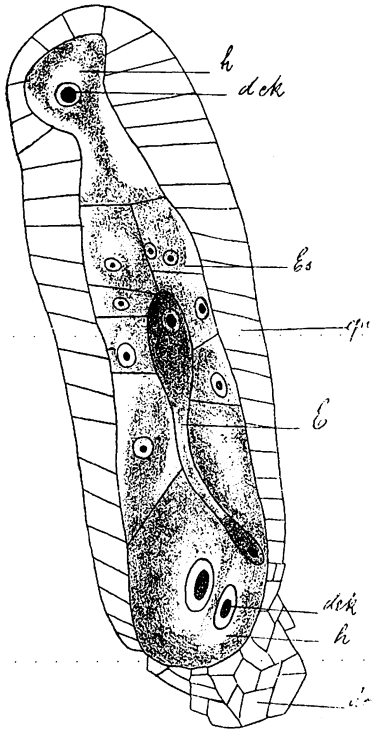

Fig. 5. Längsschnitt des Embryosackes von Utric. inflata. *h* = Haustorium; *dr* = Drüsengewebe; *dek* = differenzirte Endospermkerne; *E* = Embryo; *epi* = Epithelzellen; *Es* = Endosperm. 250/1.

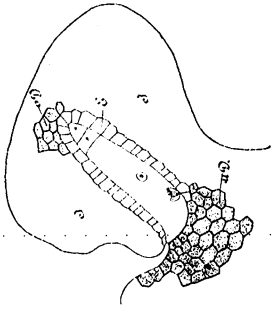

Fig. 4. Längsschnitt des Embryosackes mit den beiden Drüsengeweben. *E* = Epithelzellen; *oD* = oberes Drüsengewebe; *uD* = unteres Drüsengewebe; *I* = Integument. 250/1.

welche theilweise vielleicht als Fragmente dieser grossen Kerne zu betrachten sind, oder aus den Zellen des Nährgewebes stammen, nach deren Auflösung sie auf der Wandung des Saugapparates liegen. Erwähnenswerth ist auch, dass die Nucleolen der Zellkerne des Drüsengewebes meist in mehrere zerfallen, ich konnte oft 4—6 zählen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0076-2

Der Befruchtungsvorgang ist im grossen Ganzen als normal zu bezeichnen. Der Pollenschlauch umwächst die Samenanlage (was ich allerdings nicht hier, jedoch sehr deutlich bei Utricularia bifida sah), dringt durch die Mikropyle direct an den Embryosack, umwuchert

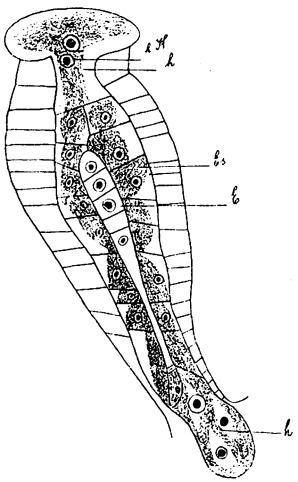

Fig. 6. Embryosacklängsschnitt. *E* = Embryo; *Es* = Endosperm; *hK* = Haustoriumskern; *h* = zu einem Haustorium ausgebuchteter Emryosacktheil. 250/1.

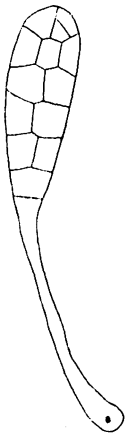

Fig. 7. Embryolängsschnitt von Utric. inflata.

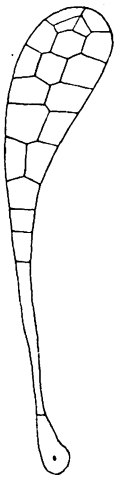

Fig. 8.

diesen ganz verschieden, er wurde sogar in der Antipodengegend gesehen und dringt endlich zu dem etwas seitlich in einer Ausbuchtung gelegenen Eiapparat. Hier legt er sich an die Gehilfinnen oder direct an die Eizelle fest haftend an. Die Synergiden erfüllen sich mit einer stark lichtbrechenden Substanz, schwellen stark an, gehen jedoch bald zu Grunde. Um genau den Befruchtungsvorgang zu beschreiben, dürfte dieses Material nicht günstig sein; jedoch man sieht öfters die zwei Kerne in der befruchteten Eizelle. Nun wächst der noch schlauchförmige, einzellige Embryo zwischen die unterdessen gebildeten Endospermzellen hinein; sein Kern theilt sich, der eine Kern wandert an das Kopfende, während der andere am basalen Ende zurückbleibt. Die Basis des Embryo wird bald durch eine Querwand von der oberen schlauchförmigen Embryozelle getrennt, Fig. 5. Die Embryomutterzelle theilt sich

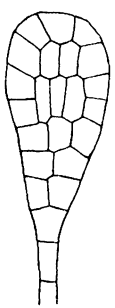

Fig. 9. Längsschnitt eines jungen Embryo von Utric. infl. 250/1.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0077-7

nun mehrere Male durch Querwände, so dass wir jetzt einen 5- bis 7 zelligen, schlauchförmigen Embryo vor uns haben, von dem die an der Ansatzstelle abgeschnürte Zelle und die lange schlauchförmige den Embryoträger darstellen, die übrigen 4—5 Zellen von jetzt ab

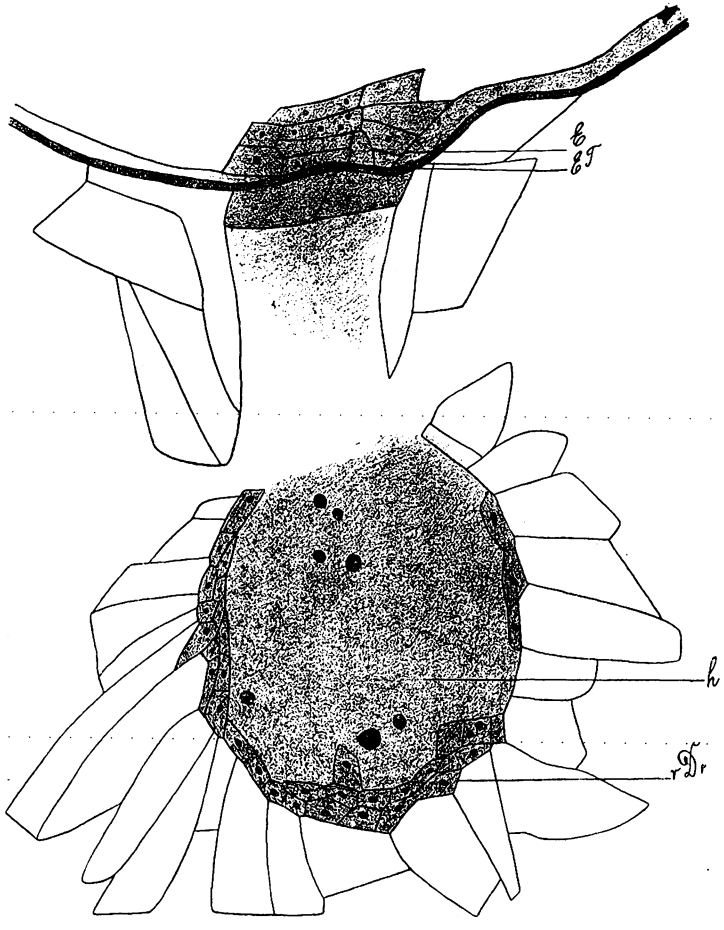

Fig. 10. Längsschnitt durch die Abtrennungszone des Samens von der Placenta. *E* = Endosperm; *ET* = Endosperm zur Testabildung verwendet; *Dr* = Drüsengewebe; *rDr* = zurückgebliebenes Drüsengewebe.

als eigentlicher Embryo zu betrachten sind, Fig. 6, 7, 8. Weiterhin können wir genau die gesetzmässige Embryozelltheilung verfolgen; der Quadrantentheilung folgt die Octantentheilung, daran schliesst sich Dermatogenbildung und schon in noch ziemlich jungen Stadien, wie

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0078-3

auch noch in den ältesten können wir periclinische und anticlinische Zellordnung erkennen, wenn auch die Zelltheilung später eine etwas unregelmässigere wird. Ueberhaupt nimmt die Zelltheilung von der Vegetationsspitze gegen die Basis hin parallel mit dem Alter des Embryo stetig ab, in den ältesten Stadien ist nur mehr die Vegetationsspitze einer Zelltheilung unterworfen und es werden von hier aus als vorläufiges Endprodukt die Protuberanzen angelegt.

Nun erübrigt uns auch noch auf die Ausbildung des Endosperms einiges Augenmerk zu lenken, sowie noch andere Beobachtungen über die Ausbildung des Samens daran zu knüpfen.

Nach der Befruchtung theilt sich der secundäre Embryosackkern, diese beiden Kerne bilden die Grundlage zur Bildung des Endosperms. Diese beiden Endospermkerne theilen sich nun mehrmals sehr rasch. Es wandern je zwei in die beiden haustorialen Embryosacktheile. Man kann hier von einer Differenzirung der Kerne sprechen, denn alle übrigen Endospermkerne umgeben sich mit Protoplasma und einer Zellmembran, d. h. die mittlere Embryosackzone erleidet eine Endospermzelltheilung, während die beiden haustorialen Enden einer solchen nicht unterworfen sind. Das Endosperm wird zum Aufbau des Embryo gänzlich verbraucht und es ist in reifen Samen (mit ausgebildeter, für jede Art charakteristischer Testa) bis auf eine dünne den Embryo umgebende Membran verdrängt.

Nun hat das Endosperm auch noch andere Functionen als Lebensaufgabe. Einerseits verursacht es Abschnürung des haustorialen Embryosackes und der Reste des Drüsengewebes, indem seine Zellen hier an der Abschnürungsstelle Verkorkung zeigen, andrerseits nimmt es Antheil an der Ausbildung der Testa. Die Zellen des hier liegenden Endosperms unterscheiden sich von den anderen durch ihre rechteckige Gestalt und ihre Verkorkung, denn bei Behandlung mit verdünnter H_2SO_4 wurde alles übrige diese Partie umgebende gelöst, während diese kaum eine Veränderung zeigte und besonders ein Streifen fiel durch stärkere Verdickung auf, Fig. 10. Aber nicht bloss hier besitzt das Endosperm die Aufgabe der Abschnürung, sondern auch die Trennung des oberen haustorialen Embryosacktheiles wird durch die dort gelegene Endospermzone verursacht, welch letztere ebenfalls schwache Verkorkung zeigt. Das obere abgeschnürte Haustorium bleibt im Gegensatz zum unteren jedoch innerhalb der Testa, während dieses in der Placenta noch einige Zeit nach der Abschnürung zu beobachten ist.

Wir finden nur ein Integument vor und die Testa geht aus einer

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0079-1

Zellschichte hervor, während alles Uebrige verdrängt wird, und zwar aus der Epidermis.

Auffallend durch regelmässige Anordnung und grösserem Gehalte an plasmatischen Stoffen ist die zunächst am Embryosack liegende Zellreihe des Integuments, welche auch sonst bei Sympetalen vielfach vorkommt und nach Goebel epithelähnlich oder als Tapete bezeichnet werden können.

2. Utricularia purpurea.

Da Utricularia purpurea dieselben charakteristischen Eigenschaften aufweist, so möchte ich die ganze Beschreibung nur auf eine Figurenerklärung beschränken.

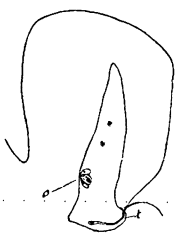

Fig. 11. Längsschnitt und Samenanlage von Utric. purpurea. *t* = Stück des Pollenschlauches; *o* = Eizelle. 250/1.

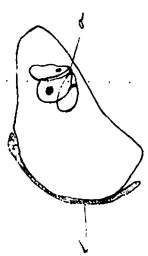

Fig. 12. Wucherung des Pollenschlauches bei Utr. purpurea. *t* = Pollenschlauch. *o* = Eizelle. 500/1.

Fig. 11—12 normaler Gang des Pollenschlauches, wie wir ihn bei Utricularia inflata beschrieben.

Fig. 13. Embryo im Wachsthum begriffen. Endospermzelltheilung ist schon vor sich gegangen, ebenso sind die differenzirten Endospermkerne in den Haustorien *h* zu sehen.

Nun scheint hier die Befruchtung noch auf eine andere Art stattzufinden.

Man sieht den Pollenschlauch in allen Richtungen die Samenanlage durchwuchern, wie er sowohl seitlich, wie oberhalb der Antipodengegend in jene eindringt, um zum Embryosack zu gelangen. Man kann in diesem Falle von einer Art Chalazogamie sprechen und es scheint diese im Pflanzenleben nicht gerade selten zu sein. Es wäre bei dieser Art lohnend, den ganzen Wachsthumsgang des Pollenschlauches zu verfolgen, wozu mir das Material mangelte und es wären wohl auch frische Fruchtknoten hiezu nöthig. Reste des Pollenschlauches sind noch längere Zeit nach der Befruchtung in der Samenanlage zu sehen.

Von Wichtigkeit wäre nun, diese Art von Befruchtung auch an anderen Arten zu finden, was mir nicht gelang.

In Fig. 13 ist nebenbei noch das Nährgewebe in der Antipodengegend durch einen sehr schiefen Schnitt wiedergegeben.

Interessant ist auch die Anlage schleimabsondernder Drüsenhaare im Griffelkanal. Es sind einzellige Wucherungen der die Griffelhöhlung

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0080-3

zunächst umschliessenden Zellen, sie erzeugen viel Schleim, welcher dem Pollenschlauch seinen Weg durch den Griffel erleichtert.

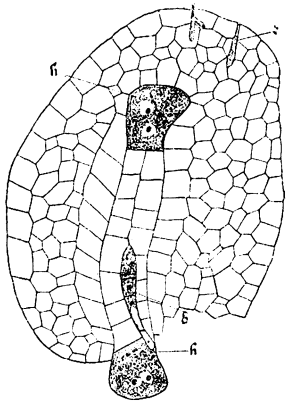

Fig. 13. Utric. purpurea. Pollenschlauchwucherungen in der Samenanlage, d. h. in diesem Falle Ueberreste des Pollenschlauches, indem die Befruchtung schon stattgefunden. *h* = Haustorium; *E* = Embryo; *t* = Pollenschlauch. 250/1.

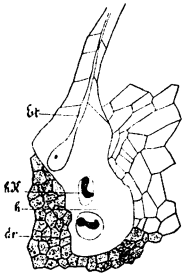

Fig. 14. Utric. purpurea. Längsschnitt des unteren Embryosacktheiles. *dr* = Drüsengewebe; *h* = Haustorium; *hK* = eigenthümlich geformte Haustoriumskerne; *Et* = Embryoträger. 190/1.

3. Utricularia stellaris.

Eine auffallende Verschiedenheit gegenüber Utricularia inflata in der Ausbildung irgend eines Elementes ist hier nicht zu finden und es kann daher einfache Figurenerklärung genügen.

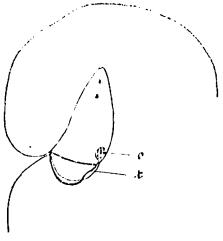

Fig. 15. Utric. stellaris. Befruchtungsvorgang mit Wachsthum des Pollenschlauches *t*. *o* = schon befruchtete Eizelle, die beiden Eizellkerne sichtbar. 250/1.

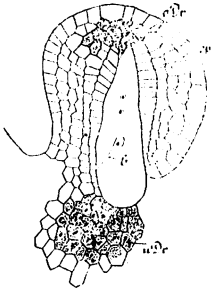

Fig. 16. Utric. stellaris. Ein etwas schiefer Schnitt durch den Embryosack. *E* = junger Embryo; *ep* = Epithelzellen; *oDr* = oberes Drüsengewebe; *uDr* = unteres Drüsengewebe. 250/1.

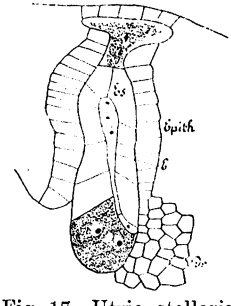

Fig. 17. Utric. stellaris. Embryosacklängsschnitt. *Epith* = Epithelzellen; *E* = Embryo; *Es* = Endosperm; *Dr* = Drüsengewebe, das Antipodenhaustorium ist besonders deutlich. 250/1.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0081-8

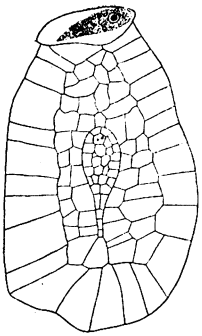

Fig. 18. Utric. stellaris. In Auflösung begriffenes Endosperm und abgeschnürtes oberes Haustorium mit den noch lange sichtbaren Kernen. 190/1.

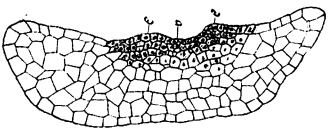

Fig. 19. Utric. stellaris. Embryo ohne Wurzelanlage. v = Vegetationspitze; C = Cotyledonen.

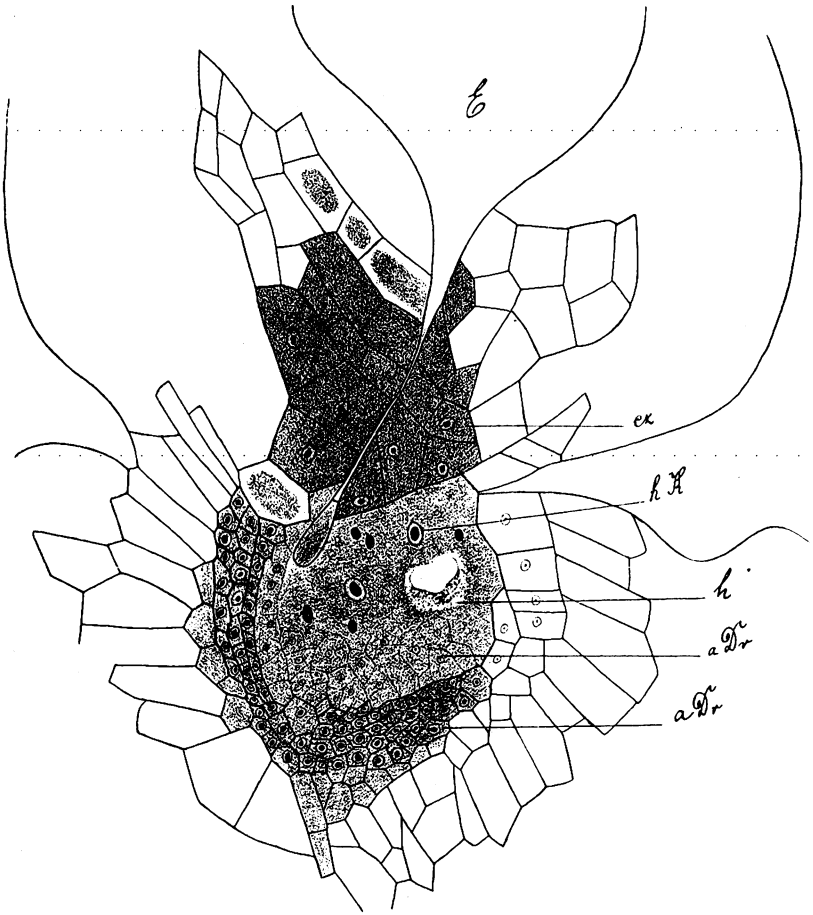

Fig. 20. Utric. stellaris. aDr = In Auflösung begriffenes Drüsengewebe; ez = Endosperm als Scheidezone; h = Haustorium; hK = Haustoriumskern.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0082-4

4. Utricularia inflexa.

Auch hier kann trotz einigem Mangel an Material der normale den Utricularien eigenthümliche Aufbau des Samens erkannt werden. Fig. 21.

Trotzdem kann ich nicht umhin, in Betreff der Zellkerne der verschiedenen Elemente einige Beobachtungen wiederzugeben. Die Verschiedenheit der Kerne scheint von der Function ihrer Elemente abzuhängen.

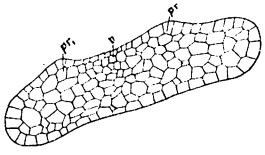

Fig. 21. Utric. inflexa. Embryo. v = Vegetationsspitze; pr = Primordialblätter.

Die Zellkerne des Embryos sind sehr gross und besitzen etwas kleinere Nucleolen, die des Endosperms stehen an Grösse den vorigen wenig nach, zeigen bedeutend grössere Nucleolen, diejenigen des Integuments sind klein und führen kleine Nucleolen, ferner sind die differenzirten Endospermkerne auffallend gross und haben sehr grosse, oft mehrere, Nucleolen und endlich ein von allen verschiedenes Aussehen repräsentiren die Nährgewebe-Zellkerne.

5. Utricularia oligosperma.

Auch bei dieser Art finden wir gegenüber den Beschriebenen keinen erheblichen Unterschied in Anordnung der Elemente und Aufbau des Samens. Doch müssen hier einzelne Abweichungen hervorgehoben werden.

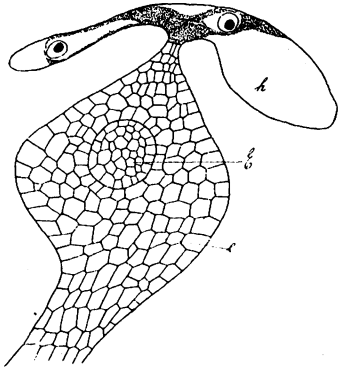

Fig. 22. Utric. oligosperma (schiefer Längsschnitt). Embryosack. h = Antipodenhaustorium mit den eigenthümlichen Kernen; E = Embryo; e = Endosperm. 250/1.

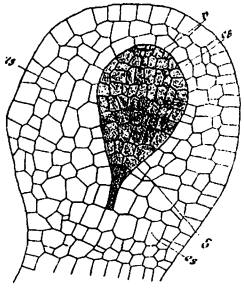

Fig. 23. Utric. oligosperma. E = Embryo; es = Endosperm; v = Vegetationspitze. 250/1.

Der junge Embryo ist anfänglich ein ganz engschlauchförmiges

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0083-0

Gebilde, wie ich ihn bei anderen Arten bisher nicht beobachtete und der Samen ist sehr flach und stark geflügelt.

Die Endospermbildung nimmt in den ersten Stadien der Embryoentwickelung enorm zu, um späterhin wieder ebenso rasch aufgebraucht zu werden. Fig. 22 und 23.

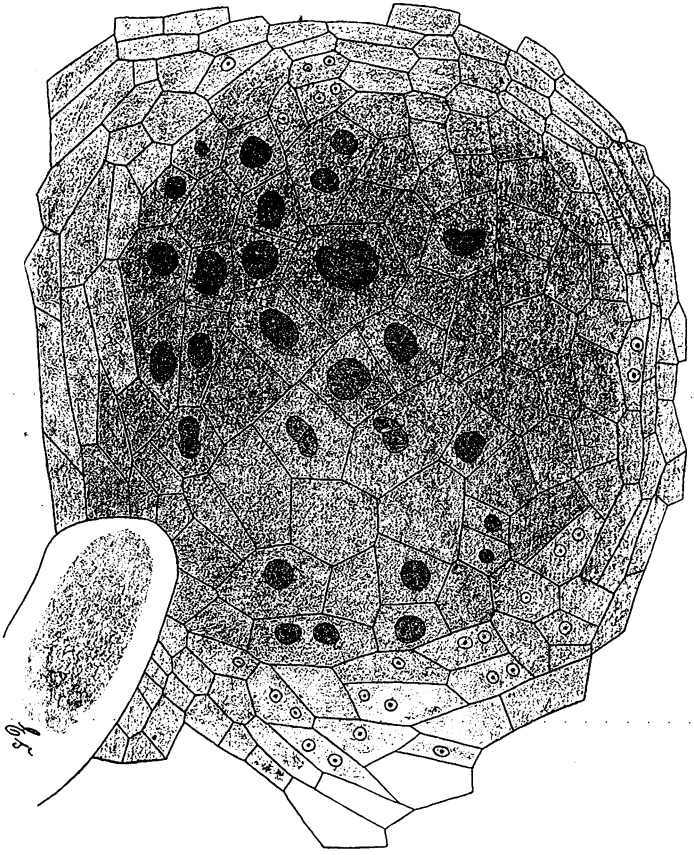

Fig. 24. Utric. oligosperma. Ein Längsschnitt durch das Drüsengewebe. *Es* = Embryosack. 250/1.

Ganz immense Ausdehnungen nehmen die haustorialen Embryosacktheile an, wie sie bisher bei anderen Arten nicht gesehen wurden. Ebenso ist das Placenta-Nährgewebe entgegen allen anderen Species kolossal üppig entwickelt mit Zellkernen verschiedenster Form und es scheint sowohl aus ihrer gelappten Form, wie auch ihren häufigen Einschnürungen hervorzugehen, dass, da in

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0084-6

manchen Zellen zwei Kerne sich befinden, hier directe Kerntheilung stattfindet, Fig. 24.

6. Utricularia elachista.

Auch an den Samen der kleinen kleistogamen Blüthen von Utricularia elachista ist der normale typische Aufbau der Utricularia-Embryonen zu erkennen.

7. Utricularia neotioides.

Von dieser Art standen mir nur ganz reife Samen als Untersuchungsmaterial zur Verfügung.

Ein wesentlicher Unterschied konnte auch hier nicht bemerkt werden.

Die Testa zeigt nichts Auffälliges und führt ebenfalls gequollenen Schleim enthaltende Epidermiszellen.

8. Utricularia affinis.

Auch diese Untersuchung bewahrheitete wiederum den normalen gleichmässigen Aufbau der Utricularia-Samen.

9. Utricularia bifida.

Das Untersuchungsmaterial stammte aus dem Kgl. bot. Garten zu München.

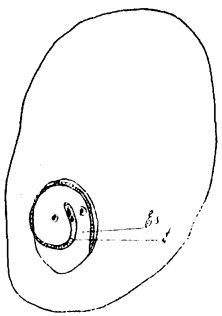

Fig. 25. Utric. bifida. Embryosack = *Es* quer getroffen, Pollenschlauch = *t* um denselben herumwachsend.

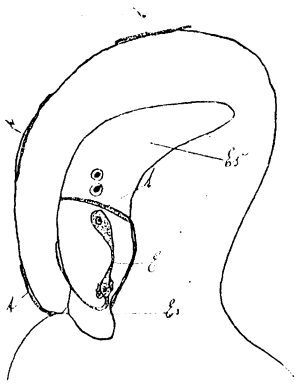

Fig. 26. Utric. bifida. 500/1. Längsschnitt der Samenanlage. Wachsthum des Pollenschlauches = *t*, Herunterwachsen an der Samenanlage, Eindringen desselben durch die Mikropyle. *E* = junger Embryo. *Es* = Embryosack.

Die Untersuchungen ergaben betreff Aufbau des Samens und Anlage der verschiedenen Elemente durchaus nichts abweichendes,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0085-1

nur dürfte erwähnt werden, dass durch ein seitliches Wachsthum des Embryosackes der Same in eine rechteckige Lage zu seiner Ansatzstelle kommt. Hier war es auch möglich, dass ich an frischem Material das Wachsthum des Pollenschlauches verfolgen konnte. Das Drüsengewebe der ziemlich kleinen Samenanlagen ist verhältnissmässig schwach entwickelt.

Ich beschränke mich auch hier wiederum auf Figurenerklärung.

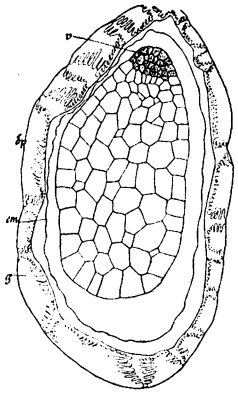

Fig. 27. Utric. bifida. 250/1. *T* = Testa; *em* = Endospermüberreste; *v* = Vegetationsspitze. Abbildung eines beinahe reifen Samens im ziemlich medianen Längsschnitt mit Berücksichtigung der Samenschale, welche der von Utric. affinis — wie auch im ganzen anatomischen Aufbau — sehr ähnlich ist, doch stärkere Verdickungen aufweist. Die viel Schleim führenden Epidermiszellen sind stark gequollen.

10. Utricularie exoleta.

Es ist diese Art dadurch von den beschriebenen Arten verschieden, dass der Embryo infolge einseitigen Wachsthums (Fig. 29 und 31) des Embryosackes in eine rechtwinkelige Lage zu seiner Ansatzstelle gelangt und nur zwei Cotyledonen anlegt (Goebel, Morphol. und biol. Studien, Ann. du jardin botanique de Buitenzorg). In der Samenentwickelungsgeschichte und Anlage der übrigen Elemente zeigt sich wenig abweichendes. Auffallend ist hier das Integument ausgebildet. Es besteht aus einem

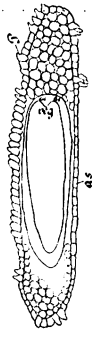

Fig. 28. Utric. exoleta. *veg* = Vegetationsspitze; *Cot* = Cotyleden; *P* = Papillen; *as* = Ansatzstelle der Samenanlage-Abschnürung vom Haustorium.

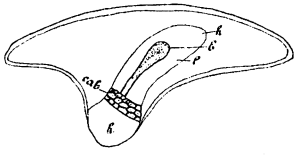

Fig. 29. Utric. exoleta. Schematisirte Samenanlage. Seitliches Wachsthum des Embryos veranschaulichend. *h* = Haustorium; *eab* = abschnürendes Endosperm; *e* = Endosperm; *E* = Embryo.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0086-7

lockeren, viele Intercellularen führendem Zellgewebe, welches viel Schleim enthält, besonders die Epidermiszellen.

Abbildung 30 zeigt die Vegetationsspitze des Embryo, welche nur mehr allein im Theilungsstadium begriffen ist.

Zeichnung 28 veranschaulicht uns einen beinahe reifen Samen mit eigenartig ausgebildeter Schale, deren Epidermiszellen häufig zu Schleim absondernden Papillen *P* umgebildet sind. Auch sind die beiden Cotyledonen *Cot* und die eingesenkte Vegetationsspitze ersichtlich. Weiterhin sehen wir noch in Fig. 6 die obere Embryohälfte etwas schief getroffen mit den Cotyledonen *C* und Vegetationsspitze *V*.

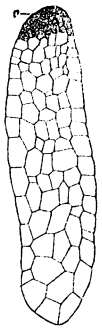

Fig. 30.
Utric. exoleta.
100/1.
Längsschnitt eines noch nicht reifen Samens. *v* = Vegetationspunkt.

An diese zehn Untersuchungen reihen sich noch mehrere Arten, welche ich in gleicher Weise durchmusterte. Es stammte dieses Material hauptsächlich aus Java und dem botanischen Garten von Buitenzorg, welches zu schicken Herr Dr. Hallier die grosse Liebenswürdigkeit besass.

Bei allen Forschungen konnte ich nur finden, dass zwar alle Arten Verschiedenheiten zeigen — besonders ist die Samenschale verschiedenartig ausgebildet, jedoch was den Aufbau des Samens und die Anlage der übrigen Elemente betrifft in allem — Lageverhältnisse ausgenommen — übereinstimmen. Es darf auch die Anlage der Protuberanzen als allgemeine Eigenschaft betrachtet werden, da sie überall auf gleiche Weise geschieht und die Zahl derselben ist specifisch für die betreffende Species.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass unsere wenigen einheimischen Utricularien in Allen den nämlichen Gesetzen und Anordnungen unterworfen sind. Der gesetzmässige typische Aufbau des Embryo von Utricularia vulgaris ist deutlich zu erkennen aus den Zeichnungen Kamienski's, Botanische Zeitung 1877, Tafel XIV, Fig. 5, 6, 7, 10. Der Aufbau erfolgt nicht nach der dort angeführten Zelltheilung und Wachsthumsrichtung. Ich möchte hier auch noch Goebel's Bemerkung hierüber in seinen morphologischen und biologischen Studien in den Annalen von Buitenzorg daran knüpfen: Wenn Kamienski bezüglich der Embryoentwickelung anführt, dass (auf Grund der Zelltheilungsfolgen) die Wachsthumsrichtung eine andere sei, als bei den Embryonen von Capsella bursa pastoris, weil

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0087-3

der Vegetationspunkt mit den Blattanlagen von der Seite des Embryo, aber nicht aus dem Scheitel entwickelt werde, so ist die Anschauung nach den jetzigen Ansichten der Zelltheilungfolgen wohl kaum mehr

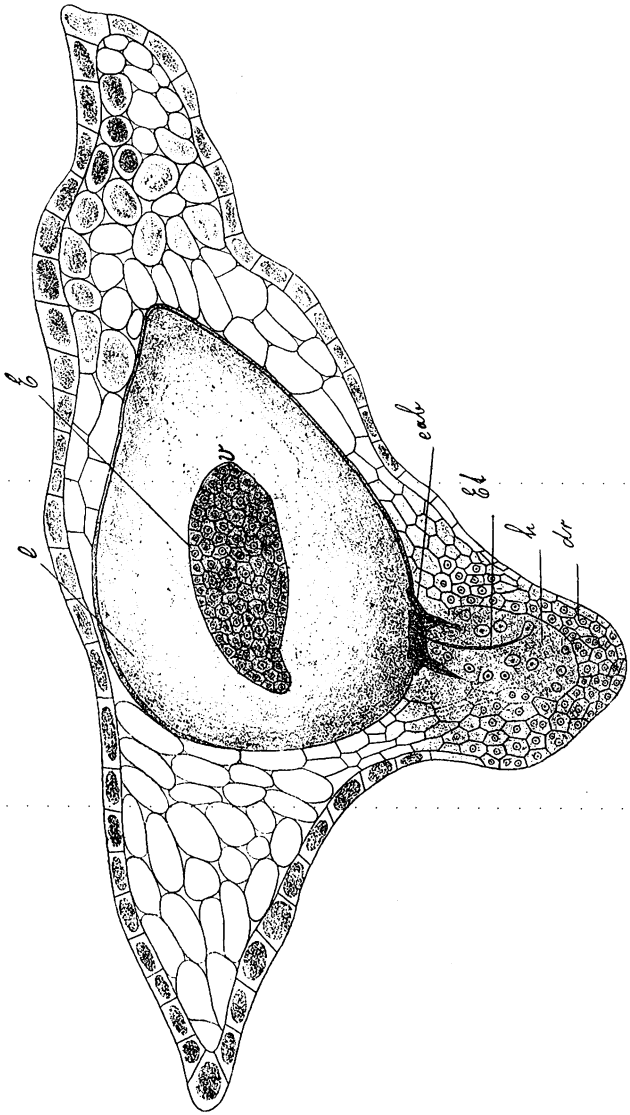

Fig. 31. Utric. exoleta. Ungefähr 250/1. Der Embryo bildet zu seiner Ansatzstelle in der jetzigen Lage einen rechten Winkel. *E* = Embryo; *e* = Endosperm; *Et* = Embryoträger; *h* = Haustorium; *eab* = abschnürende Endospermzone; *v* = Vegetationsspitze; *Dr* = Drüsengewebe.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0088-9

haltbar, jedenfalls werden wir dieser Differenz keine weitere Bedeutung zumessen, ganz ähnliche Verschiedenheiten finden sich z. B. bei der Anlegung der Vegetationsspitze der Farnprothallien am Keimfaden.

Die ähnliche Beschaffenheit und Anlage des Embryosackes zwischen Torenia und Utricularia führte mich zu einer näheren Untersuchung erster Gattung.

Vergleichen wir die beiderseitigen Samenanlagen, so haben sie allerdings gemeinsam, dass der Embryosack zur Mikropyle hervorragt — bei Torenia weitaus stärker und typisch — und sehr enge am Funiculus anliegt. Ein Gefässbündel in der Samenanlage fehlt beiden Gattungen.

Von einem Eindringen des Embryosackes in die Placenta, d. h. in ein etwa dort befindliches Nährgewebe, war bei Torenia nichts zu sehen. Die dichte Anlagerung des Embryosackes an den Funiculus hat nach Prof. Goebel bei Torenia jedenfalls dieselbe biologische Bedeutung, wie bei den Utricularien der haustoriale Embryosack, indem er sicherlich Nahrung aus den sehr plasmareichen Zellen des Funiculus aufnimmt. Eigenthümlich sind hier auch die in der Chalazagegend liegenden inhaltsreichen Zellen, welche verdickte Zellmembranen zeigen und einer Auflösung durch den Embryosack unterliegen.

Auffallend ist bei Torenia auch die Schleimzone, welche sowohl jede einzelne Samenanlage, wie auch die Placenta umgibt, was ja auch bei verschiedenen Wasserpflanzen vorkommt. Von einer Auflösung der inhaltsreichen Zellen des Funiculus konnte ich bei Stadien direct nach der Befruchtung noch nichts entdecken, dass dieser Fall in späteren Stadien eintritt, ist kaum wahrscheinlich.

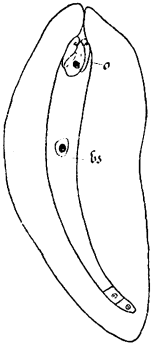

Fig. 32. Pinguicula vulgaris. Längsschnitt der Samenanlage. 250/1.

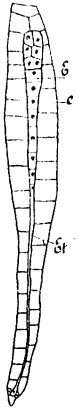

Fig. 33. Pinguicula alpina. Längsschnitt des Embryo = *E*; *Et* = Embryoträger; *e* = Endosperm.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0089-7

III. Samenentwickelung von Pinguicula vulgaris.

Bei der Untersuchung dieser Utricularia verwandten Gattung hätten sich interessantere Resultate erwarten lassen, als sie faktisch mir zu theil wurden.

Die kugelförmige Placenta trägt sehr viele typisch anatrope Samenanlagen, welche an Grösse die der Utricularien weit überflügeln. Wir finden zwar auch nur ein Integument vor und keinen Nucellus, jedoch liegt hier der Eiapparat direct hinter der Mikropyle (Fig. 32) und es fehlt absolut das Nährgewebe in der Placenta, sowohl in jungen, wie in alten Stadien, obwohl ein Gefässbündel in der Samenanlage ebenfalls nicht vorhanden ist, sondern in der Placenta verlaufend endigt. Die Befruchtung verläuft ganz normal. Aus Gesagtem geht hervor, dass der Embryosack zur Mikropyle nicht herauswächst und solcher ist späterhin nach der Befruchtung ganz einer Endospermzelltheilung unterworfen und lässt sich nicht wie bei den Utricularien in drei Zonen theilen, nämlich in eine mittlere Embryosackzone, welche einer Endospermtheilung unterworfen und in zwei zu beiden Seiten dieser Zone gelegenen haustorialen Theile, welche einer Endospermbildung nicht unterworfen sind.

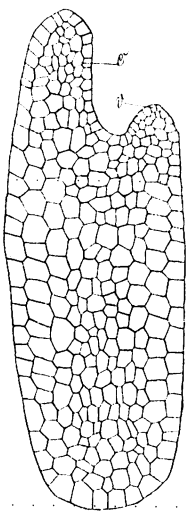

Fig. 34. Embryo von Pinguicula vulg. 250/1.
1 Cotyledon = *C* sichtbar; Vegetationsspitze = *v*.

Der einzellige Embryo treibt einen langen Schlauch in das nicht gerade sehr reichlich entwickelte Endosperm, und ist zuerst einer reichlichen Quertheilung unterworfen, der eine ganz regelmässige Quadranten- und Octantentheilung folgt, um weiterhin einer Dermatogenanlage und einer typischen Anordnung in Periclinen und Anticlinen zu weichen. Es bliebe nur noch der Nachweis zu bringen, wie die Anlage der Cotyledonen und der Primärblätter vor sich geht.

Dies veranschaulicht Fig. 34. Keimblatt, d. h. der Cotyledon und Wurzelanlage sind etwas schief getroffen, ebenso das Primärblatt, jedoch kann man deutlich ihre Anlage erkennen. In unserem Stadium trifft der späterhin eingefaltete Cotyledon die ersten Anstalten zur Anlage der Einfaltung. Ich verweise hier auf die genaue Schilderung einer Keimpflanze von Pinguicula vulgaris von Goebel in seinen Pflanzenbiologischen Schilderungen, II. Theil.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0090-1

In unserem Bilde ist auch im Wurzelende eine deutliche Anlage der verschiedenen Zellschichten: Dermatogen, Periblem und Plerom zu erkennen. Weitere Beiträge zur Samenentwickelung erachte ich als unnöthig, ist solche doch, wie schon erwähnt, von Goebel aufs eingehendste bearbeitet.

Es sei nur noch erwähnt, dass hier das Endosperm sehr lange erhalten bleibt und eine ähnliche Abschnürung von Endosperm, wie solche bei den Utricularien vorkommt, nicht stattfindet.

München, 3. Juli 1896.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0091-7

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 84

Autor(en)/Author(s): Merz M.

Artikel/Article: Untersuchungen über die Samenentwickelung der Utricularieen.[1]) 69-87