Ueber

den Bau und die Entwicklung

der

Blätter und der Schläuche

von

Utricularia vulgaris L.

sowie über die

physiologische Bedeutung der Schläuche

dieser Pflanze,

von

Paul Reinsch.

(Hiezu eine Tafel.)

Universität Regensburg
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0153-9

Ueber

den Bau und die Entwicklung

der

Blätter und der Schläuche

von

Utricularia vulgaris L.

sowie über die

physiologische Bedeutung der Schläuche

dieser Pflanze,

von

Paul Reinsch.

(Hierzu eine Tafel.)

Universität Regensburg
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0154-5

Die Pflanzen der Gattung *Utricularia*, welche mit der Gattung *Pinguicula* die Familie der Lentibularieen unserer vaterländischen Flora ausmachen, sind sehr ausgezeichnet durch die eigenthümlichen „Gebilde", welche sowohl an den Blättern der Utricularieen als auch in den Achseln der Blätter derselben sich vorfinden. Diese „Gebilde", welche als dem Blatte von *Utricularia* eigenthümlich in ihren verschiedenen Entwicklungszuständen gleichartige Momente durchlaufen mit dem Blatte selbst, dem sie angehören, sind, wie ich nach der Betrachtung des Baues und der Entwicklungsgeschichte zeigen werde, als eigene Organe, denen durch eine bestimmte Verrichtung eine besondere Bedeutung in dem Lebenshaushalte dieser Pflanzen zukommt, zu betrachten.

In der Flora von Erlangen findet sich nur die einzige Art *Utricularia vulgaris* L. in einzelnen Teichen zerstreut, von wo ich das Material dieser Untersuchungen mir sammelte.

Bevor ich die Schläuche selbst betrachte, ist es nöthig, dass die Erläuterung des Baues, sowie der Entwickelungs- und Wachsthumsgeschichte des Blattes, dem die Schläuche angehören, vorausgehe.

Bau und Entwickelung des Blattes von *Utricularia vulgaris* L.

Die Blätter der Utricularieen befinden sich an der fädlichen, horizontal im Wasser schwimmenden Achse, sitzend. Ihre Stellung zur Achse ist beinahe alternirend. An den jüngeren Achsen besitzen die Blätter eine Stellung, welche in den meisten Fällen durch ½ ausgedrückt wird, nicht selten ist aber auch ⅓ Stellung der Blätter zu beobachten. Die Internodien der Achse haben an einer gewissen Stelle der Achse ohngefähr gleiche Entfernungen inne, nach oben nach dem Vegetationspunkt der Achse zu nehmen alsdann die Entfernungen je zweier Internodien allmählig an Länge ab, und von einem bestimmten Internodium unterhalb der Spitze der an der Spitze vegetirenden Achse an nehmen die Entfernungen der Internodien unverhältnissmässig rasch an Grösse ab, so dass die oberen Internodien durch die Blätter selbst verdeckt sind und daher mit den Blättern als zartes Knöspchen erscheinen.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0155-0

Die Entwickelung der Blätter nimmt in den nach oben auf einander folgenden Internodien allmählig ab; und indem die Entwickelung der Internodien sowohl als der Blätter derselben nach oben abnimmt, müssen die am weitesten von dem Vegetationspunkte der Achse entfernten Blätter die am meisten entwickelten sein. Je weiter daher die Blätter von dem Vegetationspunkte entfernt stehen, um so älter sind dieselben, d. h. die Stufe der Entwickelung der Blätter der einzelnen Internodien nimmt nach dem Vegetationspunkt der Spitze der Achse allmählig ab. In jedem Internodium befindet sich ein Blatt, welches aber im ausgewachsenen Zustande wegen der späteren mannigfachen Theilung des Blattes als aus zwei Blättern bestehend erscheint.

Die Achse von *Utricularia* ist im ausgebildeten Zustande mit Lufthöhlen durchzogen, und zwar sind diese regelmässig in der Achse gelagerten Lufthöhlen durch Querwände getrennt, welche aus einem einfachen Zellenstrange bestehen. (Fig. 23. Querschnitt einer Achse, auf deren innerer Seite zwei Lufthöhlen angrenzen, welche durch den unteren Theil einer Querwand getrennt sind.) Die Mitte der Achse nimmt das einzige Gefässbündel ein, an welches sich die die Lufthöhlen trennenden Querwände radial anlagern. In einer Achse befinden sich im Durchschnitte 5 bis 8 Lufthöhlen. Der peripherische Theil der Achse besteht aus einer doppelten Reihe von Zellen, von denen die äussere Wand der äussern Zellenreihe mit einer deutlich erkennbaren Cuticula überkleidet ist. Eine eigentliche Epidermis fehlt der Achse wie den Blättern von *Utricularia*. Es würde sich darum handeln, ob man die äussere Zellenschichte des peripherischen Theiles der Achse als Epidermisschichte betrachten kann, deren Zellen aber von der unterlagernden Zellenschichte in gar nichts sich unterscheiden und mit dieser vereinigt eben den peripherischen Theil der Achse ausmachen. Nach Behandlung mit Schwefelsäure erkennt man die Cuticula der Achse bei einem zarten Querschnitte durch dieselbe deutlicher, indem sich die primären Zellmembranen der Zellen der äusseren Zellenreihe mehr oder weniger von der Cuticula ablösen, wodurch sich die Cuticula als zarte die Peripherie des Querschnittes ausmachende Contur zu erkennen gibt. (Fig. 23. a.) Die jugendliche Achse besteht aus homogenem Zellgewebe, in welchem erst später durch radiale Zerreissung derselben die Lufthöhlen sich bilden. Die eigenthümlichen Spaltöffnungen, welche ich beim Blatte selbst betrachte, finden sich ebenso wie beim Blatte.

Die Spitze der Achse, an welcher die Verlängerung der Achse durch Neubildung von Zellen, also durch Bildung neuer Elementartheile vor sich geht, ist

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0156-6

niemals mit Blattbildungen versehen. Die vegetirende Spitze der Achse besizt die Form einer kleinen stumpfkegelförmigen Erhebung. In dieser stumpfkegelförmigen Spitze der Achse tritt nur eine Neubildung von Elementartheilen ein, während zu gleicher Zeit die bereits gebildeten durch Stoffaufnahme und Verarbeitung desselben sich vergrössern, und zwar ist ein bestimmtes gesetzmässiges Maass der Vergrösserung der Elementargebilde der einzelnen Internodien von der Spitze der Achse ab, d. h. des Wachsthums der Elementargebilde, die gesetzmässige Folge des Wachsthums der gesammten Achse zunächst in die Länge. Die Entwickelung der Achse durch Neubildung von Elementarorganen der Achse findet bei dieser Pflanze nur an der Vegetationsspitze statt. Ein Theil der bereits gebildeten Elementargebilde nimmt keinen Antheil an der Neubildung solcher und diesem liegt nur die Bedeutung ob, sich durch das Wachsthum im engeren Sinne zu entwickeln.

Das einzige Gefässbündel, welches die Mitte der Achse einnimmt, wächst ebenso an der Spitze mit dem Fortwachsen der Achse fort. Die obersten neugebildeten Gefässzellen der Gefässe des Gefässbündels hangen noch durch die nicht geöffneten Zellenwände, in denen die langgestreckten Gefässzellen an einander stossen, zusammen. Die secundären Verdickungsschichten treten in der Gefässzelle erst nach Absorption der Stellen, mit denen die einzelnen Zellen zusammenhangen, auf, und alsdann erkennt man dieselben in ihren ersten Anfängen als zarte ringförmige nicht scharf conturirte Streifen, welche durch Einwirkung von Jod selbst noch etwas gelblich gefärbt werden. Die Gefässe im ausgebildeten Zustande sind Ringgefässe, welche aber nicht selten durch den Zusammenhang der einzelnen ringförmigen getrennten Partien der secundären Verdickungsschichten von der Ringfaser zum einfachen Spiralgefäss sich umgestalten. Die secundären Verdickungsschichten sind alsdann als zusammenhängender Faden abrollbar. Die Anzahl der Gefässe in dem axilen Gefässbündel der Achse ist 4 bis 7. Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Gefässen ist mit einem aus zarten langgestreckten Zellen bestehenden Zellgewebe, dem Cambium, erfüllt. Der Inhalt dieser Cambiumzellen färbt sich mit Jod gelb.

Die Blattbildungen entspringen immer unterhalb der Vegetationsspitze der Achse. Die primären Anfänge der Blätter sind wulstige Erhabenheiten unterhalb der Spitze der Achse. Indem sich eine Zellenpartie von der neugebildeten Zellenpartie der vegetirenden Spitze der Achse abgetrennt für sich entwickelt, ist die Anlage in dieser zu einem Blatte gegeben. Diese einzelne Zellenpartie entstand

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0157-2

wahrscheinlich aus einer einzigen Zelle der Spitze der Achse, welche, indem sie sich von den übrigen Zellen absonderte und durch Theilung lebhaft fortpflanzte, zur Bildung dieser Zellgewebepartie Veranlassung gab. Die Entwickelung der secundären Gebilde der Achse (der Blätter) schreitet also gleichzeitig fort mit der Entwickelung der Achse selbst. Die Entstehung und die Entwickelung von Blattgebilden kann also nicht gedacht werden ohne gleichzeitige Entwickelung der Achse, und sie findet nur statt unterhalb des Vegetationspunktes der Achse; hat die Entwickelung der Achse ihr Ende erreicht, so ist auch die Neubildung von Blattgebilden unmöglich, denn an der Stelle der bereits gebildeten Blattgebilde können sich keine neuen Blattgebilde erzeugen. Da die Achse aber auch einer seitlichen Entwickelung fähig ist, so ist damit nicht gesagt, dass sich Blattgebilde nur an der Hauptachse entwickeln können. Die Entwickelung und das Wachsthum der aus den Blattachseln entspringenden Seitenachsen, welche als Abzweigungen von der Hauptachse betrachtet werden können, verhalten sich ganz ebenso wie die Hauptachse, ebenso ist die Entwickelung und das Wachsthum der Blattgebilde an den Nebenachsen wie an der Hauptachse.

Die jugendlichen Blätter unterhalb der Vegetationsspitze der Achse stellen wulstige Zellgewebemassen dar, deren Form in der Regel eine längliche ist und deren Längendurchmesser bis 0,011 Millim. beträgt. Die Zellen sind ausserordentlich klein und der Kern derselben erfüllt beinahe vollkommen den Innenraum derselben. Die Fortpflanzung der einzelnen Zellen geschieht wahrscheinlich wegen der Grösse des Zellenkernes vorzugsweise durch Theilung des Kernes, weniger durch Primordialschlauch-Einfaltung. Bald zeigen sich an den Seitenrändern der Zellgewebemasse Einkerbungen, indem in dem Wachsthum derselben nach verschiedenen Richtungen hin ein besonderes Bestreben sich kenntlich macht. Mit dem Beginne von bestimmten Wachsthumsrichtungen in dem jugendlichen Blatte tritt eine Veränderung der einfachen Gestalt des jugendlichen Blattes ein, und die spätere Gestalt des mehr oder weniger vollendeten Blattes ist von den anfänglichen Wachsthumsrichtungen, welche in der Anlage des jugendlichen Blattes sich geltend machten, abhängig. Die Spitze sowohl wie die hervorragenden Seitenränder des jugendlichen Blattes haben im Anfange in ihren anfänglich auftretenden Wachsthumsrichtungen das gleiche Bestreben des Wachsthums. In der Spitze sowohl wie in den hervorragenden Seitenrändern des jugendlichen Blattes treten bald neue Wachsthumsrichtungen auf und jede neu auftretende Wachsthumsrichtung macht sich bemerklich durch Bildung einer „Hervorragung“ auf der anfänglichen

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0158-8

Hervorragung der Seitenränder oder der Spitze. Bis auf einen gewissen Zeitpunkt sind die neu auftretenden Wachsthumsrichtungen der hervorragenden Seitenränder des jugendlichen Blattes einander entsprechend, d. h. in dem Wachsthum des jugendlichen Blattes ist keine Richtung zu bemerken, nach welcher das Wachsthum des ganzen Blattes überhaupt fortschreitet. Bald aber überwiegen die allmählig neu auftretenden Wachsthumsrichtungen der Seitenränder des jungendlichen Blattes diejenigen der Spitze desselben, und in dieser Stufe der Entwickelung des Blattes lässt sich die Spitze des Blattes im Gegensatz zu der Basis desselben nicht mehr mit Sicherheit erkennen. Jede neu auftretende Wachsthumsrichtung bewirkt die Entstehung der Anlage eines grösseren Blattzipfels. Die Anzahl der allmählig vom primären Anfange des Blattes an als wulstige Zellgewebemasse bis zur vollendeten Gestalt des Blattes auftretenden Wachsthumsrichtungen ist äquivalent der Anzahl der gebildeten Blattzipfel des vollendeten Blattes. Auf einem bestimmten Punkte der Entwickelung des Blattes angelangt, treten im Blatte keine Wachsthumsrichtungen mehr auf oder doch nur in untergeordneter Bedeutung, d. h. die bereits gebildeten Blattzipfel theilen sich alsdann nicht mehr. Das Blatt selbst entwickelt sich alsdann nur noch sowohl durch Neubildung von Elementargebilden an der Vegetationsspitze je der einzelnen Blattzipfel, als auch durch Wachsthum und Raumvergrösserung der bereits gebildeten, mit anderen Worten, das Blatt wächst von nun an nur noch und erleidet keine wesentliche Gestaltveränderung mehr durch Bildung neuer Blattzipfel in Folge neu auftretender Wachsthumsrichtungen. Dieser Vorgang im Blatte der Utricularieen, immer neu auftretende Wachsthumsrichtungen neben den bereits bestehenden, bewirkt die vielfache Theilung des Blattes der Utricularieen. Beim Blatte der Utricularieen, sowie bei *Hottonia*, deren Erkennung der Entwickelungs- und Wachsthumsgeschichte ich zum Gegenstande einer besonderen und sorgfältigen Arbeit erwählt habe, tritt der besondere bemerkenswerthe Fall ein, dass in dem jugendlichen Blatte in der That durch vielfach auftretende Wachsthumsrichtungen eine Theilung des Blattes im Zipfel erfolgt, und zwar in der Weise, dass jede neu auftretende Wachsthumsrichtung die Bildung eines Blattzipfels zur Folge hat. Wir müssen in diesem unseren Falle den Vorgang der Theilung des Blattes streng scheiden von dem Vorgange der Theilung der Blattfläche bei anderen Gefässpflanzen, bei deren obgleich getheiltem Blatte nur eine Wachsthumsrichtung oder in beschränktem Grade auch mehrere Wachsthumsrichtungen sich erkennen lassen; bei vielen der letzteren Pflanzen lässt sich die

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0159-6

Theilung der Blattfläche in der That auf ein blosses „Fehlen“ der Blattsubstanz, auf eine besondere Art einseitiger Entwickelung des Blattes zurückführen.

Die Schläuche sind schon im jugendlichsten Zustande des Blattes in ihren Anfängen zu erkennen. Man erkennt diese als kleine runde Zellgewebemassen, welche an bestimmten Stellen von den Zipfeln des jugendlichen Blattes entspringen. Der Durchmesser dieser kleinen kugeligen Zellgewebemassen beträgt = 0,0044 Millim. Die Länge des jugendlichen Blattes, von dem die Schläuche von der angegebenen Grösse herstammen, beträgt = 0,062 Millim. (Fig. 1. dieses jugendliche Blatt.) Die Entwickelungsgeschichte der Schläuche und des Blattes macht es wahrscheinlich, dass die Anfänge der Schläuche aus besonderen Blattzipfeln, nachdem die Anlage in diesen dazu gegeben ist, sich erst umgestalten, und dass die Schläuche selbst in ihrem vollendeten Zustande nur umgewandelte Zipfel des Blattes sind, welche daher als noch zum Blatte gehörig nur eine bestimmte gesteigerte Function des Blattes, welche wir unten betrachten werden, zu verrichten haben.

Das Blatt von *Utricularia* ist, wie bekannt, ein vielfach zerschlitztes. Die Anzahl der grösseren Zipfel ist bereits in dem Zustande der Entwickelung des Blattes, in welchem die Theilung desselben aufgehört hat, bestimmt. Von diesem Punkte an tritt, wie ich bereits angegeben, nur ein Wachsthum der bereits gebildeten grössern Zipfel ein. Die einzelnen, aus mehreren kleineren bestehenden grösseren Zipfel können aber auch noch später durch neu auftretende Wachsthumsrichtungen abermals zur Bildung neuer Zipfel Veranlassung geben, während die Theilung der grösseren Zipfel längst aufgehört hat. Die Länge eines ausgewachsenen Blattes von *Utricularia vulgaris* misst = 15 bis 18 Millim.; die Breite der einzelnen Blattzipfel wechselt von 0,7 bis zu 0,3 Millim. Die Anzahl der grösseren Zipfel eines ausgewachsenen Blattes ist 3 bis 4, die Anzahl der kleineren Nebenzipfel ist = 35 bis 50, die Anzahl der kleinsten Zipfel eines Blattes ist = 125 bis 150.

Der Bau des Blattes von *Utricularia* besitzt im Allgemeinen nicht viel Bemerkenswerthes. Die kleineren Blattzipfel bestehen immer aus 2 Zellenschichten, die grösseren Zipfel sind wie der Stengel gebaut, d. h. ein äusserer peripherischer Theil aus zwei Zellenschichten gebildet und ein innerer axiler Theil, welcher durch mehrere aus einfachen Reihen von Zellen bestehende Wandungen mit dem peripherischen Theile in Verbindung steht. Zwischen den einzelnen Wandungen, deren Anzahl 5 bis 7 ist, befinden sich wie bei der Achse Lufträume.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0160-7

In dem axilen Theile verläuft wie bei der Achse ein Gefässbündel, in welchem aber nur in den älteren Blättern Ringgefässe sowohl wie einfache Spiralgefässe zu bemerken sind. Das einzige die Achse der Hauptzipfel des Blattes durchziehende Gefässbündel sendet Zweige von Gefässbündeln in die nebenlagernden kleineren Zipfel, von wo dann kleinere Gefässbündelzweige in die kleinsten Zipfel eintreten. Das Gefässbündel der kleinsten Zipfel besteht aus sehr zarten langgestreckten cylindrischen Zellen, deren Inhalt durch Jod sich gelb färbt. Die Gefässbündel der einzelnen kleineren Zipfel in der Achse entwickeln sich in der Weise, dass sich zuerst am Grunde des Zipfels an derjenigen Stelle, an welcher dieser mit dem nächst daran grenzenden Zipfel zusammenhängt, ein oder mehrere Gefässe von dem grösseren Gefässe des grösseren Zipfels, von welchem der kleinere Zipfel entspringt, an der Stelle des Entspringens umbiegen und in die Achse der kleineren Zipfel eindringen. Mit dem Wachsthum des kleineren Zipfels, welches einestheils durch Neubildung von Zellen an der Spitze und durch Vergrösserung der bereits gebildeten Zellen erfolgt, wächst auch das Gefässbündel, theils an der Spitze, theils an der Peripherie derselben. In der Peripherie des jungen Gefässbündels des jugendlichen Zipfels bilden sich neue Cambiumzellen, an der Spitze der einzelnen Gefässröhren des Gefässbündels entwickeln sich neue Gefässelemente in Form zarter langgestreckter Zellen, deren Inhalt mit Jod sich gelb färbt, und welche im späteren Verlaufe mit der übrigen Gefässröhre eine vollkommene Röhre darstellen, indem die Scheidewände, durch welche die alte Gefässröhre mit dem neuen Gefässelement zusammenhängt, zerstört wird.

Der Vorgang der Zellenvermehrung an der Spitze der einzelnen Blattzipfel erfolgt nicht von einer einzigen Zelle aus, sondern jede einzelne Zelle pflanzt sich ununterbrochen so lange durch Theilung fort, als sie von den angrenzenden Nachbarelementen in dem Geschäfte der Fortpflanzung nicht gestört wird. Die Intensität der Zellenvermehrung nimmt immer von der Spitze nach unten allmählig ab, so dass die von der Spitze am weitesten entfernten Zellen allmählig aufhören durch Theilung sich fortzupflanzen. Die Elemente sind in diesem Falle zu klein und die Art der Aneinanderlagerung derselben zu undeutlich, um den Vorgang selbst näher in's Auge zu fassen. Verschieden zeigt sich der Vorgang darin von dem analogen Vorgange der Entwickelung des Blattes der Laub- und Lebermoose, bei welchen man bis jetzt die Entwickelungs- und die Wachsthumsgeschichte des Blattes am sichersten erkannt zu haben glaubt, dass nicht einzelne Zellen in bestimmter Wechselfolge durch Fortpflanzung, durch Theilung zu einer

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0161-3

Vermehrung der bereits bestehenden Elementargebilde Veranlassung geben, sondern dass eine bestimmte Anzahl von Zellen, in gleichzeitiger Theilung begriffen, diese Vermehrung der Elementargebilde veranlasst. Diese Annahme aber lässt sich zunächst nicht zur Gewissheit erheben, denn, wie ich bereits angegeben, die allzugeringe Grösse der Zellen, sowie die wenig deutlich erkennbare Aneinanderlagerung dieser kleinen Zellen lässt weder den Vorgang selbst, noch die Art der Betheiligung der bestimmten theilnehmenden Gebilde sicher erkennen. Nur eine andauernde scharfe Beobachtung mit Hülfe guter ausreichender Instrumente, welche letztere mir aber nicht zu Gebote stehen, würden das mehr oder weniger Unsichere dieser Annahme sicher stellen und die Erkennung der näheren Umstände des Vorganges zulässig machen.

Die Neubildung von Zellen jedoch an der Spitze der einzelnen Zipfel eines Blattes, sowie die Neubildung von Gefässelementen und die Anlagerung der neuen Gefässelemente an die bereits gebildeten, hat jedoch auf einer gewissen Stufe und während eines gewissen Zeitpunktes der Entwickelung ihr Ende erreicht, in jenem Zeitpunkte nämlich, in welchem in dem Blatte keine Wachsthumsrichtungen nach den bereits eingetretenen mehr auftreten, wenn nämlich die mögliche Anzahl der grösseren Zipfel des Blattes sich gebildet hat. Von diesem Zeitpunkte ab tritt nun eine Vergrösserung der gebildeten Elemente des Blattes, sowohl der Zellen, wie der Gefässe und der Cambiumzellen des Gefässbündels durch Intussusception und Apposition, also das Wachsthum im engeren Sinne des Blattes oder vielmehr der einzelnen grösseren Zipfel ein. Die Entwickelung des Blattes von jetzt an lässt nur noch eine Veränderung der gebildeten Elemente sowohl der Gestalt als des Raumes erkennen. Die Fortpflanzung der einzelnen Zellen der Spitze des jugendlichen Blattes hat ihr Ende erreicht, sobald deutlich charakterisirte Chlorophyllkörper in dem Zellinhalte zu erkennen sind. Der Zeitpunkt der Bildung der Chlorophyllkörper bestimmt den Beginn des Zeitpunktes des Wachsthums der Zelle im engeren Sinne, indem das Geschäft der Fortpflanzung nun anderen, den jüngst gebildeten Zellen übertragen ist.

Man erkennt diesen Zeitpunkt der Entwickelung der einzelnen Zipfel des Blattes an dem Verhalten der Endgebilde der Zipfel des Blattes selbst. Wenn nämlich die Zellenvermehrung an der Spitze der einzelnen Zipfel ihr Ende erreicht hat, so entwickelt sich eine Zelle am Ende des Zipfels vorwiegend. Diese einzelne Zelle streckt sich im spätern Verlaufe vorwiegend in die Länge, und ist

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0162-9

schon im Anfange, wenn diese sich kenntlich gemacht hat, durch ihren Inhalt von den übrigen Zellen verschieden. Ihre Form ist im Anfange eine stumpf-kegelförmige, später eine langgestreckt-kegelförmige. Ihr Inhalt ist homogen und demselben fehlen die Chlorophyllkörper. (Fig. 26.) Sobald am Ende eines Blattzipfels eine derartige Endzelle sich entwickelt, hat die Zellenvermehrung des Endes dieses Blattzipfels, welchem diese Endzelle angehört, ihr Ende erreicht, und die gebildeten Elemente entwickeln sich von jetzt an nur noch durch Wachsthum im engeren Sinne.

Die zwei zusammenwirkenden Momente bei dem Wachsthum des Blattes:

1. Neubildung von Elementargebilden und Anlagerung an die bereits vorhandenen,
2. Wachsthum (im engeren Sinne) der bereits entstandenen Elementargebilde,

bestimmen bei der Entwickelung des Blattes denjenigen Vorgang, welchen wir im Allgemeinen mit „Wachsthum" des Blattes zu bezeichnen pflegen. Diese beiden Momente sind vor Allem in's Auge zu fassen bei der zur Streitfrage gewordenen Frage: Wächst das Blatt in allen seinen kleinsten Elementargebilden, d. h. an allen Stellen des Blattes, oder nur an bestimmten Stellen?

Eine allgemeine Erörterung lässt die Beantwortung dieser Frage nicht zu, denn das Blatt, das mannigfaltigste Gebilde der Achse, lässt ebensoviele verschiedenartige Typen des Wachsthums erkennen, als sich zusammengehörige Complexe von Blattgebilden zu bestimmten morphologischen Typen vereinigen lassen. Der Typus des Wachsthums des Blattes bestimmt den Typus des morphologischen Charakters.

Eine besondere charakterisirte Epidermis fehlt sowohl den Blättern wie der Achse von *Utricularia*, denn die Zellen der äussern von der Cuticula überkleideten Zellenschichte unterscheiden sich in gar nichts von den Zellen der unterlagernden Zellenschichte. (Fig. 23., Fig. 24.) Spaltöffnungen finden sich sowohl an den Blättern und den Schläuchen, wie an der Achse. Die Spaltöffnungen zeichnen sich besonders dadurch aus, dass nach Theilung der Mutterzelle der Spaltöffnung in der aufgetretenen theilenden Querwand, welche die Mutterzelle in zwei Tochterzellen theilt, keine Oeffnung sich bildet, welches als Regel für die meisten Spaltöffnungen gilt. Die Spaltöffnungen von *Utricularia* im noch nicht getheilten Zustande sind kleine kreisrunde Zellen von 0,0032 Millim. Durchmesser. In ihrem farblosen homogenen Inhalte ist ein wenig deutlich erkennbarer Zellenkern befindlich. Die Mutterzelle der Spaltöffnung ist die Tochterzelle einer der äusseren Zellenschichte des Blattes angehörigen Zelle. In dem viereckigen Raume,

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0163-4

in welchem 3 oder 4 Zellen der äusseren Zellenschichte zusammentreffen, befinden sich stellenweise kleinere Zellen, deren Inhalt dieselben im jugendlichen Zustande des Blattes, wenn die eigenthümliche Spaltöffnung noch nicht gebildet ist, leicht von den übrigen nebenangrenzenden Zellen der äusseren Zellenschichte unterscheidet. Dieselben sind länglich gestreckt und ihr Inhalt ist farblos, ebenso fehlen demselben die Chlorophyllkörperchen. Diese kleinen länglichen Zellen sind die Mutterzellen der Spaltöffnungszellen. Durch Wachsthum in der Längenachse der Zelle erhebt sich bald der dem basilären Theile der Zelle, welcher auf den Zellen der unter der äusseren Zellenschichte unterlagernden Zellenschichte aufruht, entgegengesetzte apicale Theile über die äussere Fläche der äusseren Zellenschichte des Blattes, welche von der Cuticula überkleidet ist. Hat sich die Zelle bis auf diese Stufe entwickelt, dass ihr äusserer Rand über die äussere Zellenfläche emporragt, so tritt eine Theilung dieser Zelle ein in eine äussere und in eine innere Zelle. Die äussere Zelle wird die Mutterzelle, aus der sich durch spätere Theilung die 2 Tochterzellen bilden, welche wir zusammen unter dem gewöhnlichen gebräuchlichen Namen der „Spaltöffnung“ begreifen; die innere mit den Zellen der äusseren Zellenschichte in Verbindung stehende Zelle als die zweite aus der Theilung hervorgegangene Tochterzelle verbleibt während der weiteren Entwickelung der äusseren Zelle zur „Spaltöffnung“ auf derselben Stufe, welche sie nach der Theilung der ursprünglichen Mutterzelle inne hatte. (Fig. 24.) Bei wohlgelungenen Querschnitten durch das zarte junge Blatt, sowie durch den jungen Stengel trifft man nicht selten durch den Schnitt zufällig gerade durch beide Tochterzellen, welche eben durch Theilung der Mutterzelle sich bildeten. (Die Abbildung zeigt einen solchen gelungenen Querschnitt.) Die Theilung dieser länglich gestreckten über die äussere Zellenschichte emporragenden Zelle geschieht durch Einfaltung des Primordialschlauches. Indem eine an der Stelle der Theilung ringförmige, nach innen gekehrte Falte des Primordialschlauches sich bildet, wird der Zellinhalt der Mutterzelle an der Stelle der Einfaltung des Primordialschlauches getrennt. Durch fortwährende Einfaltung der einander zugekehrten Ränder des eingefalteten Primordialschlauches der Mutterzelle, werden endlich die einander zugekehrten Ränder des Primordialschlauches mit einander vereinigt. Durch die Vereinigung der äusseren Seiten des eingefalteten Primordialschlauches nach der Seite der äusseren Zellenschichte zu wird die innere Seite des Primordialschlauches der äusseren zur „Spaltöffnung“ werdenden Tochterzelle gebildet; durch die Vereinigung der inneren Seiten des eingefalteten Primordialschlauches

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0164-0

nach der Seite der inneren Zellenschichte zu wird die äussere Seite des Primordialschlauches der nach der Theilung auf derselben Stufe beharrenden inneren Tochterzelle gebildet. Ob die Bildung einer später sich bildenden Cellulosemembran auf den äusseren Flächen der an den Berührungsstellen der ringförmig eingefalteten Ligatur durch Verschmelzung in zwei an einander grenzenden übergeführten Primordialschläuche stattfinde, lässt sich schwer anatomisch entscheiden. Diese beiden einander zugekehrten Partien der Primordialschläuche beider Tochterzellen sind beiden Tochterzellen gemeinschaftlich, und es ist wahrscheinlicher, anstatt dass die Ausscheidung einer Cellulosemembran erfolgt, dass die anfänglich getrennten Partien der unmittelbar nach dem Zeitpunkte der Vereinigung der einander zugekehrten Ränder des eingefalteten Primordialschlauches, welche zu den Primordialschläuchen beider Tochterzellen werden, durch Verwachsung zu einer zarten Membran sich vereinigen, welche die beiden Tochterzellen von einander trennt. Diese Membran müsste alsdann nicht den Charakter einer Cellulosemembran an sich tragen und vorausgesetzt, dass die charakteristische Reaction des Jodes auf stickstoffhaltige Substanzen der vegetabilischen Zelle nicht auch auf Membranen sich ausdehne, in denen vorzugsweise Kohlenhydrate in der Form von Cellulose neben geringen Mengen stickstoffhaltiger Substanzen sich vorfinden, muss diese Reaction des Jodes erkennen lassen, ob diese Membran durch die wahrscheinliche Vereinigung der beiden getrennten Partien der Primordialschläuche der beiden Tochterzellen hervorgegangen sei oder ob sie das Product der Ausscheidung von Cellulose beider Primordialschläuche sei. Zeigt diese Membran dieselbe Reaction des Jods auf den Primordialschlauch, in dessen Substanz vorzugsweise stickstoffhaltige Stoffe sich vorfinden, so ist erkannt, dass diese Membran mit dem Primordialschlauche verwandt sei, und dass nach der Theilung der Mutterzelle der eingefaltete Primordialschlauch, welcher zur Membran sich umgestaltete, in seiner chemischen Zusammensetzung sich nicht wesentlich änderte. Nach Einwirkung von Schwefelsäure und Zusatz von Jodlösung erkennt man in der Membran keine Färbung auf Gegenwart von Cellulose schliessen lassend, dagegen nimmt nach Einwirkung von Jod diese Membran dieselbe charakteristische gelbbraune Färbung an, wie der übrige Primordialschlauch, nachdem dieser zuvor durch Schwefelsäure contrahirt worden ist. Wir sehen daher in diesem Falle, dass bei dem Vorgange der Theilung der Zelle durch Primordialschlaucheinfaltung nicht nothwendig die Bildung einer Cellulosemembran auf der Fläche des Primordialschlauches an der Stelle der Theilung erforderlich ist.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0165-6

Die Theilung der äusseren Tochterzelle, welche die Mutterzelle der „Spaltöffnung“ wird, erfolgt kurz nach jenem Zeitpunkte, während welches die ursprüngliche Mutterzelle in die zwei Tochterzellen sich theilte. Die Theilung dieser Tochterzelle erfolgt in der Längenrichtung der auf einander sitzenden Tochterzellen oder senkrecht auf die äussere Fläche der äusseren Zellenschichte des Blattes. Der Vorgang der Theilung aber scheint nicht durch Primordialschlauch-Einfaltung vor sich zu gehen, sondern durch Theilung des Zellenkernes. Nach der Theilung des Zellenkernes bilden sich im Umkreise der Theilhälften des Kernes Primordialschläuche, welche durch Wachsthum der Theilhälften des Kernes sich stetig in die Fläche vergrössern. Die Primordialschläuche je der beiden Theilhälften des Kernes gelangen endlich im Verlaufe des Wachsthums an den bereits die primäre Zellmembran der Mutterzelle auskleidenden Primordialschlauch und legen sich an diesen an. Ist das Wachsthum der beiden Theilhälften des Kernes in dieser Weise fortgeschritten, dass die dieselben umkleidenden neu gebildeten Primordialschläuche an den bereits vorher bestehenden Primordialschlauch der Mutterzelle sich angelagert haben, so ist die Theilung der Mutterzelle vollkommen und die „Spaltöffnung“ ist fertig gebildet. Kurz nach dem Eintritte der Theilung des Zellenkernes werden die vorher undeutlichen Umrisse scharf conturirt. Im Beginne der Theilung besitzt der nun wahrnehmbare Zellenkern einen Durchmesser, welcher das $1/3$ des Durchmessers der Mutterzelle beträgt. An einem und demselben jungen Blatte (Fig. 4.) erkennt man die Spaltöffnungen in den verschiedensten Stufen der Entwickelung, von solchen an, bei denen eben der Kern sich zu theilen beginnt, bis zu dem Zustande, in welchem das Wachsthum der Theilhälften des Kernes so weit fortgeschritten ist, dass ihre äussere Umgrenzung — der neu gebildete Primordialschlauch — sich beinahe vollkommen an die innere Fläche der Zellmembran, d. h. an den Primordialschlauch derselben angelagert hat. (Fig. 25., Fig. 4.) Bei Betrachtung eines Blattes von oben erkennt man zugleich die Membran, welche die beiden Tochterzellen — die „Spaltöffnung“ und die unter ihr befindliche untere Tochterzelle — trennt. Man erkennt diese, wenn man den Umriss der „Spaltöffnung“ genau im Auge hat, bei geringer Verstellung des Focus (Fig. 10^a, Fig. 11.); verrückt man den Focus noch um etwas geringes, d. h. nähert man das Objectivglas etwas mehr dem Objecte, so erkennt man auch die viereckige Oeffnung, welche durch das Zusammenstossen der vier Zellen der äusseren Zellenschichte des Blattes gebildet ist, in welcher die innere Tochterzelle sich befindet. (Fig. 10. Fig. 25. Zwei Spaltöffnungen bei welchen die

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0166-2

Theilung in die zwei Tochterzellen vollkommen. b. Der viereckige Raum. a. Die Membran zwischen beiden Tochterzellen. c. Die Scheidewand beider Tochterzellen der Spaltöffnung. Fig. 11. Eine Spaltöffnung, welche noch nicht sich in die beiden Tochterzellen getheilt hat.)

Die Anzahl der Spaltöffnungen auf einem Quadratmillimeter beträgt an einem ausgewachsenen Blatte durchschnittlich = 1500 bis 1800. Die Spaltöffnungen befinden sich am Blatte von *Utricularia* zu beiden Seiten des Blattes. Auf einem ausgewachsenen Blatte von *Utricularia vulgaris* von 160 Quadratmillimeter findet sich daher die ungeheure Anzahl von 172,000 Spaltöffnungen.

Entwickelung und Bau der Schläuche. (*Utriculi.*)

Die Schläuche stellen, wie wir oben bei der Betrachtung der Blattes sahen, im jugendlichsten Zustande kleine kugelige Zellgewebemassen dar (Fig. 1.) von 0,004 Millim. Durchmesser. Dieselben bestehen aus einer homogenen Zellgewebemasse, deren einzelne noch wahrnehmbare Zellen auf dieser Stufe einen Durchmesser = 0,002 Millim. besitzen. Im Innern dieser Zellgewebemasse ist noch keine Zerreissung eingetreten. Auf einer gewissen Stufe der Entwickelung des Blattes angelangt, treten in der homogenen Zellgewebemasse des jugendlichen Schlauches nicht gleichzeitig zwei von einander abhängige Zerreissungen ein, welche zur Bildung zweier Spalten in dem Zellgewebe Veranlassung geben. Die eine der beiden Zerreissungen tritt in der Masse des Zellgewebes um den Mittelpunkt des kugelförmigen jugendlichen Schlauches herum ein, und gibt zur Bildung einer, von der Seitenfläche des Schlauches betrachtet, halbmondförmigen Spalte Veranlassung. (Fig. 9. a.) Die andere Zerreissung erfolgt in den Zellen des äusseren Umkreises des Schlauches, in Form eines auf der äusseren Fläche in gerader Linie verlaufenden Spaltes. (Fig. 9. b.) Diese letztere Zerreissung erfolgt wahrscheinlich vor dem Eintreten der Zerreissung des Zellgewebes um den Mittelpunkt des Schlauches und sie gibt sich uns zuletzt als einen in gerader Linie ungefähr von der Breite des Durchmessers des jugendlichen Schlauches verlaufenden Spalt in den Zellen des äusseren Zellgewebes zu erkennen. (Fig. 22. von vorne, Fig. 9. von der Seite.) Die zuerst eintretende Zerreissung im Zellgewebe, welche in den äusseren Zellen in Form eines Spaltes sich kenntlich macht, gibt daher zu einer Vertiefung in dem jugendlichen Schlauche Veranlassung, während die nach jener eintretende Zerreissung in dem homogenen Zellgewebe zur Bildung einer geschlossenen Höhlung Veranlassung gibt, welche als nicht symmetrisch um den Mittelpunkt des ju-

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0167-8

gendlichen Schlauches gelagert sich zu erkennen gibt. Die Bildung der letzteren Höhlung geht in der Weise in Folge der Zerreissung des Zellgewebes vor sich, dass parallel der Umgrenzung der vorher gebildeten äusseren Spalte die innere Spalte durch concentrische Zerreissung des Zellgewebes gebildet wird. Der zuerst gebildete Spalt erstreckt sich nur auf etwas weniger als die Hälfte des Umfanges des jugendlichen Schlauches, während der innere Spalt als ein halbkugeliger Raum erscheint. Zwischen beiden Spalten, zwischen der inneren Spalte (a. Fig. 9.) und der äussern Spalte (b. Fig. 9.), erscheint eine den entsprechenden Rändern beider Spalten parallellaufende zellige Zwischenwand. Diese zellige Zwischenwand ist im Anfange der Bildung der inneren Spalte (a) aus einer einfachen Reihe von Zellen gebildet, besteht jedoch im späteren Verlaufe aus einer mehrfachen Reihe von Zellen.

Bei den Ansichten von vorne, senkrecht auf den äusseren Spalt und von der Seite wagrecht auf den äusseren Spalt, erkennt man, wie bereits angegeben, den inneren Spalt (a) als halbmondförmig gekrümmten, um die innere Seite des äusseren Spaltes concentrisch verlaufenden und von diesem durch eine einfache Zellenschichte getrennnten Raum, die äussere Spalte (b) als eine sackförmige, von aussen nach innen ungefähr bis vor die Mitte des jugendlichen Schlauches reichende Einstülpung (Fig. 9. jugendlicher Schlauch von der Seite); im ersteren Falle, senkrecht auf den äusseren Spalt, erkennt man den äusseren Spalt als in gerader Linie verlaufend, indem man oben in den Raum zwischen beiden Rändern des Spaltes auf den Grund des Spaltes blickt, den inneren Spalt erkennt man in seiner äusseren Umgrenzung, welche sich durch eine kreisförmige Contur zu erkennen gibt. Den inneren Spalt oder vielmehr die Umgrenzung desselben kann man, als tiefer als der äussere Spalt gelegen, nicht gleichzeitig mit dem äusseren Spalt sehen. Man erblickt die Umgrenzung dieses inneren Spaltes, wenn man den Focus nach Einstellung auf den äusseren Spalt verrückt und das Objectivglas dem Objecte nähert.

Beide Spalten verhalten sich im späteren Verlaufe der Entwickelung des Schlauches verschieden. Der innere Spalt vergrössert sich stetig, während der äussere allmählig verflacht wird. Der innere Spalt, welcher schon im Anfange eine geschlossene Höhlung in dem Parenchym des jugendlichen Schlauches darstellt, wird im späteren Verlaufe zur geschlossenen inneren Höhlung des Schlauches, während der äussere Spalt allmählig verschwindet.

Ich betrachte nun das Wachsthum des jugendlichen Schlauches nach dem

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0168-3

Auftreten der beiden Spalten. Im Anfange vor der Bildung der Spalten in dem homogenen Zellgewebe war die Zellvermehrung und das Wachsthum der bereits gebildeten Elementargebilde aller Orten am jugendlichen Schlauche ein gleichmässiges. An keiner Stelle war das Wachsthum, sowohl Neubildung von Zellen als auch Wachsthum der gebildeten, intensiver, an keiner anderen Stelle minder intensiv, daher die kugelige symmetrische Gestalt des jugendlichen Schlauches. (Fig. 1.) Bald nach der Bildung aber der beiden Spalten in dem homogenen Zellgewebe des jugendlichen Schlauches machen sich in demselben sowohl verschiedenartige Wachsthumsrichtungen geltend, als auch finden verschiedenartige Stufen des Wachsthums, hinsichtlich der Intensität desselben statt. Alle diese einzelnen Momente, verschiedene Wachsthumsrichtungen und an verschiedenen Stellen verschiedenartiges Wachsthum im jugendlichen Schlauche, bedingen bald, nach dem Auftreten der Spalten, eine Veränderung der Form und des Baues. Bis auf den Zeitpunkt vor der Bildung der Spalten durchliefen die jugendlichen Schläuche gleichzeitig gleichartige Entwickelungszustände mit den Zipfeln des jugendlichen Blattes, dem sie angehören, indem sowohl die Entwickelung der einzelnen Zellen durch den Vorgang der Theilung als auch das Wachsthum der bereits entstandenen Zellen in derselben Weise und in demselben Grade fortschritt, wie die Vermehrung und das Wachsthum der einzelnen Zellen der Zipfel desselben jugendlichen Blattes. Die späteren Entwickelungszustände im Baue des Blattes selbst sowie des Schlauches sind verschieden; während die Elementargebilde beider sich in allen Entwickelungszuständen gleich verhalten, ist nicht so die Anlagerung dieser zu dem jeweiligen Gebilde, dem Blatte oder dem Schlauche, dieselbe d. i. der Bau, sowie der morphologische Charakter dieselben. Die Elementargebilde, sowohl des Blattes als des Schlauches, durchlaufen während aller entsprechenden Entwickelungsstufen beider dieselben Entwickelungszustände. Die Anlage zum Schlauche unterscheidet sich während dieses betrachteten Zustandes noch wenig von den übrigen Zipfeln des jugendlichen Blattes. Der Schlauch selbst ist ein in der Weise umgewandelter Blattzipfel, dass er in den jugendlichsten Zuständen mit den Blattzipfeln übereinstimmend, in vollendeter Gestalt dagegen zu einem besonderen Organ wurde.

Die Bildung der Spalten in dem homogenen Zellgewebe des jugendlichen Schlauches erfolgt selbst in Folge der auftretenden verschiedenartigen Wachsthumsrichtungen. Während vorher während des Zustandes der homogenen Beschaffenheit des Zellgewebes keine vorwiegenden Wachsthumsrichtungen. keine Wachs-

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0169-2

thumsrichtungen, welche eine ungleichartige Entwickelung zur Folge haben würden, vorhanden waren, so ist in Folge des Auftretens von Wachsthumsrichtungen ein neuer Zustand in dem jugendlichen Schlauch eingetreten. Diese neu auftretenden, die alten überwiegenden Wachsthumsrichtungen bedingen eben die Zerreissung des Zellgewebes, welchem Vorgange die Bildung von Spalten folgt. Die nach diesem Vorgange auftretenden Wachsthumsrichtungen bewirken die nach bestimmten Richtungen hin allmählig erfolgende Entwickelung des Schlauches bis zu dem Zustande hin, in welchem denselben zur Uebernahme der bestimmten Function der vollendete bestimmte Bau tauglich macht, welcher denselben zu dieser Function umwandelt.

Die zuerst bestimmt auftretende Wachsthumsrichtung macht sich in der Stelle des jugendlichen Schlauches bemerklich, welche der zuerst gebildeten äusseren Spalte gegenüberliegt. Diese Stelle entwickelt sich beträchtlicher durch Neubildung von Zellen als diejenigen, welche zunächst an den äusseren Spalt angrenzen. Die Folge dieser ungleichseitigen Entwickelung des jugendlichen Schlauches ist die bald bemerkliche unsymmetrische Gestalt, welche derselbe erlangt. Das stielförmige basiläre Ende, mit welchem der jugendliche Schlauch mit dem jugendlichen Blatte zusammenhängt, wird immer mehr von der Stelle entfernt, an welcher das lebhafteste Wachsthum stattfindet, und nähert sich daher immer mehr und mehr dem anfänglich gebildeten äusseren Spalt. Oder da vielmehr das stielförmige Ende des jugendlichen Schlauches in Bezug der Anheftung am Blatte als unveränderlich, als nicht seine Lage verändernd betrachtet werden muss, so werden die dem Stiele angrenzenden Stellen durch das lebhafte Wachsthum mehr und mehr von demselben entfernt. Denkt man sich die Achse des Stieles des von der Seite betrachteten Schlauches so nach aussen verlängert, dass dieselbe durch den Schlauch geht, so fällt die grössere Hälfte, welche links von dieser Verlängerung der Achse oder unterhalb derselben fällt, auf diejenige Seite, an welcher das lebhaftere Wachsthum stattgefunden, d. h. auf diejenige Seite, welche dem anfänglich gebildeten Spalt gegenüberlag, die kleinere Hälfte des Schlauches dagegen auf diejenige Seite, auf die rechte oder obere Seite, auf welcher der äussere Spalt gebildet wurde. Diese Gestaltveränderung des Schlauches ist nur von der Seite her bemerklich, von oben betrachtet theilt die Verlängerung der Achse des Schlauches denselben in zwei symmetrische Hälften.

Die beiden einander gegenüberliegenden Ränder des anfänglich gebildeten Spaltes entfernen sich im späteren Verlaufe allmählig von einander, und indem

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0170-3

dieselben sich zurückschlagen, tritt die anfänglich nach innnen zugekehrte Fläche des Spaltes allmählig nach aussen. Während des letzten Stadiums der Entwickelung ist die innere Fläche des Spaltes vollkommen nach aussen gekehrt und dieselbe macht nun einen Theil der äusseren Fläche des Schlauches aus. Dieses Zurückschlagen der Ränder des Spaltes erfolgt nicht symmetrisch nach der Art des Spaltes, sondern an bestimmten einander gegenüberliegenden entsprechenden Stellen in mehrfachem Grade, an anderen Stellen in minderem Grade. Zuletzt haben die äusseren Ränder dieses anfänglich in gerader Linie verlaufenden Spaltes die Form einer kreisrunden Linie erlangt. Dieses Zurückschlagen der Ränder des anfänglich in gerader Linie verlaufenden äusseren Spaltes ist ebenfalls die Folge des unsymmetrischen Wachsthumes des Schlauches. Denn würde, nach der Anheftungsstelle des Schlauches vom Stiele ausgehend, ein allseitiges symmetrisches d. i. gleichartiges Wachsthum des Schlauches die Folge der Entwickelung des Schlauches sein, so müssten die Ränder dieses Spaltes ebenfalls in symmetrischer Weise durch das fortschreitende Wachsthum allmählig aus einander treten und zuletzt im letzten Stadium der Entwickelung, den nach innen umgrenzten Raum des Spaltes umschliessend, die Form eines weit klaffenden, mehr oder minder in gerader Linie verlaufenden Spaltes annehmen. So aber kommt es, dass durch das unsymmetrische Wachsthum des Schlauches die Ränder der Spalte eine kreisrunde Form annehmen. Die Ränder des äusseren Spaltes im vollendeten Zustande des Schlauches bilden die Umgrenzung des engeren Theiles des vollendeten Schlauches; diesen verjüngt zugehenden Theil des Schlauches nenne ich die „Mündung“ desselben, und die aus mehreren Zellenreihen bestehende Zellenwandung (die anfängliche, einreihige, beide gebildete Spalten trennende Zellenschicht), welche diese „Mündung“ verschliesst, die „Mündungsmembran“ des Schlauches. (Fig. 3. ein fertiger Schlauch. Fig. 2. Durchschnitt durch die Mündung des Schlauches.)

Die unsymmetrische Entwickelung des Schlauches in Folge der einseitig auftretenden Wachsthumsrichtungen erfolgt von Innen nach Aussen und von Oben nach Unten in Bezug der gesammten Richtung der Entwickelung des angehörigen Blattes, wenn man sich die Lage am Blatte und die Richtung der Entwickelung vergegenwärtiget. Die vom Anheftungspunkte des Schlauches entfernteren Stellen denkt man sich in Bezug der Stelle des Ursprungs des Schlauches vom Stiele und auch der Richtung der Entwickelung nach als obere und untere und innere und äussere.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0171-9

Der zuletzt gebildete innere Spalt (Fig. 9. a.) hat sich während der vorwiegenden Entwickelung der einen Seite des Schlauches, welche dem zuerst gebildeten Spalt während des Auftretens dieses Spaltes gegenüberlag, in dem Maasse vergrössert, in dem das Wachsthum dieser einen Seite fortgeschritten ist. Der anfänglich gebildete innere Spalt stellt nun eine allerorts geschlossene Höhlung dar, deren Umriss dem äusseren Umrisse des Schlauches vollkommen parallel ist.

Die anfänglich nach innen geschlagenen Ränder der Zellwandung, welche den äusseren Spalt von dem inneren trennt, verflachen sich bei fortschreitendem Wachsthum des Schlauches mehr und mehr, indem zugleich die Zellen der im Anfange aus einer einzigen Zellenschichte bestehenden Zellenwandung sich lebhaft vermehren und zur Bildung einer aus einer mehrfachen Zellenreihe bestehenden Wandung, der Mündungsmembran, Veranlassung geben. Die Form dieser Zellenwandung wird bei dem vollendeten Schlauche eine nach der Mitte zu verjüngte sein. (Fig. 2.)

Die Ränder des Spaltes verbleiben nach dem Auseinandertreten derselben nicht in demselben Zustande. Es entwickeln sich auf denselben eigenthümliche langgestreckte verästelte aus vielen Zellen bestehende Gebilde, welche wir bei der Betrachtung des Schlauches im vollendeten Zustande betrachten werden. Die im Zustande der Vollendung des Schlauches aus mehreren Zellschichten bestehende Membran*), welche im Anfange der Bildung beider Spalten als eine aus einer einfachen Zellenschichte bestehende Wand sich darstellte, verschliesst die gebildete Mündung des Schlauches.

Gehen wir nun nach der Betrachtung der Entwickelungs- und der Wachsthumsgeschichte der Schläuche zur Betrachtung des Baues des vollendeten Schlauches selbst über.

Die Schläuche stellen im vollendeten Zustande des Blattes, von der Seite

---

*) Für diesen Ausdruck „Membran“, einen vielfach zu deutenden, lässt sich trotz der hohen Entwickelung unserer Sprache kein eigentlich deutscher Ausdruck gut gebrauchen. Wir bemühen uns in unserer wissenschaftlichen Darstellungsweise bei der Wahl eines Ausdruckes für eine oder mehrere Eigenschaften irgend eines organischen Gebildes zugleich eine oder mehrere bestimmte Eigenschaften in einem einzigen Ausdrucke zu vereinigen. Unter dem Ausdrucke „Membran“ verstehen wir im Allgemeinen ein aus sichtbaren oder unsichtbaren Elementargebilden bestehendes Gebilde, dessen Ausdehnung sich mehr in die Fläche als in die Dicke erstreckt. Ich gebrauche diesen Ausdruck nicht um dieser Eigenschaft willen, sondern um des Unterschiedes willen von der übrigen Zellwandung.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0172-4

betrachtet, in Bezug der Anheftungsstelle am Stiele unsymmetrische beinahe halbkreisrunde Körper dar. Die obere Verbindungslinie der Anheftungsstelle des Schlauches, mit der der Anheftungsstelle zugekehrten Stelle der „Mündungsmembran" ist kürzer wie die entsprechende in ähnlicher Weise gezogene untere Verbindungslinie. Die untere Verbindungslinie besitzt die Form einer elliptischen Curve. Die Länge eines ausgewachsenen Schlauches ist = 2,3 bis 1,7 Millim., die grösste Breite = 1,5 bis 1,2 Millim. Der dünne Stiel, an welchem der Schlauch befestigt ist, besitzt eine Länge, welche ungefähr die Hälfte der Länge des Schlauches ausmacht. (Fig. 3.)

Die Schläuche stimmen im Wesentlichen darin in ihrem Baue mit dem Baue der Blätter oder vielmehr der kleineren Zipfel des Blattes überein, dass die Wandung derselben wie die kleineren Blattzipfel aus einer doppelten Zellenreihe besteht. Nur gegen die „Mündung" des Schlauches zu besteht die Wandung des Schlauches aus mehreren über einander gelagerten Zellenreihen.

Die Ränder der Mündung des Schlauches sind mit langgestreckten, aus vielen Zellen bestehenden, mehr oder weniger verästelten, haarähnlichen Gebilden versehen. Die an die Ränder des Schlauches angrenzenden Zellen des unteren Theiles dieser Gebilde unterscheiden sich in gar nichts von diesen angrenzenden Zellen der Ränder des Schlauches. Die Zellen nach dem oberen Theile dieser Gebilde zu werden allmählig gestreckter und die Chlorophyllkörper in ihrem Inneren nehmen allmählig ab. Die oberen Zellen selbst, sowie die oberste Zelle der kleinen Aestchen sind sehr lang gestreckt und enthalten einen farblosen homogenen Inhalt, in welchem manchmal Kerne zu bemerken sind. Dieselben stimmen überein mit denjenigen Endzellen der kleineren Zipfel des Blattes, welche nach dem Aufhören der Zellenvermehrung der Spitze an der Spitze der Aestchen sich bilden. (Fig. 26.)

Die äussere Fläche der „Mündungsmembran" sowie die innere Seite der mit den verlängerten ästigen Haargebilden besetzten hervorragenden äusseren Ränder sind mit eigenthümlichen Epidermoidalgebilden versehen, welche man als Haare betrachten muss. Diese Haare sind im jugendlichsten Zustande einzellig, in späteren Zuständen mehrzellig. Die Endzelle dieser Haare ist immer von grösserem Volumen wie die übrigen unteren Zellen. Die Haare des mittleren Theiles der äusseren Fläche der Mündungsmembran sind meistens zweizellig, häufiger auch mehrzellig; die kleine untere Zelle entspringt von den Parenchymzellen der Mündungsmembran. Die Haare gegen die Ränder der Mündungsmembran sind

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0173-0

immer mehrzellig und bestehen aus länger gestreckten Zellen, deren oberste Zelle ebenfalls von grösserem Volumen ist, wie die übrigen unter ihr befindlichen Zellen. Der Inhalt der Zellen dieser Haare ist farblos und mit einem vom Zellsafte geschiedenen Protoplasma theilweise erfüllt. Das Protoplasma in den obersten Zellen zeigt eine eigenthümliche Circulationsströmung, welche von einem bestimmten Punkte ausgehend nach verschiedenen Stellen der Zelle sich bewegend auf einem anderen Wege wieder zu dem anfänglichen Ausgangspunkte zurückkehrt. Eine speciellere Untersuchung dieses Phänomens ist mir wegen Mangels einer stärkeren Vergrösserung nicht möglich. Nicht selten befinden sich aber auch unter diesen mit einer kugelförmigen grösseren Zelle endigenden kürzeren Haaren auch noch einzelne längere, aus längeren Zellen bestehende und mit einer mehr oder weniger kugelförmig endigenden Zelle versehene Haare unter diesen zerstreut. (Fig. 18.) Die Entwickelung dieser Haare geht in der Weise vor sich, dass sich zuerst bestimmte einzelne kleine Zellen der obersten Zellschichte der Mündungsmembran in die Länge nach oben strecken, man erkennt den oberen Theil dieser alsdann als zarte kleine halbkugelige Erhabenheiten. Die Zellen der obersten Zellschichte der Mündungsmembran unterscheiden sich schon frühzeitig von den nebenangrenzenden Zellen, ihrem Inhalte fehlen wie den Mutterzellen der bereits betrachteten anderen Epidermoidalgebilde die Chlorophyllkörper und derselbe ist homogen und farblos. Hat sich die Zelle zu einer gewissen Länge entwickelt, so tritt eine Theilung der Zelle durch Primordialschlaucheinfaltung ein. Die obere Tochterzelle vergrössert sich alsdann beträchtlicher als die unter ihr befindlichen Zellen. Dieser Vorgang tritt vorzüglich bei den Haaren des mittleren Theiles der Mündungsmembran ein. Die zunächst dem Rande stehenden Zellen, welche zu Haaren werden, entwickeln sich bis zu einer bestimmten Länge, welche die Länge der bereits fertig gebildeten Haare in der Mitte der Mündungsmembran um das 3- bis 4-fache übertrifft, worauf dann in dem homogenen glashellen Inhalte mehrere in einer Reihe gelagerte Kerne auftreten, welche durch Bildung von Primordialschläuchen auf ihrem Umkreise zur Theilung der einzelnen Zelle in mehrere Tochterzellen Veranlassung geben. Alsdann vergrössert sich ebenfalls die oberste Zelle. (Fig. 2.)

Was den Bau der Schläuche besonders auszeichnet sind die eigenthümlichen Haargebilde, welche sich an der inneren geschlossenen Fläche des Schlauches vorfinden, zu deren Betrachtung ich sogleich übergehe.

Gleichzeitig mit der Entwickelung der Spaltöffnungen auf der äusseren, mit

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0174-6

dem umgebenden Medium, mit dem Wasser in Berührung sich befindenden Fläche entwickeln sich auf der inneren nicht mit dem Wasser in Berührung befindlichen Fläche, den Spaltöffnungen entsprechend, eigenthümliche selbstständige Gebilde. Die Spaltöffnungen, welche zu der Klasse der Epidermoidalgebilde gehören, haben mit den auf der inneren Fläche des Schlauches befindlichen Gebilden insoferne eine Verwandtschaft, als dieselben mit diesen nicht nur in der beiderseitigen gleichartigen Entwickelungsgeschichte, sondern vielleicht auch in der Function mit einander übereinstimmen. Da sich diese Epidermoidalgebilde an der inneren Fläche der betrachteten inneren geschlossenen Höhlung vorfinden, so lassen sich an dem Schlauche selbst äussere und innere Epidermoidalgebilde unterscheiden. Beide durchlaufen in entsprechenden Zeitabschnitten ihrer Entwickelung mit der Entwickelung des ganzen Schlauches gleichartige Momente. Die äusseren Epidermoidalgebilde sind die Spaltöffnungen, welche ich bereits bei der Betrachtung der Entwickelung des Blattes betrachtet habe, die inneren die eigenthümlichen Haare. Die äusseren Epidermoidalgebilde des Schlauches verhalten sich in ihrer Entwickelung und in ihrem Baue genau wie die des Blattes. Mit der vollendeten Entwickelung der äusseren Epidermoidalgebilde ist auch die Vollendung der Entwickelung der inneren Epidermoidalgebilde eingetreten.

Die Entwickelung der beiden Arten der Epidermoidalgebilde beginnt von dem Zeitpunkte, in welchem im Verlaufe der Entwickelung des jugendlichen Schlauches der zuletzt gebildete innere Spalt zu der inneren geschlossenen Höhlung wurde, und nachdem die innere Fläche des zuerst gebildeten äusseren Spaltes zur äusseren Fläche der Mündungsmembran des Schlauches wurde.

Nachdem, wie ich bereits bei der Betrachtung des Baues und der Entwickelung des Blattes beschrieben habe, in dem jugendlichen Blatte während einer gewissen Stufe der Entwickelung desselben die Mutterzelle der Tochterzellen sich entwickelt hat, aus deren einer die „Spaltöffnung“ wird, entwickeln sich gleichzeitig an den Schläuchen des jugendlichen Blattes die Mutterzellen der „Spaltöffnungen“, welche ebenso gebaut sind und sich ebenso zu den Zellen der äusseren Zellenschichte verhalten, wie diejenigen beim jugendlichen Blatte selbst, welchem dieselben angehören. Der spätere Verlauf der Entwickelung der Spaltöffnungen der Schläuche ist derselbe wie derjenige des Blattes selbst, indem die Entwickelung des Blattes mit der des Schlauches gleichartige äquivalente Entwickelungszustände durchläuft. Die inneren Epidermoidalgebilde, d. i. die Epidermoidalgebilde der inneren nicht mit dem Wasser in Berührung befindlichen Fläche

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0175-2

des Schlauches, verhalten sich von ihrer gleichzeitigen primären Entwickelung an bis zu ihrer gleichzeitigen Vollendung analog den äusseren. — Wie wir sahen besteht die Wandung des Schlauches, mit Ausnahme der Mündungsmembran, ebenfalls aus zwei Zellenschichten. Die innere Zellenschicht, welche der unteren Zellenschicht der kleineren Zipfel des Blattes entspricht, besitzt als Epidermoidalgebilde die eigenthümlichen Gebilde, welche als Haare zu betrachten sind. Wie bei den äusseren Epidermoidalgebilden, den Spaltöffnungen, welche der äusseren Zellenschichte angehören, entwickeln sich bestimmte Zellen der inneren Zellenschichte zu den Mutterzellen, welche bei ihrer Theilung die Entstehung einer unteren und einer oberen zu dem Epidermoidalgebilde sich umwandelnden Tochterzelle veranlassen. Diese Mutterzellen der inneren Zellenschichte unterscheiden sich im Anfange nicht durch ihre Form und ihre Grösse von den benachbarten Zellen der Zellenschichte. Ihr Inhalt aber ist farblos, sie enthalten keine Chlorophyllkörper und ihre primäre Zellmembran steht seitlich nicht im Zusammenhange mit der primären Zellmembran der angrenzenden Zellen ihrer angehörigen Zellenschichte. Wie bei den Mutterzellen der Epidermoidalgebilde der äusseren Zellenschichte befindet sich die Mutterzelle ziemlich frei in dem polyëdrischen Raume, welcher von je 5 oder 6 Zellen der Zellenschichte gebildet wird, indem die primäre Zellmembran der Mutterzelle den Partien der primären Zellmembranen der den Raum bildenden an einander grenzenden Zellen nicht parallel läuft, sondern in einem kleinen Abstande von diesen sich befindet, so dass die äussere Umgrenzung, die äussere Fläche der primären Zellmembran, keinen polyëdrischen, sondern einen kreisrunden Umriss zeigt. (Fig. 5., Fig. 6.) Dieser entsprechende Raum des äusseren Epidermoidalgebildes wird bei diesem nur durch das Zusammentreten von je 3 oder 4 Zellen der äusseren Zellenschichte gebildet. (Fig. 10., 11., 25.) Die Mutterzelle der Epidermoidalgebilde der inneren Zellenschichte enthält immer einen deutlichen scharf umgrenzten Kern, welcher mit einem Kernkörperchen versehen ist. (Fig. 5.) Auf einer gewissen Stufe der Entwickelung der Zelle tritt eine Theilung der Mutterzelle in zwei Tochterzellen, in eine obere und in eine untere Tochterzelle*) ein. Die obere Tochterzelle wird wie bei den

*) Da wir bereits bei der Theilung der Mutterzelle bei den Epidermoidalgebilden der äusseren Zellenschichte die beiden gebildeten Tochterzellen als eine obere und eine untere Tochterzelle unterschieden, so könnte es als seltsam erscheinen, auch bei der inneren Zellenschichte die beiden Tochterzellen als eine obere uud eine untere Tochterzelle zu unterscheiden, da der absoluten Lage nach von den 2 Tochterzellen je eines Epidermoidalgebildes der äusseren Zellschichte mit den 2 Tochter-

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0176-7

Epidermoidalgebilden der äusseren Zellschichte, den Spaltöffnungen, die Mutterzelle des Epidermoidalgebildes selbst, während die mit den Zellen der Zellenschichte in Verbindung stehende untere Tochterzelle im späteren Verlaufe der Entwickelung der oberen Tochterzelle zum Epidermoidalgebilde, auf derselben Stufe verbleibt, welche dieselbe unmittelbar nach der Theilung der Mutterzelle inne hatte. Es gelingt nicht schwer, die Mutterzelle aus der polyëdrischen Höhlung heraus zu präpariren, man erkennt diese alsdann nach der Theilung als eine kurzcylindrische getheilte Zelle, deren Inhalt vollkommen homogen ist. (Fig. 7.) Die die Mutterzelle theilende Scheidewand wird, wie ich bereits bei der Betrachtung der Epidermoidalgebilde der äusseren Zellenschichte als wahrscheinlich es betrachtet habe, durch die Verwachsung der beiden eingestülpten Primordialschlauchhälften beider Tochterzellen gebildet. Der Vorgang der Theilung selbst ist derselbe wie bei den Mutterzellen der Epidermoidalgebilde der äusseren Zellenschichte.

Die obere zur Mutterzelle des Epidermoidalgebildes werdende Tochterzelle verhält sich kurz nach dem Vorgange der Theilung der Mutterzelle in zwei Tochterzellen in anderer Weise wie die entsprechende obere Tochterzelle des äusseren Epidermoidalgebildes. Die Tochterzellen, welche sich aus der zur Mutterzelle gewordenen Tochterzelle der Mutterzelle des Epidermoidalgebildes entwickeln, unterscheiden sich an beiden Arten der Epidermoidalgebilde sowohl durch den Bau und die Gestalt, als auch in der Anzahl der gebildeten Tochterzellen. Während die obere Tochterzelle des äusseren Epidermoidalgebildes sich theilt und zur Spaltöffnung sich entwickelt, d. i. während die Theilung der Tochterzelle zur Bildung zweier neuer Tochterzellen Veranlassung gibt, welche die vollendete Spaltöffnung darstellen, entwickeln sich aus der entsprechenden Tochterzelle des inneren Epidermoidalgebildes nicht zwei Tochterzellen, sondern deren vier. Dieser

---

zellen eines der Lage nach entsprechenden Epidermoidalgebildes der inneren Zellenschichte, die obere Tochterzelle des äussern Epidermoidalgebildes der unteren Tochterzelle des inneren Epidermoidalgebildes entsprechen würde, und ebenso im umgekehrten Falle. Ich habe aber das Widersprechende dieser Bezeichnung, welches die Betrachtung der Epidermoidalgebilde ihrer absoluten Lage nach mit sich bringen würde, dadurch vermieden, dass ich ihre relative Lage, d. i. die Lage relativ zu beiden Zellenschichten des Schlauches, in's Auge fasste. Die Bezeichnung einer oberen und einer unteren Tochterzelle je eines äusseren und eines entsprechenden inneren Epidermoidalgebildes steht daher der absoluten Lage nach zu den Zellen der entsprechenden Zellenschicht, entweder der äusseren oder der inneren, in Beziehung, nicht aber in Beziehung der absoluten Lage am Schlauche selbst.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0177-3

Umstand bringt es mit sich, dass die Art der Entwickelung der Tochterzellen aus der oberen Tochterzelle bei den inneren Epidermoidalgebilden eine verschiedene ist von derjenigen der äusseren Epidermoidalgebilde.

Bald nach dem Vorgange der Theilung der Mutterzelle des Epidermoidalgebildes bilden sich an der in die Höhlung des Schlauches sehenden oberen Seite der oberen Tochterzelle vier regelmässige Erhebungen, in der Weise, dass zwischen den einzelnen Erhebungen an der inneren Seite derselben eine regelmässig gebildete Vertiefung bleibt, welche durch die inneren Umgrenzungen der einzelnen Erhebungen eine regelmässige viereckige Umgrenzung zeigt. (Fig. 6.) Diese vier Erhebungen entstehen dadurch, dass die primäre Zellmembran an diesen vier bestimmten Stellen, wahrscheinlich in Folge des Wachsthums der Zelle und des Druckes, welchen der Zellinhalt auf die Wandung der Zelle ausübt, sich nach aussen ausbaucht, worauf dann ebenfalls der Primordialschlauch mit dem flüssigen Zellinhalte in die entstandene Ausbauchung nachdringt. Die einzelnen Erhebungen erkennt man in ihrem Umrisse als kleine Kreissegmente, deren stärkere Krümmung nach innen nach der gebildeten Vertiefung sich befindet. Wenn man das Objectivglas auf die oberste Spitze der vier Erhebungen gerade einstellt, so erkennt man bei einer Näherung alsdann die viereckige Umgrenzung der zwischen diesen gebildeten Vertiefung.

Die vier gebildeten Hervorragungen der oberen Tochterzelle wachsen sehr rasch in die Länge. Während des Zeitpunktes, in welchem die vier Hervorragungen sich bei den inneren Epidermoidalgebilden entwickeln, ist noch keine Theilung der entsprechenden Zelle bei den äusseren Epidermoidalgebilden, den Spaltöffnungen, eingetreten. (Fig. 16. die äusseren Epidermoidalgebilde, die Spaltöffnungen, Fig. 17. die inneren Epidermoidalgebilde eines Schlauches auf dieser Stufe der Entwickelung.) Bald nach dem Auftreten der vier Hervorragungen haben dieselben bereits die Länge der unteren Tochterzelle des Epidermoidalgebildes erreicht. (Fig. 12.) Der Primordialschlauch selbst stülpt sich mehr und mehr mit dem Wachsthum der vier Hervorragungen in die Länge in diese ein, so dass der Primordialschlauch in dem Maasse, als die Spitze je einer Hervorragung, d. i. die Spitze der primären Zellmembran desselben sich durch das Wachsthum nach einem bestimmten Gesetz in der Richtung des Wachsthums fortbewegt, die innere Fläche der primären in die Fläche vergrösserten Zellmembran sofort wiederum auskleidet, worauf dann der flüssige Zellinhalt abermals nachdringt. Es ist nicht wahrscheinlich, dass der Primordialschlauch der an der Spitze sich verlängernden

Zelle an dieser Stelle sich neu bildet, sondern, dass vielmehr der bereits gebildete Primordialschlauch sich allmählig mit der in die Fläche wachsenden primären Zellmembran, vorzugsweise durch Intussusception ebenfalls in die Fläche dehnt. Der Primordialschlauch kann nach dem Zellenkern als das beweglichste, als ein vielfacher und mannigfaltiger Veränderungen fähiges Gebilde der vegetabilischen Zelle in Bezug des Antheiles an der Entwickelung derselben betrachtet werden. Etwas nur einigermassen Gesetzmässiges aber in dem Wachsthum, d. i. der Vergrösserung desselben in die Fläche sowohl, wie in die Dicke, sowie etwas mehr Sicheres erkannt zu haben, als dasjenige, was wir bereits über die Bedeutung desselben bei dem Vorgange der Fortpflanzung der vegetabilischen Zelle kennen, sind wir noch weit entfernt.

Nach Einwirkung von Schwefelsäure auf das Epidermoidalgebilde in diesem Zustande der Entwickelung bemerkt man, wie sich der gesammte Inhalt der oberen Tochterzelle mit dem Inhalte der bereits ziemlich verlängerten Ausbauchung vereint zusammenzieht, der Primordialschlauch welcher die innere Wandung der mit vier Ausbauchungen versehenen Zellmembran in ununterbrochenem Zusammenhange überkleidet, löst sich von der primären Zellmembran und zieht sich mit dem ebenfalls zusammengezogenen von ihm umschlossenen Inhalte nach innen in den Innenraum der Zelle. (Fig. 8. Die obere Tochterzelle von oben betrachtet nach Einwirkung von Schwefelsäure.) — Die vier Ausbauchungen entwickeln sich bis zu einem gewissen Grade in die Länge, bis zu einer Länge, welche die der unteren Tochterzelle ungefähr um das Doppelte übertrifft. (Fig. 13.) Nach dem Eintritte des grössten Längenwachsthums der vier Aussackungen der oberen Tochterzelle beginnt der Vorgang der Theilung der vier Aussackungen zu selbstständigen Zellen in der Weise, dass zuerst durch Theilung je zwei der Aussackungen zu je einer Zelle werden, alsdann theilen sich die zwei Aussackungen je einer Zelle abermals, so dass also aus der anfänglichen Tochterzelle je vier neue Tochterzellen gebildet wurden. Alsdann geht am Grunde der vier langgestreckten Aussackungen an der Stelle der ursprünglichen Theilung der Mutterzelle in die zwei Tochterzellen anfangs eine kleine nicht sehr bemerkbare Einschnürung der primären Zellmembran vor sich. Die vier langgestreckten Aussackungen selbst sind noch als eine Zelle zu betrachten, indem die für sich bestehenden Inhaltsportionen der einzelnen Aussackungen noch zusammenhängen und in Gemeinschaft von dem gemeinschaftlichen Primordialschlauche ausgekleidet sind. Bald tritt jedoch eine Einschnürung der primären Zellmembran an den

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0179-7

zwei entgegenstehenden Stellen, da wo die je zwei entgegenstehenden einander entsprechenden langgestreckten Aussackungen an einander grenzen, ein. Diese Einschnürung der primären Zellmembran bewirkt eine im Anfange mehr oder weniger deutliche Trennung der Inhaltsportionen der entsprechenden Aussackungen. Gleichzeitig wachsen die beiderseitigen Ränder des ebenfalls an dieser Stelle eingeschnürten Primordialschlauches nach innen und bewirken zuletzt durch Verwachsung eine vollkommene Trennung der Inhaltsportionen der je zu zwei einander gegenüber gekehrten Zellen, von denen jede aus je zwei Aussackungen gebildet ist. Dieser Zustand der Entwickelung der inneren Epidermoidalgebilde entspricht mithin der Art des Vorganges der Theilung der zum Epidermoidalgebilde werdenden Tochterzelle nach dem Zustande der vollkommenen Vollendung der äusseren Epidermoidalgebilde. Bald darauf tritt jedoch eine abermalige Theilung der beiden einander zugekehrten an ihrem unteren Ende mit der unteren Tochterzelle in Verbindung stehenden Zellen ein. Die zwei zu einander gehörigen Aussackungen, welche je eine Zelle darstellen, theilen sich abermals an den beiden gemeinschaftlichen Stellen, an welcher noch keine Theilung eingetreten ist, so dass also das innere Epidermoidalgebilde aus vier langgestreckten Zellen besteht, welche am Grunde noch mit einander durch die primäre Zellmembran im Verbande sich befinden. (Fig. 14. Fig. 20.) Der Vorgang der Theilung zuerst je zweier zusammengehöriger Aussackungen, hierauf je der einzelnen Aussackungen je einer aus zwei Aussackungen bestehenden Zelle erfolgt in derselben Weise, in welcher die Theilung der ursprünglichen Mutterzelle des Epidermoidalgebildes in die zwei Tochterzellen erfolgte, nämlich durch Einfaltung des Primordialschlauches an der Stelle der Theilung und hierauf durch Verwachsung der Ränder des ringförmig-eingestülpten Primordialschlauches zu einer Membran, wie ich bereits oben diesen Vorgang beschrieben habe. Nach Einwirkung von Schwefelsäure erkennt man nach der vollkommen eingetretenen Theilung der vier einzelnen Aussackungen die einzelnen individualisirten Primordialschläuche, d. i. die einzelnen getrennten Primordialschläuche je der einzelnen Zellen, indem sich der Inhalt sammt dem Primordialschlauch je einer einzelnen Zelle für sich zusammenzieht. (Fig. 24. ein inneres Epidermoidalgebilde nach Einwirkung von Schwefelsäure.) Durch Einwirkung von Jodlösung wird zuerst der Primordialschlauch von der Zellmembran abgetrennt, worauf sich dann der Primordialschlauch intensiv gelb färbt. (Fig. 19.) In den vier individualisirten Zellen treten nicht selten deutlich umgrenzte Kerne, welche meistens im Grunde des inneren Raumes der Zelle ge-

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0180-8

lagert sind. (Fig. 20. aa.) Der Inhalt der einzelnen Zellen ist im vollendeten Zustande derselben eine mehr oder weniger gleichartige wasserhelle Flüssigkeit, ein mit Protoplasma vermengter Zellsaft. Wie mir erschien ist auch in diesen Zellen eine circulirende Bewegung des Protoplasmas in dem wässerigen Zellsafte zu erkennen. Sie erscheint in der Form von dünnen mehr oder weniger regelmässigen Protoplasmafäden, welche sich nach einem bestimmten Punkte der Zelle hin bewegen.

Nach dem Eintritte des grössten Längenwachsthums der einzelnen Aussackungen tritt gleichzeitig eine kleine Einschnürung im Umkreise der Stelle ein, an welcher die obere und die untere Tochterzelle des Epidermoidalgebildes zusammenhängen, und zwar macht sich diese Einschnürung zunächst an der gemeinschaftlichen primären Zellenmembran bemerklich. (Fig. 13. Fig. 14.)

Die anfänglich gebildete vertiefte Stelle zwischen den Aussackungen der oberen Tochterzelle, welche nach dem Beginne ihrer Bildung eine fast viereckige Umgrenzung zeigt, wird in dem späteren Verlaufe allmählig kleiner, d. i. ihre äussere Umgrenzung wird kleiner, indem die inneren Ränder der vier Aussackungen im Verlaufe ihres Wachsthums sich allmählig nähern und daher so den zwischen ihnen befindlichen Raum allmählig einengen. Zuletzt ist dieser Raum, nämlich die Umgrenzung desselben, nur noch in der Mitte der Stelle des Zusammentreffens der vier Zellen als ein kleiner Ring zu bemerken. Man erkennt diesen zwischen den vier Zellen befindlichen Raum bei Verrückung des Focus an der Stelle der Vereinigung der vier Zellen in der Umgrenzung derselben als einen kleinen Ring. (Fig. 20.)

Die einzelnen Zellen der inneren Epidermoidalgebilde, welche auf der inneren Fläche der Mündungsmembran sich befinden, entwickeln sich beträchtlicher in die Länge wie die Zellen der ausserhalb derselben befindlichen Epidermoidalgebilde. Dieselben theilen sich alsdann, wie die Haare auf der äusseren Fläche der Mündungsmembran, in mehrere Zellen, worauf sich dann die oberste Zelle derselben beträchtlicher entwickelt und die übrigen Zellen an Grösse übertrifft. (Fig. 2.) Die Protoplasmabewegung in dieser obersten Zelle ist alsdann ähnlich wie die der analogen Zelle der Haare der äusseren Fläche der Mündungsmembran.

Die Länge einer Zelle des längeren Paares der vier einzelnen Zellen des inneren Epidermoidalgebildes ist = 0,022 Millim., die Länge einer Zelle des kürzeren Paares = 0,019 Millim., die Breite einer Zelle am unteren Theile derselben beträgt = 0,008 Millimeter. Auf einem Quadrat-Millimeter der inneren Fläche des

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0181-4

Schlauches befinden sich = 4300 bis 4600 einzelne vierzellige Epidermoidalgebilde. Auf der inneren Fläche eines Schlauches von gewöhnlichem Umfange, dessen Längendurchmesser = 2 Millim., dessen Querdurchmesser = 1,5 Millim., würden sich daher = 46200 einzelne vierzellige Epidermoidalgebilde vorfinden. In Bezug der Berechnung der inneren Fläche des Schlauches, dessen innere Fläche man wegen der gegen den Längendurchmesser des Schlauches verschwindenden geringen Dicke der Wandung bei dieser Berechnung mit der äusseren Fläche zusammenfallend sich denken kann, kann man die Form des Schlauches annähernd als Drehungs-Ellipsoid betrachten, ein Körper bei welchem Längsebenen denselben in elliptischen Ebenen schneiden, Querebenen, d. i. senkrecht zur Längenachse, in Kreisebenen*). Aeussere Epidermoidalgebilde, Spaltöffnungen, finden sich

---

*) Die Berechnung der Oberfläche des Schlauches wurde in folgender Weise durchgeführt. Die allgemeine Formel der Oberfläche des Drehungsellipsoides ist $O = 2\,\pi\,b^2 + \frac{\pi\,a^2}{\varepsilon} \cdot \lambda\,\frac{1+\varepsilon}{1-\varepsilon}$ wobei a und b die beiden Halbachsen des Ellipsoides bedeuten. Der Coëfficient ε besitzt den Werth $= \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$, daher $\varepsilon = {}^1/_4\,\sqrt{7} = 0{,}66$; $\frac{1+\varepsilon}{1-\varepsilon} = \frac{1 + {}^1/_4\,\sqrt{7}}{1 - {}^1/_4\,\sqrt{7}} = \frac{4 + \sqrt{7}}{4 - \sqrt{7}} = \frac{6{,}6}{1{,}4} = 5{,}7$. Da von dieser Zahl der natürliche Logarithmus genommen werden muss, so ist $\lambda\,5{,}7 = 1{,}608$ und $O = 2\,\pi\,b^2 + \frac{\pi\,a^2}{0{,}66} \cdot \lambda\,5{,}7 = 2\,\pi\,b^2 + \frac{\pi\,a^2}{0{,}66} \cdot 1{,}608 = 2\,\pi\,b^2 + 2{,}4\,\pi\,a^2 = \pi\,(2\,b^2 + 2{,}4a^2)$. Setzt man hierin die Werthe für π, a und b, wenn man berücksichtigt, dass die eigentlichen Werthe für die Achsen 2a und 2b sind, daher $a = 1$ und $b = {}^3/_4$, so erhält man die Oberfläche $= \pi.\,[{}^9/_8\,2 + 2{,}4] = \frac{2{,}72}{8} \cdot 3{,}1415 = 10{,}676$ Quadrat-Millimeter.

Die Oberfläche der Kugel, deren Radius = dem arithmetischen Mittel der beiden Achsen des Drehungsellipsoides ist, ist $= 4\,r^2\,\pi = 4.\,(1{,}75)^2\,.\,3{,}1415 = \frac{38{,}34}{4} = 9{,}6$ Quadrat-Millim. Das arithmetische Mittel der Werthe für das Ellipsoid und für die Kugel ist der der Wahrheit am nächsten kommende Werth $= \frac{9{,}6 + 11}{2} = 10{,}5$ Quadrat-Millimeter.

Um den Kubikinhalt des Schlauches zu finden, sucht man zuvor den Werth für das Drehungsellipsoid, hernach für die demselben entsprechende Kugel. Das arithmetische Mittel beider gefundenen Werthe ist der der Wahrheit am nächsten kommende. Die Formel des Kubikinhaltes des Drehungsellipsoides ist $J = \frac{4}{3}\,\pi\,\frac{a\,b^2}{8}$, daher $J = \frac{3}{4}\,\pi \cdot \frac{\frac{18}{4}}{8} = \frac{3\,\pi}{4} = \frac{9{,}42}{4} =$ 2,35 Kubik-Millim. Der Kubik-Inhalt der Kugel von dem Radius aus dem mittleren Werthe der

auf dem Quadrat-Millimeter = 4500 bis 4900. Eine Spaltöffnung eines Schlauches, welche bei 450facher Linear-Vergrösserung einen Durchmesser = 1 bis 1,5 Milim. besitzt, hat eine Oberfläche = (0,002) · $^2\pi$ = 0,000125 = $\frac{1}{8000}$ Quadrat-Millim. Um die Oberfläche einer einzelnen Zelle der vier Zellen eines inneren Epidermoidalgebildes zu finden, ist es genügend, wenn man diese Zelle als Cylinder betrachtet, man hat alsdann bei der Berechnung der Oberfläche ausser der Mantelfläche die obere sowie die untere Kreisebene des Cylinders ausser Acht zu lassen. Die Cylindermantelfläche ist = 2 r π . h, wobei r der Halbmesser des unteren Kreises h die Höhe des Cylinders; der mittlere arithmetische Werth für die Länge der einzelnen Zellen des inneren Epidermoidalgebildes ist = 0,020 Millim., mithin der mittlere arithmetische Werth der Oberfläche eines einzelnen Gebildes = (0,008 . 0,020 π) = 0,00502 = $\frac{1}{3125}$ Quadrat-Millimeter. Die Oberfläche eines einzelnen aus vier zusammenhängenden Zellen bestehenden inneren Epidermoidalgebildes ist daher = 4 . 0,00502 = $\frac{1}{625}$ Quadrat-Millimeter. — Aeussere Epidermoidalgebilde, Spaltöffnungen, befinden sich auf demselben Schlauche, auf welchem sich = 46200 innere Epidermoidalgebilde vorfinden, = 50100. — In der äusseren Zellenschichte des Schlauches kommen auf den Quadrat-Millimeter = 8000 Zellen, auf die innere Zellenschichte auf denselben Raum etwas weniger, weil die einzelnen Zellen derselben um etwas Geringes grösser sind, wie diese, daher auch die Anzahl der Epidermoidalgebilde der inneren Zellenschichte geringer ist wie die der äusseren Zellenschichte.

---

beiden Achsen des Ellipsoides ist = $\frac{4}{3}\ \pi\ r^3 = \frac{4}{3} \cdot \left(\frac{7}{8}\right)^3 \pi = \frac{4}{3} \cdot \frac{343}{512} \cdot 3{,}14 = 2{,}804$ Kubik-Millimeter. Der der Wahrheit am nächsten kommende Werth oder das arithmetische Mittel beider gefundenen Werthe ist = $\frac{2{,}804 + 2{,}35}{2}$ = 2,577 Kubik-Millimeter.

In dieser Weise ist es nothwendig, auf mathematischem Wege durch Untersuchung der grösstmöglichen und kleinstmöglichen Grenzwerthe, innerhalb deren sich die wahren Werthe bewegen können, zu verfahren, wenn es sich darum handelt bestimmte Grössenverhältnisse von organischen Gebilden zu erkennen, da die organische Entwickelung nur theilweise eine bestimmte geometrische Form veranlasst und daher eine mathematische Untersuchung nur in der geführten Weise zulässig macht.

P. R.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0183-6

Die physiologische Bedeutung der Schläuche, nebst einigen auf numerische Werthe gestützten physikalischen Versuchen zur Erkennung der physiologischen Verwerthung derselben in dem Lebenshaushalte der Pflanze.

Nach der Betrachtung des Baues und der Entwickelung der Blätter und der ihnen angehörigen Schläuche wende ich mich nun zuletzt zu der Untersuchung der Function der Schläuche und ihrer Bedeutung in dem Lebenshaushalte der Pflanze.

Die Schläuche der Utricularieen sind eigenthümliche Luftsecretionsapparate, indem in ihrer geschlossenen Höhlung von bestimmten Zellen der Wand derselben luftförmige ausgeschiedene Producte sich ansammeln. Ein mit Luft erfüllter geschlossener Raum ist aber leichter als ein gleich grosser mit festem Stoffe oder mit Wasser erfüllter Raum. Befindet sich daher der durch eine Wandung von einem dichten Körper geschlossene mit Luft erfüllte Raum in Wasser, so sinkt dieser die Luft umschliessende Körper in dem Wasser nicht unter, er erhebt sich an die Oberfläche desselben, er schwimmt. Dem schwimmenden Körper kommt ein bestimmtes mechanisches Moment, welches wir mit dem Namen der Tragkraft bezeichnen, zu, d. i. der schwimmende Körper kann bis zu einer gewissen Grenze mit einem bestimmten Gewicht belastet werden, ohne dass derselbe untersinkt. In dem Lebenshaushalte der Pflanze ist die physikalische Eigenschaft eines derartig angeordneten Körpers in der Weise benützt, dass ein bestimmtes zu tragendes Gewicht des Körpers der freischwimmenden Pflanze auf die Verwendung dieser Eigenschaft gegründet und von dieser abhängig gemacht ist. Das Gewicht dieser Belastung steht in einem bestimmten Verhältnisse zu der Grösse des mit Luft erfüllten Raumes, d. i. des schwimmenden Körpers. Der an dem Körper der Pflanze befestigte Schlauch wird daher ausser seinem eigenen Gewichte ein seinem Volumen entsprechendes Gewicht des zu tragenden Körpers der schwimmenden Pflanze zu tragen im Stande sein. Die Schläuche lassen eine zweifache Betrachtung zu, die Betrachtung, welche sich auf die Art des Vorganges der Secretion der Luft in dem Innenraume des Schlauches bezieht, und die Betrachtung der physiologischen Verwerthung der physikalischen Eigenschaft des Schlauches, welche

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0184-2

in einer bestimmten mechanischen Leistungsfähigkeit sich kundgibt. Wir betrachten daher den Schlauch von dem Gesichtspunkte

1. des Schlauches als Luft-Secretionsorgan,
2. des Schlauches als Tragorgan.

Die Ausscheidung der luftförmig-flüssigen Producte und Educte des Lebensvorganges der Pflanze aus dem Körper derselben erfolgt nicht wie beim analogen thierischen Lebensvorgange an einer oder mehreren bestimmten Stellen des Körpers, sondern an unendlich vielen Stellen, an der äusseren Umgrenzung des Körpers, d. i. da wo der Körper der Pflanze mit dem umgebenden Medium, entweder mit der Luft oder mit dem Wasser in unmittelbarer Berührung sich befindet. Bei den höheren Pflanzen, d. i. den mit Gefässen versehenen Pflanzen, sowie bei einem geringen Theile der gefässlosen Pflanzen*) findet die wahrscheinliche Ausscheidung der luftförmigen Stoffe aus dem Körper der Pflanze durch die eigenthümlich gebauten Athemapparate statt, welche wir „Spaltöffnungen“ nennen. Es ist aber wahrscheinlich, dass durch diese Spaltöffnungen nicht einzig und allein die Ausscheidung der luftförmig-flüssigen Stoffe stattfindet, dass auch andere Gebilde an dieser Function des Lebensvorganges der höheren Pflanze theilnehmen. Von den übrigen Epidermoidalgebilden, zu welcher Klasse von Gebilden die Spaltöffnungen gehören, sind wahrscheinlich auch die mannigfachen Gebilde, welche wir als „Haare“ zu bezeichnen pflegen, mehr oder weniger an diesem Vorgange des Lebens der Pflanze bethätigt. Es ist ein allgemeines Gesetz in der organischen Natur, dass überall da, wo das Leben des organischen Geschöpfes einer gesteigerten Thätigkeit von bestimmten Gebilden, welche wir als Organe bezeichnen, zu einem bestimmten das Leben des organischen Geschöpfes bedingenden Vorgange bedarf, dass alsdann die Natur sich bestrebt, durch Vergrösserung und Vermehrung anderer dazu bestimmter verwandter Organe die mangelhafte Entwickelung der eigentlichen, eine bestimmte Lebensverrichtung vollziehenden Organe zu ergänzen und dieselben in ihrer Verrichtung zu unterstützen. Die meisten Haare (nicht alle), welche in ihren ersten Entwickelungszuständen mit denjenigen der Spaltöffnungen gleiche Momente durchlaufen, haben wahrscheinlich dieselbe Bedeutung wie diese, nämlich die Ausscheidung luftförmig-flüssiger Stoffe aus dem Körper der Pflanze. Da der Vorgang der Luftausscheidung ein rein physikalischer ist, da ferner die Intensität dieses

*) Bei einem geringen Theile der Lebermoose.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0185-7

Vorganges beinahe in geradem Verhältnisse des Quadrates der Luft ausscheidenden Flächen zunimmt, so ist die Entwickelung der Haargebilde auf dem Körper der Pflanze in der That als ein Mittel zu betrachten, dessen sich die Natur bedient, um die Luft ausscheidende Fläche des Körpers der Pflanze zu vergrössern, um dadurch eine gesteigerte Verrichtung der Luftausscheidung, welche natürlich vorzugsweise an den Spaltöffnungen vor sich geht, zu bewirken. Dass den Haargebilden wirklich eine bestimmte Verrichtung und zwar die der Luftausscheidung zukomme, beweist das Verhalten der verästelten Haare*) in den Luftkanälen zu diesen selbst von *Nuphar luteum* und ebenso auch bei *Nymphaea*, indem bei diesen Pflanzen die Entstehung eines Luftkanales mit dem Beginnen der Entwickelung dieser verästelten Haare selbst zusammenfällt. Die Luftausscheidung bei diesen mit inneren Lufthöhlen versehenen Pflanzen erfolgt daher nicht sowohl nur an der äusseren Begrenzung des Körpers der Pflanze mit dem umgebenden Medium, sondern auch nach Innen an Flächen, welche mit dem äusseren Medium nicht in Berührung sich befinden. Diese Pflanzen besitzen ausser den äusseren Epidermoidalgebilden auch innere, wie wir diese bei *Utricularia* bereits oben kennen gelernt haben.

Die Ausscheidung von Luft durch die inneren Epidermoidalgebilde erfolgt schon während des jugendlichsten Zustandes des Schlauches, denn die innere zuletzt gebildete Spalte, welche später zur Höhlung des Schlauches wird, ist schon kurz nach dem Auftreten des Spaltes mit Luft gefüllt. Die inneren Epidermoidalgebilde während des Zustandes der Entwickelung des Schlauches, während welches sich der innere Spalt bildet, haben daher in ihrem jugendlichsten Zustande schon die Function von Luft ausscheidenden Organen. Die Mengen der ausgeschiedenen Luft wachsen in demselben Grade mit der Entwickelung des Schlauches, in welchem die Entwickelung des Schlauches selbst fortschreitet. Indem die bereits gebildeten inneren Epidermoidalgebilde sich stetig entwickeln, vergrössert sich zugleich der innere Raum des Schlauches durch das Wachsthum desselben, so dass die jeweilig ausgeschiedene Menge von Luft äquivalent ist dem jeweiligen Umfange des inneren Raumes des Schlauches.

Die inneren Epidermoidalgebilde und ebenso auch die äusseren schreiten gleichmässig fort mit der Entwickelung des Schlauches. Hat die Entwickelung des

---

*) Franz Unger, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. p. 356, Fig. 120; Hugo v. Mohl, die vegetabilische Zelle p. 170, Fig. 12. Abbildung des Sternhaares von *Nymphaea advena*.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0186-3

Schlauches ihr Ende erreicht, d. h. ist das grösstmögliche Wachsthum des Schlauches eingetreten, so ist auch die Entwickelung der Epidermoidalgebilde vollendet. Die innere Höhlung des Schlauches und die ihr äquivalente Menge von ausgeschiedener Luft hat alsdann ihren grösstmöglichen Werth erlangt. Dieser Zeitpunkt fällt gerade mit dem Zeitpunkte der Entwickelung der über den Spiegel des Wassers emporragenden Blüthenachse zusammen.

Die Luft ausscheidende Fläche der inneren Epidermoidalgebilde, d. i. die gesammte Oberfläche derselben, ist viel beträchtlicher wie die Luft ausscheidende Fläche der äusseren. Betrachtet man nämlich die Flächen der sämmtlichen Epidermoidalgebilde zusammengenommen als Luft ausscheidende Fläche, welche man erhält, wenn man die Flächen der sämmtlichen Spaltöffnungen zusammenaddirt, welcher Werth alsdann die Luft ausscheidende Fläche der äusseren Epidermoidalgebilde bedeutet, so ist dieser Werth = 0,20 Quadrat-Millimeter, derselbe Werth für die inneren Epidermoidalgebilde ist = 73,9 Quadrat-Millim. Die Luft ausscheidende Fläche der äusseren Epidermoidalgebilde, der Spaltöffnungen, ist kleiner als die Oberfläche des Schlauches selbst, die Luft ausscheidende Fläche der inneren Epidermoidalgebilde dagegen grösser. Die Gesammtoberfläche der inneren Epidermoidalgebilde ist um $7\frac{1}{2}\frac{1}{6}$ grösser als die innere Fläche des Schlauches, die Gesammtoberfläche der äusseren dagegen beträgt nur den $\frac{3}{5}$ Theil der äusseren Fläche des Schlauches. In unserer obigen Berechnung der Oberfläche des Schlauches haben wir die innere Fläche des Schlauches wegen der geringen Dicke der Wandung zusammenfallend gedacht mit der äusseren Fläche, daher beziehen sich diese Werthe auf ein und denselben Werth; die Oberfläche des Schlauches, auf welche sich diese Werthe beziehen, ist der oben gefundene = 10,5 Quadrat-Millim. Die Gesammtoberfläche der innern Epidermoidalgebilde verhält sich zu der Gesammtoberfläche der äusseren wie $11\frac{5}{6}$: 1.

Die Luftausscheidung in dem inneren Raume des Schlauches fällt mit dem Zeitpunkte des Auftretens einer inneren Spalte zusammen. Während dem Zeitpunkte der Bildung der inneren Spalte sind die inneren Epidermoidalgebilde kaum der Anlage nach (nämlich als Tochterzellen der vorher gebildeteu Mutterzellen) entstanden. Erst nachdem die fernere Entwickelung der Spalte zur Höhlung zu einer gewissen Stufe fortgeschritten ist, entwickeln sich die Tochterzellen der bereits gebildeten Mutterzellen. Est ist nicht wahrscheinlich, dass die Bildung der Spalte vor dem Zeitpunkte der Entwickelung der ursprünglichen Mutterzelle der inneren Epidermoidalgebilde erfolgt, sondern dass vielmehr gleichzeitig mit der

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0187-9

Entwickelung dieser Mutterzellen die Spalte in Folge der Luftausscheidung von diesen sich bildet. Das Geschäft der Luftsecretion übernehmen daher während dem Zeitpunkte der Bildung der Spalte die Mutterzellen der Epidermoidalgebilde selbst. Nach der Entwickelung der Tochterzellen dieser Mutterzellen geht die Uebertragung der gesteigerten Verrichtung der Luftausscheidung alsdann auf sie selbst über. Die Bildung einer Spalte als dem Anfange einer geschlossenen Lufthöhle, d. i. eines mit Luft erfüllten Raumes in dem anfänglich homogenen Zellgewebe, fällt daher zusammen mit dem Beginne der Entwickelung der Mutterzellen der Epidermoidalgebilde. Bei den meisten Wasserpflanzen, welche mit Lufthöhlen sowie mit kanalartigen Lufträumen versehen sind, lässt sich erkennen, dass es bestimmte Zellen sind, von denen aus die Luftausscheidung vor sich geht, und dass mit der Entwickelung bestimmter Zellen eben der Luft ausscheidenden die Anlage zur Entstehung eines mit Luft erfüllten Raumes beginnt*). Diese Art der Bildung von Lufträumen in dem Zellgewebe der Pflanze und zunächst in unserem Falle der Wasserpflanzen ist jedoch verschieden von derjenigen, welche durch das Schwinden der die Zellen des Gewebes der Pflanze verbindenden Intercellularsubstanz oder auch vielleicht durch das durch mechanische Kräfte bewirkte Auseinandertreten der Zellen entsteht.

Die Entwickelung der inneren Epidermoidalgebilde erfolgte, wie wir sahen, nur auf der inneren Fläche der Höhlung der Schläuche, und es waren die Zeitmomente der verschiedenen Entwickelungsstufen dieser Gebilde entsprechend der jeweiligen Stufe der Entwickelung der Höhlung des Schlauches selbst. Da wir nun schliessen, dass die Entstehung der geschlossenen Lufthöhlung des Schlauches im innigen Zusammenhange steht mit der Entwickelung der Epidermoidalgebilde, so könnte man sich für berechtigt halten, diesen Schluss durch das verschiedenartige Verhalten der übrigen Lufthöhlen in der Achse und den Blättern, welche in Gestalt kanalförmiger Räume sich darstellen, in Zweifel zu stellen. Ist nämlich die Lufthöhle des Schlauches durch die Entwickelung von Luft ausscheidenden Epidermoidalgebilden veranlasst, so könnte man auch eine analoge Bildungsart der kanalartigen Lufträume im Blatte und im Stengel anzunehmen sich berechtigt finden. In den im Blatte sowie im Stengel von *Utricularia* befindlichen Lufträumen sehen wir aber keine Epidermoidalgebilde (nämlich über die Fläche der Zellenschichte sich erhebende Gebilde) sich entwickeln. Wegen des Fehlens er-

*) Franz Unger, Anatomie und Physiologie der Pflanzen, pag. 356.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0188-5

kennbarer Epidermoidalgebilde (d. i. Tochterzellen von Mutterzellen, welche dem Parenchyme der Wandung des Luftraumes entstammen) in der Wandung dieser Lufträume, sind wir aber noch nicht berechtigt, die Bildung der Lufträume einer anderen Entstehungsursache als dem Auftreten von Epidermoidalgebilden zuzuschreiben und auf das Fehlen von Mutterzellen solcher zu schliessen. Die Bildung von Tochterzellen, von welchen bei den Spaltöffnungen, sowie bei den inneren Epidermoidalgebilden des Schlauches die obere Tochterzelle sich uns als das eigentliche Epidermoidalgebilde zu erkennen gibt, unterbleibt bei den Mutterzellen der Epidermoidalgebilde der Lufträume des Blattes und des Stengels von *Utricalaria*. Die inneren Epidermoidalgebilde der Schläuche von *Utricularia* entsprechen in ihrer Function und vielleicht auch in ihrem Baue und in ihrer Entwickelung den in den kanalartigen Lufträumen des Stengels und des Blattes befindlichen Epidermoidalgebilden von *Nuphar* und *Nymphaea*.

In den Schläuchen von *Utricularia* gelangt die Mutterzelle des inneren Epidermoidalgebildes durch Bildung mehrerer Tochterzellen zu einer höheren Entwickelung, welche eine intensivere Luftausscheidung zur Folge hat, während die Mutterzelle des Epidermoidalgebildes in den Luftkanälen des Blattes und des Stengels auf ein und derselben Stufe beharrt, wie es auch der Zweck des Schlauches als die nothwendige Folge der vollkommenen Verwerthung der bestimmten Eigenschaft desselben in dem Lebenshaushalte der Pflanze mit sich bringt, dass in der geschlossenen Höhlung des Schlauches eine lebhaftere Luftausscheidung durch die anfänglich gebildeten Mutterzellen der Epidermoidalgebilde vor sich geht, als in den Luftkanälen des Blattes und des Stengels, wodurch eben eine Nothwendigkeit der Vermehrung und Vergrösserung der bereits gebildeten Epidermoidalgebilde, wie ich bereits oben angedeutet, sich kund gibt.

Es ist wahrscheinlich, dass bei allen Wasserpflanzen, welche mit Lufthöhlen und mit kanalartigen Lufträumen versehen sind (sowie vielleicht bei manchen in der Luft lebenden Pflanzen), bei welchen aber keine besonderen „Haargebilde“ wie bei den Schläuchen von *Utricularia* und den Luftkanälen von *Nuphar* und *Nymphaea* zu bemerken sind, eine höhere Entwickelung der Luft ausscheidenden Mutterzellen der Epidermoidalgebilde durch Bildung von Tochterzellen nicht eintritt, dass also diese Mutterzelle auf ihrer anfänglichen Stufe während der ganzen Dauer ihrer Bethätigung an der Luftausscheidung verbleibt, und dass nur da, wo das Leben der Pflanze und eine bestimmte Verrichtung gewisser mit Luft erfüllter Organe eine gesteigerte Verrichtung der Luftausscheidung erforder-

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0189-3

lich macht, die Bildung von Tochterzellen aus den bereits gebildeten Mutterzellen d. i. eine Vergrösserung und Vermehrung der bestehenden Epidermoidalgebilde (der Mutterzellen) eintritt, wie bei den Schläuchen von *Utricularia*, sowie bei den Luftkanälen und Lufträumen im Blatte und im Stengel von *Nuphar* und *Nymphaea*.

Was die Wichtigkeit der Luftausscheidung in den Schläuchen für das Leben der Pflanze betrifft, so lässt sich darüber mit Sicherheit wenig durch Beobachtung selbst feststellen. Ob die in den Schläuchen eingeschlossene Luft für die Lebensvorgänge der die Wandung der Höhlung begrenzenden Zellen verwendbar ist, d. i. ob diese Luft (nämlich die in derselben als Nahrungsmittel der Zelle dienenden luftförmigen Körper, Kohlensäure, Ammoniak) ähnlich wie die im Wasser enthaltene, aus welcher die Pflanze einzig und allein die luftförmigen Nahrungsmittel aufnimmt, fähig ist, von der Zelle als Nahrungsmittel aufgenommen zu werden, oder ob diese Luft als ein Educt des Lebensvorganges der die Höhlung begrenzenden Zellen aus nicht assimilirbaren Gasen besteht? Ist die Luft der Schläuche von der in dem Wasser gelöst enthaltenen Luft wenig verschieden, so kann man annehmen, dass diese, wie die in dem Wasser gelöste Luft, von der Zelle als Nahrungsmittel kann verwendet werden. Die Luft der Schläuche ist alsdann nicht das Educt des Lebensvorganges der einzelnen betheiligten Zellen, sondern der Ueberschuss der aufgenommenen Luft, welchen diese Zellen nebst der bestimmten zu ihrem Leben erforderlichen Menge Luft aufgenommen haben und alsdann wieder unverändert ausschieden. Die in dem Wasser gelösten verschiedenartigen luftförmigen Stoffe sind dieselben, wie diejenigen, welche die Atmosphäre zusammensetzen, und die gemeinschaftliche Eigenschaft aller die Atmosphäre zusammensetzenden Gase ist die Löslichkeit im Wasser. Die verschiedenen in 100 Theilen der atmosphärischen Luft enthaltenen Mengen der einzelnen Bestandtheile derselben, ferner das ungleiche Löslichkeitsverhältniss dieser einzelnen Bestandtheile im Wasser bewirken eine fast gleiche Zusammensetzung der in dem Wasser enthaltenen Luft mit der Atmosphäre d. i. die relativen Mengen der einzelnen Bestandtheile der in dem Wasser enthaltenen Luft und der Atmosphäre in je 100 Theilen sind fast gleich. Diese beiden Umstände im Vereine bewirken eine gleichartige Zusammensetzung der Luft des Wassers mit der atmosphärischen Luft. Das Leben der vegetabilischen wie der thierischen Zelle, welches überall an dieselben äusseren Bedingnisse geknüpft ist, wird daher durch diesen Umstand der Uebereinstimmung der Luft in dem Wasser mit der atmosphärischen Luft auch in der Wasserbedeckung unserer Erde ermöglicht. Wäre die Luft im Inneren des

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0190-7

Schlauches ein ausgeschiedenes Educt des Lebensvorganges der betheiligten Zellen, d. i. eine für das fernere Leben dieser Zellen unbrauchbare Luft, so müsste auf einem bestimmten Punkte der Entwickelung des Schlauches und dessen Höhlung die lebendige Thätigkeit der diese Luft ausscheidenden Zellen ihr Ende erreicht haben. Dieser Zeitpunkt würde eingetreten sein, wenn der Schlauch und ebenso die Höhlung desselben in das Stadium des grösstmöglichen Wachsthums getreten sein würde, indem alsdann die Höhlung vollkommen mit den unbrauchbaren luftförmigen Ausscheidungsproducten, welche während der Dauer der Entwickelung der betheiligten Zellen ausgeschieden wurden, erfüllt sein würde. Würde dieser Fall in der Wahrheit begründet sein, so könnte ein ferneres Leben der betheiligten Zellen unmöglich sein: wenn diese unbrauchbaren Ausscheidungsproducte in dem Maasse aus dem geschlossenen Raume entfernt würden, als für das Leben der betheiligten Zellen die Möglichkeit des Gelangens der erforderlichen luftförmigen Stoffe auf anderem Wege dahin gegeben ist. Die Entfernung dieser unbrauchbaren Educte setzte alsdann einen exosmotischen Vorgang durch die aus zwei Zellenschichten bestehende Wandung des Schlauches voraus. Und zwar müsste in demselben Maasse, in welchem unbrauchbare Educte durch die doppelte Zellwandung austreten, andere für die betheiligten Zellen respirable Luft aus dem umgebenden wässerigen Medium dafür in die Höhlung eintreten. Dieser exosmotische und endosmotische Vorgang, welcher durch zwei geschlossene Zellenschichten hindurch stattfinden müsste, würde sehr verwickelter Natur sein und Gebilde würden genöthigt sein, an diesem Vorgange Theil zu nehmen, welche darauf angewiesen sind, ein für sich bestehendes Leben zu fristen. Da wir annehmen können, dass die kleinsten Gebilde des pflanzlichen Körpers, soferne ihr individualer Charakter erhalten blieb, selbstständig für sich bestehen, d. i. in Bezug der Ernährung, des Wachsthumes und der Fortpflanzung in selbstständiger Existenz bestehen, so sind wir nicht berechtigt, auch einem ganzen Complexe selbstständiger Gebilde die Bethätigung an einem bestimmten Vorgange zuzuschreiben. Die chemischen Lebensvorgänge im Innern der vegetabilischen Zelle sind von der Art, dass in Folge der Umsetzung der Elemente der Kohlensäure und des Wassers und in geringerer Betheiligung auch des Ammoniaks zu organischen Verbindungen, ein bestimmtes Quantum von Sauerstoffgas frei wird, welches als unbrauchbares Educt des Lebensvorganges der Zelle wieder ausgeschieden wird, und zwar findet dieser exosmotische Vorgang bei der vegetabilischen Zelle ebenfalls durch die geschlossene primäre Zellmembran hindurch statt.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0191-3

Der exosmotische und der endosmotische Vorgang der luftförmigen Stoffe bei der vegetabilischen Zelle hängt von denselben physikalischen Umständen ab, wie diese analogen Vorgänge bei den tropfbarflüssigen Stoffen, welche zum Leben der Pflanzen erforderlich sind. Damit ein endosmotischer Vorgang stattfinden kann, muss, wie bei dem endosmotischen Vorgange der tropfbarflüssigen Stoffe, der eindringende luftförmig flüssige Körper (Endosmose) dichter, d. i. specifisch schwerer sein, als der ausdringende (Exosmose). Der eindringende dichtere luftförmige Stoff ist das Kohlensäuregas, der ausdringende weniger dichte das Sauerstoffgas. In dem Maasse, als dichtere Kohlensäure als endosmotischer Körper durch die Zellmembran in das Innere der Zelle gelangt und hier mit den Elementen des gleichzeitig vorhandenen Wassers sich umsetzt, wird eine bestimmte Menge von Sauerstoffgas als Product dieser Umsetzung abgeschieden, welches als äquivalente Menge des eingedrungenen Kohlensäuregases dem endosmotischen Moment desselben entsprechend als exosmotischer Körper durch die Zellmembran hindurch nach aussen gelangt.

Diese Betrachtung nun des endosmotischen und exosmotischen Vorganges der luftförmigen Stoffe bei der vegetabilischen Zelle auf die Verhältnisse der Luftsecretion im Innern des Schlauches, angewendet nämlich auf den endosmotischen Vorgang in Bezug der eingeschlossenen Luft durch die Zellwandung des Schlauches hindurch, stossen wir auf ein Hinderniss, welches zu beseitigen uns die geführte Betrachtung bei der einzelnen Zelle nicht an die Hand gibt. Wenn nämlich an jeder einzelnen Zelle für sich dieser endosmotische Vorgang, mit welchem zugleich der exosmotische Vorgang verknüpft ist, vor sich geht, so kann es nicht möglich sein, dass zugleich jede einzelne Zelle für sich an einem neuen endosmotischen und exosmotischen Vorgange Theil nimmt, nämlich an demjenigen, welcher durch die Wandung des Schlauches hiedurch stattfindet. Jede einzelne Zelle müsste für sich ausser dem ihr eigenthümlichen Vorgange noch zur Theilnahme an einem zweiten analogen Vorgange sich anbequemen. Die äusseren Epidermoidalgebilde des Schlauches, die Spaltöffnungen, deren Function vorzugsweise die der Ausscheidung der unbrauchbaren Educte des Lebensvorganges, würden bei dieser Annahme selbst an dem endosmotischen Vorgange theilnehmen müssen, obgleich der Einwand, den man mir machen könnte, nahe liegt, dass die Spaltöffnungen nicht bei diesem Vorgange thätig sind, und dass nur die Zellen der äusseren Zellenschichte des Schlauches sich an diesem Vorgange bethätigen, während die Exosmose, d. i. die Ausscheidung der Educte der Luft des Schlauches, durch die

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0192-9

Spaltöffnungen selbst stattfindet. Die Thätigkeit der Spaltöffnungen steht aber in der That hinsichtlich der Ausscheidung der Educte der Luft des Schlauches mit der Luftausscheidung durch die inneren Epidermoidalgebilde im Zusammenhange und diese Thätigkeit ist eine sehr gesteigerte im Verhältnisse zu der Ausscheidung am Blatte und an der Achse. Während am Blatte, wie wir oben gefunden, auf dem Quadrat-Millimeter nur 1500 bis 1800 Spaltöffnungen sich befinden, sind bei dem Schlauche auf demselben Raume 4500 bis 4900 Spaltöffnungen vorhanden. Die Luft ausscheidende Thätigkeit der Oberfläche des Schlauches oder auch die ausgeschiedenen Mengen Luft sind daher um das Dreifache beträchtlicher als bei dem Blatte. Halten wir nun das Bisherige fest und stellen wir uns die Erläuterungen des Bisherigen zusammen, so gelangen wir zu dem Schlusse, dass die Luft des Schlauches ein Ausscheidungsproduct der inneren Epidermoidalgebilde und dass diese Luft kein Educt des Lebensvorganges der betheiligten Zellen ist, dass ferner kein endosmotischer Vorgang durch die aus zwei Zellenschichten bestehende Wandung des Schlauches stattfindet und dass der exosmotische Vorgang der eingeschlossenen Luft, d. i. die Ausscheidung der durch den Lebensprocess der betheiligten Zellen gebildeten Educte dieser Luft durch Exosmose einzig und allein durch die Spaltöffnungen stattfinde. Die eingeschlossene Luft ist daher eine für die betheiligten Zellen respirable. Der Vorgang der Ausscheidung der Luft durch die inneren Epidermoidalgebilde ist ein ununterbrochener und ein stetig wachsender. Die Ausscheidung der respirablen Luft findet nicht bis zu einem gewissen Grade statt, worauf alsdann eine Absorption des respirablen Theiles durch die betheiligten Zellen und in demselben Grade eine Ausscheidung des irrespirablen Theiles und der irrespirablen Educte nach aussen durch die Spaltöffnungen stattfindet, sondern diese Ausscheidung erfolgt stetig und ununterbrochen und mit dieser eine stetige und ununterbrochene Ausscheidung durch Exosmose des irrespirablen Theiles der ausgeschiedenen Luft*). Die eingeschlossene Luft muss daher nach dem Bisherigen wenig ver-

*) Ich habe diesen Vorgang der Ausscheidung der Educte der eingeschlossenen Luft durch die Spaltöffnungen als einen exosmotischen Vorgang bezeichnet und ich glaube nicht ohne Recht. Wir bezeichnen den Vorgang der Ausscheidung der irrespirablen Stoffe durch die Spaltöffnungen als einen Ausscheidungsprocess. Ist aber der Vorgang der Exosmose nach dem Eintritte der Endosmose nicht auch ein Ausscheidungsprocess? Ist es nothwendig, dass überall da, wo Endosmose stattfindet, auch der entgegengekehrte Vorgang eintreten muss und ebenso auch umgekehrt?

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0193-5

schieden sein von der in dem Wasser enthaltenen Luft sowohl als auch von der über dem Wasser befindlichen atmosphärischen Luft*). Um diese Behauptung selbst zu erhärten, würde es nothwendig sein, eine chemische Untersuchung der eingeschlossenen Luft selbst vorzunehmen, zu welcher mir aber im Augenblicke nicht Musse und Gelegenheit sich darbieten.

Soviel über den Schlauch als Luftsecretionsorgan. Es bleibt nun noch übrig, noch Etwas über den Schlauch nach seiner zweiten Bedeutung als „Tragorgan" zu sagen. Die Schläuche entwickeln sich, wie wir bei der Betrachtung des Baues und der Entwickelung des Blattes sahen, fortwährend mit dem Blatte; wenn das Blatt die höchste Stufe der Entwickelung erlangt hat, so hat auch die Entwickelung der diesem angehörigen Schläuche ihr Ende erreicht. Mit der fortwährenden Entwickelung der Schläuche von dem anfänglichen Zustande an (Fig. 9, 22.) wird die innere Höhlung allmählig vergrössert, die die Höhlung erfüllende und von den Mutterzellen der Epidermoidalgebilde ausgeschiedene Luft nimmt mit der Vergrösserung des Raumes stetig zu. In dem Maasse, als die innere Raumvergrösserung und die von derselben abhängende Luftausscheidung zunimmt, gibt sich die Nothwendigkeit einer Vergrösserung der Luft ausscheidenden Fläche kund, es mehrt sich die Flächen-Ausdehnung der inneren Epidermoidalgebilde durch Entwickelung von je 4 Tochterzellen aus je einer Mutterzelle eines Epidermoidalgebildes. Hat der Schlauch die höchste Stufe der Entwickelung erlangt, so ist der innere Raum in das Maximum seiner grösstmöglichen räumlichen Ausdehnung getreten und ebenso haben die Luft ausscheidenden Epidermoidalgebilde das Maximum ihrer grösstmöglichen Flächen-Ausdehnung erlangt. Mit der allmähligen Zunahme des inneren Raumes des Schlauches und mit der Zunahme der diesem Raume entsprechenden ausgeschiedenen Luft wächst die Tragkraft des Schlauches in gleichem Maasse mit der Menge der ausgeschiedenen Luft gleichmässig fortschreitend. — Wenn wir von den Schläuchen absehen, so ist die Pflanze an und für sich im Wasser frei zu schwimmen im Stande mit Hilfe der in den Blättern und in der Achse befindlichen kanalartigen Lufträume. Die Pflanze an und für sich während eines gewissen Zeitpunktes des Lebens der Pflanze, nämlich während der Zeit vor der Entwickelung der Blüthenachse, bedarf keiner Mithilfe, um sich selbst in einer gewissen Tiefe des Wassers schwebend zu erhalten. In dem jugendlichen Zustande der Achse und der Blätter derselben (im

*) Franz Unger, Anat. und Phys. d. Pflze. p. 357.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0194-1

Anfange bis Mitte Mai) befindet sich die Pflanze (nämlich die neu entwickelten Achsen) ziemlich tief unter dem Spiegel des Wassers — da wo die Pflanze im tieferen Wasser sich befindet. Bald aber erhebt sich dieselbe allmählig in dem Wasser in die Höhe in Folge der stärkeren Entwickelung der Lufträume in dem Stengel und in den Blättern, sowie theilweise durch die Entwickelung der Schläuche selbst. Diese allmählige Erhebung der Pflanze gegen den Spiegel des Wassers dauert bis gegen das Ende des Juni. Alsbald entwickelt sich an einer bestimmten Stelle der Laubachse die Blüthenachse. An einem Individuum entwickelt sich in allen Fällen, welche mir vorkamen, nur eine einzige Blüthenachse. Die Blüthenachse von *Utricularia vulgaris* entwickelt sich immer an der Vereinigungsstelle der je 3 oder 4 in dieser Stelle zusammentreffenden Laubachsen. Es lässt sich bei *Utricul. vulgaris* schwer unterscheiden, welche von den 3 oder 4 Achsen die Hauptachse und welche von den übrigen in Bezug auf diese Hauptachse die Nebenachsen seien. Diese 3 oder 4 Achsen können wohl als Hauptachsen angesehen werden, dagegen die kleineren aus den Blattachseln entspringenden als untergeordnete, als Nebenachsen. Eine genauere morphologische Betrachtung ist an diesem Orte nicht zulässig. Das Verhalten der Ursprungsstelle der Blüthenachse von der Laubachse ist abweichend von demjenigen, welches Th. Irmisch in der Flora, 1858, p. 34, bei *Utricularia minor* angegeben hat. Die Laubachse entwickelt sich nämlich nicht in einer Blattachsel wie die kleineren Nebenachsen der Hauptachse, sondern in den meisten Fällen genau an der Vereinigungsstelle der 3 oder 4 Laubachsen, indem sich zugleich am Grunde der Blüthenachse 3 oder 4 kleinere seitliche Nebenachsen mit entwickeln, welche schon im Anfange der Entwickelung der Blüthenachse vorhanden waren, und welche später hinter der Entwickelung der Blüthenachse zurückbleiben und noch später als kleinere Nebenachsen erkannt werden. Während der späteren Entwickelung der Blüthenachse werden die seitlich am Grunde der Blüthenachse befindlichen kleineren Nebenachsen nicht selten durch das Wachsthum der Blüthenachse nach oben von ihrer anfänglichen Ursprungsstelle entfernt und etwas mit in die Höhe gehoben, so dass dieselben alsdann über der Vereinigungsstelle der Laubachsen am Grunde der Blüthenachse angeheftet erscheinen. Da die Blüthenachse sich selbst nur über dem Spiegel des Wassers entwickeln kann, da die Pflanze nur ausserhalb des Wassers zu blühen und Früchte zu entwickeln im Stande ist, so ist es nothwendig, dass während des Zeitraumes, innerhalb welchem sich die Blüthenachse entwickelt, die Pflanze ganz nahe dem Spiegel des Wassers sich befinde. Darin

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0195-7

wird die Pflanze unterstützt durch die Tragkraft der Schläuche. Ist die Blüthenachse vollkommen entwickelt und beginnen die Blüthen sich zu entfalten, so verbleibt die Pflanze immer noch in der erlangten Lage unmittelbar am Wasserspiegel, trotz des Gewichtes der Blüthenachse, welche, über den Spiegel des Wassers in die äussere Luft sich erhebend, vollkommen von der schwimmenden Pflanze getragen werden muss, da die festen Körper in der Atmosphäre nur soviel an Gewicht verlieren, als die durch ihre Masse verdrängte atmosphärische Luft wiegt und da das Gewicht der verdrängten Luft im Verhältniss zum Gewichte, d. i. dem Volumen des Körpers, in der Regel vernachlässigt werden kann, daher bei der in der Luft befindlichen Blüthenachse Masse und Gewicht zusammenfällt.

Untersuchen wir nun noch etwas genauer, wie sich die Schläuche in Bezug ihres Antheiles an der Tragung der über das Wasser emporragenden Blüthenachse verhalten. Der einzuschlagende Gang dieser Untersuchung stellt sich kurz in Folgendem dar. Zuerst müssen wir annehmen, dass die Pflanze vor Entwicklung der Blüthenachse in einem bestimmten stabilen Zustande sich befindet, dass dieselbe selbst nach Entwickelung der Blüthenachse in diesem Zustande beharrt und dass in Folge der Entwickelung der Blüthenachse das Gewicht derselben keine Störung dieses stabilen Zustandes herbeiführen kann. Alsdann müssen wir entscheiden, ob den Schläuchen ein bestimmter Antheil der Erhaltung des stabilen Zustandes der Pflanze zukomme, oder ob dieses nicht der Fall. Um diesen Antheil der Schläuche kennen zu lernen, müssen wir zuvor erkannt haben, ob die Pflanze im Stande ist, an und für sich, von den Schläuchen abgesehen, ein bestimmtes Gewicht, nämlich das der Blüthenachse zu tragen, ohne genöthigt zu sein, ihre erlangte Lage im Wasser unmittelbar unter dem Wasserspiegel, d. i. diesen stabilen Zustand durch ein tieferes Einsinken im Wasser zu verändern, ferner müssen wir erkannt haben, ob die Tragkraft sämmtlicher Schläuche an einem Individuum im Stande ist, das Gewicht der Blüthenachse zu tragen, ohne dass zugleich ein Einsinken der Pflanze veranlasst wird, mit andern Worten, ob die Pflanze als nicht belastet, sondern im stabilen Zustande in einer bestimmten Tiefe des Wassers unter dem Spiegel desselben, vermöge der in ihr befindlichen kanalartigen Lufträume, gedacht, die Schläuche allein im Stande sind, das Gewicht der Blüthenachse zu tragen, ohne eine Störung des stabilen Zustandes der Pflanze herbeizuführen. Zu diesem Behufe müssen wir die Tragkraft zuvor eines einzigen Schlauches finden, hierauf die Anzahl der sämmtlichen an je einem Individuum befindlichen Schläuche zu bestimmen suchen, und so die Gesammt-Trag-

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0196-3

kraft aller Schläuche zusammengenommen finden. Durch Vergleichung mit dem bekannten Gewichte der Blüthenachse sammt den an ihr befindlichen Blüthen mit dem gefundenen Werthe für die Tragkraft sämmtlicher Schläuche erkennen wir, ob dieser Werth ausreichend ist oder nicht, um, ohne dass eine Störung des stabilen Zustandes der Pflanze veranlasst wird, das Gewicht der Blüthenachse zu tragen. Sind die für beide Grössen gefundenen nummerischen Werthe gleich, so reicht die Tragkraft der Schläuche gerade hin, die Blüthenachse in dem obigen Sinne zu tragen: ist der gefundene Werth für die Tragkraft sämmtlicher Schläuche kleiner als der Werth für das Gewicht der Blüthenachse, so erhält man durch Subtraction einen negativen Werth, dieser negative Werth drückt aus, dass die Tragkraft der Schläuche nicht ausreicht, die Blüthenachse zu tragen, dass mithin die Pflanze selbst noch Theil nimmt an der Tragung des Gewichtes: ist endlich der gefundene Werth für die Tragkraft der Schläuche grösser als der Werth für das Gewicht der Blüthenachse, so erhält man durch Subtraction einen positiven Werth, dieser positive Werth drückt aus, dass die Tragkraft der Schläuche nicht nur ausreicht, sondern dass diesselbe auch in einem Ueberschuss vorhanden ist. Der letztere Fall ist derjenige, welchen die Natur an dem Objecte dieser Untersuchung in Anwendung brachte. Hier wie überall, wenn wir uns Mühe geben wollen, erkennen wir zweifellos jenes allgemeine merkwürdige Gesetz in der Lebensgeschichte der organischen Geschöpfe, dass die Natur ihre Kräfte dem organischen Geschöpfe zur Erreichung eines bestimmten Zweckes immer im reichlichen Maasse darbietet, dass dieselbe (die Natur) nicht nur zur vollkommenen Erreichung des Zweckes ihre Kräfte sparsam und gleichsam damit geizend zugemessen und zugewogen dem Dienste der organischen Geschöpfe an die Hand gibt, sondern mehr noch als zur Erreichung dieses Zweckes erforderlich ist. Sparsamer dagegen als mit der Spendung der dynamischen Kräfte dem Dienste der organischen Geschöpfe zeigt sich die Natur in der Darreichung ihrer körperlichen nicht bewegenden Gestaltungen.

Der mittlere Werth für den räumlichen Inhalt des Schlauches von mittlerer Grösse ist, wie wir oben schon (in der Anmerkung) gefunden haben, = 2,57 Kubik-Millimeter. Ein einzelner Schlauch von 2,57 Kubik-Millim. Inhalt verdrängt daher eine Masse von Wasser, deren Gewicht = 2,57 Milligramm ist, indem 1 Kubik-Centim. Wasser = 1 Gramm. Das Gewicht von 2,57 Kubik-Millim. Luft, welche der Schlauch umschliesst, ist = 0,00587 Milligrm., da 1000 Kubik-Centim. Luft = 2,29 Gramm wiegen und 1 Kubik-Centim. = $\frac{2,29}{1000}$ Gramm, 1 Kubik-

Millim. Luft wiegt daher = 0,00212 Milligramm. Das Gewicht eines Schlauches ist = 0,6 Milligrm., welcher Werth gefunden wurde, indem das Gewicht einer bestimmten Anzahl von Schläuchen bestimmt wurde, die Anzahl der Schläuche in dieses gefundene Gewicht dividirt, ergab den mittleren Werth für das Gewicht eines Schlauches. Wir finden nun die Tragkraft eines Schlauches, wenn wir von dem Gewichte des Wassers, welches der Schlauch verdrängt, das Gewicht des Schlauches plus dem Gewichte der eingeschlossenen Luft abziehen. Es ist also:

2,57 — (0,6 + 0,00587) = Tragkraft = 1,964 Milligramm.

Versuchen wir nun die Tragkraft der sämmtlichen an einer Pflanze befindlichen Schläuche zu bestimmen. Wir wählen dazu einen einzelnen Laubzweig, eine der 3 oder 4 Hauptachsen einer Pflanze. Ein Laubzweig, dessen Tragkraft bestimmt wurde, mass in der Länge = 19 Centim. Die Anzahl der entwickelten Blätter mit entwickelten Schläuchen beträgt = 130. Schläuche befinden sich an den grösseren älteren Blättern = 12 — 13, ihre Anzahl beträgt $\frac{1}{5}$ der Anzahl der Blätter = 26, an vorderen Blättern ist die Anzahl der Schläuche = 4 — 5, ihre Anzahl ist $\frac{2}{5}$ von der Anzahl der Blätter = 52, an dem grösseren Theile der Blätter dagegen 3 — 5, die Anzahl dieser ist $\frac{3}{5}$ der Anzahl der Blätter = 75. Die gesammte annähernde Anzahl der Schläuche dieser Achse ist daher = 862, die Gesammttragkraft dieser Schläuche ist daher = 1,446 Gramm.

Ein anderer kleinerer Laubzweig hatte eine Länge = 14,5 Centim. Die Anzahl der entwickelten mit entwickelten Schläuchen versehenen Blätter ist = 59, von diesen sind $\frac{2}{5}$ mit 8 — 11 Schläuchen versehen, $\frac{3}{5}$ mit 3 — 6 Schläuchen, die Anzahl der ersteren ist = 26, die der letzteren = 33. Die Gesammt-Anzahl dieser 59 Blätter ist = 397. Die Gesammt-Tragkraft der Schläuche dieser Achse ist daher = 0,778 Gramm. — Das Gewicht einer anderen kleineren Blüthenachse, deren Blüthen noch nicht ganz entwickelt waren, betrug = 0,295 Gramm.

Nehmen wir nun an, ein Individuum von *Utricularia vulgaris* bestehe aus 2 solchen grösseren und 2 solchen kleineren Laubachsen, wie diejenigen, deren Tragkraft wir gefunden haben, so ist die Gesammttragkraft dieses Individuums = 4,44 Gramm, es übertrifft mithin die mechanische Leistungsfähigkeit der Schläuche die wirkliche Leistung derselben um das 40fache, d. i. die gesammte mechanische Leistungsfähigkeit der Schläuche, was dieselben nur zur Tragung der Blüthen-Achse zu verwenden haben, ist 40 Mal grösser als dasjenige Moment, was dieselben wirklich leisten, indem dieselben eine 40 Mal grössere Belastung als die der Blüthenachse zu tragen im Stande sind. Gesetzt, es sei der für die Ge-

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0198-4

sammt-Tragkraft gefundene Werth zu gross und nehmen wir nur das $\frac{3}{5}$ dieses gefundenen Werthes, so übersteigt die Leistungsfähigkeit der Schläuche die wirkliche Leistung immer noch um das Achtfache. Die Lösung der Frage, ob die Pflanze selbst Teil nimmt an der Tragung der Blüthenachse bedarf daher keiner besonderen Untersuchung, indem die Lösung derselben mit der Erkennung der im Ueberschusse vorhandenen mechanischen Leistungsfähigkeit der Schläuche schon gegeben ist. Die Pflanze bedarf auch nicht der Schläuche um in ihrem stabilen Zustande zu beharren, denn die Schläuche von derselben entfernt bewirken keine Veränderung des stabilen Zustandes derselben. Wäre nun die Pflanze, an welcher die Schläuche befestigt sind, selbst homogen d. i. ohne Lufträume, so würde selbst in diesem Falle die Tragkraft der Schläuche ausreichen, die Pflanze nahe unter dem Spiegel des Wassers während dem Zeitpunkte der Entwickelung der Blüthenachse zu erhalten.

Plura mox et instinctius; nunc enim quadam mixtura rerum omnium exhibentur miracula. Verum egressa mens interpretationem naturae, festinat legentium animos per totum orbem velut manu ducere.

C. Plin. sec. hist. natur. Cap. II.

Fassen wir kurz die Resultate dieser Untersuchung über *Utricularia vulgaris* in wenigen Sätzen zusammen:

1) die Vielspaltigkeit des Blattes von *Utricularia* erfolgt durch mehrfache nach einander auftretende Wachsthumsrichtungen.
2) Dem Blatte sowie der Achse von *Utricularia* fehlt eine charakterisirte Oberhaut, dagegen ist eine wohl ausgebildete Cuticula vorhanden.
3) Spaltöffnungen kommen sowohl dem Blatte und den Schläuchen als der Achse zu.
4) Die Spaltöffnungen von *Utricularia* weichen von den Spaltöffnungen der in der Luft lebenden Gefässpflanzen in dem Baue und wahrscheinlich auch in der Entwickelungsgeschichte ab. Die Spaltöffnung von *Utricularia* ist nicht mit einer Oeffnung versehen.
5) Die Spaltöffnung ist die „obere“ Tochterzelle einer besonders ausgezeichneten, in dem Zwischenraume an der Stelle des Zusammenstreffens je 3 oder 4 Parenchymzellen der äusseren Zellenschichte befindlichen Mutterzelle.
6) Die Epidermoidalgebilde des Schlauches sind innere und äussere. Beide

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0199-2

Arten von Epidermoidalgebilden unterscheiden sich in den anfänglichen Zuständen ihrer Entwickelung nicht; nur von dem Zeitpunkte ab, nach welchem die „obere" Tochterzelle bei beiden Arten als die Mutterzelle des eigentlichen Epidermoidalgebildes erscheint und sich zu diesem durch abermalige Bildung von Tochterzellen weiter entwickelt, treten Verschiedenheiten ein. Diese Zelle des äusseren Epidermoidalgebildes gibt zur Bildung zweier halbkugeligen in einer Ebene liegenden Zellen, der Spaltöffnung, Veranlassung, dieselbe entsprechende Zelle des inneren Epidermoidalgebildes gibt dagegen zur Bildung von 4 langgestreckten nicht in einer Ebene liegenden Tochterzellen Veranlassung. Die äusseren Epidermoidalgebilde, die Spaltöffnungen, unterscheiden sich nicht in ihrem Baue und in ihrer Entwickelung von den Spaltöffnungen der Blätter und der Achse.

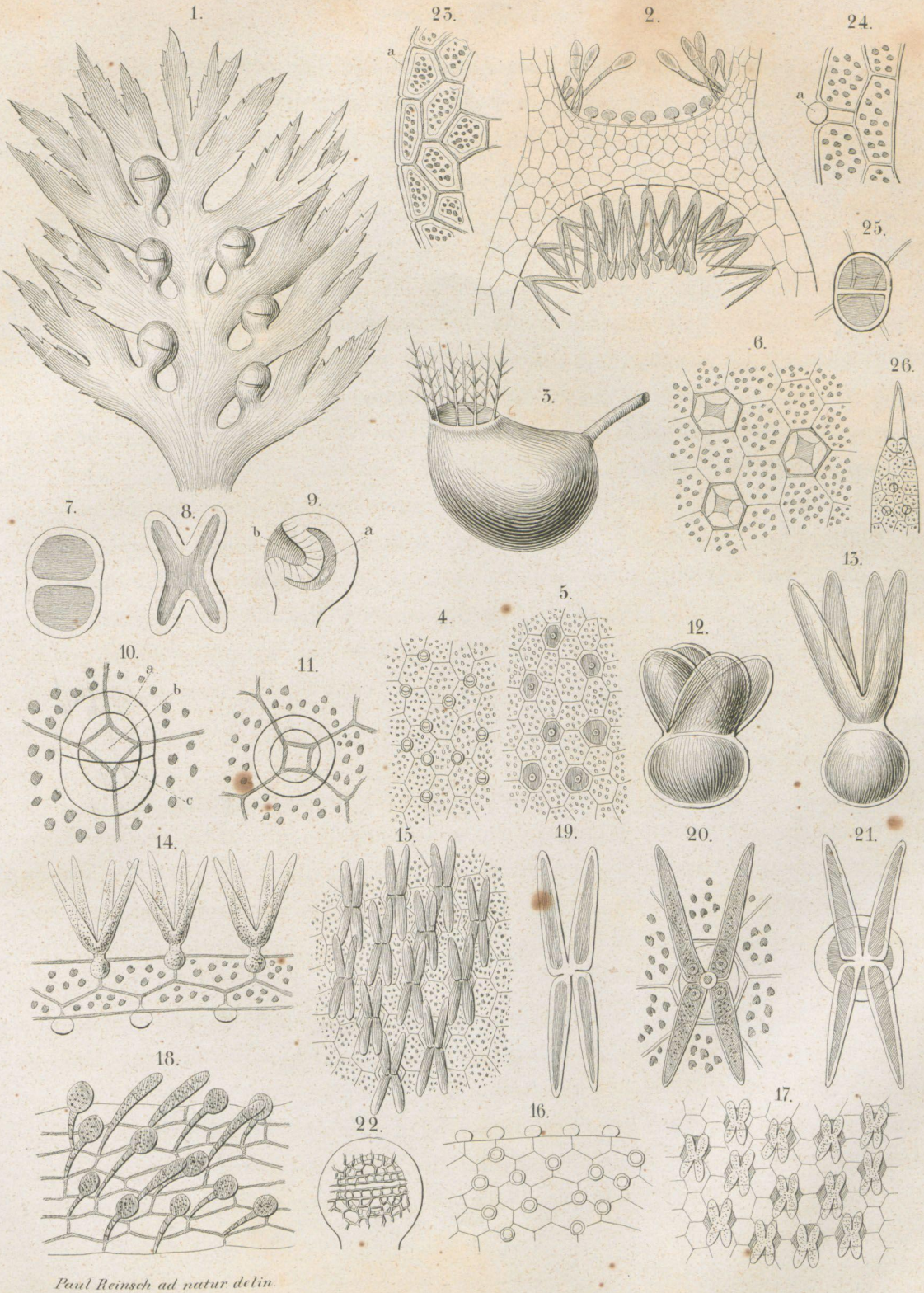
7) Die Theilung der Mutterzelle der Epidermoidalgebilde (der Spaltöffnungen der Blätter und Schläuche, sowie der inneren Epidermoidalgebilde der Schläuche) geschieht durch Primordialschlauch-Einfaltung ohne Theilnahme der primären Zellmembran. Die Theilung der oberen Tochterzelle, welche zur Spaltöffnung wird, geschieht vielleicht durch Neubildung einer Membran in Folge der Theilung des Kernes. Die untere Tochterzelle nimmt nach dem Vorgange der Theilung keinen weiteren Antheil an der Entwickelung der oberen zum Epidermoidalgebilde.

8) Die Entwickelung der inneren Epidermoidalgebilde der Luftkanäle in dem Blatte und in der Achse gelangt nicht weiter als bis zur Bildung von Mutterzellen solcher, die gebildeten Mutterzellen verbleiben auf ihrer erlangten Stufe und entwickeln keine Tochterzellen. Dieselben Mutterzellen der äusseren Zellenschichte der Blätter und der Achse, sowie der Schläuche, entwickeln Tochterzellen, welche die äusseren Epidermoidalgebilde, die Spaltöffnungen darstellen; dieselben Mutterzellen der inneren Zellenschichte des Schlauches entwickeln die je 4 Tochterzellen, welche die inneren Epidermoidalgebilde des Schlauches darstellen.

9) Die Entwickelung von Tochterzellen aus den Mutterzellen der inneren Epidermoidalgebilde des Schlauches scheint der Umstand einer erforderlich gemachten, gesteigerten, Luft ausscheidenden Thätigkeit dieser Mutterzellen bewirkt zu haben.

10) Die eingeschlossene Luft des Schlauches ist ein Ausscheidungsproduct der inneren Epidermoidalgebilde des Schlauches, aber nicht das Educt des Le-

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0200-9



Paul Reinsch ad natur. delin.

Universität Regensburg
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0201-4

bensvorganges dieser. Es findet kein endosmotischer Vorgang durch die Wandung des Schlauches hindurch statt, sondern nur ein exosmotischer durch die Spaltöffnungen. Die Luft des Schlauches ist für die betheiligten Zellen respirabel. Durch die Spaltöffnungen des Schlauches werden die irrespirablen Educte des Lebensvorganges dieser Luft durch Exosmose entfernt.

11) Die Schläuche tragen bei zur Vermehrung der Tragkraft der frei schwimmenden Pflanze, dieselben haben eine bestimmte Bedeutung dadurch, dass sie während eines gewissen Zeitmomentes des Lebens der Pflanze (während der Blüthezeit) zur Tragung eines bestimmten neu entwickelten Theiles des Körpers der Pflanze (der über den Spiegel des Wassers hervorragenden Blüthenachse) bestimmt sind. Zur Tragung des übrigen Körpers der in dem Wasser schwimmenden Pflanze trägt die Tragkraft der Schläuche nichts bei, und die in den Blättern, sowie in der Achse der Pflanze befindlichen Lufträume reichen vollkommen aus, durch das Mindergewicht des dem begrenzten Luftraume entsprechenden verdrängten Wassers, den Körper der Pflanze schwimmend in seinem stabilen Zustande zu erhalten. Die Tragkraft der Schläuche wird nur dazu verwendet, dass ohne Veränderung des stabilen Zustandes der Pflanze durch tieferes Einsinken, in Folge der Entwickelung der über das Wasser in die Luft sich erhebenden Blüthenachse, eine allmählige Emporhebung der Blüthenachse über den Spiegel des Wassers ohne auf Rechnung der Tragkraft der ganzen schwimmenden Pflanze ermöglicht ist.

12) Wie wir am Schlusse der Abhandlung sahen, reicht die Tragkraft der Schläuche nicht nur hin, das Gewicht der Blüthenachse zu tragen, sondern dieselbe ist auch in einem grossen Ueberschusse entwickelt.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0203-6

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XI.

(Die Abbildungen sind fast sämmtlich, mit Ausnahme derjenigen, bei denen es bemerkt ist, vergrössert, meist bei 450facher Linearvergrösserung mit blossem Auge gezeichnet.)

Fig. 1. Ein ganz junges Blatt von *Utricularia vulgaris*.

Fig. 2. Durchschnitt durch den oberen Theil eines entwickelten Schlauches, senkrecht auf die äussere Fläche der Mündungsmembran.

Fig. 3. Ein fertig gebildeter Schlauch.

Fig. 4. Die äussere Zellenfläche eines jungen Schlauches, von oben betrachtet. Wenig vergr.

Fig. 5. Die innere Zellenfläche eines jungen Schlauches, von oben betrachtet. Die Mutterzellen der inneren Epidermoidalgebilde sind eben entwickelt. Wenig vergr.

Fig. 6. Ein Theil der inneren Fläche eines in der Entwickelung etwas fortgeschrittenen Schlauches. Die 4 Aussackungen der oberen Tochterzelle nach Theilung der Mutterzelle haben sich eben entwickelt. Man erkennt den viereckigen Raum zwischen diesen.

Fig. 7. Eine Mutterzelle eines inneren Epidermoidalgebildes, welche sich eben durch Primordialschlauch-Einfaltung in die zwei Tochterzellen getheilt hat.

Fig. 8. Eine obere Tochterzelle — die Anlage zum inneren Epidermoidalgebilde — nach Einwirkung von Schwefelsäure. Der die 4 Aussackungen auskleidende gemeinschaftliche Primordialschlauch hat sich von der primären Zellmembran gelöst und nach innen gezogen.

Fig. 9. Ein jugendlicher Schlauch, in welchem die zwei Spalten sich bildeten. a. innere Spalte. b. äussere Spalte.

Fig. 10. Eine bereits getheilte Spaltöffnung an der Vereinigungsstelle von vier Parenchymzellen der äusseren Zellenschichte. c. die die beiden Tochterzellen der Spaltöffnung trennende Querwand. b. der zwischen den 4 Parenchymzellen befindliche Zwischenraum, in welchem sich die untere Tochterzelle befindet. a. die Umgrenzung der Scheidewand, welche die untere Tochterzelle von der oberen der fertig gebildeten Spaltöffnung trennt. Diese erkennt man nach Verstellung des Focus.

Fig. 11. Eine Spaltöffnung an der Vereinigungsstelle von 4 Parenchymzellen, welche sich noch nicht getheilt hat.

Fig. 12. Ein frei präparirtes inneres Epidermoidalgebilde, noch nicht ganz vollendet.

Fig. 13. Ein frei präparirtes inneres Epidermoidalgebilde, welches vollkommen entwickelt ist.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0204-2

Fig. 14. Durchschnitt durch einen Theil der Wandung des Schlauches. Auf der unteren Seite der Abbildung die Spaltöffnungen, auf der oberen Seite die inneren Epidermoidalgebilde.

Fig. 15. Ein Theil der inneren Fläche eines entwickelten Schlauches mit den entwickelten inneren Epidermoidalgebilden, von oben betrachtet. Wenig vergr.

Fig. 16. Ein Theil der äusseren Fläche eines nicht ganz entwickelten Schlauches mit den Spaltöffnungen, welche sich noch nicht getheilt haben. Wenig vergr.

Fig. 17. Ein Theil der inneren Fläche desselben Schlauches, von oben betrachtet. Die inneren Epidermoidalgebilde befinden sich auf der Stufe der Entwickelung, welche in Fig. 12. dargestellt ist. Wenig vergr.

Fig. 18. Ein Theil der äusseren Fläche der Mündungsmembran, mit den eigenthümlichen an der Spitze verdickten Haargebilden, von oben betrachtet.

Fig. 19. Ein entwickeltes inneres Epidermoidalgebilde nach Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure und Zusatz von Jodlösung. Der Primordialschlauch der einzelnen langgestreckten Zellen hat sich für sich zusammengezogen und nach Einwirkung des Jodes eine gelbe Färbung erlangt.

Fig. 20. Ein vollendetes inneres Epidermoidalgebilde an der Vereinigungsstelle von 6 Zellen der inneren Zellenschichte der Wandung des Schlauches. aa. Zellenkerne.

Fig. 21. Ein entwickeltes inneres Epidermoidalgebilde nach Einwirkung von Schwefelsäure. Die Primordialschläuche der einzelnen Zellen haben sich für sich zusammengezogen. Ebenso wurde der Primordialschlauch der unteren mit den Parenchymzellen in Zusammenhang stehenden Tochterzellen zusammengezogen und sichtlich gemacht.

Fig. 22. Ein jugendlicher Schlauch, senkrecht auf den äusseren Spalt betrachtet. Bei Verstellung des Focus erkennt man die Umgrenzung auch des inneren Spaltes, welche in der Abbildung mit angegeben ist.

Fig. 23. Querschnitt durch einen Theil der Laubachse, nach Einwirkung von Schwefelsäure. Die zwei Partien der zwei durch eine radiale Wand getrennten Lufträume sind an der rechten inneren Seite zu bemerken. Die Umgrenzung der Cuticula (a) der äusseren Fläche des Querschnittes wurde durch die Einwirkung der Schwefelsäure sichtlich gemacht.

Fig. 24. Ein wohlgelungener Querschnitt durch den Zipfel eines jungen Blattes, welcher gerade ein äusseres Epidermoidalgebilde getroffen hat. Die Mutterzelle hat sich bereits in die zwei Tochterzellen getheilt. a. Tochterzelle, welche zur Spaltöffnung wird.

Fig. 25. Eine ebengetheilte Spaltöffnung an der Vereinigungsstelle von 4 Parenchymzellen.

Fig. 26. Die Spitze eines vollendeten Blattzipfels. Die äusserste langgestreckte Zelle des Zipfels hat sich eben entwickelt.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0205-8

Nachtrag

zur Abhandlung: „Beiträge zur Flora der Vorzeit, namentlich des Rothliegenden bei Erbendorf in der bayerischen Oberpfalz. Von C. W. Gümbel."

Neuere Funde von wohlerhaltenen Exemplaren der oben unter der Bezeichnung *Schizaeites dichotomus* S. aufgeführten neuen Art haben erkennen lassen, dass diese Form aufs engste sich an das Genus *Olfersia* Radd. und zwar an die jetzt noch lebende *Olfersia peltata* (Acrostichum peltatum Sw.) anschliesst. Trotz der fehlenden Fructification tragen wir kein Bedenken, diese fossile Art unmittelbar neben *Olfersia* zu stellen. Dem Gebrauche gemäss würde sie demnach statt *Schizaeites* passender den Namen *Olfersites dichotomus* tragen.

(Mittheilung des Verfassers.)

Verbesserungen.

Seite 69, Zeile 4 von oben, lese man Knospenlage statt Knospenanlage.
„ 70, „ 17 „ unten, „ „ nur statt nun.
„ 71, „ 11 „ oben, „ „ Für jeden dieser Modi sind, statt Hier sind.
„ 72, „ 19 „ „ ist die Zahl 7 zu streichen.
„ „ „ 14 „ unten, ist die Zahl 53 zu streichen.
„ „ „ 13 „ „ „ nach 50 die Zahl 53 zu setzen.
„ „ „ 7 „ „ lese man in der Mittelreihe: 22 (5) L. gegenl. statt gleichl.
„ 79, „ 15 „ „ nach Infloresz. ist zu setzen: und zwischen ihnen eine centrale — das Wort „sowohl" ist zu streichen.
„ 81, „ 9 „ „ ist vor „Grad" das Wort „höchsten" zu setzen.
„ 83, „ 12 „ oben, lese man 3 statt 2.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0207-9

Nachtrag

zur Abhandlung: „Beiträge zur Flora der Vorzeit, namentlich des Rothliegenden bei Erbendorf in der bayerischen Oberpfalz. Von C. W. Gümbel."

Neuere Funde von wohlerhaltenen Exemplaren der oben unter der Bezeichnung *Schizaeites dichotomus* S. aufgeführten neuen Art haben erkennen lassen, dass diese Form aufs engste sich an das Genus *Olfersia* Radd. und zwar an die jetzt noch lebende *Olfersia peltata* (Acrostichum peltatum Sw.) anschliesst. Trotz der fehlenden Fructification tragen wir kein Bedenken, diese fossile Art unmittelbar neben *Olfersia* zu stellen. Dem Gebrauche gemäss würde sie demnach statt *Schizaeites* passender den Namen *Olfersites dichotomus* tragen.

(Mittheilung des Verfassers.)

Verbesserungen.

Seite 69, Zeile 4 von oben, lese man Knospenlage statt Knospenanlage.
„ 70, „ 17 „ unten, „ „ nur statt nun.
„ 71, „ 11 „ oben, „ „ Für jeden dieser Modi sind, statt Hier sind.
„ 72, „ 19 „ „ ist die Zahl 7 zu streichen.
„ „ „ 14 „ unten, ist die Zahl 53 zu streichen.
„ „ „ 13 „ „ „ nach 50 die Zahl 53 zu setzen.
„ „ „ 7 „ „ lese man in der Mittelreihe: 22 (5) L. gegenl. statt gleichl.
„ 79, „ 15 „ „ nach Infloresz. ist zu setzen: und zwischen ihnen eine centrale — das Wort „sowohl" ist zu streichen.
„ 81, „ 9 „ „ ist vor „Grad" das Wort „höchsten" zu setzen.
„ 83, „ 12 „ oben, lese man 3 statt 2.

Universität Regensburg UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK urn:nbn:de:bvb:355-ubr03086-0207-9