Das Hydrosimeter,

ein Apparat, um unter constantem Druck Flüssigkeiten in Pflanzen zu pressen.

Von

Dr. J. W. Moll.

Mit einer Abbildung im Text.

Vor längerer Zeit publicirte ich „Untersuchungen über Tropfenausscheidung und Injection bei Blättern“ [1]), durch welche es mir gelang, die Bedeutung der Wasserausscheidung für das Leben der Pflanze klar zu legen. Die zu diesem Resultate führenden Versuche wurden grösstentheils mit abgeschnittenen Pflanzentheilen gemacht, in welche das Wasser durch Quecksilberdruck gepresst wurde.

Der zu diesem Zwecke benutzte Apparat war sehr einfach und bestand wesentlich nur aus einem U-Rohr mit langem und kurzem Schenkel. Auf dem kurzen Schenkel des mit Wasser gefüllten Rohrs wurde der Zweig befestigt, und dann in den anderen Schenkel so viel Quecksilber gegossen, bis der gewünschte Druck erreicht war. Solche Apparate werden in allen Laboratorien bei Versuchen dieser Art benutzt; sie sind aber sehr primitiv, zumal weil der Druck in ihnen, sobald Wasser von der Pflanze aufgenommen wird, fortwährend wechselt und bald, durch das Sinken des Quecksilbers im langen und das Steigen im kurzen Schenkel, ganz aufhört. Auch die Messung der Quantität Flüssigkeit, welche durch den Versuchszweig aufgenommen wird, fällt bei solchen Apparaten nur sehr ungenau aus.

Obgleich die Einrichtung für den damals beabsichtigten Zweck genügte, habe ich mir doch die Frage gestellt, ob es nicht möglich sein würde, einen besseren Apparat zu construiren, mit dem die Einpressung des Wassers unter constantem Druck erfolgen könnte, und der zugleich gestatten würde in jedem Augenblick das Volumen des eingepressten Wassers genau zu messen. Es schien mir, dass bei verschiedenen botanischen Untersuchungen ein solcher Apparat gute Dienste leisten könnte, und so ist ein solcher zu stande gekommen, den ich jetzt unter dem Namen Hydrosimeter [2]) beschreiben will.

Das Prinzip dieses Apparates ist folgendes. Oben befindet sich ein Quecksilberreservoir, wie eine Mariotte'sche Flasche eingerichtet; dieses Reservoir kann höher und niedriger gestellt werden. So wird

1) Versl. en Meded. d. Kon. Akad. v. Wetensch. in Amsterdam. Afd. Natuurk. 2e reeks, Dl. XV. 1880.

2) Aus ὕδωρ = Wasser und ὦσις = Stoss.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0338-2

ein constantes, oberes Niveau erzielt. Aus dem Reservoir führt ein Gummischlauch das Quecksilber in ein kleines, aufrecht gestelltes U-Rohr, das innerhalb eines zweiten mit Wasser gefüllten Reservoirs ausmündet. Mit diesem Reservoir wird auch der Pflanzentheil verbunden. Auf diese Weise wird ein constantes unteres Niveau der Quecksilbersäule erzielt. Denn sobald Wasser aus dem unteren Reservoir in die Pflanze gepresst wird, fliesst Quecksilber über den Rand des U-Rohrs, und fällt in den unteren Theil des Reservoirs. Man hat also in diesem Apparate kein sinkendes und kein aufsteigendes Quecksilberniveau; das untere Niveau der Quecksilbersäule, welche den Druck verursacht, befindet sich stets in derselben Ebene mit der Oeffnung des U-Rohrs.

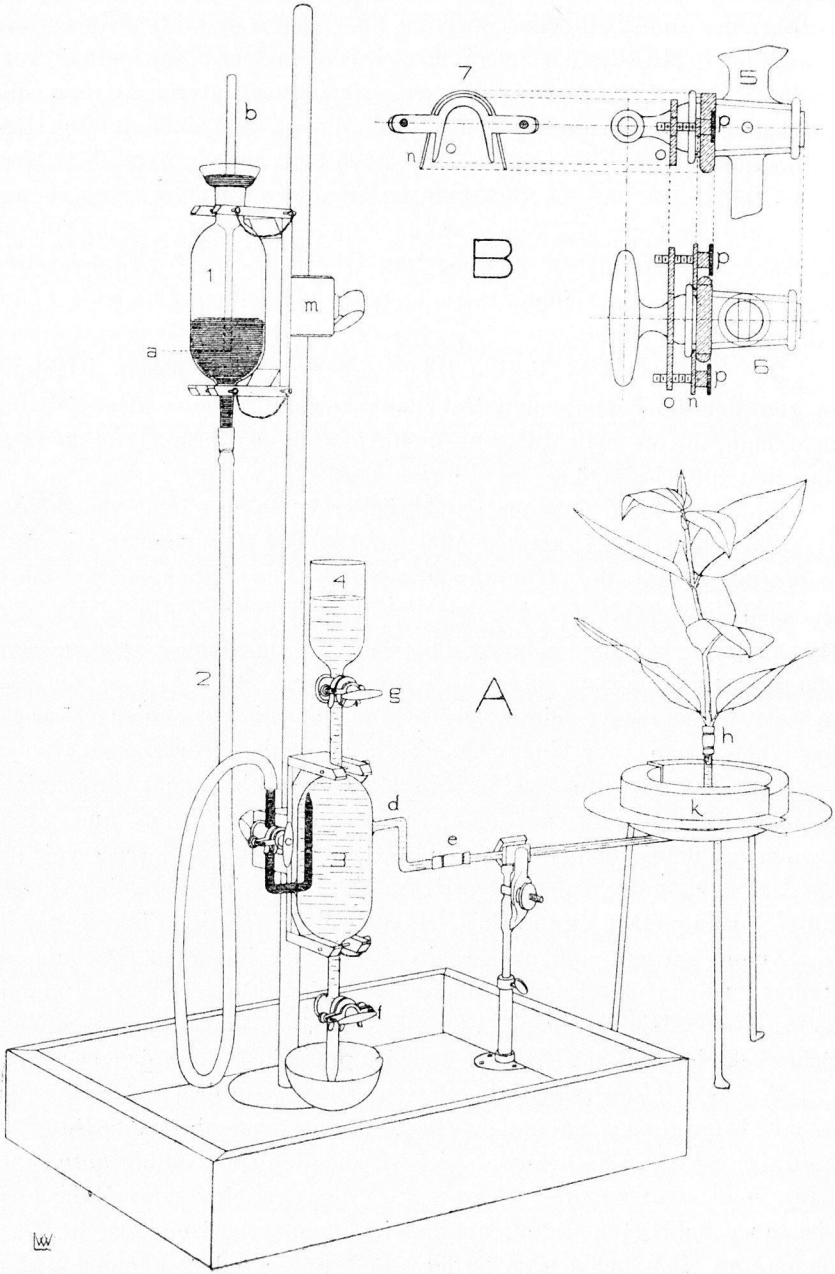
Das Volumen des in die Pflanze gepressten Wassers ist demjenigen der übergeflossenen Quecksilbermenge gleich. Die letztere kann man, so oft man will, aus dem Apparate entfernen und messen. Das sind die Hauptzüge der Einrichtung.

Ich gehe jetzt zu einer ausführlicheren Beschreibung des in der Figur abgebildeten Apparates über, und werde dabei zuerst die Aufmerksamkeit auf die Hauptfigur *A* zu lenken haben. Das obere Quecksilberreservoir (1) ist, wie aus der Figur ersichtlich, als Mariotte'sche Flasche eingerichtet, so dass in dem Niveau *a* stets atmosphärischer Druck herrscht. Das Rohr *b* ist im Halse des Reservoirs wie ein eingeschliffener Stopfen befestigt, und der grösseren Sicherheit wegen mit einem Quecksilberverschluss versehen.

Das aus dem Reservoir fliessende Quecksilber geht durch einen Kautschukschlauch (2) mit einer Wanddicke von 2,5 mm und einem Lumen von demselben Diameter, nach dem unteren Wasserreservoir (3), an dem auch die Pflanze befestigt wird. Es wird dort das Quecksilber hineingeführt durch ein U-Rohr, welches in der Figur sofort in die Augen springt, und ausserhalb des Reservoirs einen Glashahn (*c*) besitzt. Wenn die Pflanze Wasser aus dem Reservoir 3 aufnimmt, so wird ein gleiches Volumen Quecksilber über den Rand des offenen Schenkels der U-Röhre fliessen und sich unten im Reservoir ansammeln.

An diesem Reservoir befinden sich weiter noch drei andere Röhren: 1. das Rohr *d*, das nach der Pflanze führt, und oben am Reservoir befestigt ist, so dass dieses so viel wie möglich Quecksilber aufnehmen kann und nicht zu oft entleert zu werden braucht. Das Rohr biegt sich aber bald nach unten, um in ein offenes, horizontales Stück zu enden, an dem bei *e* Ansatzrohre befestigt werden können. Diese können also eine einfache Form haben und doch gestatten, die Schnitt-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0339-0



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0340-1

fläche der Pflanze in dasselbe Niveau mit dem offenen Rande des U-Rohres zu bringen. Für die Verbindung bei *e* wird derselbe dickwandige Kautschukschlauch benutzt, der auch das Quecksilber aus dem oberen Reservoir abführt. Die Wandung ist so stark, dass, auch wenn der Druck eine ganze Atmosphäre beträgt, die Ausdehnung nur sehr unbedeutend ist. Die Ansatzrohre können jede beliebige Gestalt haben, so dass man Zweige von jeder Dicke, oder selbst ganze Pflanzen mit ihren Wurzeln mit dem Apparate verbinden kann, oder auch Holzcylinder durch welche man Flüssigkeiten von oben nach unten pressen will. Auch macht die Benutzung langer Ansatzrohre es möglich die Pflanze in eine Glasglocke oder in einen anderen Apparat zu führen, der nöthigenfalls in ziemlich grosser Entfernung aufgestellt werden kann, während doch die Ablesung der Resultate am Hydrosimeter selbst möglich bleibt. In der Figur ist der Apparat abgebildet wie er benutzt wird zur Injection der Blätter von Calycanthus occidentalis.

2. Ein unteres Rohr, mit Glashahn (*f*), das zur Entfernung des übergeflossenen Quecksilbers aus dem Reservoir dient.

3. Ein oberes Rohr, mit Glashahn (*g*). Dieses Rohr trägt ein mit Wasser gefülltes Reservoir (4). Es dient dieses Wasser dazu, den Raum des Quecksilbers anzufüllen, das durch das untere Rohr abfliesst.

In Fig. *B* findet man eine Klemme abgebildet, welche jeder der drei Glashähne trägt, wie aus Fig. *A* ersichtlich ist. Der Apparat ist auf eine Atmosphäre als Maximumdruck eingerichtet. Das ist für viele botanische Untersuchungen wohl mehr als genügend, während der Benutzung eines höheren Druckes nichts im Wege steht, wenn auch vielleicht einige weitere Vorsichtsmassregeln nöthig sein sollten. Aber schon bei beträchtlich unter einer Atmosphäre bleibendem Drucke zeigt es sich dass die Hähne nicht mehr schliessen, und selbst die Hahnstopfen ganz hinausgepresst werden. Das kann jedenfalls nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt dass diese Stopfen eine conische Gestalt haben und ihre Löcher an den Rändern nie ganz glatt gearbeitet sind. Die Klemmen werden nun angebracht um diesen Fehler aufzuheben. Eine solche Klemme ist in Fig. *B* bei 5, 6 und 7 in drei verschiedenen Ansichten dargestellt. Sie besteht aus zwei kupfernen hufeisenförmigen Bügeln, die federnd um den Hals des Hahnes befestigt werden können. Der Bügel *o* umfasst den Hahnstopfen, der Bügel *n* hingegen das Rohr des Hahnes, in dem der Stopfen dreht. Man sieht, dass jeder Bügel zwei längliche Seitenstücke besitzt. Diese correspondiren bei den beiden Bügeln mit einander, und sind durch

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0341-7

zwei Schrauben (*p*) mit einander verbunden, so dass man die Bügel leicht in verschiedene Entfernung von einander bringen kann. Wenn eine solche Klemme an einen Hahn angebracht wird, kann man also den Hahnstopfen ganz sicher befestigen, während er doch bei guter Einfettung ganz leicht drehbar bleibt.

Für den hier beschriebenen Apparat habe ich ferner ein Stativ anfertigen lassen, worüber ich nur wenig zu sagen brauche, da die Einrichtung aus der Figur grösstentheils ersichtlich ist. Die Bodenplatte ist ein aus Eichenholz genau gearbeitetes Tablett von 39 cm Länge und 29,5 cm Breite; der niedrige Rand ist 4,5 cm hoch. Es ist also eine besondere Quecksilberwanne bei Benutzung dieses Apparates überflüssig. Auf diesem Tablett erhebt sich eine cylindrische, eiserne Stange von 1,5 cm Durchmesser und 1,12 m Höhe. Dieselbe ist in der Figur der Raumersparniss wegen zu niedrig gezeichnet. Das Quecksilberreservoir (1) kann also an dieser Stange so hoch geschoben werden dass der Druck mehr als eine Atmosphäre beträgt. Die beiden Reservoirs (1 und 3) sind beweglich an der Stange befestigt vermittelst leichter, hölzerner Träger, deren Einrichtung aus der Figur ohne Weiteres erhellt. Diese Träger sind auf durchlöcherte Holzklötze *m* geschraubt, welche an der Stange auf und nieder bewegt, und durch Schrauben festgesetzt werden können. Es ist ferner seitlich auf dem Tablett eine verstellbare Klemme angebracht, um die verschieden gestalteten, oft ziemlich langen Ansatzrohre unbeweglich zu befestigen. In der Figur sieht man übrigens bei *k* noch eine Einrichtung abgebildet, welche ich schon in meiner oben citirten Abhandlung beschrieb. Sie besteht aus zwei halbkreisförmigen Blechplatten, jede mit einer Ausbuchtung mitten im geraden Theile und einem hufeisenförmigen Wasserbehälter. Auf einem Dreifuss an einander geschoben, wie in der Figur, bieten sie also die Möglichkeit, eine Glasglocke über die Pflanze zu stülpen, während das Wasser in den Behältern die Luft in der Glocke feucht hält.

Es bleibt mir jetzt noch übrig, Einiges über den Gebrauch des beschriebenen Apparates mitzutheilen. Ich setze dabei voraus, dass man, wenn man den Apparat benutzen will, schon bei *e* ein für den geplanten Versuch geeignetes Ansatzrohr befestigt habe. Es muss jetzt zuerst das U-Rohr am Reservoir 3 mit Quecksilber gefüllt werden. Man schiebt dazu das Quecksilberreservoir (1) so hoch nach oben, dass der Gummischlauch (2) ganz gerade gestreckt ist, und es wird natürlich der Hahn *c* geöffnet. Man lässt nun das Quecksilber in einem dünnen Strahle hineinfliessen, bis das U-Rohr gefüllt ist. Dann

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0342-3

wird der Hahn *c* geschlossen, und der Gummischlauch auf dieselbe Weise weiter gefüllt. Ein dünner Quecksilberstrahl ist nothwendig, weil sich sonst in den engen Röhren leicht Luftblasen bilden. Die weitere Füllung des Quecksilberreservoirs kann später geschehen, und dabei ist ein dünner Strahl natürlich überflüssig. Auch der Quecksilberverschluss des Rohres *b* wird am besten erst wenn der Versuch anfängt hergestellt.

Es wird nun auf das freie Ende (*h*) des Ansatzrohres, das später die Pflanze aufnehmen wird, ein Trichter mit Gummischlauch befestigt. Der Schlauch muss eine solche Länge haben, dass man den Trichter etwas höher als das Wasserreservoir 4 heben kann. Man kann nun durch diesen Trichter, wenn die Hähne *c* und *f* geschlossen sind und *g* geöffnet, den ganzen Apparat leicht mit Wasser füllen. Man lässt dieses vorläufig nicht ins Reservoir 4 aufsteigen, sondern nur in dem Rohrstücke über dem Hahn *g* ein Niveau bilden. Dann wird auch dieser Hahn geschlossen und der Trichter entfernt.

Der Apparat ist nun so weit fertig, dass man die Pflanze in demselben befestigen könnte. Aber es ist wünschenswerth, erst eine Prüfung der Hähne vorausgehen zu lassen, wenigstens wenn der Apparat zum ersten Male benutzt wird. Denn bei nicht vollkommen schliessenden Hähnen würden selbstverständlich genaue Messungen der eingepressten Flüssigkeitsmengen unmöglich sein. Zu diesem Zwecke befestigt man statt der Pflanze in dem Gummischlauch bei *h* einen kleinen Glasstab, wobei man aufmerksam sein muss, dass sich daselbst keine Luftblase bildet. Es wird nun das Quecksilberreservoir (1) so hoch gestellt, dass der Druck eine Atmosphäre beträgt, und dann der Hahn *c* geöffnet. Weiter muss man den Hahn *g* vorsichtig einen Augenblick öffnen, so dass einige Quecksilbertropfen aus dem U-Rohr überfliessen, sich in dem Rohre über dem Hahn *f* sammeln, und daselbst ein Niveau darstellen. Dieses Quecksilberniveau und auch das Wasserniveau über dem Hahne *g* werden nun in irgend einer Weise an der Aussenseite der Rohre markirt, so dass Aenderungen sofort beobachtet werden können. Schliesslich legt man über das Reservoir 4 eine Glasplatte, um die Verdunstung des Wasserniveaus zu hemmen, und stellt man unter den Hahn *f* irgend ein leeres Gefäss. So überlässt man den Apparat, unter einem Quecksilberdrucke von einer Atmosphäre stehend, während 24 Stunden sich selbst, wobei es von Bedeutung ist die Temperatur nicht viel wechseln zu lassen.

Wenn nun alles gut schliesst, so bleiben das Wasserniveau und

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0343-8

das Quecksilberniveau über den beiden Hähnen constant und das unter den Apparat gestellte Gefäss leer. Sollte der Verschluss aber nicht vollkommen sein, so ist es ein leichtes, auszufinden, wo die fehlerhaften Stellen sich befinden. Ist der Verschluss der Gummischläuche bei *e* oder *h* nicht ganz fest, so sieht man daselbst Wassertropfen hervortreten, und zugleich das Quecksilberniveau über dem Hahne *f* sich heben. Aber wenn man diese Gummirohre sorgfältig, am besten mit dünnem Metalldraht, umwickelt, so braucht das keineswegs vorzukommen, und ist jedenfalls leicht zu verbessern. Was die Hähne anbelangt: sollte der Hahn *f* nicht schliessen, so findet man Quecksilber in dem untergestellten Gefässe; schliesst aber der Hahn *g* nicht genau, so findet man eine Hebung des Wasserniveaus über diesem Hahne und eine entsprechende des Quecksilberniveaus über dem Hahne *f*. Aber die Erfahrung lehrt dass es mit Hilfe der beschriebenen Klemmen sehr leicht ist derartigen Fehlern vorzubeugen, so dass man gewöhnlich nur festzustellen hat dass alles in der besten Ordnung ist. Sollte aber der Verschluss nicht vollkommen sein, so verbessert man zuerst den Hahn *f*, dann event. *g*. Nachdem man constatirt hat dass beide Fehler gehoben sind, können dann nur noch Fehler der Verbindungen bei *e* und *h* übrig sein.

Wenn man sich überzeugt hat dass der Verschluss vollkommen ist, schliesst man den Hahn *c*, um den Druck aufzuheben, entfernt den Glasstab bei *h* und fügt an dessen Stelle die Pflanze ein. Man muss dabei Acht geben dass die Schnittfläche des Zweiges sich in demselben Niveau befindet mit dem offenen Ende des U-Rohrs, und dass sie ausserdem unter dem Verbindungsschlauche im Glasrohr gut sichtbar ist. Nur so ist es möglich, sich davon zu überzeugen dass an der Schnittfläche keine Luftblasen haften. Der Verbindungsschlauch wird hier meistens aus gewöhnlichem Gummirohr ohne besonders dicke Wände hergestellt, und es wird so bei sorgfältiger Umwickelung die Verbindungsstelle einen Druck bis zu einer Atmosphäre ganz gut vertragen.

Wenn man nun das Quecksilberreservoir (1), nachdem es gefüllt ist, so hoch schiebt dass der gewünschte Druck erzielt ist, den Hahn *c* öffnet und das Reservoir 4 mit Wasser füllt, so kann der Versuch anfangen.

Es ist aber nöthig, vorher noch eine kleine Vorsichtsmassregel zu nehmen. Oeffnet man nämlich den Hahn *c*, während das U-Rohr im Reservoir 3 bis zum Rande gefüllt ist, so wird man, selbst wenn an der Stelle der Pflanze noch ein Glasstab sich befindet, einen oder zwei kleine Quecksilbertropfen über den Rand fliessen sehen. Dieses rührt daher dass selbstverständlich beim Eintreten des Druckes der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0344-4

ganze Apparat sich ein wenig ausdehnt. Die Gummiverbindungen bei *e* und *h* betheiligen sich aber daran nur sehr wenig; denn als ich einen Apparat benutzte, bei dem das Ansatzrohr für die Pflanze angeschmolzen war, zeigte dieses Ueberfliessen des Quecksilbers sich dennoch. Jedenfalls würde man aber auf diese Weise verfahrend einen kleinen Fehler machen, weil das Volumen dieser Tropfen nicht mit einem gleichen Volumen in den Zweig hineingepressten Wassers übereinstimmt. Der Fehler wird aber sehr leicht gehoben, wenn man dafür sorgt dass in dem Augenblicke, wo der Druck wirksam wird, der offene Schenkel des U-Rohres nicht ganz mit Quecksilber gefüllt ist; ist dies der Fall, so kann es beim Oeffnen des Hahnes *c* ein wenig steigen, ohne dass etwas überfliesst.

Diesen Zweck erreicht man, wenn man das Quecksilberreservoir einen Augenblick so weit nach unten schiebt, dass sich das Niveau in demselben unter dem oberen Rande des U-Rohres befindet. Die Einrichtung des Stativs ist eine solche, dass dieses von selbst erreicht wird, wenn man den Klotz *m* so tief senkt dass er den gleichen Klotz des unteren Reservoirs berührt. Man öffnet dann den Hahn *g*, so dass das Wasser aus Reservoir 4 frei zufliessen kann, und dann den Hahn *c*. Das Quecksilber zieht sich nun in dem Rohre ein wenig zurück, und Wasser tritt an seine Stelle. Man schliesst nun den Hahn *g* und stellt den gewünschten Druck durch Hebung des Quecksilberreservoirs bei offenem Hahne *c* her, wobei das Quecksilber im U-Rohre etwas steigt. Schliesslich lässt man durch vorsichtiges Oeffnen des Hahnes *g* oder *f* das Quecksilber bis zum Rande des U-Rohres aufsteigen, und der Versuch ist angefangen. Wie gewöhnlich in solchen Fällen kostet es viel weniger Zeit, diese Manipulation auszuführen, als die Beschreibung derselben zu lesen.

Man kann selbstverständlich während des Versuchs so oft man will die Menge der eingepressten Flüssigkeit messen. Zu diesem Zwecke wird der Hahn *c* erst geschlossen, und der Druck also einen Augenblick aufgehoben, was in den meisten Fällen wohl nicht schaden wird. Das übergeflossene Quecksilber kann dann ablaufen, wenn man die Hähne *f* und *g* zugleich kurze Zeit öffnet. Der Versuch kann sogleich fortgesetzt werden, wenn man den Hahn *c* unter Benutzung der oben beschriebenen Vorsichtsmassregeln wieder öffnet. Soll das Abfliessen des Quecksilbers leicht stattfinden, so darf das untere Rohr, in dessen Verlauf sich der Hahn *f* befindet, nicht allzu eng sein; das Lumen soll wenigstens 3 mm Durchmesser haben. Das abgeflossene Quecksilber kann dann und wann wieder in das Queck-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0345-0

silberreservoir gegossen werden, so dass man auch bei längeren Versuchen mit einer beschränkten Menge auskommt.

Die Grösse der über den freien Rand des U-Rohres fliessenden Tropfen ist von der Weite dieses Rohres abhängig, kann also bei verschiedenen Apparaten verschieden sein. Bei dem jetzt von mir benutzten hat das obere Ende des U-Rohres einen äusseren Diameter von etwa 2 mm. Hier ist das Volumen der Tropfen, das auch bei verschiedenem Druck sehr constant bleibt, 0,02 cm^3. Der Apparat kann also zu ziemlich feinen Messungen benutzt werden, zumal wenn man nicht das Volumen des übergeflossenen Quecksilbers, sondern die Zahl der Tropfen bestimmt. Bei solchen Versuchen hat man auch den Vortheil dass, während der ganzen Dauer derselben, der Druck fortwährend bestehen bleibt.

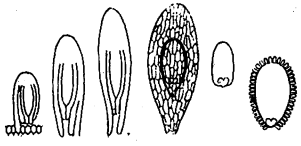
Der gläserne Theil des Apparates wurde nach meinen Anweisungen von der Firma J. C. Th. Marius in Utrecht angefertigt; das Stativ und die Klemmen aber von den Gehilfen des botanischen Institutes in Groningen, Herren J. Veenhoff und J. R. Weening.

Groningen, am 14. Sept. 1901.

Kleine Mittheilungen.

Die äussere Samenhaut der deutschen Drosera-Arten.

Die Samen von Drosera rotundifolia L. und Drosera longifolia L. enthalten in einer verhältnissmässig weiten Umhüllung einen kleinen Kern. Diese Umhüllung wurde von vielen Gelehrten als Samenmantel (Arillus) bezeichnet. Aber schon Endlicher (Genera plantarum 1836—1840 pag. 906) schrieb: „Rarius testa relaxata cellulosa, nucleum multo minorem includente". Dass diese Umhüllung thatsächlich die äussere Samenhaut ist, lässt sich leicht beobachten.



1 2 3 4 5 6

Fig. 1—4. Entwickelung der Samenknospe von Drosera rotundifolia L. und longifolia L. — Fig. 5. „Kern" ohne Samenhaut. — Fig. 6. Same von Drosera intermedia Hayne.

Die Samenknospen sind gegenläufig (Fig. 1). Deren Nabelstrang bis zum Nabel ist sehr kurz. Den Knospenkern umgeben zwei Hüllen. Der Aussenmund ist verhältnissmässig gross. Alsbald nach der Befruchtung vergrössert sich die ganze Samenknospe, im Besonderen das äussere Integument, und zwar letzteres durch die Streckung der Zellen (Fig. 2). Auf diese Weise kommt der „Kern" in die Mitte der äusseren Umhüllung zu liegen. Der Aussenmund ist auch im reifen Samen noch geöffnet (Fig. 4).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0346-6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 90

Autor(en)/Author(s): Moll J. W.

Artikel/Article: Das Hydrosimeter, ein Apparat, um unter constantem Druck Flüssigkeiten in Pflanzen zu pressen. 334-342