universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Zur Funktion der Hydathoden von Saxifraga

Schmidt, Herta

Innsbruck, 1930

II. Die Abscheidung mineralischer Substanz

urn:nbn:at:at-ubi:2-2614

selbst wieder einsetzt.

3.) Temepratur .

Sehr gering ist die Einwirkung der Temperatur auf den vitalen Vorgang der Exkretion; ihr bedeutender Einfluss auf das Zustandekommen eines günstigen S.D. ist selbstverständlich. Nach Nestler(13) guttiert Tropaeolum maius zu jeder Tageszeit noch bei 3,5° und 97%- 98 % relativer Feuchtigkeit der Luft. Ungehemmte Exkretion beobachtete ich an S.stellarés und S.Aizoon noch bei 8 % Temperaturen von 30 - 35° bei konstanten S.D. fördertensienicht augenfällig, sowohl im Thermostaten in dauernder Dunkelheit oder ständiger Belichtung, als auch im nach Süden gelegenen Gewächshause des Institutes im Tageslichte. Eine quantitative Erfassung der ausgeschiedenen Flüssigkeit mit Hilfe von Messkapillaren unterblieb, da die starke Kondenswasserbildung bei hohen Temperaturen zu fehlerhaften Werten führen musste.

II.

Die Abscheidung mineralischer Substanz .

A.

Der Exkretionsvorgang bei Topfpflanzen.

Eine von der Besprechung der Guttation gesonderte Behandlung der Exkretion fester Stoffe erwies sich als notwendig, da eine starke Ausscheidung mineralischer Substanz durchaus nicht immer mit lebhafter Wasserabgabe parallel läuft, wies sich an Topfpflanzen von S.mutata und S. Aizoon zeigen liess, die unter der feuchten Glocke grosse Mengen von Flüssigkeit absonderten, ohne dass ein sichtbarer

Rückstand hinterblieb.

Auch die im Nordhause stehenden Pflanzen liessen, besonders im zweiten Jahre ihres dortigen Aufenthaltes trotz ungeminderter Guttation einen deutlichen Rückgang in der Mineralstoffausscheidung erkennen. Schon Engler (3) macht auf diese Erscheinung bei der Kultur von Saxifraga aufmerksam. Dass es sich nicht um eine Erschöpfung des Bodens an Nährsalzen handelt, beweisen an der Mutterpflanze entstehende Tochterindividuen, die während ihrer Entfaltung grosse Mengen von Kalk abscheiden.

Diese Tatsache ist gleichzeitig ein Beleg dafür, dass die Absonderung fester Substanz, ebenso wie die Guttation vom Entwicklungszustande des Blattes abhängig ist, und im Stoffwechsel des jugendlichen Organs eine besondere Bedeutung zu haben scheint, die vielleicht im Sinne Stahls (18) auf der Entfernung schädlicher Stoffe beruht.

Daneben ist allerdings die Möglichkeit im Auge zu behalten, die starke Mineralexkretion wachsender Blätter auf die bei ihnen besonders lebhafte Durchströmung mit Nährsalzhaltigem Wasser zurückzuführen.

Zur Charakterisierung des Ausscheidungsvorganges, wie er an Topfpflanzen von S.Aizoon und S.mutata zu beobachten war, ist das plötzliche, ganz unberechenbare, sozusagen "stossweise" Auswerfen mineralischer Substanz im Guttasionswasser wichtig. Die Hochblätter am Blütenstiele von S.Aizoon, die während seines raschen Wachstums nur wenige Male guttieren können, sind von einem förmlichen Kalkpanzer bedeckt. Auch bei Laubblättern wurde ruckweise, starke Kalkabscheidung immer wieder beobachtet, besonders nach Guttations-

perioden, die gar keinen sichtbaren Rückstand hinterliessen.

Deshalb lassen sich auch über die Zeit, die die allbekannten Kalkschuppen des Blattes zu ihrer Entstehung brauchen, keine allgemein gültigen Werte angeben. Ein Beispiel möge eingeführt sein: eine kurz vor der Blüte stehende Topfpflanze von S.Aizoon, die im Nordhause den täglichen Schwankungen von Licht, Temperatur und relativer Feuchtigkeit der Luft und des Bodens ausgesetzt war, zeigte im Juni 1928 an ihren vom Kalke befreiten Blättern nach einmaliger Guttation über Nacht einen weissen Anflug. Bevorzugt sind wiederum die jüngsten Blätter; sie ersetzen den entfernten Kalk in ca.15 Tagen restlos. Bei älteren ist nach 28 Tagen kein Wachsen der Exkretschuppen mehr festzustellen, soweit es sich bei einiger Übung mit blossen Augen von Guttation zu Guttation an Hand von Skizzen feststellen lässt. Zu diesem Zeitpunkte bleibt die Menge der abgeschiedenen festen Stoffe noch beträchtlich hinter der des abgelösten Kalkes zurück. Da in Kultur genommene Pflanzen nach Einlass Englers (3) und meinen eigenen Erfahrungen sich in der Kalkproduktion stets als gehemmt erweisen, so ist es vielleicht möglich, dass an natürlichen Standorte schnellerer und völliger Ersatz erfolgt. ~~ist~~.

Derbisher häufig wegen seiner Kürze angewendete Ausdruck "Kalk" für die Gesamtheit der ausgeschiedenen festen Stoffe ist allerdings nur unter dem Vorbehalte berechtigt, dass das Exkret neben $CaCO_3$ noch eine ganze Anzahl anderer mineralischer Bestandteile hat, auch Spuren von Zucker fehlen ihm nie. Qualitative Untersuchungen von Saxifragaexkreten finden sich bei Unger (20). Auf seine quantitativen Angaben hingegen möchte ich wenig Gewicht legen; denn

bei den erwähnten Schwankungen im Mineralstoffgehalte der Ausscheidung können zur Kenntnis der Hydathodenfunktion nur Werte beitragen, die an ein- und demselben Individuum gewonnen wurden, unter Berücksichtigung seines Entwicklungszustandes und des herrschenden S.D.

B.

Versuche mit Wasserkulturen.

Um den Einfluss der gebotenen mineralischen Nahrung auf den Exkret-Charakter der kalkabscheidenden und nicht kalkabscheidenden Arten einigermassen verfolgen zu können, wurden Wasserkulturen von Saxifraga benützt. Da die Kenntnis des Gesamtverhaltens der Pflanzen in verschiedenen Nährlösungen nicht Endzweck der Untersuchungen war, sondern nur ein Mittel, die Tätigkeit der Hydathoden von einer neuen Seite zu beleuchten, so tragen die im folgenden besprochenen Experimente lediglich den Charakter von orientierenden Vorversuchen. Eine Bestimmung des pH-wertes der Lösungen unterblieb, ebenso die Wiedergabe von Versuchsprotokollen, die Einzelheiten der Entwicklung von Spross - und Wurzelsystem bringen.

Zur Anzucht der ausgetopften oder vom natürlichen Standorte geholten Pflanzen sind die Frühjahrsmonate Februar bis April am geeignetsten. Zu dieser Zeit werden schon in den ersten 5 Tagen neue Wurzeln gebildet. S. Aizoon ist am anspruchslosesten und gedeiht am besten in Knop'scher Nährlösung; ebensosogut sagt Knop Lösung S. rotundifolia und S. aizoides zu. S. mutata, gedeiht in ihr nicht immer gut. Am schwierigsten ist die Behandlung von S. stellaris. Knop schädigt sie schon nach wenigen Tagen. Variationen der Knop Lösung, die sich auf ihren Ca u. Mg-Gehalt bezogen, waren ergebnislos. Endlich

stellte sich die v.d. Crone Lösung als geeignet zur Kultur von S.stellaris heraus. Auch S.mutata verträgt sie gut. S. Aizoon geht darin zugrunde.

Die Guttation der Wasserkulturen erweist sich in der Regel als gehemmt. Es sind aber stets einige darunter, die eine ganz erstaunliche Menge Flüssigkeit von sich geben, häufig Exemplare mit auffallend gering ausgebildetem Wurzelsystem, ein Hinweis darauf, dass lebhafte Guttation nicht ohne weiteres eine erhöhte Wurzeltätigkeit zur Voraussetzung hat. Vielmehr scheint die Hydathode in ihrer Funktion bis zu einem gewissen Grade von der Wurzel unabhängig zu sein.

Die Exkretion mineralischer Substanz bleibt stets hinter der von Topfpflanzen zurück. Die während des Aufenthaltes in Knop sich entfaltenden Blätter von S.Aizoon sind oft tagelang frei von jeder Kalkabsonderung, bis nach ein- oder zweimaliger Guttation sich eine weisse Schicht über den Hydathoden bildet, ein neues Beispiel für die plötzliche, energische Mineralstoffabscheidung. Wiederholt sich der Vorgang nicht, so sind am ausgewachsenen Blatte nur diejenigen Hydathoden mit Kalk bedeckt, die im Zeitpunkte seiner Ausscheidung im exkretionsfähigen Zustande waren. Denkt man sich in Tabelle 1 (S. 7) die mit + bezeichneten Hydathoden als weisse Flecken, die übrigen kalkfrei, so hat man ein Bild vom Aussehen der Blätter.

Es sollte nun versucht werden, ob durch vermehrte Ca Zufuhr eine Zunahme der mineralischen Exkretion erzielt werden könnte. Zu diesem Zwecke wurden 1/3, 1/2, 2/3 des in der Knoplösung enthaltenen Mg SO_4 in je einer Versuchsreihe durch die isomolekularen Mengen von $CaSO_4$ ersetzt. Eine reichere Mineral-

stoffabscheidung, der in diesen abgeänderten Lösungen versetzten Pflanzen konnte nicht festgestellt werden. Doch möchte ich ausdrücklich betonen, dass dies nach dem Augenscheine gefällte Urteil erst durch quantitative Untersuchugen erhärtet werden müsste, die bei der geringen Konzentration des Exkretes und seiner kleinen Menge sehr zeitraubend und auch bei peinlichst genauer Durchführung vielleicht ergebnislos sein werden.

Mehr Erfolg dürften Konzentrationsbestimmungen der verschiedenen Exkrete nach der Bargerschen Methode der Dampfdruckvergleichung in Kapillaren versprechen, die Ruhland (16) erfolgreich bei seinen Untersuchungen der von Statice ausgeschiedenen Flüssigkeit benutzte. Gerade Wasserkulturen müssen zu solchen Versuchen sehr geeignet sein, da man sich jeder Zeit über die Konzentration der aufgenommenen Lösung unterrichten kann.

Neben einer Steigerung der gebotenen CaMenge fand auch eine Verminderung des CaGehaltes der Knoplösung Anwendung. $Ca(No_3)_2$ wurde wiederum stufenweise durch $Mg(NO_3)_2$ bezw. KNO_3 vertreten. S. Aizoon und S. mutata guttierten in diesen Lösungen gut; die Abscheidung mineralischer Substanz scheint nicht gemindert.

Die Kalkabscheidenden Saxifragaarten: S.Aizoon und S.mutata scheiden also auch bei variierten CaGaben Exkrete ab, die nicht merklich vom normalen verschieden sind.

In den gleichen Nährlösungen hinterlassen die Guttationstropfen der nicht kalkabscheidenden Art: S.stellaris, nie einen sichtbaren Rückstand: auch sie bewahrt den ihr eigentümlichen Exkretcharakter. S. rotundifolia verhält sich in der Regel ebenso. Nur ein einziges Mal zeigte sie in gewöhnlicher Knoplösung, unmittelbar

über den Hydathoden junger Blätter weisse Flecke. Ca war, wie die Flammenfärbung erwies, im Exkrete enthalten. Vielleicht sind gerade S. rotundifolia und daneben S. aizoides, die am natürlichen Standort häufig geringe Kalkmengen abscheiden, in Wasserkultur aber kalkfrei blieb zu weiteren Untersuchungen über die Beziehung zwischen mineralischer Nahrung und Exkretcharakter geeignet.

Um festzustellen, wie die Kalkexzernierenden Saxifragen einerseits, die nicht kalkexzernierenden andererseits auf einen völligen Entzug von Ca antworten, würde ihnen die Cafreie Amarsche Nährlösung geboten, die Benecke (1) zur Zucht von Algen anwendete. Die enthält im l aq.dest.:

0,5 g $NH_4 NO_3$;

0,35g KNO_3;

0,25g $MgSO_4$;

0,35g KH_2PO_4;

Spur Fe_2O_3.

Während S.Aizoon und S.mutata in dieser Lösung 2 - 3 Monate ohne Zeichen einer Schädigung lebten, verfärbt sich S.stellaris in ihr schon nach wenigen Tagen, Die Blätter werden graugrün und welken, die Wurzeln quellen auf und zerfallen.

Die Deutung dieser Erscheinung darf nur möglich bei einer genauen Kenntnis der Anforderungen , die S.stellaris an eine Nährlösung stellt. Ungünstiger pH Wert, Giftwirkung ihrgendwelcher Ionen infolge des Fehlens der Ca Ionen und a.m. könnten als Ursache für das Absterben der Pflanzen herangezogen werden. Ist tatsächlich der CaMangel das Ausschlaggebende, so müsste man die nicht kalkabgebende S.stellaris im Gegensatze zu den kalkabgebenden Arten als "kalkhungrig" ansehen. Verallgemeinern lässt sich diese Annahme aber

nicht: die ebenfalls keinen Kalk exzernierende S.rotundifolia erträgt Ca Entzug längere Zeit.

Während der Zeit kräftigen Lebens war die Guttation in der Ca freien Lösung bei S.Aizoon und S.mutata gut. Der mineralische Rückstand schwach, aber deutlich.

An Blättern von S. Aizzon fanden sich häufig beträchtliche Mengen einer Abscheidung, die sich auf den ersten Blick von dem normalen Exkret unterschied. Sie war nicht milchigweiss, wie dieses, sondern durchsichtig hell, grobkörniger und hygroskopisch. Die qualitative Untersuchung ergab starke Kaliumreaktion (Fällung als Kaliumhydrotartrat aus heisser salzsaurer Lösung durch saures Natriumtartrat). Da diese abnorme Abscheidung auch an abgestorbenen, braunen Blättern auftritt, ebenso an Blattstielresten von S. rotundifolia, hier auch bei Ernährung mit v.d.Crone, ist sie auf erhöhten Wurzeldruck unter den veränderten Ernährungsbedingungen zurückzuführen und steht mit der normalen Exkretionstätigkeit der Hydathoden in keiner Beziehung.

Neben der Wirkung, gänzlichen Kalziummangels auf dem Exkretcharakter wurde der Einfluss von Lösungen, die nur Ca enthielten untersucht. Sie sind aber zu diesem Zwecke nicht geeignet; denn die Guttation setzt in ihnen fast gänzlich aus. Vielleicht hat man es hier mit derselben Erscheinung zu tun, die Hansteen (8) bei Wasserkulturversuchen mit Weizen feststellte, nämlich eine durch Ca Ionen gehemmte Wasseraufnahme.

Wendet man dagegen die zu den benutzten Ca Lösungen äquimolaren Lösungen von Kaliumsalzen an (0,001 - 0.05mol Lösungen von KNO_3, K_2SO_4, KCl), so ist sogar bei noch höheren Konzentrationen die

die Ausscheidung der von Flüssigkeit sehr lebhaft und das zurückbleibende Exkret unterscheidet sich rein äusserlich nicht vom normalen. Leider lassen sich diese Versuche nur durch wenige Tage hindurch fortsetzen, da später die Guttation infolge von Ernährungstörungen aufhört.

Aus den an Topfpflanzen und Wasserkulturen gemachten Beobachtungen dieses Kapitels, dass die Exkretion mineralischer Substanz nicht jederzeit, sonderns stossweise erfolgt, dass sie in Beziehung zur Entwicklung des Blattes steht und dass der Charakter des Exkretes durch variierte Cagaben nicht merklich geändert wird, lässt sich auf eine Beziehung der Ausscheidung fester Stoffe zu inneren Stoffwechselvorgängen schliessen. Diese scheinen spezifisch sehr verschieden zu sein, wie ein Vergleich zwischen kalkabscheiden und nicht kalkabscheidenden Artenzeigt ubesonders das von dem Verhalten der anderen abweichende Absterben von S. stellaris in Ca freier Nährlösung.

Was die Hydatode liefert, muss also aus trophischen Geweben ~~ent~~stammen; wo die die Ausscheidung bewirkende Kraft zu suchen ist, soll im nächsten Kapitel besprochen werden.

III.

Zum Ausscheidungsvorgange.

Wie die meisten Epithemhydathoden zählt Benecke (2) auch die Exkretionsorgane von Saxifraga zu den passiven Filtrationshydathoden, bei denen durch den Gewebedruck die Guttationsflüssigkeit ausgepresst wird.

Dagegen betonen Neumann-Reichardt (14) und Kurt auf Grund

ihrer anatomischen Untersuchungen den drüsigen Charakter des Epithems, der sich nach Haberlandt (6) im Plasmareichtum und grossen, stark färbbaren Kernen ausspricht.

Es handelte sich also um die Frage: ist das Epithem eine Drüse oder nicht. Ist es selbständig zur Exkretion befähigt, oder ist seine Tätigkeit von der Mitwirkung anderer Faktoren abhängig. Von diesen kommen in Betracht:

1. Die Wurzeltätigkeit.

Um zu erweisen, ob und wie weit die Ausscheidung von der Mitwirkung der Wurzel abhängig ist, wurden unter Wasser abgeschnittene Srposse von S. stellares, S. aizoides und S. rotundifolia und Rosetten von S. Aizoon und S. mutata, in Brunnenwasser eingestellt.

Bei diesen wurzellosen Pflanzen wurde im dunstgesättigten Raume keine Guttation beobachtet, weder im Tageslicht, noch im Dunkeln oder bei dauernder künstlicher Belichtung. Auch Temperaturänderungen waren, wie nach Kapital 1 zu erwarten stand, nicht von Einfluss. Ebenso unwirksam erwies sich ein Ersatz des Wassers durch die den Pflanzen am besten zusagenden Nährlösungen, die aus den an Wasserkulturen gemachten Erfahrungen für jede Art bekannt waren, und durch verschieden konzentrierte Kalium-Lösungen, die wie im vorigen Abschnitte erwähnt, die Guttation bewurzelter Pflanzen förderten.

Nach 14 Tagen bildeten sich bei S. stellares und S. aizoides neue Wurzeln, nach 3 bis 4 Wochen bei S. Aizoon, sofort traten erst wenige, später mehr Hydathoden in Tätigkeit.

Um einem Irrtum vorzubeugen, müssen allerdings die Rosetten von S. Aizoon und S. mutata gegen die zugeführte Flüssigkeit gut mit Kakaowachs abgedichtet werden. Sonst steigt diese am kurzen Wurzelstumpfe und zwischen den Blättern empor, befeuchtet diese und macht

die Beobachtung etwa gebildeter Exkrettropfen unmöglich oder täuscht solche vor.

Nach diesen Versuchen scheint eine weitgehende Beteiligung der Wurzeltätigkeit am Exkretionsvorgange gesichert. Im Gegensatze dazu steht aber die auf S. 17 mitgeteilte Erfahrung, dass Wasserkulturen mit gering ausgebildeten Wurzelwerke häufig besser exzernierten, als Individuen mit reicher Wurzelbildung. Ausserdem gelang es in ganz vereinzelten Fällen bei S. mutata Tropfenausscheidung ohne Mitwirkung der Wurzeln zu erzielen durch Reduktion der Sprossmasse auf 2 - 3 Blätter.

Dies legte den Gedanken nahe, den Stillstand der Guttation nach Entfernung der Wurzeln nicht, oder wenigstens nicht allein auf den Ausfall einer durch die Wurzeltätigkeit dargestellten drückenden Kraft zurückzuführen, sondern dafür die durch die kleine Schnittfläche nur mangelhaft ermöglichte Wasserversorgung der Hydathoden verantwortlich zu machen.

Aus diesen Erwägungen heraus wurden Versuche mit einzelnen Blättern gemacht, bei denen der Wasserbedarf der Gewebe durch eine relativ grössere Schnittfläche leichter gedeckt werden kann.

Bei allen Untersuchungen dienten als feuchter Raum Petri-Schalen von 10 cm Durchmesser und 2 cm Höhe, deren Deckel mit feuchtem Fliesspapier ausgelegt war. Je nach der Länge der Versuchsblätter, die aufrecht in den Schalen Platz finden mussten, wurden sie manchmal bis über die Hälfte mit den entsprechenden Lösungen gefüllt, sodass sich die Luft ~~sich~~ bald mit Wasserdampf sättigen konnte. Jedes abgeschnittene Blatt wurde in einem im Mittelpunkte eines dünnen Korkscheibchens befindlichen Spalt ohne irgendwelche Quetschung befestigt, sodass es aufrecht auf der Schalenlösung schwamm und mit

seiner Schnittfläche in die Flüssigkeit tauchte. Abb. 4 S. 27 die sich zwar auf einem anderen Versuch bezieht, erläutert gleichzeitig das eben Gesagte. Die Schalen fanden, wenn nichts anders bemerkt in einem nach Süden gelegenen, ebenerdigen Raume des Institutes 1 m vom Fenster entfernt Aufstellung und wurden von der Nachmittagssonne getroffen.

Während Gardiner (4) an abgeschnittenen Blättern von S.mutata Exkretion beobachtete, betonte Kurt in seinem Vortrage, dass ihm dies nie "einwandfrei" gelungen sei. Berücksichtigt man aber die K in Kapitel I besprochene, bisher wenig beachtete Tatsache, dass die Hydathoden durch günstige Aussenbedingungen nicht jeder Zeit zur Ausscheidung zu veranlassen sind, sondern dass ein bestimmter Zustand der Pflanze, des einzelnen Blattes und des Exkretionsorganes selbst, Voraussetzung ihrer Tätigkeit ist, so ist es nicht mehr befremdend, wenn ein grosser Teil der Versuche mit isolierten Blättern, bei mir etwa 40 %, negative Ergebnisse liefert.

In Tabelle 3 sind Angaben über die Guttation der abgeschnittenen Blätter einer Rosette von S.mutata enthalten. Nur die ältesten, sicher nicht mehr exkretionsfähigen, blieben unberücksichtigt, da sie, ebenso wie die Blätter abgeblühter Pflanzen, mit ganz seltenen Ausnahmen auch isoliert nicht wieder in Tätigkeit gesehen wurden. Nach jeder Kontrolle, - der Zeitpunkt ist in der zweiten Längsreihe vermerkt -, wurden die abgeschiedenen Tropfen mit Filtrierpapier restlos abgesaugt, die Schale sofort wieder gedeckt.

Am 3. - 6. Tage nach Einbringen der Blätter in den feuchten Raum erfolgte in der Regel die erste Guttation. Die sich dann häufig wiederholende Absonderung von Flüssigkeit, die aus Tabelle 3

zu entnehmen ist - die Aufzeichnungen gehen sogar noch bis zum 23. IV., dann hat die Guttation auch bei äusserlich noch ganz frischen Blättern ein Ende erreicht - schliesst jeden Zweifel an der Möglichkeit der Exkretion ohne Beteiligung der Wurzel aus: auch einzelne Blätter exzernieren.

Die Zahl der gleichzeitig tätigen Hydathoden isolierter Blätter ist meist auf ein - zwei beschränkt, Höchstzahlen wie 8 sind Ausnahmen, während am Blatte der bewurzelten Pflanze zur selben Zeit durchschnittlich 6 bis 12 Exkretionsorgane arbeiten. (siehe Tabelle 1 S. 8), was uns bei der schon früher festgestellten grossen Bedeutung der Wurzeltätigkeit für den Exkretionsvorgang nicht wundern kann.

Eine deutliche Hemmung der Ausscheidung durch Dunkelheit, die auch Ruhland(16) bei dem Abscheidungsvorgange der Hautdrüsen von Statice nachwies, konnte wiederum festgestellt werden, im Gegensatze zu den Angaben von Gardiner (4), der ihr eine förderde Wirkung zuschreibt. Hier ist allerdings ein Irrtum sehr leicht möglich, da das im Dunkeln oft sehr reiche Kondenswasser sich häufig in Tröpfchenform auf dem Blatte niederschlägt und Exkretion vortäuscht. Deshalb wurden in meinen Protokollen nur diejenigen Tropfen als Exkrete angesprochen, die nach Absagen wiederholt am gleichen Orte erschienen, oder deren allmähliches Entstehen aus geringen Flüssigkeitsspuren verfolgt werden konnte.

Die an S.mutata gemachten Erfahrungen bestätigten sich bei S.Aizoon. Nur guttierten die abgetrennten Blätter seltener, 65 % aller Versuche war negativ. S.aizoides lieferte fast ebenso günstige Ergebnisse, wie S. mutata. Bei isolierten Blättern von S.rotundifolia konnte Exkretion nicht beobachtet werden. Treten an

abgeschnittenen Blättern von S.stellarés Exkrettropfen auf, so hat in der Regel an der Schnittfläche eine Neubildung von Wurzeln stattgefunden. Dies ist nach 14 bis 20 Tagen bei dem Tageslichte ausgesetzten Blättern sehr häufig der Fall, bei Dauerbelichteten oder Dunkelgehaltenen dagegen fast nie.

Nach den bisherigen Erfahrungen:1. Sprossen ohne Wurzeln guttieren nicht,; 2. isolierte Blätter guttieren, aber nur mit wenigen Hydathoden, war die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, dass die der Einwirkung der Wurzel entzogenen Hydathoden durch eine besonders gute Wasserversorgung in noch grösserer Zahl, wie an einzelnen Blättern beoachtet , zur Guttation veranlasst werden könnten.

Zu diesem Zwecke wurden die Hydathodentragenden Ränder vom übrigen Blatte abgetrennt. Auf die für die Exkretion sehr wichtige Tatsache, dass damit gleichzeitig der Blattgewebedruck zum grössten Teile ausgeschaltet wird, soll später in einem besonderen Abschnitte zurückgekommen werden.

Die isolierten Blatträndern wurden in kleine Blöcke aus nahezu unlöslichem Alabastergips, die zu diesem Zwecke mit furchenartigen Vertiefungen versehen waran, hineingesteckt. (Abb. 3a) ; diese fanden in niedrigen Petrischalen von 1 cm Höhe Platz. Die Wasserversorgung erfolgte durch die stets flüssigkeitsnachsaugenden Gipsklötzchen.In Versuchen, die über den Einfluss verschiedener Lösungen Aufschluss geben sollten, wurde Gips vermieden, bei dem ja stets mit einer Abgabe von Ca und SO_4 Ionen zu rechenn ist. Dann setzte ich die Blatträndер in der gewünschten aufrechten Stellung auf feuchtes Filtrierpapier, das seinerseits zwischen zwei schmalen Glasstreifen Halt fanden, denen durch ein zurückgebogenes Endstück ein sicherer Stand gewährleistet war. (Abb. 3b)

Muss man auch bei diesen Versuchen aus den vorhin dargelegten Gründen damit rechnen, dass häufig alle Hydathoden untätig bleiben, wie dies bei S. stellaris sogar die Regel ist, so lässt sich doch sagen, dass sie in ihrer Funktion gegenüber den Hydathoden abgeschnittener Blätter wesentlich gefördert sind.

Neben der zweifellos besseren Wasserversorgung der Hydathoden könnte für diese Hebung der Guttationstätigkeit der Wundreiz in Betracht kommen, da die exzernierenden Organe gar nicht weit von der beim Abschneiden der Blattränder erzeugten Verletzungszone liegen. Vielleicht konnte ein lokaler Blutungsdruck, wie ihn Molesch (12) als Folge von Kallusbildungen beobachtete, entstehen.

Zur Klärung der Frage sei folgendes bemerkt:
Schnittwunden, die in der aus Abb. 4 ersichtlichen Weise angebracht waren, regten in der Nähe liegende Hydathoden niemals zur Tätigkeit an. Hierbei wurde die Wasserversorgung der vom Leitungssysteme abgetrennten Ausscheidungsorgane von einem durch den Einschnitt geschobenen Filtrierpapierstreifen, der in Flüssigkeit eintauchte, aufrecht erhalten.

Da nach dieser Erfahrung die auffällig geförderte Exkretion der Hydathoden isolierter Blattränder nicht auf eine Einwirkung der Verwundung zurückzuführen ist, scheint die, durch eine relativ ~~Verletzung~~ grosse Schnittfläche ermöglichte, reichliche Wasserzufuhr zu den Exkretionsorganen das Ausschlaggebende an dieser Erscheinung zu sein. Nebenbei sei schon hier darauf hingewiesen, dass zur Erzielung des zur Tropfenausscheidung nötigen Druckes also schon sehr wenig Blattgewebe genügt. Auf diese Tatsache soll erst später näher eingegangen werden.

Alle sonstigen Versuche, die Hydathoden durch bessere Ver-

sorgung mit Flüssigkeit zur Tätigkeit anzuregen, schlugen fehl. Es erwies sich als ganz belanglos, ob die Blätter unter Wasser vom Sprosse getrennt wurden oder an der Luft, ob man die Schnittfläche während des Versuches Häufig erneuerte, oder dies nie geschah, ob sie vergrössert, oder die Ausdehnung des von ihr versorgten Gewebes durch Aufteilung des Blattes in einzelne Stücke verringert wurde. (Abb. 5a). Freiliegende Wundränder wurden mit Vaseline oder Kakaowachs verschlossen. Wider Erwarten erwiesen sich die Hydathoden solcher Blattstücke fast regelmässig als untätig. in der Längsachse halbierte Blätter guttierten häufig gut, ebensooft gar nicht. Wie weit die Ausbildung des Andernsystemes mit hereinspielte, war nicht zu entscheiden. (Abb 5a) Doch scheint die Ausscheidung von Flüssigkeit von diesem weitgehend unabhängig zu sein.

2. Kapillaritätswirkungen.

Es war dem Einwande zu begegnen, die Tropfenabscheidung abgeschiedener Blattränder sei überhaupt keine Exkretion oder Blutung, sondern eine rein physikalische Kapillaritätserscheinung, obwohl sie dann eigentlich bei ungefähr gleicher Steighöhe nach beliebiger Teilung des Blattes stets hätte auftreten müssen.

Es könnte aber immerhin sein, dass das durch die Schnittfläche eindringende Wasser im Kapillarsystem der Gefässe oder der Mesophyllinterzellularen aufsteigt und aus den Öffnungen des Systems, den Poren der Wasserspalten, zutgge tritt. Dafür scheint zu sprechen, dass auch aus den Hydathoden älterer, an der Pflanze nacht mehr exkretiosnfähiger Blätter Flüssigkeit austritt, dass sich die Gesetzmässigkeiten, die sich in Tab.1 und 3 in Zahl und

Anordnung der tätigen Hydathoden zeigen, nichtmmehr feststellen lassen. Häufig sind an jedem Blattrandstücke, gleichgültig von welcher Stelle des Blattes es genommen wurde, nahezu alle Exkretionsorgane in Funktion. Besonders oft wurde dies bei S.Aizoon bei Dauerbelichtung beobachtet; diese Erscheinung soll aber erst später eingehender besprochen werden.

Die eben gemachten Angaben stimmen insofern nicht ganz mit den Erfahrungen überein, die in Versuchen mit einzelnen Blättern gemacht wurden, als an Blatträndern mehr Hydathoden und auch die Hydathoden älterer Blätter arbeiten. Doch ist es durchaus möglich, dass in beiden Fällen die Exkretion nicht von den gleichen Geweben bewirkt wird, oder dass die veränderten Verhältnisse, die an der Pflanze schon nicht mehr exzernierenden Blätter wieder zur Tätigkeit anregten, oder dass die physikalische Komponente des Ausscheidungsvorganges durch die neuen Versuchsbesdingungen das Übergewicht erlangte.

Einem Vergleich zwischen der Guttationstätigkeit isolierter Blätter und abgeschnittener Blatträndер bringt Tab. 4. Doch möchte ich ausdrücklich betonen, dass zu solchen Gegenüberstellungen sich nur Experimente eignen, die zur gleichen Jahreszeit angestellt wurden, mit vergleichbaren Blättern und vergleichbaren Hydathoden, was aus Kapitel I. folgt.

Sämtliche Blätter einer Rosette von S. Aizoon wurden wiederum nach zunehmenden Alter von 1 - 26 nummeriert: Nr. 1, zu "Blattversuchen", Nr. 2, zu "Blattrandversuchen", Nr.3, wie Nr. 1 u.s.w. verwendet. Der Kürze halber sind in der Tabelle die Angaben über das zweite, vierte und s.w. Blattpaar gweggelassen; es ändert nichts am Allgemeinen Bild. Der abgeschnittene Rand eines Blattes ist, je

Nach dessen Grösse, in vier bis sechs Teile zerlegt, die mit römischen Ziffern bezeichnet sind. Die Zählung beginnt bei dem früher an der Blattbasis gelegenen Stücke und schreitet nach der Spitze zu fort. Mit den Indices r und l sind rechte und linke Blatseite als Ursprungsort des Randfragmentes gekennzeichnet. Freie Felder der Tabelle besagen: sämtliche Hydathoden untätig. Nach jeder Kontrolle wurde das Exkret abgesaugt.

Spricht der Tropfenaustritt aus den Hydathoden älterer, an der Pflanze nicht mehr exkretionsfähiger Blätter für die Mitwirkungvon Kapillarkräften am Ausscheidungsvorgange, so ist er doch keineswegs durch sie allein zu erklären. Sehr beamhtenswert ist in dieser Hinsicht schon allein die Tatsache, dass auch Hydatoden des isolierten Randes häufig nicht guttierend, obwohl, worauf früher schon hingewiesen, wurde, kapillarer Aufstieg von Flüssigkeit doch zu allen möglich ist.

In diesem Zusammenhange sei auch schon auf später zu besprechende Versuche hingewiesen, (die allerdings, wie auf S. 2 ausgeführt, nicht ganz einwandfrei sind) in denen es nicht gelang, Tropfenabscheidung aus künstlichen Öffnungen zu erzielen. Beruhte der Austritt von Flüssigkeit auf reiner Kapillarwirkung, so müsste sich doch die Hydathode ohne weiteres durch ein einfaches Loch ersetzen lassen.

Besondere Berücksichtigung verdient an dieser Stelle auch die zum Exkretionsvorgange benötigte Zeit: wie aus Tab. 4 ersichtlich, beginnen im dunstgesättigten Raume bei künstlischer Wasserzufuhr durch die Schnittfläche abgeschnittene Blätter nach 3 - 7 Tagen mit der Abscheidung von Tropfen, Blattränder schon nach 24 bis 48

Stunden. Es scheint also gute Übereinstimmung zwischen der Länge des von der Flüssigkeit zurückgelegten Weges und der dazu gebracuh - ten Zeit zu herrschen, was bei reiner Kapillarerscheinung verständlich wäre.

Ganz unregelmässig sind aber die Zeitspannen, während der ein abgesaugter Tropfen durch einen neuen ersetzt wird. Ein und dieselbe Hydathode eines isolierten Blattes odes Randstückes braucht dazu einmal 20 Minuten, einmal 3 Stunden, 4 Stunden oder die ganze Nacht. Irgendwelche Gesetzmässigkeit liess sich nicht feststellen; man konnte bei genügender Anzahl von Beobachtungen jeden Wert erhalten. Hierbei waren die äusseren Faktoren konstant.

Sehr bemerkenswert ist das folgende: Ich fand einige Male bei älteren, aber noch exkretionsfähigen Blättern von S.mutata ganz regelmässig alle 2 bis 3 Minuten einen neuen Tropfen an dem selben Exkretionsorgane vor. Der Ersatz erfolgte unentwegt durch lange Zeit hindurch.

Diese seltene Ausnahmeerscheinung könnte vielleicht dadurch erklärt werden, dass hier im Gegensatze zur normalen Guttation ein reiner Kapillarvorgang vorliegt. Denn wenn man animmt, dass das Austreten von Flüssigkeit aus den Hydathoden abgeschnittener Blätter und Blattränder auf kapillarem Aufstieg der Schwimmlösung beruht, so ist es nicht verständlich, weshalb in der Regel mehrere Stunden zum Ersatze eines Tropfens gebraucht werden, wenn dies, wie oben gezeigt wurde, innerhalb von 2 - 3 Minuten möglich ist. Ebenso unerklärlich sind dann auch die starken Schwankungen der Zeitdauer, sowohl beim einzelnen Individuum, als auch beim Vergleiche verschiedener Pflanzen.

Vielleicht lassen sich aber die ganz unberechenbaren Zeitverhältnisse eher verstehen, wenn man die Rolle des Epithems am Exkretionsvorgange berücksichtigt. Bei ihrer Besprechung soll deshalb nochmals darauf zurückgekommen werden.

3. Der Blattgewebedruck.

Lässt sich die Funktion d er Hydathoden, wie sie auch bei Ausschaltung der Saug- und Druckkräfte der Wurzel beobachtet wird, nicht ohne Mitwirkung lebender Zellen erklären, so braucht man diese nicht unbedingt im Epithem selbst zu suchen.

Pfeffer (16) betonte ausdrücklich, dass Guttation abgeschnittener Sprosse und Blätter kein Beweis für die Drüsennatur der Hydathoden seien. Durch gesteigerte Wasserzufuhr und gehemmte Transpiration könnte im Mesophyll ein Blutungsdruck entstehen, der Flüssigkeit durch die Poren der Exkretionsorgane auspresst.

Ein Bluten von verletztem Blattgewebe hatte ich, bei meinen früher besprochenen Versuchen mit abgeschnittenen Blatteilen oder durch Einschnitte verwundeten Blättern, öfters Gelegenheit zu beobachten. Es trat aber nicht in auffallendem Masse auf, und die Möglichkeit besteht, dass es immer in Beziehung zu durchschnittenen Gefässen stand.

Wenn der Blattgewebedruck bei Saxifraga nach dieser Beobachtung auch nicht besonders stark ausgeprägt zu sein scheint, so ist er doch zweifellos vorhanden und könnte für das Auspressen von Flüssigkeit aus Öffnungen, wie sie z.B. die Wasserspalten darstellen verantwortlich gemacht werden. Dient die Hydathode also dem Unter Mesophylldrucke stehendem Guttationswasser tatsächlich nur als Stelle günstigster Austrittsmöglichkeit, so müsste sie sich

durch ein künstlich angebrachtes Loch ersetzen lassen.

Zur Entscheidung, ob dies der Fall ist oder nicht, wurden mit einer feinen Nadel Einstiche in das Blatt gemacht, die Epidermis und Palisadenschichten durchsetzten und das Schwammparenchym noch eben verletzten, also die selbe Zone des Blattes, die auch die Hydathode enthält, mit der Aussenwelt verbanden. Allerdings ist damit zu rechnen, dass der negative Ausfall solcher Versuche durch Verstopfung des Stichkanales selbst oder der an ihn grenzenden Interzellularen vorgetäuscht wird, auch wenn das mikroskopische Bild keine kallusartigen Bildungen zeigt.

Da die Einstiche erst am folgenden Tage oder noch später durch Verfärbung kenntlich werden, wurden die Umrisse des zum Versuche benutzten Blattes bez. Blattstückes auf Seidenpapier aufgezeichnet, das beim Anbringen der Wunden aufgelegt und mit durchstochen wurde. Durch Vergleich ist dann jederzeit eine genaue Orientierung über die Lage jedes Stiches möglich, die auch unbedingt nötig ist, zur Entscheidung, ob nach Absaugen ein Tropfen immer wieder an derselben Stelle auftritt, oder ob er eine Kondenswasserbildung ist. Guttierte ein Einstich, so überzeugte ich mich stets mit dem Mikroskope davon, dass keine Verletzung eines Leitbündels die Ursache war.

An Topfpflanzen wurde in der Regel kein Tropfenaustritt aus künstlichen Öffnungen beobachtet. Allerdings lässt sich, wie schon früher erwähnt, ein Verschluss der Hydathoden nicht erzielen, sodass es immerhin möglich ist, dass alle überschüssige Flüssigkeit auf dem normalen Wege durch die Wasserspalte nach aussen tritt. Auch bei Stücken aus der Mitte des Blattes, die keine Hydathoden trugen, war

das Ergebnis das gleiche. Die Wasserversorgung erfolgte hierbei durch eine der Schnittflächen - die übrigen waren mit Kakaowachs verschlossen - in der bei den Versuchen mit Blatträndern angegebenen-Weise.

Dagegen konnten Tropfen, die nach mehrmaligen Absaugen immer wieder aus derselben Stichwunde ausgeschieden wurden, an Blattfragmenten von S. Aizoon und S. mutata festgestellt werden, deren Hydathoden mit Collodium oder Baumwachs verschlossen waren, was manchmal, nicht immer gelingt. Je ein Einstich befand sich in diesem Falle im Zwischenraume zwischen zwei Exkretionsorganen. An dieser Stelle ist man auch sicher, keine Gefässe zu verletzen, wie ein Blick auf den Verlauf der Adern in Abb. 5b. zeigt.

Eine Mitwirkung des Blutungsdruckes der umgebenden Gewebe bei der Tropfenabscheidung scheint also nicht auszuschliessen zu sein.

Leider lässt sich eine andere Möglichkeit, sich über die Bedeutung des Mesophylldruckes Klarheit zu verschaffen, seine völlige Ausschaltung, nicht verwirklichen. Denn es erwies sich als undurchführbar, dass Exkretionsorgan gänzlich vom einschliessenden Blattgewebe zu befreien, ohne die Epithemscheide oder das Epithem selbst zu verletzen, da die Hydathoden von Saxifraga nicht oberflächlich gelagert sind, wie z.B. die Drüsen von Statice, die Ruhland (16) durch Abziehen der sie trageneden Epidermis isolieren konnte, sondern das ganze Blatt bis auf die Schwammparenchymschichten der Unterseite durchsetzen.

Eine möglichst weitgehende Reduktion des Blattgewebes, in günstigen Fällen bis auf eine Zone von der Breite des halben Hydathodendurchmessers, lässt sich mit folgender Methode erzielen: mit

einer möglichst glattrandigen Glaskapillare, die wie ein Korbbohrer gehandhabt wird, schneidet man die Hydathode aus dem Blatte heraus, darf dabei allerdings den letzten Zusammenhang zwischen Exkretionsorgan und umgebendem Gewebe nicht lösen, da es sonst in der Kapillare stecken bleibt und ohne Verletzung nicht wieder herauszuholen ist. Mit einer sehr feinen Nadel oder einem Glasfaden konnte man schliesslich die noch zusammenhängenden Schichten durchtrennen.

Der Erfolg der Methode ist aber sehr von der Beschaffenheit des Blattes abhängig: bei älteren, derben Blättern von S.mutata und S. Aizoon ist sie bei einiger Übung gut anwendbar, bei zarten, jungen dagegen werden die Gewebe völlig zerrissen.

Da aber gerade die Hydathoden junger Blätternach den früheren Erfahrungen sich als die exkretionstüchtigsten erwiesen hatten, wäre ihre möglichst weitgehende Isolierung von besonderem Interesse gewesen. Man muss sich aber damit begnügen, mit dem Rasiermesser das sie tragende Blattstück möglichst stark zu beschneiden.

In der oben beschriebenen Weise aus dem Verbande des Blattes herausgelöste Hydathoden von S.Aizoon und S. mutata und Blattstücke der gleichen Arten mit je einer Hydathode, bei denen zur Erleichterung der Wasserversorgung die untere Epidermis abgezogen war, was ohne Verletzung der Hydathode möglich ist, da diese noch durch 2 bis 3 Schichten Schwammparenchym vom Hautgewebe geschieden ist, wurden in einer feuchten Kammer auf den verschiedensten Lösungen schwimmend unter dem Mikroskope beobachtet: Exkretion konnte unter diesen Verhältnissen nicht festgestellt werden.

Ebensowenig guttierten abgeschnittene, je ein Exkretionsorgan tragende Blattzähnchen von S. stellaris und S.rotundifolia,

die, in der aus Abb. 3b zu ersehenden Weise, im Dunstgesättigten Raume den verschiedensten Aussenbedingungen ausgesetzt waren.

Eine Ausnahme macht S. Aizoides. Abgeschnittene, eine grosse Hydathode tragende Blattstücke schieden öfters Tropfen ab. Ein entscheidender Einfluss der Aussenfaktoren auf dieser Erscheinung konnte nicht festgestellt werden.

Einzelne, vom Blatte getrennte Hydathoden exzernieren also in der Regel nicht. Dies spricht dafür, dass dem durch die Reduktion des Mesophylles zweifellos geminderten Drucke des umgebenden Gewebes eine Mitwirkung am Exkretionsvorgange zukommt.

Doch scheint das Eintreten oder Ausbleiben der Guttation nicht allein von ihm abhängig zu sein, was aus dem folgenden hervorgeht:

1. Isolierte Hydathoden arbeiten auch dann nicht, wenn ihnen sehr viel von dem sie einschliessenden Blattgewebe belassen wird.
2. Andererseits sind, wie schon früher erwähnt, die Exkretionsorgane auch sehr schmal abgeschnittener Blattränder in ihrer Tätigkeit nicht gehemmt, obwohl sie nur noch mit sehr wenig Mesophyll in Verbindung stehen.
3. Blattrandstücke mit ein oder zwei Hydathoden guttieren nicht, erst wenn sie mindestens 3 Hydathoden umfassen, scheiden ein oder zwei von diesen , manchmal sogar alle drei, Exkrettropfen ab.

Die aus diesen Befunden sich ergebende Abhängigkeit der Funktion einer Hydathode vom Vorhandensein anderer lässt es möglich erscheinen, dass vom Ausscheidungsorgane selbst Kräfte herrühren, deren Anteilnahme am Exkretionsvorgange nötig ist.

4. Über die Mitwirkung des Epithems an der Exkretion.

Auf Grund der Beobachtung, dass ein von den übrigen Hydathoden des Blattes getrenntes Exkretionsorgan, auch wenn es von einer breiten Mesophyllzone umgeben ist, nicht zur Tropfenausscheidung befähigt zu sein scheint, während miteinander in Verbindung stehende Hydathoden selbst nach weitgehender Entfernung des Blattgewebes noch guttieren, ist jedenfalls die Möglichkeit einer gegenseitigen Beeinflussung nicht auszuschliessen. Sie muss bei jeder ferneren Untersuchung über die Funktion der Hydathoden berücksichtigt werden.

Wie man sich diese wechselseitige Beeinflussung zu denken hat, darüber kann man nur Vermutungen äussern: Man könnte vielleicht annehmen, dass vom Exkretionsorgane selbst eine Saugwirkung auf die gebotene Flüssigkeit ausginge, dass die Saugkraft einer Hydathode, besonders wenn sie in ihrer Tätigkeit nicht mehr von der Wurzel unterstützt wird, nicht gross genug wäre, ihren Wasserbedarf zu decken, während dies durch Summation der von mehreren Hydathoden ausstrahlenden Kräfte ermöglicht würde. Diese Vorstellung würde auch das Bluten eines zwischen zwei verschlossenen Exkretionsorganen liegenden Einstiches verständlich machen: Er könnte dann als in einer Zone gesteigerter Wasserbewegung liegend angesehen werden.

Nachdem eben Gesagten ist mit einer gewissen Aktivität des Epithems zu rechnen. Für diese Annahme sprächen auch eine ganze Reihe in früheren Kapiteln behandelter Tatsachen. Die wichtigsten seien hier nochmals kurz angeführt:

1. Die Hydathoden sind nur in einer bestimmten Entwicklung tätig.

2. Auch in diesem exkretionsfähigen Zustande lassen sie sich durch äussere Faktoren nicht jederzeit durch Guttation veranlassen.

3. Ihre Tätigkeit ist bis zu einem gewissen Grade von der Wurzeltätigkeit und dem Blattgewebedruck unabhängig.

4. Künstliche Öffnungen guttieren nicht.

Ein einwandfreier Beweis für die tätige Mitwirkung des Epithems an der Exkretion ist schwer zu erbringen. In den auf Haberlandt (5) zurückgehenden Vergiftungsversuchen, die später häufig wiederholt wurden, ohne dass sich übereinstimmende Ergebnisse erzielen liessen, soll die Drüsennatur des Epithems dadurch erwiesen werden, dass nach Abtöten der Epithemzellen durch Gifte die Hydathoden ihre Tätigkeit dauernd einstellen, um

Um über das Verhalten abgetöteter Hydathoden von Saxifraga Aufschluss zu gewinnen, wiederholte ich die Haberlandt'schen Vergiftungsversuche an sämtlichen von mir untersuchten Saxifragaarten unter Anwendung der von ihm gebrauchten 0.1 % Lösung von Sublimatalkohol mit dem Erfolge, dass ein Teil der vergifteten Hydathoden ihre Tätigkeit einstellten, ein Teil auch weiterhin guttierte. Keine der beiden Erscheinungen war vorherrschend. Ähnliches wurde schon von Spanjer (17) beim Vergiften der Epithemhydathoden von Fuchsia festgestellt.

Wie im Kapitel 1 dargelegt, sind häufig noch eben exzernierende Hydathoden kurze Zeit darauf aus inneren, unbekannten Gründen dauernd in Ruhe. Man braucht also ein Aussetzen der Guttation in den oben angegebenen Versuchen, keineswegs auf den Vergiftungstod der Epithemzellen zurückzuführen. Ebensowenig scheint es berechtigt,

den Tropfenaustritt aus einer abgetöteten Hydathode als Beweis dafür anzusehen, dass eine passive Filtrationshydathode vorliege. Es wäre durchaus denkbar, dass die Ausscheidung der Flüssigkeit nach dem Vergiften des Epithems auf reiner Druckfiltration beruht, währnd sie vorher ein Produkt seiner Tätigkeit war.

Ausserdem sollte nach den früher Gesagten nicht ausser acht gelassen werden, dass tote Hydathoden vielleicht durch die Einwirkung benachbarter, lebender eigener Exkretion vortäuschen können. Vergiftet man dagegen sämtliche Hydathoden einer Pflanze, nimmt ihr somit jede Möglichkeit der Wasserabscheidung auf normalen Wege, so wird Flüssigkeit umso eher an Stellen des geringsten Widerstandes, den Wasserspalten, ausgepresst werden.

Es wurde darauf verzichtet, die Vergiftungsversuche auf abgeschnittene Blätter und Randstücke auszudehnen, ebenso darauf, dass Epithem durch andere Mittel zu töten; denn ein Einblick in die Arbeitsweise der Hydathoden ist doch auf diesem Wege nicht zu gewinnen.

Nachdem die einzelnen Faktoren, die für die Exkretion verantwortlich gemacht werden konnten, auf ihre Bedeutung für den Ausscheidungsvorgang untersucht worden sind, lässt sich sagen, dass die Funktion der Hydathoden ~~von Saxifraga~~ nicht von einem dieser Faktoren allein abhängig ist, dass abef sowohl die Wurzeltätigkeit, wie auch der Blattgewebedruck an der Ausscheidung mitwirken dürften - Kapillarkräfte vielleicht ~~auch~~ unter bestimmten Versuchsbedingungen - dass aber auch eine aktive Beteiligung des Epithems wahrscheinlich ist.

Zum Schlusse möhhte ich noch auf eine früher nur gestreifte Tatsache eingehen, die sich zwar auf Grund meiner Versuche nicht

deuten lässt, aber schon als Tatsache an und für sich interessant ist und, da sie sich streng auf eine der untersuchten Saxufragaarten beschränkt, wiederum darauf hinweist, dass die Funktion der Hydathoden nicht losgelöst von den übrigen Lebensäusserungen des Organismus geklärt werden kann.

An Blattrandstücken von S. Aizoon wurde festgestellt, dass die Hydathoden bei Belichtung mit 16 M.K. in 25 cm Entfernung ausserordentlich stark und häufig guttierten. Schon 3/4 Stunden nach Einschalten der Birne war eine ganze Anzahl der Exkretionsorgane in Tätigkeit, in einem Falle nach 5 Stunden sämtliche 126 Hydathoden der dem Lichte ausgesetzten Blatträndes.

Eine Steigerung der Belichtung (32 und 70 M.K. in 25 cm Entfernung) war nicht von wahrnehmbaren Einfluss. Am Tageslichte nicht exzernierende Hydathoden begannen, ins künstliche Licht gebracht, mit der Ausscheidung. Nach Löschen der Birne guttierten viele Hydathoden noch während der nächsten 2 bis 3 Tage in einem bei der bekanntlich hemmenden Wirkung der Dunkelheit erstaunlichem Masse weiter.

Die ganze Erscheinung war deshalb so besonders auffallend, weil sie bei keiner der anderen Saxifragaarten beobachtet werden konnte. Blatträndes von S.mutata arbeiteten bei dauernder Belichtung sogar schlechter als am Tageslichte. Auch abgeschnittene, ganze Blätter von S.Aizoon wurden in ihrer Exkretionstätigkeit vom künstlichen Lichte nicht gefördert, Einzelne Hydathoden niemals zur Ausscheidung gebracht.

Obgleich ein grosser Teil der von der Lichtquelle ausgehenden Wärmestrahlen von einer mit konzentrierter Alaunlösung gefüllten Glocke absorbiert wurde, ist es immerhin möglich, dass unter

dem Einflusse der Belichtung eine Steigerung der Temperatur der Blattstücke stattfand.

Ein in die Flüssigkeit der Petrischale eingelegtes Thermometer zeigte jedenfalls kaum um ein Grad höher als in der Luft des umgebenden Raumes, Werte zwischen 18 - 22°, die eine Zunahme der Guttation nicht rechtfertigten.

Nach den Angaben Lepeschkins (11) und Tröndles (20) wäre an eine Steigerung der Permeabilität des Plasmas für Wasser- und Salze bei künstlicher Belichtung zu denken. Wie Lepschkin betont, ist dagegen die Wasserabgabe bei Pilobolus im direkten Sonnenlichte gehemmt. Auch Blatträndер von Saxifraga Aizoon guttierten, der Sonne ausgesetzt, schlecht, meist gar nicht.

Ob man also die geschilderte Erscheinung auf eine spezifische Wirkung des elektrischen Lichtes zurückführen soll, oder auf Änderungen im Stoffwechsel der Zellen durch Licht an und für sich, kann nicht entschieden werden.

Zusammenfassung:

1.) Die Funktion der Hydathoden steht in Beziehung zum jährlichen Entwicklungsgange der Pflanze. Sie erreichtihren Höhepunkt kurz vor Eintritt der Blühperiode und hat mit diesem ein Ende.

2.) Durch Variation der Aussenbedingungen lässt sich in der Regel eine abgeblühte Pflanze nicht wieder zur Guttation veranlassen.

3.) Besonders bemerkenswert ist der hemmende Einfluss länger andauernder Dunkelheit auf die Guttation ganzer Pflanzen, isolierter Blätter und abgeschnittener Blatträndер.

4.) Starke Guttation und reiche Abscheidung mineralischer Substanz