

V o r t r ä g e.

Beiträge zur Physiologie der Pflanzen.

Von dem w. M. Prof. Dr. F. Unger.

(Mit 1 Tafel.)

(Als Fortsetzung der gleichnamigen Beiträge, Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften mathem.-naturw. Classe Bd. XII, S. 367.)

IV.

Studien über sogenannte Frühlingssäfte der Pflanzen.

Eines der wichtigeren Probleme der Pflanzenphysiologie ist der Nachweis der stufenweisen Ausbildung der organischen Verbindungen, welche die von den Pflanzen aufgenommenen Nahrungsstoffe durch den Assimilationsprocess erleiden. Bisher ist hierin auf dem Wege der Erfahrung nur Weniges bekannt geworden, der grösste Theil beruht auf Schlüssen, die man aus den allgemeinen Gesetzen der Chemie gezogen hat.

Allerdings bietet es mancherlei Schwierigkeiten dar, bei solchen Erfahrungen und Versuchen den passendsten Angriffspunkt zu finden, nicht immer sind Zeit und Gelegenheit für derlei Untersuchungen vorhanden, und am wenigsten liefert das gemässigte Klima taugliche Objecte. Meines Erachtens ist der aus verwundeten Pflanzentheilen von selbst ausfliessende Zellsaft (nicht Milchsaft) besonders geeignet als Grundlage für derlei Untersuchungen zu dienen. Während in den wärmeren Ländern eine Menge von Bäumen und Schlingpflanzen, von Palmen und anderen kräftigen Monokotyledonen bei Verletzung längere Zeit hindurch hinlängliche Mengen von Pflanzensaft ergiessen, findet dies im gemässigten Klima nur bei einer kleineren Anzahl einheimischer Pflanzen und das nur auf eine sehr kurze Zeit beschränkt Statt, und wir sind daher nur auf einige Ahornarten, die Birke und Weinrebe, beschränkt. Zwar zeigt das Holz noch einiger anderer Bäume und Sträucher im Frühlinge vor dem Aufbrechen der Knospen einen Saftreichthum, wie zum Beispiel

jenen von *Juglans regia*, *Juglans cinerea*, *Cornus sanguinea* u. s. w., es sind aber meist so geringe Quantitäten von Saft zu erhalten, dass man damit keine weiteren Untersuchungen anstellen kann.

Leider wissen wir über den Saft der Palmen, welcher in grosser Menge zur Weinbereitung verwendet wird, so wie über den ähnlichen Saft von *Agave americana* und von anderen Agave-Arten so viel als Nichts. Aber selbst mit dem Saft unserer einheimischen Pflanzen geht es uns nicht viel besser.

Ein Frühlingsaufenthalt in der Umgebung von Gratz in Steiermark verschaffte mir im vergangenen Jahre (1856) Gelegenheit hierüber einige Erfahrungen zu machen, die, wenn sie gleich wenig umfangsreich sind, doch so viel Werth besitzen dürften, um als Anknüpfungspunkt für weitere Untersuchungen zu dienen.

Es lag mir bei diesen vorzüglich an der Birke und an der Rebe angestellten Versuchen daran zu erfahren, von welcher Beschaffenheit im Allgemeinen der aus den gemachten Wunden des Holzkörpers austretende Saft sei und namentlich, wie sich der Gehalt von Zucker und Gummi zu den übrigen Bestandtheilen desselben verhalte, endlich ob die physicalischen und chemischen Eigenschaften des Frühlingsaftes an den verschiedenen Theilen der Pflanze in verschiedenen Zeiten sich verändern oder constant bleiben.

Hierzu war eine Reihe chemischer und physicalischer Untersuchungen nothwendig, welche ich grösstentheils im botanischen Garten und im chemischen Laboratorium des Joanneums unter freundlicher Mitwirkung des Hrn. Prof. Gottlieb ausgeführt habe, und deren Resultate ich im Folgenden kurz zusammenfassen werde.

Ich begann die Untersuchung mit einer hinlänglichen Quantität Birkensaftes, welcher aus einem mehr als 40jährigen Baume am 31. März gewonnen wurde. Derselbe wuchs auf Thonschiefer-Unterlage. Das etwa 2 Fuss über der Erde in den Stamm getriebene Bohrloch ging 2 Zoll tief und hatte einen Durchmesser von 2 Linien. Der ausgeflossene Saft, welcher innerhalb 10 Stunden 1 Litre füllte, war vollkommen klar, farblos und schwach süß schmeckend ¹⁾. Beim Hervortreten kamen von Zeit zu Zeit Luftblasen mit, was um so sicherer beobachtet werden konnte, als der Saft durch eine in das

¹⁾ Derselbe blieb in luftdicht verschlossenen Gefässen nach 15 Monaten noch ganz und gar unverändert.

Bohrloch gesteckte Glasröhre abzufließen genöthigt war. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes, welche durch das Pikrometer bewerkstelligt wurde, zeigte 1·0031.

Nach dem Eindampfen im Wasserbade stellte der Saft eine gelbliche syrupähnliche Flüssigkeit von angenehmen süßem Geschmacke dar. Mit gewöhnlichem Alkohol behandelt, der einen Theil der Flüssigkeit löste, gab sich der ungelöste Theil durch Trübung zu erkennen. Das Filtrat, welches die Zuckerlösung enthielt, liess indess auf dem Wasserbade abgedampft keine Zuckerkrystalle erkennen. Der auf dem Filter gebliebene Rückstand wurde mit destillirtem Wasser ausgewaschen. Das Waschwasser abgedampft, liess einen flockigen Niederschlag zu Boden gehen, der sich durch seine kleberige Beschaffenheit nicht undeutlich als Gummi zu erkennen gab, aber zugleich noch die löslichen Salze des Birkenstoffes enthielt. Die auf dem Filter gebliebene, trockene, pulverförmige Substanz wurde geglüht, wobei sich unter Ammoniakentwicklung ein nach angebranntem Horn riechender Gestank verbreitete, was auf einen Gehalt an Eiweiss schliessen liess. Die rückbleibende Asche enthielt phosphorsaure Salze.

Nach Verlauf einer Woche wurde an einem anderen Birkenbaume des botanischen Gartens der aus zweien in der Entfernung von ungefähr 3 Klafter über einander liegenden Bohrlöchern ausgeflossene Saft zur Untersuchung genommen. Jeder für sich aufgefangene Saft war von dem andern etwas verschieden. Mit alleiniger Berücksichtigung des specifischen Gewichtes verhielten sich dieselben folgendermassen:

Aus dem	9. April	10. April	12. April	14. April	16. April	17. April
oberen } Bohrloche	1·0042	1·0047	1·0045	—	—	—
unteren } Bohrloche	1·0053	1·0056	1·0058	1·0034	1·0044	— ¹⁾

Schon vom 14. April angefangen, versiegte der Saft aus dem oberen Bohrloche, während er aus dem unteren noch zu fließen fortfuhr und erst am 17. April auch hier zu fließen aufhörte.

¹⁾ Auch Knight und Biot fanden den aus demselben Bohrloche fließenden Saft mit der Zeit verdünnter.

Bei diesen Bestimmungen des specifischen Gewichtes der Birkenflüssigkeit habe ich es indess nicht bewenden lassen, sondern zu erfahren gesucht, ob dasselbe zugleich im Verhältnisse zum Gehalte an Zucker und anderen löslichen Kohlenhydraten stehe, zu welchem Zwecke ich mich der von Fehling ¹⁾ angegebenen Methode bediente.

Da hierbei vorzüglich darauf zu sehen ist, dass aller Rohrzucker so wie das vorhandene Gummi in Traubenzucker verwandelt wird, so musste die zu untersuchende Flüssigkeit durch längere Zeit — wenigstens durch 2 Stunden — mit Schwefelsäure gekocht werden, und es haben vorläufige Versuche bestätigt, dass weder das blosse Abdampfen noch eine Verkürzung der angegebenen Zeit allen im Birkensaft vorhandenen Rohrzucker in Traubenzucker zu umwandeln im Stande war. Der unter solchen Vorsichten auf den Gehalt an Zucker untersuchte Saft von 1·0042 spec. Gewichte, welcher am 9. April aus dem oberen Bohrloche der Birke erhalten wurde, zeigte in einem Versuche 0·94 %, im zweiten Versuche 0·95 % Zucker.

Der zur selben Zeit aus dem unteren Bohrloche erhaltene Saft von 1·0053 sp. Gew. hatte im 1. Versuche 1·2%, im zweiten gleichfalls 1·2% und im 3. Versuche 1·3% Zucker. — Ferner der am 14. April aus dem unteren Bohrloche ausgeflossene Saft von 1·0034 hatte 0·76% Zucker. Es geht somit aus diesen Versuchen hervor, dass in der That der grössere oder geringere Gehalt an Zucker, Gummi u. s. w. auf das specifische Gewicht des Saftes von Einfluss ist und dessen grössere oder geringere Consistenz bedingt.

Auf gleiche Weise stellte ich auch an mehreren aus den Schnittflächen von Reben hervorgequollenen Säften Untersuchungen an. Am 7. April zeigte der aus einer Rebe des botanischen Gartens aufgesammelte Saft nur ein sp. Gew. von 1·0003 — am 8. April 1·0009 — am 9. April 1·0011 und am 10. und 11. April ein sp. Gew. von 1·0012 ²⁾. Am 14. April wurde bei einer anderen Rebe der Saft an zwei durch 1 Klafter in der Höhe unterschiedenen Schnittflächen aufgesammelt und verglichen. Der aus der unteren Schnittfläche

¹⁾ Fehling, die quantitative Bestimmung von Stärkmehl mittelst Kupfervitriol. Ann. d. Chemie 1849, p. 109.

²⁾ Diese Beobachtung stimmt mit jener über die Zunahme des spec. Gewichtes des Saftes mit dem Vorrücken der Vegetationsperiode von E. Brücke angegebenen überein. (Über das Bluten des Rebstockes. Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 63, p. 184.)

erhaltene Saft hatte ein spec. Gew. von 1·0008, an der oberen nur ein spec. Gew. von 1·0001. Über die Genauigkeit der hier angegebenen Zahlen ist nicht zu zweifeln, da alle bei solchen Bestimmungen nothwendigen Vorsichtsmassregeln befolgt wurden. Dem entsprechend, liess der Saft von 1·0003 gar keinen merkbaren Gehalt an Zucker und in Zucker überführbare Bestandtheile, der von 1·0009 etwa 0·07%, — dagegen jener von 1·0012 spec. Gew. in einem Versuche 0·16%, in einem zweiten, der richtiger sein dürfte, 0·15% erkennen.

Man sieht also, dass die Rebe in Bezug auf ihren Frühlingsaft denselben allgemeinen Bestimmungen unterliegt, wie der Frühlingsaft der Birke.

Gerne würde ich dieselben Versuche auch noch auf mehrere Ahornarten ausgedehnt haben, allein wenn dieselben auch in den ersten Tagen des Aprils aus den Bohrwunden des Stammes Saft ausfliessen liessen, so verminderte sich derselbe kurz darauf nur zu sehr und hörte bald ganz auf. Es war somit das nöthige Material in dieser Zeit nicht mehr zu erlangen. Zur Vergleichung mit dem Frühlingsafte der Birke und Rebe mögen jedoch nachstehende Angaben nicht ohne Interesse sein. Der am 3. April aus drei verschiedenen Ahornarten gewonnene Saft verhielt sich folgendermassen: Das grösste specifische Gewicht hatte der auch sonst verhältnissmässig am süssesten schmeckende Saft von *Acer Pseudoplatanus* mit 1·0075, dem zunächst *Acer saccharinum* mit 1·0072 und endlich der gleichfalls noch bemerkbar süss schmeckende Saft von *Acer illyricum* mit 1·0053.

Für eine Anomalie, die ich mir bis jetzt noch nicht zu erklären weiss, muss ich es ansehen, dass ich aus dem Frühlingsafte des Bergahorns, welcher das höchste specifische Gewicht hatte, nur 0·306% Zucker abzusecheiden im Stande war, während dieser Saft doch bedeutend süsser schmeckte als der Birkensaft, dessen Zuckergehalt bis zu 1% stieg, es wäre denn, dass im Ahornsafte eine relativ viel grössere Zuckermenge mit einer sehr kleinen Quantität von Gummi verbunden ist, während im Birkensaft nicht nur das Umgekehrte stattfindet, sondern überdies noch die Summe beider Bestandtheile des Saftes jene des Ahorns um ein Namhaftes überschreitet.

Vergleicht man diese Frühlingsäfte mit den aus sogenannten Honigdrüsen der Pflanzen ausgeschiedenen Säften, von welchen mehrere Agave-Arten reichliche Quantitäten liefern, so finden wir

zwischen beiden eine grosse Übereinstimmung und können daraus entnehmen, wie wenig Unterschied bei der Bereitung derselben obwalten müsse. Nach Buchner ¹⁾ hat der aus den Nektarien der Blumen von *Agave americana* abgeschiedene Nektar nur ein spec. Gewicht von 1·050, der von *Agave geminiflora* nach Buchner jun. ²⁾ ein Gewicht von 1·090 und endlich jener von *Agave lurida* nach Anthon ³⁾ ein spec. Gewicht von 1·200 und obgleich keine quantitativen Analysen derselben vorliegen, so scheint mir doch, dass diese süsslich schmeckenden Nektararten und die obgenannten Frühlingsäfte wahrscheinlich nur im Gehalte von Zucker und einigen Salzen von einander unterschieden sind.

Bevor ich mir erlaube eine Erklärung der oberwähnten Thatsache, dass das specifische Gewicht des Frühlingsaftes aus den oberen Theilen der Pflanze geringer als aus den unteren ist, was der vorgefassten herrschenden Meinung gerade zuwiderspricht ⁴⁾, zu geben, will ich nur voraus noch das Verhältniss des Saftausflusses zur Knospen- und Blattentwicklung in Betrachtung ziehen.

Im Allgemeinen tritt bei den Baumpflanzen unseres Klima's die Saftfülle und der aus den Wunden erfolgende Ausfluss des Saftes schon lange vor dem Anschwellen der Knospen ein. Genauere Vergleiche der Beobachtungen mit Bezugnahme auf die gleichzeitigen Temperaturverhältnisse sind meines Wissens noch nicht gemacht worden. Die Saftfülle nimmt unstreitig eine Zeit lang allmählich zu, vermindert sich aber viel schneller als sie zugenommen hat und verschwindet mit dem Aufbruche der Knospen ganz und gar und kehrt im Verlaufe der Vegetationszeit in keiner Weise wieder zurück.

An der Birke, welche wegen der Grösse und Dauer der Saftfülle für die Beobachtung als ein besonders geeigneter Gegenstand gelten kann, verhielt sich die Sache folgendermassen. Reducirt man

1) Repertorium für Pharmacie XXXVII. (1831), p. 221.

2) Repertorium für Pharmacie LI. (1835), p. 326.

3) Repertorium für Pharmacie XLIII. (1832), p. 27.

4) Knight fand sowohl bei Sycomorus als bei der Birke den Saft von den oberen Theilen specifisch schwerer als von den unteren Theilen. Das Gleiche bestätigt Biot gefunden zu haben. Dagegen erhebt schon E. Brücke (Über das Bluten des Rebstockes, Annal. d. Phys. u. Chem. Bd. 63 (1844), p. 183) erhebliche Zweifel, indem der in senkrechten, seitlich nicht communicirender Röhren vorhandene Saft bei Verletzung derselben unmöglich nur aus dem Horizonte der Wunde ausfliessen kann.

die in verschiedenen Zeiträumen erfolgten Ausflussmengen auf ein gemeinsames Zeitmass, z. B. auf eine Minute, so fand ich am 31. März aus dem Borloche fliessen 12 Tropfen.

"	9. April	"	{ oben " 12 "	"	
			{ unten " 60, später 40 Tropfen.		
"	10. April	"	{ oben " 12 Tropfen.		
			{ unten " 60, später 40 Tropfen.		
"	12. April	"	{ oben " 75 }	Tropfen.	Die Blattspitzen traten bereits aus den Deckschuppen hervor.
			{ unten " 25 }		
"	14. April	"	{ oben " 0 }	Tropfen.	Die ersten Blätter entfaltet.
			{ unten " 25 }		
"	16. April	"	{ oben " 0 }	Tropfen.	Die Belaubung fortgeschritten, jedoch nicht beendet.
			{ unten " 20 }		
"	17. April	"	{ oben " 0 }	Tropfen.	Die Belaubung beendet.
			{ unten " 0 }		

Bei der durch den Schnitt verletzten Rebe ist der ganze Safterguss, das sogenannte Thränen oder Bluten, längst vorher beendet, ehe die Knospen sich entfalten. Merkwürdig aber schien mir der Umstand, dass, nachdem an einer und derselben Rebe die unteren Schnittflächen nach erfolgtem Thränen wieder trocken geworden sind, die Schnittflächen der oberen Äste erst zu Thränen anfangen, was gewissermassen mit dem am 12. April an der Birke beobachteten Säfteerguss in Einklang steht, indem auch hier gegen die Regel aus der oberen Wunde mehr Saft als aus der unteren in gleichem Zeitraume ausfloss.

Suchen wir nun eine Erklärung für diese Thatsachen, so können wir sie nur in der anatomischen Einrichtung der hier in Betracht kommenden Organe und in den Gesetzen der Erhaltung des Gleichgewichtes flüssiger Körper zu finden hoffen.

Ohne Zweifel ist die am Ausgange des Winters bei unseren Holzgewächsen erfolgende Umsetzung des im Holzkörper aufgespeicherten Amylums in Gummi und Zucker die Veranlassung einer stärkeren Endosmose der Wurzelzellen. In Folge dieser verstärkten Endosmose werden vorzüglich dem Holzkörper nach Massgabe der da aufgespeicherten Kohlehydrate und Proteinsubstanzen eine grössere Menge Saft zugeführt. Es erzeugt dies eben jenen Zustand von

Plethora, die wir ganz besonders in der Rebe und Birke und bei den tropischen Pflanzen vor der Blüthenentwicklung wahrnehmen. Diese grosse Anhäufung von Saft ist die einzige auslangende Quelle, welche für den darauffolgenden Process der Blatt- oder Blüthenentwicklung die nöthigen Mittel aufzubringen im Stande ist.

Der Saft ist anfänglich in den langgestreckten, spindelförmigen Holzzellen der Wurzel und der Rinde allein enthalten und tritt erst von da in die benachbarten Spiralgefässe über, die in denselben enthaltene Luft wird dabei herausgedrückt, zum Theile gewiss auch von der Flüssigkeit absorbirt ¹⁾ und so kommt es, dass bei Verletzung des Stammes monokotyledoner sowie dikotyledoner Pflanzen der Saft vorzugsweise nur aus den Spiralgefässen hervortritt. Die Kraft, womit dasselbe geschieht, kann nach vielfältig darüber angestellten Versuchen bis zum Drucke von anderthalb Atmosphären steigen.

Da die Aufnahme der rohen Nahrungsflüssigkeit durch die Wurzel stattfindet und von den Spitzen derselben nach aufwärts und von den unteren Theilen des Stammes zu den oberen aller Wahrscheinlichkeit nach fortwährenden Veränderungen unterworfen ist, die seine allmähliche Assimilation herbeiführen, so muss der Zellsaft der oberen Stammtheile durch eine grössere Menge assimilirter Substanzen, daher auch durch ein grösseres specifisches Gewicht vor dem Zellsafte der tiefer liegenden Theile ausgezeichnet sein. Dem widerspricht aber sowohl die an der Birke wie an dem Weinstocke gemachte Erfahrung, indem der von den höher gelegenen Wunden des Stammes ausgeflossene Saft durchaus ein geringeres specifisches Gewicht als jener von tiefer gelegenen Wunden zeigte. Es lässt sich indess diese Erfahrung mit der von unten nach aufwärts zunehmenden Assimilation recht wohl dadurch in Einklang bringen, wenn man erwägt, dass der von einer unendlich grossen Reihe über einander liegenden Holzzellen sicherlich bedeutend verschiedene Saft in ein und dasselbe von unten bis nach oben continuirliches Gefäss tritt, und bevor hier noch nach den Gesetzen der Diffusion eine gleichförmige Mischung zu Stande kommen kann, die concentrirteren specifisch schwereren Theilchen sich nothwendiger Weise

¹⁾ Die angestellten Versuche über den Gehalt von Luft des ausfliessenden Birkensaftes haben leider fehlgeschlagen und müssen daher unbeantwortet bleiben.

nach abwärts begeben, während die specifisch leichteren die oberen Partien der Flüssigkeitssäule einnehmen müssen.

Durch den Druck eben dieser kleinen Flüssigkeitssäulen, die sich nach der Menge der vorhandenen Spiralgefässe richten, ist auch die grössere Menge des aus den unteren verletzten Stellen ausfliessenden Saftes gegen die oberen von selbst verständlich. Aber auch hierin finden sich hie und da Ausnahmen, die nur dadurch zu erklären sind, dass Hemmungen mannigfacher Art, welche an den unteren Wunden eintreten, wie z. B. Verschliessung der Gefässe durch Turgescenz der nebenliegenden Elementartheile, Pfropfbildungen aus der Flüssigkeit beim Contacte mit der atmosphärischen Luft, parasitische Pilze u. s. w. ja, vielleicht selbst veränderte Richtung der Saftströmung, einen vermehrten Ausfluss aus höher gelegenen Wunden, oder wohl gar ein alleiniges Ausfliessen des Saftes daselbst bedingen können. Es kann daher nur die Aufgabe einer speciellen Untersuchung sein, für den gegebenen Fall die nächste Ursache solcher Anomalien der Saftführung aufzudecken, wozu jedoch nur in grosser Menge und unter verschiedenen Umständen angestellte Beobachtungen und Versuche ausreichen dürfen.

V.

Zur näheren Kenntniss des Honigthaus.

In den Naturwissenschaften haben seltene und mit auffallenden Eigenthümlichkeiten begleitete Erscheinungen von jeher die Aufmerksamkeit des Menschen erregt, und nach dem ihm angeborenen Triebe zu Deutungen und Erklärungen derselben Veranlassung gegeben. Gewöhnlich hatte die Schwierigkeit des richtigen Verständnisses hierauf keinen Einfluss, da es der Phantasie immerhin ein Leichtes ist, das für die Reihenfolge eines endgiltigen Schlusses Erforderliche aus ihren Mitteln zu ersetzen. Zu diesen das Interesse der Menschen in Anspruch nehmenden Erscheinungen gehört auch der Honigthau — ein auf Blättern und andern Pflanzentheilen zuweilen vorkommender kleberiger, süssschmeckender Überzug — eine Erscheinung, welche bald örtlich, bald weit verbreitet, um so eher die Aufmerksamkeit zu fesseln im Stande war, als damit mannigfache landwirthschaftliche und industrielle Beziehungen in Berührung

traten und daher die Ökonomen längst auffordern musste, seiner Natur und den Ursachen seiner Erscheinung auf die Spur zu kommen. In der That besitzt dieser Gegenstand schon eine so umfassende Literatur, dass es keines geringen Zeitaufwandes bedürfte, auch nur die wichtigeren Angaben und Mittheilungen über die Erscheinung und Ausbreitung u. s. w. zusammenzustellen, denn nicht blos in Europa, sondern auch in anderen Welttheilen ist der Honigthau bereits ein Gegenstand der Beobachtung geworden ¹⁾.

Im Allgemeinen kann man wohl sagen, dass der Honigthau mehreren ganz verschiedenen Ursachen seine Entstehung verdanke, wenn man alle auf den Pflanzen ungewöhnlich vorkommende kleberige und süßschmeckende Überzüge mit diesem Ausdrucke bezeichnen will, und dass, wie ich selbst einmal zu beobachten Gelegenheit fand ²⁾, Blatt- und Schildläuse daran sicherlich ihren Antheil haben.

Die für die Pflanzenphysiologie weit wichtigere Frage ist, ob der Honigthau auch als Secret, natürlich nicht von einem normalen Zustande der Pflanze bedingt, auf derselben auftreten kann. Analogien ähnlicher normaler Secretionen sind im Pflanzenreiche sehr verbreitet, doch gehen sie nicht unterschiedslos von jedem Pflanzentheile aus, sondern werden, wie bekannt, stets von besonders construirten Drüsenapparaten bewerkstelliget.

Erst im Jahre 1855 hatte ich wieder Gelegenheit die Erscheinung des Honigthaus, und zwar seltsam genug mitten in der Stadt Wien, zu beobachten. Es war in den letzten Tagen des Monats Juni als die sämmtlichen Blätter einer eben blühenden Linde des Klostersgartens der Herren P. P. Franciscaner derart mit einer syrupartigen dickflüssigen Substanz überzogen wurden, dass dieselbe in Form von Tropfen vom Baume herunterfiel und dadurch alle darunter befindlichen Gegenstände ohne Unterschied besudelte. Nicht blos die älteren Blätter, sondern auch die jungen Triebe zeigten diesen Überzug, der bis zum 5. Juli Tag für Tag an Intensität zunahm. Später

¹⁾ Unter andern gibt Bruce (Reisen etc.) von der Gin-Gin oder Gesse el Aube, einer am Ufer des Guanque in Ägypten wachsenden Grasart an: „an den Blättern einiger Pflanzen bemerkte ich etwas von einer klebrigen Feuchtigkeit, dergleichen man auf unseren Linden oder Ahornen antrifft, aber in weit geringerer Quantität; sie hat einen zuckersüßen Geschmack.

²⁾ Über Zuckerdrüsen der Blätter und einige von den Blättern überhaupt ausgehende Zuckerabsonderungen. Flora 1844, p. 41.

wurde auch ein zweiter Lindenbaum desselben Gartens vom Honigthau ergriffen, jedoch etwas schwächer als der erstere. Herr Pater Victor Michalovich, damals im Klostergebäude wohnend und mein Schüler aus der Botanik, machte mich auf dieses seltsame Ereigniss aufmerksam. Die mir von ihm überbrachten behälterten Zweige jener Linde zeigten den glänzenden Überzug in reichlicher Masse, ja sogar Spuren der tropfenweise daran angesammelten nun eingetrockneten Flüssigkeit. Von Blattläusen oder anderen Insecten war kaum etwas zu bemerken. Es erlaubten die Umstände nicht dieser Erscheinung die vollste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Glücklicher war ich dagegen in dem abgewichenen Jahre 1856, wo ich, auf meiner ländlichen Besitzung in der Nähe von Gratz lebend, in der zweiten Hälfte des Monates Juni neuerdings durch dieselbe Erscheinung überrascht wurde. Hier hatte ich zur Beobachtung dieses Phänomens nicht nur die hinlängliche Musse, sondern im chemischen Laboratorium des Joanneums in Gratz zugleich Gelegenheit einige in das Feld der Chemie einschlägige Untersuchungen vorzunehmen. Das Wichtigste, was ich bei dieser Gelegenheit über die Natur und Erscheinungsweise des Honigthaus erfuhr, enthalten nachstehende Zeilen, die ich nicht aus dem Gedächtnisse schreibe, sondern grösstentheils den zu jener Zeit niedergeschriebenen Notizen entnehme. —

Schon am Anfange des Monats Juni fingen die Blätter verschiedener Bäume und Sträucher eine von dem gewöhnlichen Aussehen veränderte Beschaffenheit zu erlangen. Sie waren auf ihrer Oberfläche mit firnissglänzenden Punkten bestreut, übrigens weder an Gestalt noch an Färbung alienirt. Gegen die zweite Hälfte des Monates war jene Erscheinung schon sehr augenfällig geworden, die glänzenden Punkte nahmen nicht blos an Grösse und Ausdehnung zu, sondern verflossen gegenseitig und vergrösserten so den fremdartigen Überzug, der gar bald sich zu grösseren und kleineren unregelmässigen Flecken ausdehnte. Besonders deutlich liess sich dies an solchen Bäumen und Sträuchern wahrnehmen, die an sonnigen Gehägen standen und daher dem directen Sonnenlichte und der Erwärmung besonders ausgesetzt waren.

Es war nunmehr kein Zweifel, dass man die Erscheinung eines eben sich ausbildenden Honigthaus vor sich hatte. Ich war nun darauf bedacht die Ausdehnung dieser Erscheinung sammt allen sie begleiten-

den Nebenerscheinungen so aufmerksam als möglich zu verfolgen. Es stellte sich hiebei gleich anfangs heraus, dass der Honigthau eine weit ausgedehnte Verbreitung hatte und in der ganzen Landschaft zu bemerken war, die ich auf meinen täglichen Fusswanderungen zu erreichen im Stande war. Überall waren es Bäume und strauchartige Pflanzen über deren Blätter er sich verbreitete, nur selten krautartige Gewächse. Die Intensität war jedoch nichts weniger als durchaus gleich und veranlasste mich nachstehende Verzeichnisse von Pflanzen zusammenzustellen, woraus jenes Verhältniss am besten sichtlich gemacht ist. Es zeigt sich daraus, dass keineswegs sämtliche Pflanzen vom Honigthau ergriffen waren, und dass es verhältnissmässig nur eine kleine Anzahl von Arten war, an welchen derselbe besonders deutlich auftrat.

In diese Kategorie gehörten namentlich:

Juglans regia.

Quercus pedunculata.

Prunus domestica.

Corylus Avellana.

Tilia europaea.

Carpinus Betulus.

Ligustrum vulgare.

Rubus Idaeus.

Evonymus europaeus.

Die Pflanzen, deren Blätter nur Spuren oder geringe Mengen von Honigthau an sich trugen, waren:

Crataegus Oxyacantha.

Acer campestre.

Prunus Armeniaca.

Fraxinus excelsior (nur an jungen Individuen).

Scrophularia nodosa

Aegopodium podagraria.

Rosa canina.

Frei vom Honigthau blieben durchaus nachstehende Pflanzen, welche in der Nähe der vorhergehenden standen:

Ribes rubrum.

„ *Grossularia.*

Syringa vulgaris.

Clematis Vitalba.

Mespilus germanica.

Betula alba!

Salix Caprea!

Populus tremula!

Berberis vulgaris.

Rhamnus Frangula.

Cornus sanguinea.

Viburnum Lantana.

Vitis vinifera.

Prunus avium.

Pyrus Malus.

„ *communis.*

Dies auf sorgfältige und mehrmals wiederholte Beobachtungen gegründete Verzeichniss von Honigthau tragenden und davon gänzlich freien Pflanzen, welche häufig hart neben einander standen, spricht keineswegs für solche nähere Ursachen, welche ausserhalb der Pflanzen liegen, sondern deutet vielmehr darauf hin, dass die Hervorbringung des honigartigen Blattüberzuges von den betreffenden Pflanzen aus selbst bewerkstelliget werde.

Ich bemerke hiebei nur noch, dass der genannte Überzug ausschliesslich die Oberseite der Blätter einnahm, und dass mit Ausnahme von *Juglans regia* nirgends Blattläuse auf den vom Honigthau ergriffenen Blättern, ja selbst nicht einmal deren zurückgebliebene Hautbälge zu bemerken waren. Von besonderem Interesse und vielleicht entscheidend für die Erkenntniss der nächsten Ursache dieser Erscheinung dünkte es mich, eine chemische Untersuchung dieser syrupartigen die Blätter überziehenden Substanz vorzunehmen. Da die Blätter von *Carpinus Betulus*, welche grösstentheils das Gehäge der Grenze meiner Besetzung an Rosenberge bei Gratz bildet, mir ein genügendes Material für eine derartige Untersuchung schon am 16. Juni zu liefern versprach, so machte ich mich doch an demselben sonnigen und warmen Tage daran, eine hinlängliche Menge mit jenem Firnissüberzuge versehenen Blätter zu sammeln. Dieselben sammt ihren Stielen ja selbst ganze junge Zweige, die einen solchen Überzug besaßen, wurden vom Stamme getrennt, in ein passendes Cylinderglas gebracht, mit destillirtem Wasser übergossen und unter beständigem Umrühren mit einem Glasstabe so lange mit dem Abwaschen fortgefahren, bis die zuletzt abgegossene Flüssigkeit vollkommen klar blieb. Das gesammte trübe Washwasser, welches wirklich den firnissglänzenden Überzug der Blätter aufgenommen hatte, was daraus zu erkennen war, dass dieselben nummehr ihr gewöhnliches Aussehen wieder erlangten, wurde nun auf das Filter gebracht, woraus eine zwar klare, aber etwas wenig gefärbte Flüssigkeit hervorging. Dieselbe auf dem Wasserbade bis zur Trockenheit eingedampft gab von 130 Hainbuchenblättern nicht mehr als 1.434 Grm. trockenen Rückstand. In der bereits ziemlich concentrirten bräunlichen Flüssigkeit unterschied man mit freiem Auge deutlich zweierlei Flocken: die grösseren waren körnig und zugleich mit grösseren Körnern bestreut, die kleineren stellten homogene Hautlappen dar, welche mehr oder minder zusammengerollt waren und bei ihrer Bewegung ein eigenthümliches

Schillern der Flüssigkeit verursachten. Ausserdem nahm man noch grössere prismatische Krystalle wahr. Alkohol liess die Flocken unverändert.

Die zur Trockenheit eingedampfte Flüssigkeit wurde jetzt mit etwas wenigem Wasser übergossen, aufgerührt und dann mit starkem Alkohol behandelt, worauf eine weissliche Trübung entstand, die bei vermehrtem Zusatze von Alkohol wieder verschwand. Die filtrirte Alkohollösung gab eine weingelbe Flüssigkeit, welche allen Traubenzucker enthielt, während die unlöslichen braunen Flocken auf dem Filter zurückblieben.

Um den Alkohol zu entfernen, dampfte ich nun die Zuckerlösung ab, löste sie wieder in viel Wasser und schritt nun zur Bestimmung des Gehaltes an Traubenzucker nach der Methode Fehling's mittelst einer zu diesem Zwecke bereiteten titrirten Kupferlösung.

Die gesammte durch Weingeist von dem Gummi geschiedene Zuckermenge betrug 0.263 Grm., was verglichen mit der untersuchten Menge der von den Blättern abgewaschenen Substanz von 1.434 Grm. 25.313 % Traubenzucker gibt.

Der auf dem Filter zurückgebliebene Rückstand, welcher vorzugsweise Gummi enthielt, wurde sammt dem Filter durch mehrere Stunden mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, um denselben in Traubenzucker überzuführen. Dieser flockige Rückstand löste sich vollkommen und nachdem er filtrirt war, wurde er mit Ätznatronlauge neutralisirt. Die Prüfung der Flüssigkeit auf Traubenzucker ergab 0.116 Grm., was bezüglich der ersteren Substanz 8.159 % entspricht.

Es enthielt daher der untersuchte Honigthau der Hainbuchenblätter 33.472 % Zucker und in Zucker überführbare Substanzen und 66.528 % andere in Wasser lösliche Körper.

Vom 16. bis 19. Juni dauerte die Erscheinung in demselben Masse fort und selbst ein kleiner Regen, welcher am letztgenannten Tage stattfand, hatte jenen firnissartigen Anstrich von den Blättern nicht gewaschen. Dagegen ging am 20. Juni ein heftiger Regenguss nieder, der die Reinigung der Blätter der Art bewerkstelligte, dass jede Spur von Honigthau verschwand. Besonders an den Wallnussblättern war längs der Mittelrippe, welche für das abfliessende Wasser eine natürliche Rinne bildete, aller fremde Überzug vollkommen gewaschen.

Trotz dieser meteorischen Reinigung stellten sich schon am folgenden Tage Nachmittags, d. i. den 21. Juni, welcher sehr heiter und warm war, auf den ganz und gar reinen Blattflächen einzelne kleine, punktförmige Flecken von Honigthau wieder ein und erwiesen sich, da hier alle fremdartige Einwirkung fehlte, somit unbezweifel als Secret der Blätter selbst. Dasselbe fand auch später mehrmals und zwar am Ende Juni so wie am Anfange Juli Statt, so dass das Auftreten von glänzenden Punkten auf der Oberfläche der durch Regen vorher gereinigten Blätter zu den regelmässig wiederkehrenden Erscheinungen gezählt werden muss.

Da ich nach meiner ersten Untersuchung des Honigthaus der Hainbuchenblätter nicht auf lange fortdauerndes regenloses Wetter rechnen konnte, indem dasselbe bereits durch volle 6 Wochen anhielt, so beeilte ich mich auch noch für eine zweite und dritte chemische Untersuchung das nöthige Material zusammen zu bringen. Es waren jedoch nur die Blätter von *Juglans regia* und *Quercus pedunculata*, welche durch die nöthige Quantität des Honigthaus ein einigermaßen sicheres Resultat zu geben versprochen, daher blos von diesen beiden Pflanzen am 18. Juni die Sammlung gemacht wurde.

Es wurde mit diesen Blättern auf die gleiche Weise wie mit jenen von *Carpinus Betulus* verfahren. Das Waschwasser der Eichenblätter ging wegen des Wachsehaltes, der demselben mechanisch zugeführt wurde, schwer durch das Filter und stellte zugleich eine bei weitem lichtere Flüssigkeit als das Waschwasser der Walnussblätter dar. Merkwürdig schien es, dass die letzteren selbst nach wiederholtem Waschen noch etwas Wachsglanz behielten, der selbst durch Anwendung von Weingeist nicht ganz entfernt werden konnte.

Die zur Trockenheit egedampften Waschwasser beider Pflanzen enthielten folgende Mengen:

499 Blätter von *Quercus pedunculata* gaben 0.892 Grm. feste Substanz, 56 Blättchen von *Juglans regia* gaben 2.435 Grm. feste Substanz. Jene 0.892 Grm. enthielten 0.391 Grm. Zucker und in Zucker überführbare Substanzen, die 2.435 Grm. trockener Substanz der Nussblätter enthielten 0.580 und 0.393 in Zucker überführbare Substanzen. In pCt. berechnet erhielten wir für jene 43.8% von diesen $23.82\% + 16.14\% = 39.96\%$.

Da nach dem am 19. Juni erfolgten Regengüsse wieder trockenes und heiteres Wetter eintrat, so war der auf kurze Zeit verschwundene

Honigthau bald wieder in der vorigen Ausdehnung, ja noch intensiver aufgetreten. Dies veranlasste mich mit den Blättern von *Juglans regia*, die mir in grosser Menge zu Gebote standen, und zwar mit den Blättern des nämlichen Wallnussbaumes, der mir zur früheren Untersuchung dienlich war, eine nochmalige Analyse vorzunehmen und sie mit noch grösserer Sorgfalt durchzuführen. Ich gebe die Resultate davon in nachstehender Tabelle, worin ich auch die Zahlenverhältnisse der früheren Untersuchungen vergleichungsweise zusammengestellt.

Die Versuchs- Pflanzen waren	Zeit der Einsamm- lung	Zahl der Blätter oder Blättchen	Gesamtblattfläche in Quadratzoll	Gaben i. Wass. lösl. Sub- stanz eingetrock. Grm.	Dieselbe enthielt in Gramm				Dieses in pCt. berechnet			
					Trauben- zucker	Gummi	Unlösliche Substanzen	Manit, Salze u. s. w.	Trauben- zucker	Gummi	Unlösliche Substanzen	Manit, Salze u. s. w.
Carpinus Betulus	16. Juni 1856	130	424	1.434	0.263	0.116			25.313	8.159		
Quercus peduncul.	16. Juni 1856	179	499	0.892	0.391				43.8			
Juglans regia	18. Juni 1856	56	626	2.433	0.580	0.393			23.82	16.14		
Juglans regia	26. Juni 1856	33	323	0.329	0.133	0.105	0.004	0.283	25.32	19.83	0.75	33.88

Wenn schon in den angeführten Erscheinungen eine Menge Thatsachen liegen, welche für diese Fälle den Honigthau als eine Se- und Excretionssubstanz der Blätter höchst wahrscheinlich machen, so lag es mir doch sehr daran durch positive Beweise die Richtigkeit dieser Ansicht ausser Zweifel zu setzen.

Zu diesem Zwecke schloss ich sowohl abgepflückte als am Baume befindliche von allen parasitischen Thieren reine Blätter zwischen zwei etwa eine Linie von einander abstehende Glasplatten hermetisch ein. Die bereits darauf befindlichen punktförmigen Honigthautröpfchen wurden ihrer Zahl, Lage, Grösse und Form nach genau markirt und darüber ein Tagebuch geführt. Zu meinem grössten Leidwesen stellten sich aber in der Folge weder Argumente für die secretive Natur des Honigthaus noch gegen dieselbe heraus.

Die untersuchten Blätter blieben in beiden Fällen durch längere Zeit frisch und lebenskräftig, aber es trat weder eine Vergrößerung noch Veränderung an jenen Honigthaupunkten ein, ja es zeigte sich vielmehr schon nach einigen Tagen ein Verschwinden derselben. Da es auf diese Art nicht ging, stellte ich den Versuch in anderer Weise an, welche mir durch die Natur selbst angedeutet wurde, freilich ohne dabei einen Abschluss von Insecten bewirken zu können. Ich wusch nämlich mit destillirtem Wasser sorgfältig mehrere wohlbezeichnete Blätter des oft genannten Wallnussbaumes, und beobachtete nun die vollkommen gereinigten Blätter mit besonderer Berücksichtigung der Blattläuse, welche sich allerdings hie und da auf den Versuchsblättern einstellten, jedoch bei jedesmaliger Beobachtung, welche mehrmals des Tages stattfand, immer wieder davon entfernt wurden. Die zum Versuche gewählten Blätter waren übrigens die vom Stamme entfernten, und es konnten daher nicht leicht von andern darüber befindlichen Blättern Tröpfchen, wenn auch noch so klein, auf sie herunterfallen. Nichtsdestoweniger boten auch diese gewaschenen Blätter schon nach 6 Stunden hie und da sehr kleine glänzende Punkte von Honigthau dar, die sich vor Ablauf von 24 Stunden bedeutend vergrößerten und zu denen sich noch viele neue gesellten.

Dies so wie die ähnliche Erscheinung, welche sich jedesmal kurz darauf nach jedem Regen einstellte, scheint mir nach allen seinen Nebenumständen betrachtet, mehr zu Gunsten einer Secretion von Seite des Blattorganes als zu Gunsten einer fremdartigen zufällig auf die Blätter gelangten Substanz zu sprechen.

Ich kenne die Exeremente der Blattläuse in ihrer chemischen Zusammensetzung zu wenig genau, um nicht auch von daher ein Argument für den Honigthau als Erzeugniss der Blattsubstanz nehmen zu können. Zwar ist es gewiss, dass Zucker in den meisten Fällen in den Darmexcrementen der Blattläuse vorhanden ist, und es ist ja eben dieser Umstand, welchen andere Insecten, besonders Ameisen, in deren Nähe lockt, da sie zum Theil von diesen süßen Excrementen leben, es scheint mir jedoch unwahrscheinlich, dass auch das so leicht verdauliche Gummi, welches sie mit dem Pflanzensaft in geringer Menge aufnehmen, als Residuum der Verdauung und zwar, wie oben gezeigt, in so bedeutender Menge ausgeschieden werden soll. In diesem Falle würde der so namhafte Gummigehalt des Honigthaus eher auf eine Secretion der Blätter als auf eine Excretion der Blattläuse hinweisen.

Es ist endlich eine allgemeine Regel, dass der Honigthau nur an der Oberseite der Blätter erscheint. In den beiden in dieser Schrift von mir erwähnten Fällen war es so. Bemerkt man den Honigthau ja zuweilen ausser der Oberseite auch auf der Unterseite der Blätter, so ist er sicherlich durch Berührung eines nachbarlichen mit Honigthau versehenen Blattes dahin gelangt, was um so evidentester ist, als er da nie in Form von Tröpfchen, sondern als verwischte Flecken auftritt. Jede leise Bewegung durch Erschütterung bei Bewegung der Luft ist dies zu bewerkstelligen im Stande.

Diese Erscheinung lässt sich mit den Excretionen der Aphiden schlechterdings nicht in Einklang bringen. Sollte der Honigthau von der Anwesenheit jener Thiere auf denselben oder den benachbarten Blättern herrühren, so müsste man ihn auf der Unterseite eben so häufig als auf der Oberseite derselben wahrnehmen, ja man würde sogar nach der bekannten Lebensweise der Thiere auf der Unterseite der Blätter ihn vorzüglich hier beobachten müssen. Auch ein Übertragen des Honigthaus aus der Entfernung, etwa dadurch, dass derselbe von den Aphiden mit grösserer oder geringerer Gewalt aus dem After fortgespritzt würde, stösst auf dieselben Schwierigkeiten bei der Vergleichung mit den beobachteten Thatsachen.

Endlich sind das meist verstreute Auftreten der Anfänge des Honigthaus die Vertheilung über die ganze Blattfläche, so wie die allmähliche Vergrösserung der Tröpfchen sicherlich noch Momente, die für die secretive Natur des Honigthaus sprechen. Nach allem dem lässt sich somit wenigstens für eine gewisse Reihe von Erscheinungen der Honigthau nur als eine Excretion der Blattsubstanz ansehen, und es erscheint vor allem die Epidermis der Oberseite der Blätter, welche diese Function vollführt, was sehr wohl durch den eigenthümlichen Bau derselben und durch die an dieselbe sich anschliessende Gruppierung der Elementartheile der Blätter dereinst sicher ihre Erklärung finden wird.

Neuerlichst hat Herr Th. Gümbel eine von den früheren Ansichten abweichende Theorie der Bildung des Honigthaus vorgebracht ¹⁾. Er will den Pollen, welcher zufällig auf die Epidermis der Blätter fällt, als nächste Ursache jener Erscheinung ansehen.

¹⁾ Über die Entstehung und das Wesen des sogenannten Honigthaus. Jahresbericht der k. Landwirthschafts- und Gewerbschule zu Landau in der Pfalz für das Studienjahr 1853/56.

Es kann hier nicht meine Absicht sein, in eine Kritik dieser Anschauungsweise einzugehen, noch weniger Thatsachen vorzulegen, die für oder wider diese Theorie sprechen. Jedenfalls scheint es mir aber der Mühe werth zu sein, bei einer wiederholten Gelegenheit der Beobachtung jenes interessanten Phänomens auch der Schicksale der zufällig in den flüssigen und klebrigen Honigthau gelangenden fremden Körper, namentlich des Pollens nachbarlicher Pflanzen mit grösserer Aufmerksamkeit zu gedenken, als es bisher geschehen ist.

VI.

Öffnen und Schliessen der Spaltöffnungen bei Pflanzen.

In den inductiven Wissenschaften muss man häufig froh sein, durch die Feststellung einer Thatsache auch nur einen kleinen Schritt vorwärts gethan zu haben.

Die Pflanzenphysiologie, eine in der Entstehung begriffene Wissenschaft, steht noch auf so schwankenden Füßen und hat noch eine so wenig solide Unterlage, dass eine Erfahrung, welche als Anhaltspunkt für weitere Forschungen und als gesicherte Grundlage von Schlüssen verwendet werden kann, immerhin einigen Werth besitzt.

Dieser Fall ist mit der Erkenntniss von den Veränderungen, welche jene mikroskopisch kleinen, aber zahlreichen Öffnungen der Pflanzen, welche man Spaltöffnungen nennt, in Folge verschiedener Einflüsse im täglichen Lebensgange erleiden.

Bisher ist es der Anatomie zwar gelungen, den Bau jener kleinen Spiraecula ausfindig zu machen, die Entstehungsweise zu verfolgen, auch die Zahl, Grösse und Vertheilung derselben über die Oberfläche der Pflanze zu ermitteln. Sie hat durch vergleichende Untersuchungen in Erfahrung gebracht, dass dieselben bei verschiedenen Pflanzen sowohl ihres Vorkommens als ihrer Form nach sehr grossen Abänderungen unterworfen sind; sie hat aber zugleich nachzuweisen gesucht, wie dieselben in allen Fällen mit den Lufträumen des Innern der Pflanze in Verbindung stehen, gleichsam ihre Öffnungen nach aussen darstellen, und für den Verkehr der luftförmigen Körper, welche die Pflanze umgeben und in ihr enthalten sind, die einzigen directen und unmittelbaren Wege sind.

Weiter ist die Anatomie nicht gegangen, und konnte auch von ihrem Standpunkte aus nicht leicht gehen, weil die Veränderung,

welche man an diesen winzigen Öffnungen mit Hilfe starker Vergrößerungen zu bemerken im Stande war, bei weitem nicht ausreichte, um darüber etwas Endgiltiges zu erfahren. Vor Allem blieb die in mancher Beziehung so wichtige Frage, ob diese Öffnungen verschlossen werden können, ob Öffnen und Schliessen in der lebenden Pflanze mit einander regelmässig abwechseln u. s. w. unentschieden, insoferne Muthmassungen, an denen es zwar nicht fehlte, für keine genügenden Antworten angesehen werden können. Es ist leicht einzusehen, dass ein Öffnen und Schliessen der zwischen den halbmondförmigen Zellen befindlichen Spalte zunächst nur durch diese selbst bewerkstelligt werden und nur darauf beruhen kann, dass verschiedene Zustände der Turgescenz ein Näheraneinanderrücken und Entfernen ihrer inneren freien Seiten und Ränder hervorbringen.

Während man nach den allgemeinen Gesetzen der Ausdehnung in Folge der Endosmose glauben sollte, dass nur ein Turgescenzzustand der Porenzellen ein Aneinandertreten und Schliessen der Spalte zu bewirken im Stande wäre, hat Schleiden die entgegengesetzte Ansicht ausgesprochen, indem er den Zustand der Collabescenz als jenen bezeichnete, der den Schluss der Zellen bewerkstelligen sollte.

In Folge sorgfältiger anatomischer Untersuchungen über die Spaltöffnungen und einiger zur Lösung obiger Frage angestellten Versuche glaubte ich den Satz aussprechen zu dürfen, dass die verschiedenen Turgescenzzustände der Spaltöffnungszellen jedenfalls so gering sein müssen, dass sie auf die Erweiterung und Verschliessung der Spaltöffnung keinen merkbaren Einfluss nehmen, ja dass die Lage und Anheftungsweise jener Zellen in vielen Fällen von der Art seien, dass dergleichen Veränderungen gar nicht stattfinden können. Ich operirte damals nicht mit Substanzen, welche durch ihre Eigenschaft der Zelle Flüssigkeit zu entziehen, sich besonders eignen, verschiedene Grade der Turgescenz beliebig hervorzurufen, sondern ich begnügte mich, die beiden Extreme der Trockenheit und vollkommenen Befeuchtung mit einander zu vergleichen. Eine Reihe in einer gewissen Richtung ausgeführter Versuche brachten mich jedoch über diesen Punkt bald auf Gedanken, die sich mit diesen meinen Ansichten nicht vereinbaren liessen, zugleich mir aber einen Fingerzeig gaben, auf welche Weise die Sache zur Entscheidung zu bringen sei.

Ich war mit einem meiner Schüler, Herrn Dr. Leitgeb, eben beschäftigt, die luftführenden Organe der Pflanze einer nähern Untersuchung zu unterziehen und den Zusammenhang derselben mit den Spaltöffnungen durch Injectionen zu prüfen, als derselbe auf den Einfall gerieth, mittelst gewaltsamen Einblasens von Luft dieselbe durch die Pflanzentheile hindurch zu pressen. Schon der erste Versuch mit dem hierzu in mehrfacher Beziehung höchst tauglichen Blatte von *Allium fistulosum*, welches mit der Spitze ins Wasser getaucht am andern Ende aufgeblasen wurde, gelang vollständig. An der ganzen Blattoberfläche traten unzählige Luftbläschen auf einmal hervor, die sich mit einander zu grossen Blasen vereinigten und nach und nach von dem Blatte ablösten. Mit der Vermehrung des Druckes wurden die Luftblasen nur häufiger und das Phänomen überraschender.

Eben so leicht, ja noch leichter gelang dasselbe Experiment an den Blättern von *Allium Cepa*, mehreren *Iris*-Arten, an Stengeln von *Equisetum* und *Hippuris*, an hohlen Stengeln von Compositen und Umbelliferen; kurz es zeigte sich, dass man auf eine ganz einfache Weise durch einen passend angebrachten Druck sich von der Wegsamkeit der luftführenden Räume und deren unmittelbaren Zusammenhang mit den Spaltöffnungen zu überzeugen im Stande ist.

Doch wie überraschend wurde derselbe Versuch, als es sich bei weiterer Verfolgung desselben herausstellte, dass selbst eine geringe Menge von Feuchtigkeit, im Anblasen durch die Luftgänge durchgetrieben, sogleich ein Stocken des Luftaustrittes hervorbrachte und dass ein vollends mit Wasser injicirter Theil auf keine Weise für die Luft wegsam gemacht werden konnte.

Der Grund dieser Erscheinung liess sich nur entweder in der Adhäsion des Wassers an die Wände der sehr engen, luftführenden Intercellulargänge, welche die beim Einblasen entwickelte Kraft nicht zu überwinden im Stande ist, suchen, oder darin, dass die oberflächlichen Ausführungsgänge derselben — die Spaltöffnungen — durch ihre Verschlussung das Hemmniss herbeiführten.

Es waren nun durch neue Versuche zu ermitteln, welche von diesen beiden Ursachen hierbei geltend gemacht werden konnte.

Um die Kraft zu ermitteln, welche nöthig war, das von innen in die Luftgänge eingetriebene Wasser durch die Capillaren der Intercellulargänge durchzupressen, wurde ein mehrere Zoll langer Endtheil einer Blatttute von *Allium fistulosum* über das Ende eines Glas-

rohres gezogen und mittelst einer passenden Ligatur luftdicht an dasselbe befestigt ¹⁾. Nachdem das Ganze senkrecht aufgehangen wurde, füllte ich es mit Wasser. Es zeigte sich hierbei, dass erst bei dem Drucke einer Wassersäule von 8 Fuss Länge die äussere Oberfläche des Blattes nass zu werden anfang, somit erst der Druck von $\frac{1}{4}$ Atmosphäre das Wasser von Innen nach Aussen durchzupressen im Stande war. Im Ganzen war der Wasserdurchgang sehr gering, und betrug in 24 Stunden nicht mehr als 7 Cent. Met. Kub. Das durchgepresste Wasser hatte in diesem Falle zuerst die in den Inter-cellulargängen vorhandene Luft zu entfernen, an dessen Stelle es eindrang, und dann erst durch die Spaltöffnungen auf die Oberfläche hervortreten, — ein Vorgang, der nur theilweise und langsam stattfinden konnte. Eine Modification dieses Versuches liess mich jedoch bald erkennen, dass in der That die Adhäsion der Luft an die Wände der Zwischenzellengänge viel beträchtlicher ist, als die Anziehung des Wassers an dieselbe. Denn bringt man vor Anstellung desselben Versuches durch irgend eine Operation erst die Luft aus den Luftgängen hinweg, so erfolgt der Wasserdurchgang sehr leicht und durch eine viel geringere Kraft.

Um dieses auszuführen, wurde ein ähnliches Blatt von *Allium fistulosum* durch 24 Stunden unter Wasser im luftverdünnten Raume unter dem Recipienten einer Luftpumpe gelassen, und nachdem es vollkommen mit Wasser injicirt war, gleich den andern an eine Glasröhre befestigt. Es zeigte sich, dass eine 8 Fuss hohe Wassersäule das Wasser der Art durchzupressen im Stande war, dass alle Minuten ein Tropfen durchging und in 24 Stunden 30 Cent. Met. Kub. durchgepresst waren. Das Blatt verhielt sich in diesem Falle wie ein befeuchteter Schwamm.

Es zeigen diese Versuche ausser der Wegsamkeit der luftführenden Räume und ihrer äusseren Öffnungen für Gase und Flüssigkeiten nur so viel, dass die Anziehung der Oberfläche der capilaren Räume für dieselbe sehr verschieden ist, ohne dabei zu ermitteln, wie viel die verschiedenen Turgescenzzustände der von den Zellen umschlossenen superficiellen Öffnungen hierbei Antheil nehmen.

¹⁾ Ich bemerke hierbei, dass die Wahl des Glasrohres sich nach der Weite des Blattes richten muss, der Art, dass dieses beim Darüberziehen über jenes knapp an dasselbe anliegt.

Um dies mit Sicherheit in Erfahrung zu bringen, musste ich zu den ersteren Versuchen zurückkehren und sie exacter ausführen. Zu dem Zwecke nahm ich ein am Ende hufeisenförmig gebogenes Rohr und setzte auf den kürzeren Schenkel eben wieder ein Blatt von *Allium fistulosum* luftdicht auf. Statt durch den Mund die Luftpressung auszuführen, überliess ich dies einer Quecksilbersäule, welche beliebig verlängert oder verkürzt werden konnte. Liess man nun einen Druck von etwa 1—2 Zoll auf die Wände des Blattes einwirken und stellte diese Vorrichtung so weit unter Wasser, dass die Oberfläche desselben die Spitze des Blattes noch bedeckte, so konnte man auf der ganzen äusseren Oberfläche desselben das Hervortreten von Luftblasen wahrnehmen, welches so lange dauerte, als der gleiche Druck durch im langen Schenkel nachgegossenes Quecksilber erhalten wurde. Dieser Versuch gelang nicht blos mit dem Blatte von *Allium fistulosum* und andern *Allium*-Arten, ferner mit dem Blatte von *Nymphaea alba*, sondern auch mit beblätterten Stengeln von *Hippuris vulgaris*, *Equisetum limosum*, besonders schön mit jenen von *Lysimachia thyrsiflora* ¹⁾, *Menyanthes trifoliata* und im minderen Grade auch mit den blühenden Stämmchen von *Gratiola officinalis* und anderen Pflanzen, ja es war diesfalls ganz gleichgiltig, ob wie bei *Allium* und *Nymphaea* einzelne Blätter, oder wie bei den übrigen Pflanzen ganze mit Blättern und Blüten besetzte Stengeln zum Versuche angewendet wurden. In allen Fällen ging, wie es sich von selbst versteht, die Entwicklung der Luftblasen nur von jenen Theilen der Pflanze und von jenen Flächen der Blätter aus, welche mit Spaltöffnungen versehen waren, wesshalb zum Beispiele bei diesen Versuchen Luft an den Blättern von *Nymphaea* nur an der Oberseite — (die Unterseite hat keine Spaltöffnungen) —, dagegen an den Blättern von *Lysimachia* und *Menyanthes* nur an der Unterseite hervortrat, indem beide nur an der Unterseite der Blätter dagegen höchst sparsam an der Oberseite mit Spaltöffnungen versehen sind.

Ich glaube nicht besonders bemerken zu müssen, dass bei den vielfältig hierüber angestellten Versuchen viele Fälle vorkamen, wo, indem der Stengel oder die Blätter kleine Verletzungen besaßen, durch eben diese verletzten Stellen gleichfalls Luft hervortrat, was wohl nicht anders sein konnte, indess auf den Gang des Versuches so wie

¹⁾ Siehe die beigelegte Abbildung.

auf das Resultat in den meisten Fällen von keinem erheblichen Einfluss war.

Ganz anders verhielt sich aber die Sache, wenn dieselben Versuche an den nämlichen Pflanzen nach kürzerer oder längerer Zeit wieder angestellt wurden, vorausgesetzt, dass, um die in das Glasrohr eingekitteten Pflanzen frisch zu erhalten, dieselben unter Wasser bewahrt wurden. Schon nach 24 Stunden konnte man mit Erstaunen wahrnehmen, dass dieselben Individuen und unter den gleichen Umständen keine Luft mehr aus ihrer Oberfläche hervortreten liessen, selbst wenn der Druck durch Erhöhung der Quecksilbersäulen um ein Bedeutendes vermehrt wurde. Am schmiegsamsten bewährte sich hierbei unter den Versuchspflanzen *Allium fistulosum* und *Lysimachia thyrsiflora*, schwieriger verhielt sich *Menyanthes trifoliata* und bei *Gratiola* sowie bei *Nymphaea* war alles wie abgeschnitten. Nach abermal 24 Stunden folgten auch diejenigen Versuchspflanzen, welche früher bei verstärkter Pressung noch sparsam Luft hindurch liessen den übrigen und nach 3 bis 4 Tagen war man nicht mehr im Stande selbst bei einem Quecksilberdrucke von 7 Zoll auch nur die geringste Menge Luft durchzupressen. Da der Raum im unteren Schenkel des Glasrohres möglichst trocken erhalten wurde, somit von hier aus keine Feuchtigkeit in die luftführenden Räume eindringen, der Turgescenzzustand der die Capillaren bildenden Zellen nicht verändert sein konnte, so muss die Schliessung jener Haarröhrchen nur an den Enden erfolgt sein. Diese hier fortwährend mit Wasser in Berührung, haben also, wie nicht anders möglich, durch Aufnahme desselben in die halbmondförmigen die Spalte unmittelbar begrenzen und diesen nachbarlichen Epidermiszellen eine derartige Verengerung der Spalte und Verschliessung herbeigeführt, dass selbst ein Druck von $\frac{1}{4}$ Atmosphäre dieselbe nicht wegsam zu machen im Stande war. Es darf uns aber diese Kraft, mit welcher die Schliessung der Spaltöffnung in dem Falle ausgeübt wird, darum nicht wundern, weil wir durch hundert andere Vorgänge der Endosmose auf die Pflanzensubstanz eine noch viel grössere Kraftentwicklung an täglich vor unseren Augen vor sich gehende Erscheinungen wahrzunehmen im Stande sind.

Durch diesen Versuch glaube ich jedoch auf das schlagendste nicht nur zwei verschiedene Zustände der Spaltöffnung, einen geöffneten und einen geschlossenen erwiesen, sondern damit zugleich gezeigt

zu haben, dass der Turgescenzzustand der Spaltöffnungs-
zellen, sowie der gleichzeitig erfolgende Turgescenz-
zustand der Epidermiszellen keineswegs das Öffnen,
sondern umgekehrt das Schliessen der Spalte hervor-
bringt. Dies Ergebniss ist einigermassen im Widerspruche mit den
vortrefflichen Untersuchungen, welche erst kürzlich über die Ursachen
der Erweiterung und Verengung der Spaltöffnungen von Herrn H.
v. Mohl angestellt wurden ¹⁾, wesshalb ein näheres Eingehen auf die
Erklärung jenes Phänomens hier nicht am unrechten Orte sein wird.

Die Untersuchungen von H. v. Mohl haben auf das unwiderleg-
lichste nachgewiesen, dass das Erweitern und Verengern der Spalt-
öffnung nicht blos die Wirkung der dieselbe unmittelbar umgebenden
Porenzellen, sondern zugleich als die Wirkung der nachbarlichen
Epidermis angesehen werden muss, und dass nur eine ungemein gün-
stige Lage der ersteren, die sie unabhängiger als gewöhnlich macht,
den Effect mehr ihnen als den Epidermiszellen zuwendet.

Dieselben Untersuchungen haben ferner gelehrt, dass die durch
Wasseraufnahme bewirkte Turgescenz der Porenzellen ihre Wirkung
mehr in senkrechter Richtung auf die Blattoberfläche als in horizontaler
ausübt, daher ein Heben derselben, und damit ein Erweitern nicht
ein Verengern der dazwischen liegenden Spaltöffnung bewirkt, end-
lich dass die zarteren Porenzellen besonders vermöge ihres fort-
währenden Umwandlungen unterworfenen Inhalts durch den dauern-
den Einfluss des Lichtes lebhaftere endosmotischen Wirkungen
unterliegen als die benachbarten wenig lebendigen Epidermiszellen.
Alle Veränderungen, welche demnach in dem täglichen Leben der
Pflanzen vor sich gehen, haben nicht nur mannigfaltig wechselnde
Zustände von Öffnen und Schliessen der Spaltöffnung zur Folge, son-
dern diese Bewegungen selbst sind zugleich das Resultat sehr com-
plicirter Vorgänge und zum grossen Theile von der Structur der
betreffenden Organe selbst abhängig.

Wie Hr. v. Mohl selbst Beispiele anführt, sind Turgescenz-
zustände der Porenzellen, wenn diese in Verbindung mit den Epider-
miszellen stehen, häufig nicht mit Erweiterung, sondern mit Ver-
engung der Spaltöffnung verbunden. Zu diesen Fällen gehören
offenbar auch die von mir untersuchten Pflanzen. Ihr längeres Ver-

¹⁾ Bot. Zeitung 1856, St. 40 und 41.

weilen im Wasser hatte jedoch nicht bloß eine Verengerung der Spaltöffnung, sondern eine vollkommene Verschliessung zur Folge. Von den meisten der angeführten Pflanzen gehören die Spaltöffnungen zu den kleinen.

Bei <i>Menyanthes</i> . .	beträgt d. Längendurchm. derselben	0·0120''
„ „ „ „	Breitedurchm. „	0·0020 „
„ <i>Allium fistulosum</i> „ „	Längendurchm. „	0·0090 „
„ „ „ „	Breitedurchm. „	0·0026 „
„ <i>Nymphaea alba</i> „ „	Längendurchm. „	0·0064 „
„ „ „ „	Breitedurchm. „	0·0033 „
„ <i>Lysimachia thyrsiflora</i> der		
Oberseite des	{ Längendurchmesser	0·0083 „
Blattes	{ Breitedurchmesser	0·0022 „
Unterseite des	{ Längendurchmesser	0·0084 „
Blattes	{ Breitedurchmesser	0·0030 „

Bei *Gratiola officinalis* beträgt der Längendurchm. derselb. 0·0120 „

„ „ „ „ „ Breitedurchm. „ 0·0023 „

Es ergibt sich hieraus wie gering die Zunahme des Querdurchmessers oder die Verschiebung der Spaltöffnungszellen nach einwärts sein dürfen, um eine gänzliche Verschliessung der Öffnung herbeizuführen.

Während nach v. Mohl bei einzelnen Pflanzen der Spielraum von der grössten Erweiterung bis zur vollkommenen Schliessung der Spalte auf $\frac{1}{64}'''$ steigt und wie ich ihn z. B. bei *Lilium Martagon* noch $\frac{1}{172}'''$ fand, beträgt er in obigen Fällen durchaus nicht mehr als $\frac{1}{400}'''$.

Allein es handelt sich hier nicht bloß um eine Annäherung der Innenflächen der beiden Porenzellen, sondern um ein festes Aneinanderschliessen, welches selbst ein senkrecht darauf angebrachter Druck von $\frac{1}{4}$ Atmosphäre, ja, wie ich zum Beispiele bei *Lysimachia* und *Gratiola* erfuhr, selbst von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Atmosphäre nicht zu überwinden im Stande war. Es beweist dies, dass der Turgescenzzustand der Porenzellen wesentlich durch den Turgescenzzustand der Epidermiszellen unterstützt sein musste.

Nur einen Fall, nämlich bei den Orchideen, wo der Turgescenzzustand der Porenzellen und der Epidermis überhaupt nicht ein Schliessen, sondern stets ein Öffnen der Spalte bewirkt, galt es noch mit den obigen Versuchen in Vergleichung zu bringen. Werden Blätter dieser

Pflanzen, wie in oben angegebenen Versuchen in den kürzeren Schenkel einer hufeisenförmig gebogenen Röhre eingekittet und dieselbe unter Wasser gebracht und durch Hineingiessen des Quecksilbers in den längeren Schenkel der Röhre ein Druck auf die Luft zwischen dem Grunde des Blattes und des Quecksilbers angebracht, so muss, falls jene Theorie richtig ist, anfänglich wenig oder keine Luft durch die Spaltöffnungen durchgehen, in der Folge aber, sobald die Einwirkung des Wassers auf die Porenzellen erfolgte und die Öffnung der Spalte bewirkte, ein Durchströmen oder sogar ein rascheres Durchgehen der Luft zu beobachten sein.

Diesen Versuch stellte ich an Blättern von *Orchis maculata* und *Gymnadenia conopsea*, welche mir eben zu Gebote standen, wirklich an. Ich überzeugte mich von der Wegsamkeit der Intercellulargänge, was allerdings bis in die Spitze der Blätter der Fall war, aber — es ging weder gleich nach dem Eintauchen in das Wasser, noch nach Einwirkung desselben während 8—9 Stunden, ja selbst nach Verlauf von 24 bis 36 Stunden nicht im Mindesten Luft aus den Spaltöffnungen hervor. Ganz dasselbe zeigten auch die Blätter von *Lilium Martagon* und *Lilium candidum*, die zu gleichen Erwartungen berechtigten.

Gleichzeitig mit diesen hatte ich auch mit Blättern von *Amaryllis aulica* und *Iris pallida* experimentirt. Welch ganz anderer Effect in beiden! Der Druck von 2" Quecksilber brachte ein so häufiges Hervortreten von Luftblasen an beiden Blattflächen dieser Pflanzen zu Stande, wie dies bei keiner andern Pflanze, die ich bisher in dieser Rücksicht untersuchte, der Fall war. Es erfolgte der Durchgang der Luft durch die Spaltöffnung so lange, als noch irgend ein Druck stattfand und hörte erst nach ungefähr 2 Stunden auf, nachdem das Gleichgewicht des Quecksilbers in beiden Schenkeln der Röhre hergestellt wurde.

Es war auch hier die Frage, ob nach längerer Einwirkung des Wassers auf die Oberfläche dieser Blätter wie in allen übrigen Fällen ein Schliessen der Spaltöffnungen erfolge oder nicht. Nach 8 bis 9 Stunden, als ich das Experiment wiederholte, war das noch nicht zu beobachten, im Gegentheile ging die Luft bei demselben Druck eben so rasch durch die Spaltöffnungen. Dasselbe war auch nach 24- bis 36stündiger Einwirkung des Wassers der Fall. Es zeigten daher diese beiden Pflanzen einen auffallenden Unterschied gegen alle früheren

und es war zu vermuthen, dass in beiden Fällen der Einwirkung des Wassers auf die Epidermis und die Spaltöffnungszellen irgend ein Hinderniss entgegengetreten sei.

In der That war es nicht schwer, in dem wachsartigen Überzuge, welcher dieselben Blätter, besonders aber das Blatt von *Iris* zeigte, den Grund der nicht erfolgten Endosmose zu suchen. Die Sache war bald entschieden, nachdem ich einen kleinen Theil von jedwedem Blatte mit einem Badeschwamme durch mehrmaliges Abwischen von dem Wachsüberzuge befreite.

Als ich nun in angegebener Weise das Experiment wiederholte, gingen aus den unberührten Theilen nach wie vor zahlreiche Luftblasen hervor, aber es zeigte sich auch nicht ein einziges Bläschen an jenen Stellen, welche mit dem Schwamme abgewischt wurden. Die endosmotische Wirkung der Poren und der Epidermiszellen musste nach dieser Operation augenblicklich erfolgt sein.

Dieser Umstand leitete mich auf den Gedanken, ob nicht auch irgend ein die Aufsaugung hindernder Überzug bei den Orchideen- und den beiden Lilien-Blättern die erwartete Wirkung verhinderte. Ich wusch demnach auch die Blätter dieser Versuchspflanzen stellenweise mit Wasser, allein der Erfolg war trotzdem kein anderer. —

Um sich nach allem dem eine bestimmte Ansicht zu bilden, wird es erspriesslich sein, einen Blick auf die Structur der betreffenden Porenzellen und ihre seitliche Umgebung zu werfen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Porenzellen von *Lilium* und *Gymnadenia* Fig. 1, 2, 3, 4 *k* gegen die angrenzenden Epidermiszellen ein viel unabhängigeres Verhältniss besitzen als die Porenzellen von *Amaryllis*, *Iris*, *Asphodelus* u. s. w., Fig. 5, 6, 7 *k*, indem diese in verschiedenem Grade von den nachbarlichen Epidermiszellen bedeckt, und in deren seitliche Ausbuchtungen aufgenommen werden, was bei ersteren nicht der Fall ist, da sie in demselben Horizont mit den Epidermiszellen liegen und mit diesen seitlich nur an einer kleinen Stelle zusammenhängen. Während also die geringsten durch Endosmose bewirkten Veränderungen der Epidermiszellen auf die von ihnen verborgenen und in sie aufgenommenen Porenzellen einwirken müssen, ist das bei den freigelegenen Porenzellen nicht oder doch wenigstens in viel beschränkterem Sinne der Fall. Wenn also irgendwo Bewegungserscheinungen in den Porenzellen auftreten, die ihnen eigenthümlich und unabhängig von den Nachbarzellen zukommen, so kann das nur bei den freien

Porenzellen der Fall sein; in allen übrigen Fällen werden dieselben niemals zur Geltung kommen, da sie von den bei weitem stärkeren Wirkungen der sie einschliessenden Epidermiszellen verdunkelt werden. Was auch die Wirkung der Feuchtigkeit auf die Porenzellen ist, so könnte sie sich jedenfalls nur bei freien Zellen kund geben.

Dass dies aber auch hier nicht der Fall ist, beweisen die oben angeführten Versuche an *Orchis*-, *Gymnadenia*- und *Lilium*-Blättern nur zu deutlich. Wenn bei diesen auf kleinen unter Wasser befindlichen Schnittchen die Spaltöffnungen sich erweitern, so ist das nicht auch der Fall, wo die Oberhaut unverletzt in ihrer Verbindung mit den übrigen Theilen der Pflanze steht. Noch bevor es zu den vorzugsweise in senkrechter Richtung erfolgenden Ausdehnung der Porenzellen und der dadurch hervorgehenden Erweiterung der Spaltöffnung kommt, ist die secundäre Wirkung, welche von den angrenzenden Zellen ausgeht, bereits erfolgt, und statt der zu erwartenden Öffnung tritt vielmehr Schliessung der Spalte ein.

Auf eine ganz eigenthümliche Weise wirken Überzüge von nicht benetzbaren Substanzen, welche die Oberhaut sammt den Spaltöffnungen überziehen. (Fig. 5, 6, 7.)

Hier wird die Einwirkung des Wassers auf die Oberfläche gleich Null und sie beginnt erst dann, wenn der Überzug durchdrungen oder absichtlich entfernt wird. Das Öffnen der Spalten ist hier keineswegs als die primäre Wirkung der Feuchtigkeit auf die Porenzellen zu betrachten, wohl aber ist die Schliessung derselben dem rasch fortgepflanzten Einflusse der Epidermis auf die Porenzellen zuzuschreiben.

Erklärt man nun das Verhalten der Orchideen- und Lilienblätter, zu welchen sich sicher noch viele andere gesellen werden, dadurch, dass durch die Benützung der Oberfläche mit Wasser der seitliche Druck von den Epidermiszellen die senkrechte Ausdehnung der Porenzellen überwiegt, so würden diese Blätter unter allen die empfindlichsten für superficielle Wasseraufnahme bilden, darauf folgen alle anderen, welche oben als Versuchspflanzen namhaft gemacht wurden, und die unempfindlichsten werden die mit einem Wachsüberzuge versehenen sein.

Es geht aber hieraus jedenfalls mit Sicherheit hervor, dass atmosphärische Zustände, welche eine reichliche Dunstmenge führen oder wässerige Niederschläge zur Folge haben, auf die meisten Pflanzen dadurch einwirken, dass sie die Spaltöffnungen schliessen.

Viel ungewisser sind dermalen noch jene äusseren Einwirkungen, welche ein über das gewöhnliche Mass des Offenseins erfolgte Aufschliessung der Spalte bewirken. Die in der erwähnten Abhandlung v. Mohl's angeführten Beobachtungen möchten indess mit Grund vermuthen lassen, dass erhöhte Wärme und Lichteinfluss eine beträchtliche Erweiterung der Spalte bewirken. Dies wird auch durch die Beobachtung unterstützt, dass die Verdunstung der Zellflüssigkeit eben der Pflanzen durch ihre Oberfläche bei vermehrter Wärme und directer Einwirkung des Sonnenlichtes am raschesten vor sich geht. und dass jene Theile dazu am meisten beitragen, welche mit den zahlreichsten und grössten Spaltöffnungen versehen sind.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Eine Spaltöffnung von der Unterseite des Blattes von *Lilium candidum* 590mal vergrössert, unter Wasser, welches durch die verletzten Epidermiszellen *ll* von allen Seiten freien Zutritt hatte, betrachtet.

Die eigentliche Spalte, die man im Hintergrunde der Vorspalte ansichtig wird, ist auf $\frac{1}{500}'''$ geöffnet, schliesst sich aber auf Anwendung von Zuckerwasser vollständig.

Fig. 2. Spaltöffnung von der Oberseite des Blattes derselben Pflanze im auf die Axe senkrecht geführten Querschnitte. Die beiden Porenzellen *kk* mehr geschlossen. Durch hautartige Fortsätze an der Ober- und Unterseite entstehen Höhlungen oder Höfe vor und hinter der eigentlichen Spalte, welche durch die Vor- und Hinterhofspalte nach aussen und innen münden.

Fig. 3. Eine Spaltöffnung des Blattes von *Gymnadenia conopsea* R. Br. mit den angrenzenden Epidermiszellen unter Wasser 360mal vergrössert.

Die eigentliche Spalte ist halb geschlossen, schliesst sich aber auf Zuckerwasser ganz.

Fig. 4. Querschnitt durch dieselbe Spaltöffnung; *kk* Spaltöffnungszellen, *ll* Epidermiszellen.

Fig. 5. Querschnitt einer Spaltöffnung des Blattes von *Asphodelus ramosus*. Vergrösserung $590_{\frac{1}{1}}$.

Man sieht über die Porenzellen *kk* und ober der Epidermis *ll* eine dünne körnige Wachsschichte.

Fig. 6. Querschnitt einer Spaltöffnung des Blattes von *Amaryllis aulica* mit dem Wachsüberzug. Vergrösserung $360_{\frac{1}{1}}$.

Fig. 7. Querschnitt einer Spaltöffnung der Aussenseite des Blattes von *Iris pallida* mit dem Wachsüberzug. Vergrösserung $360_{\frac{1}{1}}$.

Fig. 8. Gefäss mit Wasser gefüllt, in welchem eine U-förmig gebogene Röhre befindlich, in dessen kürzerem Schenkel ein Zweig von *Lysimachia thyssiflora* luftdicht eingekittet ist. Die Röhre ist zum Theile mit Quecksilber gefüllt, wie es der Zustand am Beginne des Versuches zeigt. Grösse $\frac{1}{6}$.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1857

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Unger Franz Joseph Andreas Nicolaus

Artikel/Article: [Beiträge zur Physiologie der Pflanzen. \(Mit 1 Tafel\). 441-470](#)